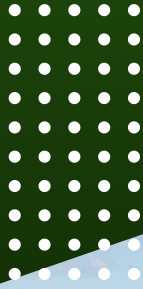




# 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT

July 12-14, 2024 Aydın, Türkiye

CONFERENCE PROCEEDINGS BOOK



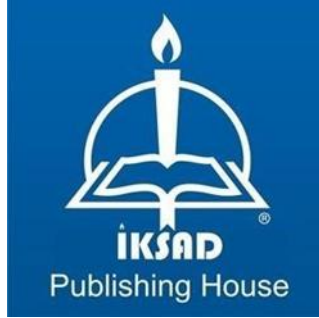
EDITORS

Prof. Dr. Mustafa SÜR MEN

Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU



**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL  
SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**



**IKSAD Publishing House**

**Institution of Economic Development and Social Researches**

All rights of this book belongs to IKSAD Publishing House.  
Without permission of the publisher, can't be duplicate or  
copied. Authors of chapters are responsible both ethically  
and juridically.

(The Licence Number of Publicator:

2014/31220) Gölbaşı, Adıyaman Province,

TÜRKİYE

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75 USA: +1 631 685 0 853

E mail: [iksadyayinevi@gmail.com](mailto:iksadyayinevi@gmail.com)

[www.iksadyayinevi.com](http://www.iksadyayinevi.com)

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL  
SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE,  
ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

**July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye**

---

**PROCEEDINGS BOOK**  
**(Abstracts & Full Texts)**

---

**EDITORS**

**Prof. Dr. Mustafa SÜR MEN**  
**Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞ LU**

**Cover Design: Arzu ALTUNTAŞ**

**ISBN: 978-625-6080-03-4**

**DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13127401>**

**ISSUED: July 30, 2024**

## **15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

### **EVALUATION PROCESS and POLICIES**

All applications have undergone double blind peer review process. In addition, each paper was accepted and the process of publishing in the book was carried out through editorial oversight. The published papers were presented and discussed at the meeting.

Full texts and abstracts published in accordance with the Symposium Policy have been prepared in accordance with ethical rules and APA standards. Authors of all papers are both ethically and legally responsible.

### **PARTICIPANTS COUNTRIES**

Türkiye, Albania, Algeria, Azerbaijan, Bangladesh, Bulgaria, Ethiopia, Georgia, India, Indonesia, Iran, Kazakhstan, Malaysia, Morocco, Nigeria, Pakistan, Philippines, Saudi Arabia, Slovenia, Sri Lanka, Uganda, Ukraine

### **TOTAL ACCEPTED ARTICLES: 306**

The Number of Accepted Papers from Türkiye: 81  
The Number of Accepted Full Papers from Other Countries: 98  
The Number of Total Papers: 179

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL  
SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

**CHAIRPERSONS OF THE ORGANIZING BOARD**

**Prof. Dr. Mustafa SÜR MEN**

Adnan Menderes University

**Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU**

Siirt University

**SYMPOSIUM COORDINATORS**

- **Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU**
  - Siirt Üniversitesi

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL  
SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

**ORGANIZING BOARD**

Prof. Dr. Mustafa SÜRMEŒ- Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. Gürhan KELEŞ - Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. Gülsüm ÖZTÜRK – Ege University  
Assoc. Prof. Dr. Gökhan ÇINAR- Aydın Adnan Menderes University  
Assoc. Prof. Dr. İsmail Can PAYLAN- Ege University  
Assoc. Prof. Dr. Fulsen ÖZEN- Ege University  
Assist. Prof. Dr. Emre KARA- Aydın Adnan Menderes University  
Assist. Prof. Dr. Emine ÇATALKAYA- Dicle University  
Dr. Ayça AKÇA UÇKUN-Olive Research Institute

## 15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT

### SCIENCE AND ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Osman EREKUL- Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. Olcay ARABACI- Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. İbrahim ÇAKMAK- Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. Cafer TURGUT- Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. Deniz ÇOBAN- Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. Ferit ÇOBANOĞLU- Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. Zeynel DALKILIÇ- Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. Osman Orkan ÖZER- Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. Altuğ ÖZDEN- Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. Şükrü KIRKAN- Aydın Adnan Menderes University  
Prof. Dr. Laila AFIA - Ibnou Zohr University  
Prof. Dr. Rachid SALGHI - Ibnou Zohr University  
Prof. Dr. Muhammad CHIKA - Usmanu Danfodiyo University  
Prof. Dr. Zuru Abdullahi ABDU - Usmanu Danfodiyo University  
Prof. Dr. Behçet KIR- Ege University  
Prof. Dr. Gürhan KELEŞ- Aydın Adnan Menderes University  
Assoc. Prof. Dr Hasan ERDOĞAN- Aydın Adnan Menderes University  
Assoc. Prof. Dr Gülcan DEMİROĞLU TOPÇU – Ege University  
Assoc. Prof. Dr Gökhan ÇINAR- Aydın Adnan Menderes University  
Assoc. Prof. Dr. Bahman GORJIAN - Islamic Azad University  
Assoc. Prof. Dr. Daniela MATUŠÍKOVÁ - University of Prešov  
Assoc. Prof. Dr. Olena KILNITSKA - Polissia National University  
Assoc. Prof. Dr. Sergiy LAVRENKO - Kherson State Agrarian and Economic University  
Assist. Prof. Dr. Selçuk GÖÇMEZ- Aydın Adnan Menderes University  
Assist. Prof. Dr. Emre KARA- Aydın Adnan Menderes University  
Assist. Prof. Dr. Zain MUSHTAQ - University of the Punjab  
Assist. Prof. Dr. Ali FAZELI - University of Tehran  
Assist. Prof. Dr. Saranda KAJTAZI - Pristina University  
Assist. Prof. Dr. Oxana RADU - Technical University of Moldova  
Assist. Prof. Dr. Bindu BHARATHI - Northern Border University  
Assist. Prof. Dr. Chhaya PATEL - Sankalchand Patel University  
Dr. Naheed AKHTAR - Government College University  
Dr. Mahmood AHMED - University of Education  
Dr. Violina POPOVICI - Technical University of Moldova  
Dr. Abdelileh MABROUK - University of Sfax

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL  
SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE,  
ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

**July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye**

**SYMPOSIUM SCHEDULE**



# ISPEC

## 15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT July 12-14, 2024 / Aydın



## CONFERENCE PROGRAM

Online & In-person

### IMPORTANT

- To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of “Meeting ID or Personal link Name” and solidify the session.
- The presentation will have **15 minutes** (including questions and answers).
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- Speakers must be connected to the session **15 minutes before the** presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on at least %70 of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

### TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

*Before you login to Zoom indicate hall number and your surname (Hall-1, MELDA)*

12.07.2024  
FRIDAY / 10.00-12.30Aydın Adnan Menderes University Central Campus, Atatürk Congress Center,  
Zafer, AYDIN

Hall 1

MODERATOR: Ferit ÇOBANOĞLU

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Oğuzhan Kiliç Mustafa Sürmen	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Problems Encountered in the Management of Meadows and Pastures in Turkey
Canan Bakirci Gökhan Çınar	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Developments In Agricultural Technology And Review Of Digital Agriculture Market (Ditap)
Enver Ken Ferit Çobanoğlu	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Impact Evaluation With Geospatial Approaches In Agriculture
Enver Ken Ferit Çobanoğlu	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	The Importance Of Panel Data Usage In Impact Evaluation And Examination Of Research Designs
Naz Akgün Ferat Uzun	<i>Ondokuz Mayıs University</i>	Performances Of Turfgrasses And Mixtures
Refik Efe Ege Melis Yalçın	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Prevalence And Management Of Spodoptera Species In Turkey
Yakup Onur Koca Feride Öncan Sümer Osman Erekul İsmail Efe Ege	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Status And Potential Of Corn Cultivation In Aydın Province
Esmâ Nur Dölek Yasin Mercan	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Technical And Structural Investigation Of Greenhouse Structures In Gazimagusa Region In TRNC
Feride Öncan Sümer Yakup Onur Koca Kaan Yılmaz	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Artificial Intelligence In Agriculture

12.07.2024  
FRIDAY / 10.00-12.30Aydın Adnan Menderes University Central Campus, Atatürk Congress Center,  
Zafer, AYDIN

Hall 2

MODERATOR: Mustafa SÜRME

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Volkan Keleş Ender Büyükgüzel	<i>Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi</i>	The Effect of Levamisole on Oxidative Stress and Antioxidant Enzyme Activities of Model Organism <i>Galleria Mellonella</i> Fatbody
Safiye Pınar Tunali Talih Gürbüz	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Use Possibilities of Hydrus-2d in Drip Irrigation System Design
Şevval Kaya Emre Kara	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	The Importance of Forage Legumes in Pollination
Halil İbrahim Yılmaz Eser Duran Keziban Özen	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Farmers' Perspective On Sustainable Agriculture Practices The Case Of Koçarlı District In Aydın Province
Halil İbrahim Yılmaz	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	An Analysis of Important Agricultural Products From The Point of View of Self-Sufficiency and Competitiveness
Mehmet Arif Özyazıcı Mehmet Anıl Sapar Semih Açıkbaz	<i>Siirt University</i>	Effect Of Phosphorus Fertilizer Doses On Some Agricultural Characteristics Of Common Grasspea ( <i>Lathyrus sativus</i> L.) Plant
Gülen Özyazıcı Mehmet Arif Özyazıcı	<i>Siirt University</i>	Effect Of Foliar Zinc Applications On Yield And Yield Components Of Fenugreek ( <i>Trigonella foenum-graecum</i> )
Fatma Oğuz Cafer Turgut	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Investigation Of The Effect Of Ph Of Spraying Water On The Degradation Of Some Pesticides
Birsen Geçioğlu Erincik	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Efficiency Of Inoculum Size <i>Phomopsis viticola</i> on The Severity Of Phomopsis Cane And Leaf Spot In Grapevines

12.07.2024  
FRYDAY / 10.00-12.00

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-1, HALL-1 / OTURUM-1, SALON-1

**MODERATOR: Murat ŞEVİK**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Murat Şevik	<i>Necmettin Erbakan University</i>	Akabane Virus Infection In Türkiye
Murat Şevik	<i>Necmettin Erbakan University</i>	The Impact Of Vaccination On The Schmanllenberg Disease
Metehan Kutlu Neffel Kürşat Akbulut	<i>Necmettin Erbakan University</i>	The Effect Of Prolactin Level On Fertility In Lactating Merino Ewes During The Non-Breeding Season
Ali Osman Turgut Ali Ünver Davut Koca	<i>Siirt University</i>	A Field Study On Detection Of Serum Anti-Mullerian Hormone Levels In Cross-Bred Hamdanı Sheep During The Non-Breeding Season
Barış Önün Berna Ersöz Kanay	<i>Bingöl University</i>	Management Of Abdominal Trauma In Cats
Barış Önün Berna Ersöz Kanay	<i>Bingöl University</i>	Emergency Ultrasound Use In Abdominal Trauma Of Cats And Dogs (Afast)
R. Saravanan	<i>Bharath Institute of Higher Education and Research</i>	Synthesis and Evaluation of Silver Nanoparticles from Ethanolic Leaf Extract of Tridax Procumbens.L
Ahmed Attahiru Yusuf Haruna Abubakar Umar Birnin-Yauri Aminu Rabiu Koko	<i>Kebbi State University of Science and technology</i>	Phytochemical Analysis And Antimicrobial Activity Of Aqueous Leaves Extract Of Azadirachta Indica
Buse Bahar Dayar Ahmet Kiliçkan	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Aydın Conditions In Controlled And Uncontrolled In Environmet Some Photovoltaik Panels Efficiency Determination
Stanislava Stateva	<i>Institute of Plant Genetic Resources</i>	Traditions and history in conservation of plant genetic resources

12.07.2024  
FRYDAY / 10.00-12.00

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-1, HALL-2 / OTURUM-1, SALON-2

**MODERATOR: Suat DİKEL**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Emrah Kara Bilgin Güner Taner Dalgın Hüseyin Çeken	<i>Muğla Sıtkı Koçman University</i>	From Agricultural Product To Touristic Experience: Tea Tourism
Suat Dikel Ibrahim Demirkale	<i>Çukurova University</i>	How To Use Deep Learning Technology In Diagnosing Fish Diseases?
Suat Dikel Ibrahim Demirkale	<i>Çukurova University</i>	Global Aquaculture Feed Market: Trends And Challenges
Thavasimuthu Citarasu Ebru Yilmaz	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Herbal Immunostimulants: A Sustainable Solution For Fin And Shellfish Aquaculture Industry
Sinan Valizada Ruqqiya Valizada Çağrı Kandemir Nargiz Qurbanova Turgay Taşkin	<i>Ege University</i>	The Place Of Sheep Breeding In Azerbaijan Animal Production
Çağrı Kandemir Turgay Taşkin	<i>Ege University</i>	New Trends And Market Situation On Red Meat Production In The World
A.Dinesh Babu T.Thirumurugan S.Kalaiivanan Srinivasan	<i>Bharath Institute of Higher Education and Research</i>	Neuroprotective Agents, Natural Plant Herbs & Drugs In Ischemic Stroke: A Review
Neha Singh	<i>Mangalayatan University</i>	Phytochemical Evaluation and Pharmacological uses of Turmeric (curcuma Longa)
Fedwa Beghdadi El-Hadj Driche	<i>Genomics and Bioinformatics</i>	Alternaria is a disease that threatens tomato crops

12.07.2024  
FRYDAY / 10.00-12.00

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-1, HALL-3 / OTURUM-1, SALON-3

**MODERATOR: Çetin KARADEMİR**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Seren Doğar Ramazan Gürbüz	<i>Iğdır University</i>	Precision Weed Management
Seren Doğar Ramazan Gürbüz	<i>Iğdır University</i>	The Weed Seed Predation By Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae)
Necmettin Taşkiran Çetin Karademir	<i>Siirt University</i>	Effect Of Zinc, Magnesium And Boron Application On Cotton (Gossypium hirsutum L.) Yield And Yield Components (I)
Necmettin Taşkiran Çetin Karademir	<i>Siirt University</i>	Effect Of Zinc, Magnesium And Boron Application On Cotton (Gossypium hirsutum L.) Technological Characteristics (II)
Cengiz Türkay Cenap Yılmaz	<i>Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü</i>	Some Characteristics Of Sari Ulak Olive Clones Obtained By Selection
Burcuhan Balta Kürşat Alkoyak Özden Sarıkaya Şerife Sertkaya	<i>T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı</i>	National Project Of Public Managed Domestic Cattle Breeding Implemented In Türkiye
Nabeeha Shahab Wafa Majeed Muhammad Saad Tariq Ayesha Usman Haider Najeeb Ullha Khan Wania Nasir Muhammad Naeem Faisal Shamshad Ul Hassan Muhammad Ammad Tariq	<i>University of Agriculture</i>	Antidiabetic Activity Assessment of Vitis Vinifera Bark in STZ-Induced Wistar Rats
V Selvakumar R.Saravanan R.Srinivasan	<i>Bharath Institute of Higher Education and Research</i>	Inflammation of Basophils
Shanza Khanum Muhammad Asad	<i>University of Education</i>	Therapeutic Potential Of Sareehn (Albizia Lebbeck) Seeds Extract Against Toxic Effects Of Graphene Nanosheets In Mori (Cirrhinus Mrigala)

12.07.2024  
FRYDAY / 10.00-12.00

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-1, HALL-4 / OTURUM-1, SALON-4

**MODERATOR: Emine ÇATALKAYA**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Muharrem Ural Bilge Bahar Cemalettin Baltacı	<i>Gümüşhane University</i>	Physiological And Biochemical Responses Of Some Bread Wheat Cultivars To Drought Stress During The Seedling Stage
Emine Çatalkaya Mehmet Çatalkaya	<i>Dicle University</i>	Physiology And Clinical Evaluation Of Wound Healing In Animals
Vedat Sağlam Ahmet Kılıçkan	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Development of Prototype of Solar Assisted Power Feed Mixer Working With Electric Power
Ahmet Kılıçkan Esra Melike Gürel	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Determination of The Effect on Panel Efficiency of Some Cooling Methods Applied In Photovoltaic (Pv) Solar Panels
Emine Çatalkaya Mehmet Çatalkaya	<i>Dicle University</i>	Clinical And Radiological Examination Of The Foot In Horses
Mamoon Ur Rasheed Ali Raza Naqvi Haroon Rashid Maria Rasheed Ayesha Khan Ayesha Matloob	<i>Government College University</i>	GC-MS analysis, health-promoting influence, and enzyme inhibition traits of <i>Phlomis stewartii</i> methanolic extracts using response surface methodology
Fedwa Beghdadi El-Hadj Driche	<i>Hassiba Benbouali University of Chlef, Hay Salem</i>	The inhibition of some phytopathogenic fungi by actinobacteria isolated from Algerian Saharan soils
Ajayi, Olayemi T. Fagoyinbo, Olorunwa T.	<i>The Federal Polytechnic</i>	Lawsonia Inermis and the Art of Body Decoration: Examining the Interplay of Art, Agriculture, and Culture in Nigeria
Mudasir Rajab	<i>Aligarh muslim university</i>	Navigating Interdependencies: The Interconnectedness of SDG-3 with Other Sustainable Development Goals
G. Akashkumar	<i>Senior Scientist, Honda Research Institute USA</i>	The Pharmacist's Role In Medication Therapy Counseling
Manl Elzain Mohamed Abdalla Anns Uzair Muhammad Kamran	<i>King Khalid University</i>	Enhancing Agricultural Supply Chain Management and Sustainability through Fuzzy Logic Approaches

12.07.2024  
FRYDAY / 10.00-12.00

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-1, HALL-5 / OTURUM-1, SALON-5

**MODERATOR: Faisal Nazir**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Syeda Sabika Zahra Naqvi Syed Mohsan Raza Shah Zaheer Abbas Laiba Hameed Amjad Hussain Muhammad Farooq Muhammad Imran Rafique	<i>University of Education</i>	Allelochemical Effect On Averrhoa Carambola L. In Anatomical Architecture On Wheat Growth
Manl Elzain Mohamed Abdalla Muhammad Kamran	<i>King Khalid University</i>	New Directions in Agricultural Transportation: Leveraging Fuzzy Logic for Cost Efficiency and Sustainable Practices
Faisal Nazir	<i>The University Of Agriculture</i>	Production And Characterization Of Carbon Nanotubes From Biochar Under Microwave Irradiation
G.Premanand R.Saravanan R.Srinivasan	<i>Bharath Institute of Higher Education And Resarch</i>	Immunotherapy
Jatau, T.K., Idris, U.S.B, Yaki, A., Saifullahi, M.	<i>Federal University of Technology Minna</i>	Survey On The Level Of Internet Addiction Among Science Education Students In Federal University Of Technology Minna, Niger State.
Thanh-Dung Nguyen Minh-Thu Nguyen Ngoc	<i>Can Tho University</i>	Evaluation Of The Antimicrobial Activity And Characterization Of The Bioactive Secondary Metabolites Produced By Bacillus siamensis SB5T2 AGAINST Escherichia coli and Staphylococcus aureus
Yebcha Fenta Manjit Singh R.K. Gautam	<i>Punjabi University</i>	Antecedents of consumers' green product purchase intention: an insight from Ethiopia
S.Sakthi T. Akshaya B. Amirtha Lakshmi C. Priya Dhaarani S. Sowmiya M.K. Vijayalakshmi R. Srinivasan	<i>Bharath Institute of Higher Education and Research</i>	Chromatography-Overview



12.07.2024  
FRYDAY / 10.00-12.00

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-1, HALL-6 / OTURUM-1, SALON-6

**MODERATOR: Shanza Khanum**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Ode Jonathan Acha Donald Dehiin Hile Agada Felix Ojohgebe	<i>J.S Tarka University Makurdi</i>	Estimation Of Daily And Global Extraterrestrial Solar Radiation At Makurdi Benue State .
Rabia Benaddi Ahmed Osmane Khadija Zidan Naaila Ouazzani	<i>adi Ayyad University</i>	Elaboration of new materials and their applications on olive mill waste water treatment
Ajayi, Olayemi T. Oginni, Yemi A.	<i>Lead City University</i>	Enhancing Product Packaging and Brand Management for Herbal and Agricultural Products in Nigeria: Strategies for Sustainable Growth
Shanza Khanum Muhammad Asad	<i>University of Education</i>	Therapeutic Potential Of Sareehn (Albizia Lebbeck) Seeds Extract Against Toxic Effects Of Graphene Nanosheets In Mori (Cirrhinus Mrigala)
Noura Aflak Fatima-Ezzahraa Essebbar Salah Eddine Sbiaa Lahoucine Bahsis Hicham Ben El Ayouchia Hafid Anane Salah-Eddine Stiriba	<i>Université Ibn Zohr</i>	Eco-Friendly CuAAC: Biomass-Waste Immobilized Copper Catalyst for Efficient 1,4-Disubstituted-1,2,3-Triazole Synthesis
Ahmed Attahiru Yusuf. Haruna Abubakar Umar Birnin-Yauri Ibrahim Sani Shabanda	<i>University of Science and Technology</i>	Pythochemical Screening And Mineral Composition Of Aqueous Leaves Extract Of Lepidium Sativum Linn
Ahmed Attahiru, Yusuf Haruna Abubakar Umar Birnin-Yauri Hannatu Abubakar Sani	<i>University of Science and Technology</i>	Comparative Physico-Chemical Analysis Of Avocado Seeds Oil
Aya Jaber	<i>Saint Joseph University Of Beirut</i>	Integrated Play-Based Learning In Lebanese Pre-Primary Education: Enhancing Academic Competences And Socioemotional Development
Sule Elijah Zion Hilejime Amos Chianen	<i>Joseph Sawuan Tarkaa University Makurdi</i>	Inhibitive Effects of Couch Grass (Elymus Repens) on the Corrosion Activities of Mild steel

12.07.2024  
FRYDAY / 12.30-14.30

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-2, HALL-1 / OTURUM-2, SALON-1

**MODERATOR: Elif BABACANOĞLU ÇAKIR**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Mohammad Salim Mergen Lütfi Pırlak	<i>Selçuk University</i>	Determination Of Salt Stress Tolerance Of “Hatay” Clonal Apple Rootstock Candidate (Malus sylvestris L. Mill. Subsp. orientalis) Under In Vitro Conditions
Mihriban Sevinç Altuğ Özden	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Food Crises: From The 1950s To The Present
Havva Nur Demir Deveci Ramazan Topak	<i>Necmettin Erbakan University</i>	The World Wheat Agriculture And Advances On Wheat Irrigation Strategies: Situation Assessment
Havva Nur Demir Deveci Ramazan Topak	<i>Necmettin Erbakan University</i>	Irrigation In Medicinal And Aromatic Plants: A Review For Cumin, Black Cumin, Fenugreek, Oregano And Anise
İbrahim Işık Jiyan Tunç Elif Babacanoğlu Çakır	<i>Van Yüzüncü Yıl University</i>	An Investigation Effects Of Hatching Parameters Related To Egg Weight On Sex In Broiler Breeders
Hazal Şahiner Mehmet Arslan	<i>Erciyes University</i>	Determination Of The Essential Oil Content And Stabilization Potential Of Its Components In Thyme (Origanum vulgare) Plant
Ibrahim Işık Elif Babacanoğlu Çakır	<i>Van Yüzüncü Yıl University</i>	The Potential Impacts Of Egg Quality Characteristics On Shell Quality Characteristics For Sex Determining In Broiler Breeders
T.Akshaya S.Sowmiya S.Sakthi.Priya Dhaarani B. Amirtha Lakshmi M. K. Vijayalakshmi R. Srinivasan	<i>Bharath Institute of Higher Education and Research</i>	Imeglimin Hydrochloride: A Novel Antidiabetic Drug
B. Amirtha Lakshmi T. Akshaya C. Priya Dhaarani S. Sakthi S. Sowmiya M.K. Vijayalakshmi R. Srinivasan	<i>Bharath Institute of Higher Education and Research</i>	Validation Of Pharmaceutical Products: A Review
Narges Fathabadibozcheloei Zahra Rezapour	<i>Islamic Azad University</i>	Ways to reduce solanine toxin in potatoes and reduce its risks

12.07.2024  
FRYDAY / 12.30-14.30

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-2, HALL-2 / OTURUM-2, SALON-2

**MODERATOR: Manal Adnani**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Yasmine Laftani	<i>Cadi Ayyad University</i>	Photo-fenton process for an azo dye removal: effect of anions and operational factors
Hasan Hüseyin Dede Mehmet Arslan	<i>Erciyes University</i>	Determination Of The Potential Of Using The Accelerated Breeding Method In Sugar Beet ( <i>Beta vulgaris</i> L.) Breeding
Gülsüm Ural Muhammed Ali Palabiçak	<i>Harran University</i>	Changes In Cherry Production In Turkiye After 2010 And Production Forecasts For 2024-2026
Manal Adnani Samah Ourras Naila El Hazzat Karima Selmaoui Moulay Abdelaziz El Alaoui Amina Ouazzani Touhami Allal Douira	<i>IBN TOFAIL University</i>	Evaluation Of Agricultural Wastes For The Production Of Inoculum From <i>Trichoderma Asperellum</i> Conidia
Firat Aslan Göksel Armağan	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	The Crucial Role Of Social Capital İn Rural Development
Altaf Hamila R. Refika Akçali Giachino	<i>Ege University</i>	Optimal Harvesting Time For Maximizing Yield And Essential Oil Content In Lavander ( <i>Lavandula angustifolia</i> Mill.) Cultivation In Kemalpaşa, Izmir
Rana Choukri Mohamed Faize Maria Manuela Rigano Manuel Rodriguez- Concepcion Mourad Baghour	<i>University Mohammed I</i>	Plant Density Effects On Growth, Yield And Fruit Quality Of Two Tomato Varieties Grown Under Drought Conditions
Aondoakura, Shaopera	<i>Federal University Wukari</i>	The Use Of Microbes As Biofertilizer
Andrijana Ž. Miletić Nedeljko M. Milanović	<i>University of Kragujevac</i>	Cooperation Of School And Parents To Encourage Out Of The Classroom Activities In The Teaching Of Nature And Society

12.07.2024  
FRYDAY / 12.30-14.30

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-2, HALL-3 / OTURUM-2, SALON-3

**MODERATOR: Remzi UĞUR**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Muhammet Ali Gündeşli Remzi Uğur	<i>Gaziantep University</i>	Climate Change And Adaptation Strategies In Pistachio Cultivation: A Review
Muhammet Ali Gündeşli Remzi Uğur	<i>Gaziantep University</i>	Sustainable Agricultural Practices In Pistachio Cultivation: A Review
M. Reşat Sümer Pınar Kabakcı	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Regenerative Agriculture: Enhancing Soil Health And Reducing Carbon Emissions
M. Reşat Sümer Pınar Kabakcı	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Prevention And Mitigation Of Soil Compaction: A Review Of Modern Technologies And Approaches
Necattin Cihat İçyer Ümran Çiftçi	<i>Mus Alparslan University</i>	Global Halal-Kosher Food Certification Systems And The Status Of Packaged Foods In Türkiye
Intizar Güzelçay M. Aydın Akbudak	<i>Akdeniz University</i>	Çorak Çimi ( <i>Puccinellia distans</i> )'nde Gen Ontoloji Analizi
Intizar Güzelçay M. Aydın Akbudak	<i>Akdeniz University</i>	Çorak Çimi ( <i>Puccinellia distans</i> )'nde De Novo Transkriptom Derlemesi Ve Ssr Markörlerin Oluşturulması
Nanik Shofiyani	<i>UIN K.H. Abdurraman Wahid Pekalongan</i>	Cirebon District Agriculture Office's Efforts to Deal with Agricultural Land Crisis
Mehedi Hasan Khairul Islam Sharif Ahmed Saidul Islam Abdul Kaium	<i>University of Rajshahi</i>	Effect Of Nitrogen And Potassium Fertilizer On Growth And Yield Of Onion ( <i>Allium cepa</i> L.)
Feyza Döndü Bilgin İlkay Yavaş	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Use Of Some Medicinal And Aromatic Plants In Animal Nutrition: A Review
Samane Ghazali	<i>National Salinity Research Center</i>	Pastoralists' Adaptation Strategies to Deal with Livelihood Vulnerability in Iran
Sadiq, M.S Singh, I.P Ahmad, M.M Moses, G	<i>Department of Agricultural Economics and Extension, FUD, Dutse, Nigeria</i>	Multidimensional poverty status correlates of rural households in kaduna state of nigeria
Kubra Ekinci Zekrullah Motmain Memis Ozdemir Esranur Saygili	<i>Ataturk University</i>	Meta-analysis of fatty acid synthase gene polymorphisms and their relationship with palmitoleic acid in cattle
Kubra Ekinci Zekrullah Motmain Memis Ozdemir Esranur Saygili	<i>Ataturk University</i>	Polymorphisms of stat5a gene and its effect on protein content in dairy cattle breed: a meta-analysis

12.07.2024  
FRYDAY / 12.30-14.30

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382  
Zoom Passcode: 151515  
SESSION-2, HALL-4 / OTURUM-2, SALON-4

**MODERATOR: Shashank Kumar**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
C.Priya Dhaarani T.Akshaya B. Amirthalakshmi S.Sakthi S.Sowmiya M.K. Vijayalakshmi R.Srinivasan	<i>Bharath Institute of Higher Education and Research</i>	A Review Of Antidiabetic Drugs
Shashank Kumar Santosh Kumar Maurya	<i>Central University of Punjab</i>	Targeting triple-negative breast cancer by biguanide through combination therapy
Shishir Kumar Sarker Mosleh-Ud-Deen Abdul Kaium Sharif Ahmed Saidul Islam Mahedi Hasan Sumon	<i>University of Rajshahi</i>	Effect Of Fertilizer And Irrigation On The Growth And Yield Of Okra ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L.)
Qanita Dyah Anindita Nur Wulandari	<i>Universitas Negeri Semarang</i>	Sewage Treatment Of The Batik Industry In Pekalongan With A Wetland Sewage System
S.Sowmiya B.Amirtha Lakshmi T.Akshaya S.Sakthi C.Priya Dhaarani M. K. Vijayalakshmi R. Srinivasan	<i>Bharath Institute of Higher Education and Research</i>	An Overview: High-Performance Thin Layer Chromatography
Liliam Sayuri Sakamoto Jair Minoro Abe Marcelo dos Santos Rocha	<i>Paulista University</i>	Paracomplete Data Security Application Using Dlp For Irrigation System
Habil. Cristina Raluca Gh. Popescu Veronica Adriana A. V. Popescu	<i>University of Bucharest</i>	Highlighting the Pivotal Importance of Bees and Other Pollinators in Sustainable Food and Agriculture: Supporting the United Nations' Sustainable Development Goals

12.07.2024  
FRYDAY / 12.30-14.30

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-2, HALL-5 / OTURUM-2, SALON-5

**MODERATOR: Sabrina Roguai**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Habil. Cristina Raluca Gh. Popescu Gheorghe N. Popescu	<i>University of Bucharest</i>	Understanding Sustainable Seafood for a Sustainable Future: Food Security, Healthy Nutrition, and Stability in Employment for Supporting the United Nations' Sustainable Development Goals
Sabrina Roguai	<i>Abbes Laghrour university khenchela</i>	Investigating the Impact of Ni Doping on the Structural, Microstructural, and Optical Properties of Tin Oxide Films via Pneumatic Spray Pyrolysis Method
Akorchio, Joy Doocivir	<i>Federal University Wukari</i>	Growth Performance And Economic Analysis Of Weaner Pigs Fed Millet Hull Supplemented With Quadroxyme
Umar Mukhtar Farida Nurudeen Adebisi Bashir Garba Mukhtar Salihu Musa	<i>Federal University Dutse</i>	Assessment Of The Contribution Of Off-Farm Income On The Livelihood Of Farming Households In Of Jiagawa State, Nigeria
Nada Bougriou Nabila Brahmi Roukia Bouizar Naouel Kheyar	<i>Abderrahmane Mira University</i>	Valorization Of Carob Fruit : Formulation Of Functional Biscuit Enriched With Carob Powder
Umar Mukhtar Farida Nurudeen Adebisi Bashir Garba Mukhtar Salihu Musa	<i>Federal University Dutse</i>	Assessment Of The Contribution Of Off-Farm Income On The Livelihood Of Farming Households In Dutse Local Government Area Of Jiagawa State, Nigeria
Ivan Pavlovic Slavica Zivkovic Bojana Mijatovic Natalija Kostic Aleksandra Tasić	<i>Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia</i>	Occurence Of Strongyloides Westeri In Horses In Serbia
Yassine Mouniane Ahmed Chriqui Issam El-Khadir Abdelaati Soufiani Atif Rochd Driss Hmouni	<i>Ibn Tofail University</i>	Remote sensing: optimizing sustainable water management in response to abiotic stresses
Yisa, E.N. Muhammed, U.H. Tsado, J.H.	<i>Federal University of Technology</i>	Effect Of Input Subsidies On Rice Farmers Under Value Chain Development Programme In Benue And Niger States, Nigeria

12.07.2024  
FRYDAY / 12.30-14.30

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-2, HALL-6 / OTURUM-2, SALON-6

**MODERATOR: Akighirga, Luter Richard**

AUTHOR	AFFILITION	ABSTRACT TITLE
Ajayi, Olayemi T. Fagoyinbo, Olorunwa T.	<i>The Federal Polytechnic Ilaro</i>	Public Art in Enhancing Rural Livelihoods in Nigeria: Case Studies of Selected Agricultural Themes in Community Murals and Installations
Ahmed Attahiru, Yusuf Harun Abubakar Umar Birnin-Yauri Hannatu Abubakar Sani	<i>Kebbi State University</i>	Proximate And Elemental Analysis Of Diospyros mespiliformis Fruit
Akighirga, Luter Richard	<i>Joseph Sarwuan Tarka University</i>	Design And Construction Of Moving Message Display System
Mohammed, C.M., Idris, U.S.B, Mohammed S., Shuaeeb, A. I.	<i>Federal University</i>	Artificial Intelligence Chatbots Awareness And Accessibility For Learning Among Science Pre-Service Teachers In Minna, Niger State.
Mahadevan Balasubramaniyan Kannadasan Karuppaiah	<i>Vellalar College for Women</i>	Health Issues Faced By Women In The Garment Industry With Special Reference To Erode City
Gülfem Arslan Gülcan Demiroğlu Topçu	<i>Ege University</i>	Effects of different harvest dates on the yield components of some Spiny species
Sebahattin Boyaci Gülcan Demiroğlu Topçu	<i>Ege University</i>	The Potential of Foxtail Millet Cultivation in Muğla Province
Uğur Ergönül Mustafa Sürmen	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Effects of Global Climate Change on Forage Crops Growing
Neslihan Yıldız Sevdiye Yorgancı Yunus Emre Uslu Serap Açikgöz	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Detection Of BDV1 Gene In Some Wheat Cultivars And Comparative Analysis Of Molecular Marker
Emre Ekrem Gökoğlan Sevdiye Yorgancı	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Investigation Of Yield Loss Of Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV) In Wheat

12.07.2024  
FRYDAY / 15.00-17.00

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-3, HALL-1 / OTURUM-3, SALON-1

**MODERATOR: Şeyda YAYLA**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Hasret Güneş Ceren Ayşe Bayram	<i>Adiyaman University</i>	Fungal Diseases Of Stevia ( <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni) and Control Methods
Şeyda Yayla M. Mesud Hürkul	<i>Ankara University</i>	Optimization Of Ultrasound Assisted Extraction Of Paliurus Spina-Christi Fruit
Şeyda Yayla M. Mesud Hürkul	<i>Ankara University</i>	Antioxidant Capacities Of Different Extracts Of Rheum Ribes L. Flowers From Van Province (Türkiye)
Abeera Zafar Mah-Ru-Nisa Atif Lubna Shikar Fahad Asim	<i>Hajvery University</i>	Comprehensive Study Aimed at Assessing the Post-Treatment Management Strategies and Survival Rates in Breast Cancer Patients
Sanae Bel-Lahbib Khalid Ibno Namr	<i>Chouaïb Doukkali University</i>	Assessment of soil quality by Modeling soil quality index and mapping soil parameters using IDW interpolation in Moroccan Semi-Arid
Sagaya Aurelia	<i>CHRIST University</i>	The Significance Of Using Artificial Intelligence In Agriculture
Aybüke Toksöz Mustafa Sürmen	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Effects Of Cover Crops On Soil Fertility
Harun Eşençayı Mustafa Sürmen	<i>Aydın Adnan Menderes University</i>	Quality Rough With Remote Sensing Methods Detection of The Current Situation in Feed Production Areas and Projection
A.Dineshabu Thirumurugan R.Saravanan R.Srinivasan	<i>Bharath Institute Of Higher Education And Resources</i>	Harnessing The Medicinal Properties Of Andrographis Paniculata For Diseases And Beyond:A Review Of Its Phytochemistry And Pharmacology
Zineb Ait Fares Miloudi Hlaïbi Noureddine Kamil Rachid Ouchn	<i>Hassan II University of Casablanca</i>	Polymeric membranes for desalination using membrane distillation: A review
Laila Afia Rachid Salghi	<i>Ibnou Zohr University</i>	Investigating The Effect Of Saffron Petals Extract Concentration On Aluminium Corrosion In A Saline Medium



12.07.2024  
FRYDAY / 15.00-17.00

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-3, HALL-2 / OTURUM-3, SALON-2

**MODERATOR: Emine ÇATALKAYA**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Şihap Çankaya Berna Ersöz Kanay	<i>Dicle University</i>	Angular Deformities Of The Forelimb In Dogs
Vedat Özer Emine Çatalkaya	<i>Dicle University</i>	Multimodal Analgesis In Cats And Dogs
Ahmet Bayat Emine Çatalkaya	<i>Dicle University</i>	Digital Dermatitis In Cattle
Ahmet Bayat Emine Çatalkaya	<i>Dicle University</i>	Examination Of Eyes And Annexes In Cats And Dogs
Ayesha Nazar Wafa Majeed Ifraha Abbas Muhammad Rehan Sajid Muhammad Saad Tariq	<i>University of Agriculture</i>	Evaluation Of Antiarthritic Activity Of Phyllanthus Emblica In Freund's Complete Adjuvant Induced Rheumatoid Arthritis
Halit Kara Mustafa Sürmen	<i>Ministry of Agriculture and Forestry</i>	Current Situation Of Forage Crops Seed Production In Turkey, Problems And Solution Suggestions
Mazzlida Mat Deli Ummu Ajirah Abdul Rauf	<i>Universiti Kebangsaan Malaysia</i>	Bibliometric Analysis For Big Data And Data Analytics In Agriculture: 2019 To 2024
Okoro G.G, Ozioko R.I, Beluonwu N.C	<i>University of Nigeria</i>	Capacity of Academic Staff to Use Artificial Intelligence in Teaching and Research in Agriculture Faculties of Selected Universities in Enugu State, Nigeria
A. Dinesh Babu T.Thirumurugan Advisor - S.Kalaivanan	<i>Bharath Institute of Higher Education and Research</i>	On The Potential Use Medicinal Plants In Diabetic Foot Ulcer
Oluwadare Olusayo Okike Benjamin Francisca Ogwueleka	<i>Fayetteville State University</i>	A Hybrid Cryptographic Approach for Enhancing Security in Cloud-based Picture Archiving and Communication Systems (PACS)

12.07.2024  
FRYDAY / 15.00-17.00

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-3, HALL-3 / OTURUM-3, SALON-3

**MODERATOR: Aysun CAVUSOGLU**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Abdullah Tutuş Zilan Altürk Fırat Doğan Yahya Nas	<i>Şırnak University</i>	Beneficial Effects Of Pigeon Manure On Yield And Quality Of Lettuce ( <i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> )
Aysun Cavusoglu Gülsüm Ebru Özer Uyar Filiz Ünal	<i>Kocaeli University</i>	Isolation, Culture Conditions And Pathogenicity Tests Of <i>Colletotrichum</i> Spp. From The Leguminosae Family
Melike Halime Kiliç Mehmet Ufuk Kasım Aysun Cavusoglu	<i>Kocaeli University</i>	Some Organic Acids That May Be Involved In Reducing The Negative Effects Of Salt Stress On The Plant
Nahit Saylak Berna Ersoz Kanay	<i>Dicle University</i>	Reasons For Changes During First Response To Cat Falling Trauma
Nahit Saylak Berna Ersoz Kanay Emine Çatalkaya Sadık Yayla	<i>Dicle University</i>	The Importance Of Mechanical Pressure Tape Analysis In Early Diagnosis Of Fracture Healing And Healing Complications
Keire Abdela Mamta Brahmbhatt Kiransinh Rajput Sudhanshu Jangir Shweta Singh	<i>Gujarat University</i>	Review on Current Status of Avocado Production in Ethiopia
Hassan Badaoui Mohamed Ouabane M'barek Choukrad Mohammed Bouachrine	<i>My Ismail University</i>	Exploring of Novel Quinazoline Derivatives as Potential EGFR Inhibitors: 2D and 3D-QSAR, Molecular Docking, Druglikeness, and MD Simulations.
Bouteldja Naima Mammeri Adel	<i>University Pole</i>	Continental Aquaculture in Algeria (Ain Defla Region): Analysis of Production Performance, Constraints, and Socio-Economic Impacts
Ganesh Kumar R.Y Hiranmai Ajay Neeraj	<i>Central University of Gujarat</i>	Biocompost for the remediation of agricultural soil in the changing climate scenario

12.07.2024  
FRYDAY / 15.00-17.00

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-3, HALL-4 / OTURUM-3, SALON-4

**MODERATOR: K.R. Padma**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Alabi Remilekun. E Olorunfemi Deborah. F	<i>The Federal Polytechnic</i>	Parental Perspective On Screen Usage And Its Impact On Academic Performance
K.R. Padma K.R. Don	<i>Bharath University</i>	Educational Challenges In 21st Century Due To Digital Teaching Learning Practices
Livia Xhaxho Redina Lilaj	<i>Sports University of Tirana</i>	The Impact Of Social Factors On Agroeconomic Development: A Comparative Study
Sadiq, M.S. Singh, I.P Ahmad, M.M Buhari, B Sharma, S Sani, B.S Zakari, F.S	<i>FUD</i>	Assessment Of Smallholder Onion Farmers' Perceptions On Climate Smart Agricultural Technologies And Their Inclination Towards Collective Participation In Pro-Environmental Activities In Nigeria's Kano State
Ana Cristina Gonçalves André Lemos Maria José Alves	<i>Vigo University</i>	Contribution Of Thermal Water To The Sustainable Production Of Chestnut Flour
Agatha Cryssandra Pigesia Agustina Pasang Abigael Santi Junita Loho Johanes Alberthus	<i>Universitas Kristen Indonesia</i>	Development of technology-based learning media to support interactive learning in Early Childhood Education
Salah Eddine Sbiaa Noura Aflak Fatima Ezzahraa Essebbbar Ahmed Elakkaoui Hicham Ben El Ayouchia Hafid Anane	<i>Cadi Ayyad University</i>	Effective and environmentally safe magnetic catalysts for the catalytic reduction of nitroarenes
Denada Ahmeti Rada Dhimitër Rada	<i>Logos University</i>	The Economic Impact Of Digital Agriculture In Albania: Review

12.07.2024  
FRYDAY / 15.00-17.00

Zoom Meeting ID: 848 9891 8382

Zoom Passcode: 151515

SESSION-3, HALL-5 / OTURUM-3, SALON-5

**MODERATOR: Mohammad Hadi Moradian**

AUTHOR	AFFILIATION	ABSTRACT TITLE
Haruna Karamba Muhammad Sani Yahaya Zainab Umar Zandam Usaini Aliyu	<i>Hussaini Adamu Federal Polytechnic Kazaure</i>	Bioplastic Production From Halophilic Bacteria Of Salty Water Origin
Mohammad Hadi Moradian	<i>University of Medical Sciences</i>	Investigating the effects of microplastic transferred through food consumption on human health
Semilore Agboluaje Kamoldeen Ajijolakewu Oluwatomi Jeremiah Dada Emmanuel Oluwatobi Moses	<i>University of Ilorin</i>	Antimicrobial Efficacy Of Some Polar Solvents Extract Of Lemon Grass (Cymbopogon citratus) Against Selected Clinical Isolates
Shivam Rajput Chetan Vashist Ajesh Chauhan	<i>Hindu College of Pharmacy</i>	Integration of Artificial Intelligence in Agriculture
Priyavarshini. A	<i>R.M.K. Engineering College</i>	Organic Farming
Abdelali Grich Taoufiq Bouzid Aicha Naboulsi Abdelmajid Regti Mamoune El Himri Mohammadine El Haddad	<i>Faculty Poly Disciplinary of Safi</i>	Synthesis and optimization of activated carbon from Doum (Chamaerops humilis) fiber via pyrolysis-assisted H3PO4 activation for removal of bisphenol A and $\alpha$ -Naphthol
Aloui Mourad Menana Elhalaoui	<i>Sidi Mohamed Ben Abdellah University</i>	Design of novel potent selective survivin inhibitors using 2D-QSAR modeling, molecular docking, molecular dynamics, and ADMET properties of new MX-106 hydroxyquinoline scaffold derivatives.
Celso Raul Silambo Chaves Acácio Salamandane Cátia Salamandane	<i>Universidade Lúrio</i>	Antibiotic resistance in fermented foods chain: Evaluating the risks of emergence of Enterococci as an emerging pathogen in raw milk cheese
Laila Ouardi Abdelghani Bouchyousa Ilyass Radi Atman Adiba Hassan Boudad Hasna Zinelabidine Abdelmajid Haddioui Jamal Charafi	<i>Sultan Moulay Slimane University</i>	Investigation into the impact of age on biochemical composition and physiological traits of eleven Moroccan grapevine (Vitis vinifera L.) cultivars

# SYMPOSIUM PHOTOS



## SYMPOSIUM PHOTOS



## SYMPOSIUM PHOTOS



## SYMPOSIUM PHOTOS





## SYMPOSIUM PHOTOS



## SYMPOSIUM PHOTOS



## SYMPOSIUM PHOTOS



## CONTENTS

AUTHOR	TITLE	Page No
Enver Ken Ferit Çobanoğlu	Impact evaluation with geospatial approaches in agriculture	1
Enver Ken Ferit Çobanoğlu	The importance of panel data usage in impact evaluation and examination of research designs	3
Esmâ Nur Dölek Yasin Mercan	Technical and structural investigation of greenhouse structures in gazimagusa region in trnc	5
Volkan Keleş Ender Büyükgüzel	The effect of levamisole on oxidative stress and antioxidant enzyme activities of model organism galleria mellonella fatbody	7
Halil Ibrahim Yılmaz	An analysis of important agricultural products from the point of view of self-sufficiency and competitiveness	9
Halil Ibrahim Yılmaz Eser Duran Keziban Özen	Farmers' perspective on sustainable agriculture practices the case of koçarli district in aydin province	11
Birsen Geçioğlu Erincik	Efficiency of inoculum size <i>phomopsis viticola</i> on the severity of phomopsis cane and leaf spot in grapevines	14
Metehan Kutlu Neffel Kürşat Akbulut	The effect of prolactin level on fertility in lactating merino ewes during the non-breeding season	16
Ali Osman Turgut Ali Ünver Davut Koca	A field study on detection of serum anti-mullerian hormone levels in cross-bred hamdanı sheep during the non-breeding season	18
R. Saravanan	Synthesis and evaluation of silver nanoparticles from ethanolic leaf extract of <i>tridax procumbens</i> .l	20
Ahmed Attahiru Yusuf Haruna Abubakar Umar Birnin-Yauri Aminu Rabi Koko	Phytochemical analysis and antimicrobial activity of aqueous leaves extract of <i>azadirachta indica</i>	21
Emrah Kara Bilgin Güner Taner Dalgın Hüseyin Çeken	From agricultural product to touristic experience: tea tourism	22
Suat Dikel Ibrahim Demirkale	Global aquaculture feed market: trends and challenges	24
Suat Dikel Ibrahim Demirkale	How to use deep learning technology in diagnosing fish diseases?	26
Thavasimuthu Citarasu Ebru Yılmaz	Herbal immunostimulants: a sustainable solution for fin and shellfish aquaculture industry	28
A.Dinesh Babu T.Thirumurugan S.Kalaivanan Srinivasan	Neuroprotective agents, natural plant herbs & drugs in ischemic stroke: a review	29
Neha Singh	Phytochemical evaluation and pharmacological uses of turmeric ( <i>curcuma longa</i> )	30
Fedwa Beghdadi El-Hadj Driche	Alternaria is a disease that threatens tomato crops	31
Cengiz Türkay Cenap Yılmaz	Some characteristics of sari ulak olive clones obtained by selection	32
Burcuhan Balta Kürşat Alkoyak Özden Sarıkaya Şerife Sertkaya	National project of public managed domestic cattle breeding implemented in türkiye	34

Nabeeha Shahab Wafa Majeed Muhammad Saad Tariq Ayesha Usman Haider Najeeb Ullha Khan Wania Nasir Muhammad Naeem Faisal Shamshad Ul Hassan Muhammad Ammad Tariq	Antidiabetic activity assessment of vitis vinifera bark in stz-induced wistar rats	37
V Selvakumar R.Saravanan R.Srinivasan	Inflammation of basophils	39
Shanza Khanum Muhammad Asad	Therapeutic potential of sareehn (albizia lebbeck) seeds extract against toxic effects of graphene nanosheets in mori (cirrhinus mrigala)	40
Mamoon Ur Rasheed Ali Raza Naqvi Haroon Rashid Maria Rasheed Ayesha Khan Ayesha Matloob	Gc-ms analysis, health-promoting influence, and enzyme inhibition traits of phlomis stewartii methanolic extracts using response surface methodology	41
Fedwa Beghdadi El-Hadj Driche	The inhibition of some phytopathogenic fungi by actinobacteria isolated from algerian saharan soils	42
Mudasir Rajab	Navigating interdependencies: the interconnectedness of sdg-3 with other sustainable development goals	43
Manl Elzain Mohamed Abdalla Anns Uzair Muhammad Kamran	Enhancing agricultural supply chain management and sustainability through fuzzy logic approaches	44
Syeda Sabika Zahra Naqvi Syed Mohsan Raza Shah Zaheer Abbas Laiba Hameed Amjad Hussain Muhammad Farooq Muhammad Imran Rafique	Allelochemical effect on averrhoa carambola l. In anatomical architecture on wheat growth	45
Manl Elzain Mohamed Abdalla Muhammad Kamran	New directions in agricultural transportation: leveraging fuzzy logic for cost efficiency and sustainable practices	47
Faisal Nazir	Production and characterization of carbon nanotubes from biochar under microwave irradiation	48
G.Premanand R.Saravanan R.Srinivasan	Immunotherapy	49
Thanh-Dung Nguyen Minh-Thu Nguyen Ngoc	Evaluation of the antimicrobial activity and characterization of the bioactive secondary metabolites produced by bacillus siamensis sb5t2 against escherichia coli and staphylococcus aureus	50
Yebcha Fenta Manjit Singh R.K. Gautam	Antecedents of consumers' green product purchase intention: an insight from ethiopia	51
Ode Jonathan Acha Donald Dehiin Hile Agada Felix Ojohgebe	Estimation of daily and global extraterrestrial solar radiation at makurdi benue state .	53
Rabia Benaddi Ahmed Osmane Khadija Zidan Naaila Ouazzani	Elaboration of new materials and their applications on olive mill waste water treatment	54

Ajayi, Olayemi T. Oginni, Yemi A.	Enhancing product packaging and brand management for herbal and agricultural products in nigeria: strategies for sustainable growth	55
Shanza Khanum Muhammad Asad	Therapeutic potential of sareehn (albizia lebbeck) seeds extract against toxic effects of graphene nanosheets in mori (cirrhinus mrigala)	56
Noura Aflak Fatima-Ezzahraa Essebbar Salah Eddine Sbiaa Lahoucine Bahsis Hicham Ben El Ayouchia Hafid Anane Salah-Eddine Stiriba	Eco-friendly cuaac: biomass-waste immobilized copper catalyst for efficient 1,4-disubstituted-1,2,3-triazole synthesis	57
Ahmed Attahiru Yusuf. Haruna Abubakar Umar Birnin- Yauri Ibrahim Sani Shabanda	Pythochemical screening and mineral composition of aqueous leaves extract of lepidium sativum linn	59
Ahmed Attahiru, Yusuf Haruna Abubakar Umar Birnin- Yauri Hannatu Abubakar Sani	Comparative physico-chemical analysis of avocado seeds oil	60
Aya Jaber	Integrated play-based learning in lebanese pre-primary education: enhancing academic competences and socioemotional development	61
Sule Elijah Zion Hilejime Amos Chianen	Inhibitive effects of couch grass (elymus repens) on the corrosion activities of mild steel	62
Mohammad Salim Mergen Lütfi Pırlak	Determination of salt stress tolerance of “hatay” clonal apple rootstock candidate (malus sylvestris l. Mill. Subsp. Orientalis) under in vitro conditions	63
Mihriban Sevinç Altuğ Özden	Food crises: from the 1950s to the present	65
Ibrahim Işık Elif Babacanoğlu Çakır	The potential impacts of egg quality characteristics on shell quality characteristics for sex determining in broiler breeders	67
İbrahim Işık Jiyan Tunç Elif Babacanoğlu Çakır	An investigation effects of hatching parameters related to egg weight on sex in broiler breeders	69
Narges Fathabadibozcheloei Zahra Rezapour	Ways to reduce solanine toxin in potatoes and reduce its risks	71
Yasmine Laftani	Photo-fenton process for an azo dye removal: effect of anions and operational factors	72
Gülşüm Ural Muhammed Ali Palabiçak	Changes in cherry production in turkiye after 2010 and production forecasts for 2024-2026	73
Manal Adnani Samah Ourras Naila El Hazzat Karima Selmaoui Moulay Abdelaziz El Alaoui Amina Ouazzani Touhami Allal Douira	Evaluation of agricultural wastes for the production of inoculum from trichoderma asperellum conidia	75
Rana Choukri Mohamed Faize Maria Manuela Rigano Manuel Rodriguez- Concepcion Mourad Baghour	Plant density effects on growth, yield and fruit quality of two tomato varieties grown under drought conditions	77

Aondoakura, Shaapera	The use of microbes as biofertilizer	78
Andrijana Ž. Miletić Nedeljko M. Milanović	Cooperation of school and parents to encourage out of the classroom activities in the teaching of nature and society	79
M. Reşat Sümer Pınar Kabakcı	Regenerative agriculture: enhancing soil health and reducing carbon emissions	80
Necattin Cihat İçyer Ümran Çiftçi	Global halal-kosher food certification systems and the status of packaged foods in türkiye	83
Nanik Shofiyani	Cirebon district agriculture office's efforts to deal with agricultural land crisis	85
Mehedi Hasan Khairul Islam Sharif Ahmed Saidul Islam Abdul Kaium	Effect of nitrogen and potassium fertilizer on growth and yield of onion (allium cepa l.)	86
Feyza Döndü Bilgin İlkay Yavaş	Use of some medicinal and aromatic plants in animal nutrition: a review	87
Samane Ghazali	Pastoralists' adaptation strategies to deal with livelihood vulnerability in iran	89
C.Priya Dhaarani T.Akshaya B. Amirthalakshmi S.Sakthi S.Sowmiya M.K.Vijayalakhmi R.Srinivasan	A review of antidiabetic drugs	90
Shashank Kumar Santosh Kumar Maurya	Targeting triple-negative breast cancer by biguanide through combination therapy	91
Shishir Kumar Sarker Mosleh-Ud-Deen Abdul Kaium Sharif Ahmed Saidul Islam Mahedi Hasan Sumon	Effect of fertilizer and irrigation on the growth and yield of okra (abelmoschus esculentus l.)	92
Qanita Dyah Anindita Nur Wulandari	Sewage treatment of the batik industry in pekalongan with a wetland sewage system	94
Liliam Sayuri Sakamoto Jair Minoro Abe Marcelo Dos Santos Rocha	Paracomplete data security application using dlp for irrigation system	95
Sabrina Roguai	Investigating the impact of ni doping on the structural, microstructural, and optical properties of tin oxide films via pneumatic spray pyrolysis method	96
Akorchio, Joy Doocivir	Growth performance and economic analysis of weaner pigs fed millet hull supplemented with quadroxyme	97
Umar Mukhtar Farida Nurudeen Adebisi Bashir Garba Mukhtar Salihu Musa	Assessment of the contribution of off-farm income on the livelihood of farming households in of jiagawa state, nigeria	98
Nada Bougriou Nabila Brahmi Roukia Bouizar Naouel Kheyar	Valorization of carob fruit : formulation of functional biscuit enriched with carob powder	99
Ivan Pavlović Slavica Zivković Bojana Mijatović	Occurrence of strongyloides westeri in horses in serbia	100

Natalija Kostic Aleksandra Tasić		
Yassine Mouniane Ahmed Chriqui Issam El-Khadir Abdelaati Soufiani Atif Rochd Driss Hmouni	Remote sensing: optimizing sustainable water management in response to abiotic stresses	101
Yisa, E.N. Muhammed, U.H. Tsado, J.H.	Effect of input subsidies on rice farmers under value chain development programme in benue and niger states, nigeria	102
Ahmed Attahiru, Yusuf Harun Abubakar Umar Birnin- Yauri Hannatu Abubakar Sani	Proximate and elemental analysis of diospyros mespiliformis fruit	103
Akighirga, Luter Richard	Design and construction of moving message display system	104
Mohammed, C.M., Idris, U.S.B, Mohammed S., Shuaeeb, A. I.	Artificial intelligence chatbots awareness and accessibility for learning among science pre-service teachers in minna, niger state.	105
Abeera Zafar Mah-Ru-Nisa Atif Lubna Shikar Fahad Asim	Comprehensive study aimed at assessing the post-treatment management strategies and survival rates in breast cancer patients	106
Sanae Bel-Lahbib Khalid Ibno Namr	Assessment of soil quality by modeling soil quality index and mapping soil parameters using idw interpolation in moroccan semi-arid	107
Sagaya Aurelia	The significance of using artificial intelligence in agriculture	108
Harun Eşençayı	Quality rough with remote sensing methods detection of the current situation in feed production areas and projection	109
A.Dineshbabu Thirumurugan R.Saravanan R.Srinivasan	Harnessing the medicinal properties of andrographis paniculata for diseases and beyond:a review of its phytochemistry and pharmacology	111
Zineb Ait Fares Miloudi Hlaibi Noureddine Kamil Rachid Ouchn	Polymeric membranes for desalination using membrane distillation: a review	112
Laila Afia Rachid Salghi	Investigating the effect of saffron petals extract concentration on aluminium corrosion in a saline medium	113
Ayesha Nazar Wafa Majeed Ifraha Abbas Muhammad Rehan Sajid Muhammad Saad Tariq	Evaluation of antiarthritic activity of phyllanthus emblica in freund's complete adjuvant induced rheumatoid arthritis	114
Emre Ekrem Gökoğlan Sevdiye Yorganci	Investigation of yield loss of barley yellow dwarf virus (bydv) in wheat	115
Mazzlida Mat Deli Ummu Ajirah Abdul Rauf	Bibliometric analysis for big data and data analytics in agriculture: 2019 to 2024	117
Oluwadare Olusayo Okike Benjamin Francisca Ogwueleka	A hybrid cryptographic approach for enhancing security in cloud-based picture archiving and communication systems (pacs)	118
Neslihan Yildiz Sevdiye Yorganci Yunus Emre Uslu	Detection of bdv1 gene in some wheat cultivars and comparative analysis of molecular marker	119



Serap Açikgöz		
Keire Abdela Mamta Brahmhatt Kiransinh Rajput Sudhanshu Jangir Shweta Singh	Review on current status of avocado production in ethiopia	121
Hassan Badaoui Mohamed Ouabane M'barek Choukrad Mohammed Bouachrine	Exploring of novel quinazoline derivatives as potential egfr inhibitors: 2d and 3d-qsar, molecular docking, druglikeness, and md simulations.	122
Bouteldja Naima Mammeri Adel	Continental aquaculture in algeria (aïn defla region): analysis of production performance, constraints, and socio-economic impacts	123
Ganesh Kumar R.Y Hiranmai Ajay Neeraj	Biocompost for the remediation of agricultural soil in the changing climate scenario	124
K.R. Padma K.R. Don	Educational challenges in 21st century due to digital teaching learning practices	125
Livia Xhaxho Redina Lilaj	The impact of social factors on agroeconomic development: a comparative study	126
Ana Cristina Gonçalves André Lemos Maria José Alves	Contribution of thermal water to the sustainable production of chestnut flour	127
Agatha Cryssandra Pigesia Agustina Pasang Abigael Santi Junita Loho Johanes Alberthus	Development of technology-based learning media to support interactive learning in early childhood education	128
Salah Eddine Sbiaa Noura Aflak Fatima Ezzahraa Essebbar Ahmed Elakkaoui Hicham Ben El Ayouchia Hafid Anane	Effective and environmentally safe magnetic catalysts for the catalytic reduction of nitroarenes	129
Denada Ahmeti Rada Dhimitër Rada	The economic impact of digital agriculture in albania: review	130
Haruna Karamba Muhammad Sani Yahaya Zainab Umar Zandam Usaini Aliyu	Bioplastic production from halophilic bacteria of salty water origin	131
Mohammad Hadi Moradian	Investigating the effects of microplastic transferred through food consumption on human health	132
Semilore Agboluaje Kamoldeen Ajijolakewu Oluwatomi Jeremiah Dada Emmanuel Oluwatobi Moses	Antimicrobial efficacy of some polar solvents extract of lemon grass (cymbopogon citratus) against selected clinical isolates	133
Shivam Rajput Chetan Vashist Ajesh Chauhan	Integration of artificial intelligence in agriculture	134
Priyavarshini. A	Organic farming	135
Abdelali Grich Taoufiq Bouzid Aicha Naboulsi Abdelmajid Regti Mamoune El Himri Mohammadine El Haddad	Synthesis and optimization of activated carbon from doum (chamaerops humilis) fiber via pyrolysis-assisted h3po4 activation for removal of bisphenol a and $\alpha$ -naphthol	136

Aloui Mourad Menana Elhalaoui	Design of novel potent selective survivin inhibitors using 2d-qsar modeling, molecular docking, molecular dynamics, and admet properties of new mx-106 hydroxyquinoline scaffold derivatives.	138
Celso Raul Silambo Chaves Acácio Salamandane Cátia Salamandane	Antibiotic resistance in fermented foods chain: evaluating the risks of emergence of enterococci as an emerging pathogen in raw milk cheese	139
Laila Ouardi Abdelghani Bouchyoua Ilyass Radi Atman Adiba Hassan Boudad Hasna Zinelabidine Abdelmajid Haddioui Jamal Charafi	Investigation into the impact of age on biochemical composition and physiological traits of eleven moroccan grapevine (vitis vinifera l.) Cultivars	140
Okoro G.G, Ozioko R.I, Beluonwu N.C	Capacity of academic staff to use artificial intelligence in teaching and research in agriculture faculties of selected universities in enugu state, nigeria	142

## FULL TEXT

Oğuzhan Kiliç Mustafa Sürmen	Problems encountered in the management of meadows and pastures in turkey	143
Canan Bakirci Gökhan Çinar	Developments in agricultural technology and review of digital agriculture market (ditap)	151
Naz Akgün Ferat Uzun	Performances of turfgrasses and mixtures	160
Refik Efe Ege Melis Yalçın	Prevalence and management of spodoptera species in turkey	169
Yakup Onur Koca Feride Öncan Sümer Osman Ereku İsmail Efe Ege	The status and potential of maize cultivation by districts in aydin province	183
Feride Öncan Sümer Yakup Onur Koca Kaan Yılmaz	Artificial intelligence in agriculture	196
Safiye Pınar Tunali Talih Gürbüz	Use possibilities of hydrus-2d in drip irrigation system design	207
Şevval Kaya Emre Kara	The importance of forage legumes in pollination	215
Mehmet Arif Özyazıcı Mehmet Anıl Sapar Semih Açıkbaş	Effect of phosphorus fertilizer doses on some agricultural characteristics of common grasspea (lathyrus sativus l.) Plant	223
Gülen Özyazıcı Mehmet Arif Özyazıcı	Effect of foliar zinc applications on yield and yield components of fenugreek (trigonella foenum-graecum)	233
Fatma Oğuz Cafer Turgut	Investigation of the effect of ph of spraying water on the degradation of some pesticides	247
Murat Şevik	The impact of vaccination on the schmanllenberg disease	262
Murat Şevik	Akabane virus infection in türkiye	271
Barış Önün Berna Ersöz Kanay	Management of abdominal trauma in cats	279
Barış Önün Berna Ersöz Kanay	Emergency ultrasound use in abdominal trauma of cats and dogs (afast)	284
Buse Bahar Dayar Ahmet Kiliçkan	Aydın conditions in controlled and uncontrolled in environmet some photovoltaik panels efficiency determination	289
Stanislava Stateva	Traditions and history in conservation of plant genetic resources	302

Çağrı Kandemir Turgay Taşkin	New trends and market situation on red meat production in the world	309
Sinan Valizada Ruqqiya Valizada Çağrı Kandemir Nargiz Qurbanova Turgay Taşkin	The place of sheep breeding in azerbaijan animal production	322
Seren Doğar Ramazan Gürbüz	Precision weed management	333
Seren Doğar Ramazan Gürbüz	The weed seed predation by ground beetles (coleoptera: carabidae)	342
Necmettin Taşkiran Çetin Karademir	Effect of zinc, magnesium and boron application on cotton ( <i>gossypium hirsutum</i> L.) Yield and yield components (i)	352
Necmettin Taşkiran Çetin Karademir	Effect of zinc, magnesium and boron application on cotton ( <i>gossypium hirsutum</i> L.) Technological characteristics (ii)	363
Muharrem Ural Bilge Bahar Cemalettin Baltacı	Physiological and biochemical responses of some bread wheat cultivars to drought stress during the seedling stage	378
Emine Çatalakaya Mehmet Çatalakaya	Physiology and clinical evaluation of wound healing in animals	392
Emine Çatalakaya Mehmet Çatalakaya	Clinical and radiological examination of the foot in horses	401
Ahmet Kılıçkan Esra Melike Gürel	Determination of the effect on panel efficiency of some cooling methods applied in photovoltaic (pv) solar panels	413
Vedat Sağlam Ahmet Kılıçkan	Development of prototype of solar assisted power feed mixer working with electric power	429
Ajayi, Olayemi T. Fagoyinbo, Olorunwa T.	Lawsonia inermis and the art of body decoration: examining the interplay of art, agriculture, and culture in nigeria	448
G. Akashkumar	The pharmacist's role in medication therapy counseling	455
Jatau, T.K., Idris, U.S.B, Yaki, A., Saifullahi, M.	Survey on the level of internet addiction among science education students in federal university of technology minna, niger state.	461
S.Sakthi T. Akshaya B. Amirtha Lakshmi C. Priya Dhaarani S. Sowmiya M.K. Vijayalakshmi R. Srinivasan	Chromatography-overview	472
Havva Nur Demir Deveci Ramazan Topak	Irrigation in medicinal and aromatic plants: a review for cumin, black cumin, fenugreek, oregano and anise	480
Havva Nur Demir Deveci Ramazan Topak	The world wheat agriculture and advances on wheat irrigation strategies: situation assessment	498
Hazal Şahiner Mehmet Arslan	Stabilization potential of essential oil content and components in oregano ( <i>Origanum vulgare</i> L. subsp. <i>hirtum</i> )	511
T.Akshaya S.Sowmiya S.Sakthi, Priya Dhaarani B. Amirtha Lakshmi M. K. Vijayalakshmi R. Srinivasan	Imeglimin hydrochloride: a novel antidiabetic drug	519
B. Amirtha Lakshmi T. Akshaya C. Priya Dhaarani S. Sakthi S. Sowmiya M.K. Vijayalakshmi R. Srinivasan	Validation of pharmaceutical products: a review	527

Hasan Hüseyin Dede Mehmet Arslan	Determination of the potential of using the accelerated breeding method in sugar beet ( <i>beta vulgaris</i> l.) Breeding	535
Fırat Aslan Göksel Armağan	The crucial role of social capital in rural development	542
Altat Hamila R. Refika Akçali Giachino	Optimal harvesting time for maximizing yield and essential oil content in lavender ( <i>lavandula angustifolia</i> mill.) Cultivation in kemalpaşa, izmir	555
M. Reşat Sümer Pınar Kabakçı	Prevention and mitigation of soil compaction: a review of modern technologies and approaches	568
Intizar Güzelçay M. Aydın Akbudak	Çorak çimi ( <i>puccinellia distans</i> )'nde de novo transkriptom derlemesi ve ssr markörlerin oluşturulması	581
Intizar Güzelçay M. Aydın Akbudak	Çorak çimi ( <i>puccinellia distans</i> )'nde gen ontoloji analizi	588
S.Sowmiya B.Amirtha Lakshmi T.Akshaya S.Sakthi C.Priya Dhaarani M. K. Vijayalakshmi R. Srinivasan	An overview: high-performance thin layer chromatography	603
Habil. Cristina Raluca Gh. Popescu Veronica Adriana A. V. Popescu	Highlighting the pivotal importance of bees and other pollinators in sustainable food and agriculture: supporting the united nations' sustainable development goals	611
Habil. Cristina Raluca Gh. Popescu Gheorghe N. Popescu	Understanding sustainable seafood for a sustainable future: food security, healthy nutrition, and stability in employment for supporting the united nations' sustainable development goals	633
Ajayi, Olayemi T. Fagoyinbo, Olorunwa T.	Lawsonia inermis and the art of body decoration: examining the interplay of art, agriculture, and culture in nigeria	649
Mahadevan Balasubramanian Kannadasan Karuppaiah	Health issues faced by women in the garment industry with special reference to erode city	656
Gülfem Arslan Gülcan Demiroğlu Topçu	Effects of different harvest dates on the yield components of some spiny species	670
Sebahattin Boyacı Gülcan Demiroğlu Topçu	The potential of foxtail millet cultivation in muğla province	677
Uğur Ergönül Mustafa Sürmen	Effects of global climate change on forage crops growing	684
Hasret Güneş Ceren Ayşe Bayram	Fungal diseases of stevia ( <i>stevia rebaudiana</i> bertoni) and control methods	705
Şeyda Yayla M. Mesud Hürkul	Antioxidant capacities of different extracts of rheum ribes l. Flowers from van province (türkiye)	715
Şeyda Yayla M. Mesud Hürkul	Optimization of ultrasound assisted extraction of paliurus spina-christi fruit	720
Aybüke Toksöz Mustafa Sürmen	Effects of cover crops on soil fertility	725
Muhammet Ali Gündeşli Remzi Uğur	Climate change and adaptation strategies in pistachio cultivation: a review	735
Muhammet Ali Gündeşli Remzi Uğur	Sustainable agricultural practices in pistachio cultivation: a review	749
Şihap Çankaya Berna Ersöz Kanay	Angular deformities of the forelimb in dogs	760
Vedat Özer Emine Çatalakaya	Multimodal analgesis in cats and dogs	783
Ahmet Bayat Emine Çatalakaya	Digital dermatitis in cattle	802
Ahmet Bayat Emine Çatalakaya	Examination of eyes and annexes in cats and dogs	807
Halit Kara Mustafa Sürmen	Current situation of forage crops seed production in turkey, problems and solution suggestions	820

A. Dinesh Babu T.Thirumurugan Advisor - S.Kalaivanan	On the potential use medicinal plants in diabetic foot ulcer	835
Abdullah Tutuş Zilan Altürk Fırat Doğan Yahya Nas	Beneficial effects of pigeon manure on yield and quality of lettuce (lactuca sativa var. Longifolia)	849
Aysun Cavusoglu Gülsüm Ebru Özer Uyar Filiz Ünal	Isolation, culture conditions and pathogenicity tests of colletotrichum spp. From the leguminosae family	858
Melike Halime Kiliç Mehmet Ufuk Kasim Aysun Cavusoglu	Some organic acids that may be involved in reducing the negative effects of salt stress on the plant	867
Nahit Saylak Berna Ersoz Kanay Emine Çatalkaya Sadık Yayla	The importance of mechanical pressure tape analysis in early diagnosis of fracture healing and healing complications	884
Nahit Saylak Berna Ersoz Kanay	Reasons for changes during first response to cat falling trauma	892
Sadiq, M.S Singh, I.P Ahmad, M.M Moses, G	Multidimensional poverty status correlates of rural households in kaduna state of nigeria	901
Kubra Ekinci Zekrullah Motmain Memis Ozdemir Esranur Saygili	Meta-analysis of fatty acid synthase gene polymorphisms and their relationship with palmitoleic acid in cattle	918
Kubra Ekinci Zekrullah Motmain Memis Ozdemir Esranur Saygili	Polymorphisms of stat5a gene and its effect on protein content in dairy cattle breed: a meta-analysis	923
Alabi Remilekun. E Olorunfemi Deborah. F	Parental perspective on screen usage and its impact on academic performance	928
Suat Dikel Ibrahim Demirkale	Global aquaculture feed market: trends and challenges	934
Suat Dikel Ibrahim Demirkale	How to use deep learning technology in diagnosing fish diseases?	947

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE &  
RURAL DEVELOPMENT  
July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

# *ABSTRACT*

## **TARIMDA JEOUZAMSAL YAKLAŞIMLARLA ETKİ DEĞERLENDİRME**

**Enver KEN (ORCID:0000-0001-7472-3883)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim  
Dalı, Doktora Öğrencisi  
**Email:**enverken@hotmail.com

**Prof. Dr. Ferit ÇOBANOĞLU (ORCID:0000-0002-7706-2993)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü  
**Email:**ferit.cobanoglu@adu.edu.tr

### **ÖZET**

Bu çalışmanın amacı, tarımsal projeler, politikalar ve müdahalelerin çeşitli yönler üzerindeki etkilerini değerlendirmede jeouzamsal etki değerlendirme (GIE) yöntemlerinin uygulanabilirliğini incelemektir. Etki değerlendirme, tarımsal projelerin, politikaların ve müdahalelerin üretkenlik, sürdürülebilirlik ve sosyo-ekonomik refah gibi çeşitli yönler üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlar. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama teknolojilerini kullanan jeouzamsal yaklaşımlar, tarım alanındaki bu analizlerin yapılmasında öne çıkan araçlardan biridir. Bu bağlamda ortaya çıkan "jeouzamsal etki değerlendirmeleri (GIE'ler)" kavramı, ulusal düzeyde coğrafi referanslı müdahale, sonuç ve kovaryat verileri ile nedensel çıkarımın yarı-deneysel yöntemlerine dayanarak kalkınma programlarının amaçlanan (veya amaçlanmayan) etkilerini ölçer. GIE'ler, gözlemsel verilerle bir Rastgele Kontrollü Deneme (RCT) koşullarını taklit etme tekniğidir. Bahsi geçen taklit karşı olgusal durumları belirlemek için rastgeleleştirme kullanmak yerine, yarı deneysel yaklaşımları kullanır. GIE'lerin uygulanmasında, uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve diğer jeouzamsal veri kaynakları kullanılarak araştırmacılar, zaman içinde arazi kullanımı, bitki örtüsü ve toprak sağlığı gibi çevresel değişiklikleri izleyebilirler. Ayrıca bu yaklaşımlar, tarımsal üretkenlikteki mekansal desenleri ve trendleri değerlendirmeye imkan tanır. Yüksek ve düşük üretkenlik alanlarını belirleyerek ve bu desenlere katkıda bulunan faktörleri analiz ederek, üretkenliği artırmayı amaçlayan müdahalelerin etkinliğini değerlendirebilir. Bu teknikler, analiz sonuçlarının çeşitli paydaşlara görselleştirilmesi ve iletilmesini de kolaylaştırır. Jeouzamsal teknikler ayrıca, tarımsal projelerin sosyo-ekonomik göstergelerle bütünleştirilerek yerel topluluklar üzerindeki tarımsal müdahalelerin dağılımsal etkilerini değerlendirmeyi sağlar. Sonuç olarak, jeouzamsal yaklaşımların etki değerlendirme süreçlerine entegre edilmesi, tarımsal politika ve karar alma süreçlerinin sürdürülebilirliğini ve etkinliğini artıracığı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Jeouzamsal, Etki Değerlendirme, Tarım, Yarı Deneysel Yaklaşım

## **IMPACT EVALUATION WITH GEOSPATIAL APPROACHES IN AGRICULTURE**

### **Abstract**

The purpose of this study is to examine the applicability of geospatial impact evaluation (GIE) methods in assessing the impacts of agricultural projects, policies, and interventions on various aspects. Impact evaluation aims to assess the effects of agricultural projects, policies, and interventions on aspects such as productivity, sustainability, and socio-economic welfare. Geospatial approaches that use Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing technologies are prominent tools in conducting these analyses in the agricultural sector. In this context, the concept of "geospatial impact evaluations (GIEs)" emerges, which measures the intended (or unintended) impacts of development programs by utilizing geographically referenced intervention, outcome, and covariate data at the national level and quasi-experimental methods of causal inference. GIEs mimic the conditions of a Randomized Controlled Trial (RCT) with observational data. Instead of using randomization to determine the counterfactuals, GIEs employ quasi-experimental approaches. In the application of GIEs, researchers can monitor environmental changes over time, such as land use, vegetation cover, and soil health, using satellite imagery, aerial photographs, and other geospatial data sources. Additionally, these approaches allow for the assessment of spatial patterns and trends in agricultural productivity. By identifying areas of high and low productivity and analyzing the factors contributing to these patterns, the effectiveness of interventions aimed at increasing productivity can be evaluated. These techniques also facilitate the visualization and communication of analysis results to various stakeholders. Moreover, geospatial techniques enable the integration of agricultural projects with socio-economic indicators to assess the distributional impacts of agricultural interventions on local communities. In conclusion, integrating geospatial approaches into impact evaluation processes is believed to enhance the sustainability and effectiveness of agricultural policy and decision-making processes.

**Keywords:** Geospatial, Impact Evaluation, Agriculture, Quasi-Experimental Approach



**PANEL VERİ KULLANIMININ ETKİ DEĞERLENDİRMESİNDEKİ ÖNEMİ VE  
ARAŞTIRMA TASARIMLARININ İNCELENMESİ**

**Enver KEN (ORCID:0000-0001-7472-3883)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim  
Dalı, Doktora Öğrencisi  
**Email:**enverken@hotmail.com

**Prof. Dr. Ferit ÇOBANOĞLU (ORCID:0000-0002-7706-2993)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü  
**Email:**ferit.cobanoglu@adu.edu.tr

**ÖZET**

Panel veri, aynı bireylerden, hanehalklarından, firmalardan veya diğer birimlerden belirli aralıklarla toplanan veri setlerinden oluşur. Bu veri yapısı, zaman içindeki değişimleri izleyerek neden-sonuç ilişkilerini daha net bir şekilde belirlemeye yardımcı olur. Etki değerlendirmede panel veri kullanımı, politika veya müdahalelerin uzun vadeli etkilerini ve dinamik süreçlerini anlamak için oldukça önemlidir. Panel veri, müdahale öncesi ve sonrası dönemlerin karşılaştırılmasına imkan tanırken, aynı zamanda analizlerin istatistiksel gücünü artırarak zaman içinde sabit etkileri ve heterojenliği kontrol etme imkanı sunar. Ancak, panel veri kullanımı bazı zorluklar da içermektedir. Veri toplama ve yönetme süreçleri maliyetli ve zaman alıcı olabilir. Etki değerlendirmede panel veri ile yapılan araştırmalar için yaygın olarak kullanılan yöntemler arasında deneysel ve yarı deneysel araştırma desenleri bulunmaktadır. Deneysel araştırma desenlerinde katılımcılar rastgele olarak müdahale ve kontrol gruplarına atanırken, yarı deneysel araştırma desenlerinde ise eşleştirilmiş karşılaştırma grupları kullanılmaktadır. Panel veri çalışmalarında her iki araştırma tasarımı da kullanılabilir, ancak genellikle farkların farkı ve eşleştirme gibi yarı deneysel araştırma tasarımları tercih edilir. Bu tür analizler, belirli bir zaman diliminde uygulanan bir müdahalenin net etkilerini ölçmeye odaklanır ve bu süreçte iyi tasarlanmış bir çalışma gereklidir. Her yöntem kendi varsayımlarına ve dikkat edilmesi gereken noktalara sahiptir. Bu çalışma, etki değerlendirmesinde kullanılan araştırma tasarımlarının oluşturulma süreçlerini tartışmakta, çeşitli etki değerlendirme yöntemlerini incelemekte ve bu yöntemlerin panel veri yapısına uygun avantaj ve sınırlılıklarını vurgulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Etki Değerlendirmesi, Panel Veri, Araştırma Tasarımı, Farkların Farkı, Eğilim Skoru Eşleştirme

**THE IMPORTANCE OF PANEL DATA USAGE IN IMPACT EVALUATION AND  
EXAMINATION OF RESEARCH DESIGNS**

**Abstract**

Panel data consists of data sets collected at specific intervals from the same individuals, households, firms, or other units. This data structure allows tracking changes over time, facilitating a clearer identification of causal relationships. The use of panel data in impact evaluation is crucial for understanding the long-term effects of policies or interventions and dynamic processes. It enables comparisons between periods before and after interventions, enhances statistical power by increasing the number of observations, and allows for controlling time-invariant effects and heterogeneity over time. However, the utilization of panel data presents certain challenges. The processes of data collection and management can be costly and time-consuming. Commonly employed methods in impact evaluation using panel data include experimental and quasi-experimental research designs. Experimental designs randomly assign participants to intervention and control groups, while quasi-experimental designs utilize matched comparison groups. In panel data studies, both research designs can be utilized; however, quasi-experimental research designs such as difference-in-differences and matching methods are generally preferred. Such analyses focus on measuring the clear effects of an intervention implemented over a specific period, necessitating a well-designed study process. Each method has its own assumptions and considerations that need careful attention.

This study discusses the process of designing research methodologies in impact evaluation, explores various impact assessment methods, and highlights the advantages and limitations of these methods within the framework of panel data.

**Keywords:** Impact Evaluation, Panel Data, Research Design, Difference-in-Differences, Propensity Score Matching

**KKTC GAZİMAĞUSA YÖRESİNDEKİ ÖRTÜALTI YAPILARIN TEKNİK VE  
YAPISAL YÖNDEN İNCELENMESİ**

**Esmâ Nur DÖLEK**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**dolekesmanur3@gmail.com

**Dr. Öğr. Üyesi Yasin MERCAN (ORCID:0000-0002-9213-6516)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**yasin.mercan@adu.edu.tr

**ÖZET**

Bu çalışma, Gazimağusa yöresindeki örtüaltı yapıların teknik ve yapısal yönden geliştirilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, yöredeki mevcut örtüaltı işletmeler arasından 10 adet işletme seçilmiştir. Seçilen işletmelerde; işletmelerin genel özelliklerinin yanı sıra üretim sistemlerindeki konstrüksiyon, örtü malzemesi, iklimlendirme ve sulama ve drenaj uygulamaları anket, ölçüm ve fotoğraflama çalışmalarıyla belirlenmiştir. Yörede örtüaltı yetiştiriciliğinin daha çok aile tipi işletmeler tarafından yapıldığı, işletme sahiplerinin eğitim seviyesinin düşük olduğu belirlenmiş ve bu işletmelerde örtüaltı yetiştiriciliğinin ekonomik yönden önemli bir yer teşkil ettiği ortaya çıkmıştır. İşletme büyüklüğünün genellikle 5 da altında olduğu, ısıtmanın sadece dondan koruma amaçlı yapıldığı ve doğal havalandırma yönteminin kullanıldığı saptanmıştır. Buna karşın, gölgeleme ve serinletme uygulamalarının olmadığı saptanmıştır. Konstrüksiyon malzemesi olarak galvanize çeliğin ve örtü malzemesi olarak PE tercih edildiği tespit edilmiştir. İşletmelerde karşılaşılan başlıca sorunların hammadde temini, pazar, ambargo ve su sorunları olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, yörede aile tipi işletmelerin çoğunlukta olduğu, örtüaltı işletme yapılarının projesiz, iklimlendirme, sulama ve drenaj yönünden sorunlu olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sera, Konstrüksiyon, Yapısal Analiz, Gazimağusa

**TECHNICAL AND STRUCTURAL INVESTIGATION OF GREENHOUSE  
STRUCTURES IN GAZİMAGUSA REGION IN TRNC**

**ABSTRACT**

This study was conducted to improve the technical and structural aspects of greenhouse structures in the Gazimagusa region. For this purpose, 10 greenhouse enterprises in the region were selected, and their general characteristics, as well as the construction, covering material, climate control, and irrigation and drainage practices in their production systems, were determined through surveys, measurements, and photography. It was found that greenhouse cultivation in the region is mainly carried out by family-run enterprises with low levels of education among owners, indicating the economic significance of greenhouse cultivation in these enterprises. The majority of enterprises are small-scale, with heating primarily used for frost protection and natural ventilation methods employed. However, shading and cooling practices were found to be lacking. Galvanized steel was commonly used for construction material, while PE was preferred as the covering material. The main issues faced by enterprises were related to raw material supply, market access, embargoes, and water problems.

In conclusion, it was determined that family-run enterprises dominate the region, with greenhouse structures lacking proper planning and facing challenges in terms of climate control, irrigation, and drainage.

**Keywords:** Greenhouse, Construction, Structural Analysis, Gazimagusa

**LEVAMİZOLÜN MODEL ORGANİZMA GALLERIA MELLONELLA YAĞ  
DOKUSUNDAKİ OKSİDATİF STRES VE ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTELERİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Öğr. Gör. Dr. Volkan KELEŞ (ORCID:0000-0001-5035-8148)**  
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Fakültesi  
**Email:**volkankeles@outlook.com

**Prof. Dr. Ender BÜYÜKGÜZEL (ORCID:0000- 0002-4442-5081)**  
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Fakültesi  
**Email:**endericen@hotmail.com

**ÖZET**

Galleria mellonella (Lepidoptera: Pyralidae) bal peteklerine yaptığı tahribat nedeniyle ekonomik açıdan önemli bir böcektir. Ayrıca, laboratuvar şartlarında kolayca kültüre alınabilmesi ve yüksek yumurta verimine sahip olması sebebiyle zararlılar ile mücadelede kullanılabilir aday moleküllerin değerlendirilmesinde model organizma olarak tercih edilmektedir. Memelilerdeki karaciğer ile işlevsel olarak benzerlik gösteren G. mellonella yağ dokusu enerji metabolizması ve detoksifikasyondan sorumlu önemli bir dokudur. Böceğin doğal alanında karşılaştığı kimyasallar yağ dokuda biyotransformasyon reaksiyonları ile oldukça reaktif molekülleri ortaya çıkarır. Yağ doku hücreleri özellikle bu moleküllerin detoksifikasyonunda rol alan konjugasyon enzimlerinin yoğun olarak bulunduğu bir dokudur. İmidotiyazol türevi bir antihelmintik olan levamizol memelilerde görülen helmantik enfeksiyonların tedavisinde kullanılan sentetik bir ilaçtır. Ayrıca kolon kanseri tedavisinde uygulanan kemoterapiden sonra yardımcı terapilerde ve rheumatoid arthritisi, lupus erythematosus gibi otoimmün bozuklukların tedavisinde bağışıklık düzenleyici olarak da kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, levamizolün sahip olduğu heterosiklik yapılardan dolayı farklı biyolojik aktivitelere sahip olabileceği ileri sürülmektedir. Bu kapsamda daha önce yapılan çalışmamızda sentetik bir ilaç olan levamizolün model organizma G. mellonella'nın yaşama ve gelişme parametrelerine olumsuz etkiler yaptığı tespit edilmiştir. Sunulan çalışmamızda ise levamizolün böceğin yağ dokusundaki oksidatif stres parametreleri ve antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisi belirlenerek ilacın geleneksel insektisitlere alternatif bir kimyasal olarak kullanılabilmesi araştırılmıştır. Yapay besin ile birlikte verilen levamizolün böceğin yağ dokusundaki oksidatif stres belirteçlerinden Malondialdehit ve Protein karbonil seviyeleri ile Süperoksit dismutaz, Katalaz, Glutasyon peroksidaz ve Glutasyon-s-transferaz olmak üzere antioksidan enzim aktivitelerini levamizol içermeyen kontrol grubuna göre önemli derecede artırdığı belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar levamizolün hali hazırda kullanıldığı alanlardan farklı olarak tarım alanlarında G. mellonella gibi zararlı Lepidopterler ile mücadelede kullanılabilirliği konusuna önemli katkılar sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Galleria mellonella, Levamizol, Lipid peoksidasyonu, Protein karbonil bileşikler, Süperoksit dismutaz, Katalaz, Glutasyon peroksidaz, Glutasyon-s-transferaz

**THE EFFECT OF LEVAMISOLE ON OXIDATIVE STRESS AND ANTIOXIDANT  
ENZYME ACTIVITIES OF MODEL ORGANISM GALLERIA MELLONELLA  
FATBODY**

**ABSTRACT**

*Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) is an economically important agricultural pest due to its damage to honeycombs. Especially, the insect have been used as a model organism in evaluating candidate molecules for the struggle of pest insect owing to its easy to maintain and high yield under laboratory conditions. Fatbody of the insect, mammalian liver homolog, is a main tissue in energy metabolism and detoxification. Chemicals encountered in natural environment are converted into more reactive substances to detoxify potential toxicity in fatbody of the insect through biotransformation reactions. Therefore, fatbody of the insect is one of the most important tissue containing high amount of conjunction enzymes that have vital role in detoxification of xenobiotics. Levamisole, an imido-thiazole deriviate, is a synthetic anthelmintic drug that has been used to treatment for helminthic infections in mammals. Furthermore, it has been used as an adjuvant treatment after the chemotherapy in colon cancer treatment and also an immune-regulative agent in some auto-immune disorders such as rheumatoid arthritis and lupus erythematosus. It has been claimed that levamisole may have vary biological aspects owing to its heterocyclic compounds. Recently we determined that levamisole, a synthetic drug, has negative impact on survival and developmental parameters of *G. mellonella*. In the present study, we focus on the availability of levamisole as an alternative chemical against traditional insecticides by evaluating the effect on oxidative stress and antioxidant activities in fatbody of the insect. Result of the study showed that dietary levamisole with artificial diet significantly increased oxidative stress parameters, Malondialdehyde and Protein carbonyl amounts, and antioxidant enzyme activities including Superoxide dismutase, Catalase, Glutathione peroxidase and Glutathione-s-transferase when compared to control diet without levamisole. Obtaining result from the study will shed light on the levamisole use, apart from its already own use, in struggle with Lepidopteran pests such as *G. mellonella*.

**Keywords:** *Galleria mellonella*, Levamisole, Lipid peroxidation, Protein carbonyls, Superoxide dismutase, Catalase, Glutathione peroxidase, Glutathione-s-transferase

## **ÖNEMLİ TARIMSAL ÜRÜNLERİN KENDİNE YETERLİLİK VE REKABET GÜCÜ BAKIMINDAN İNCELENMESİ**

**Dr. Öğretim Üyesi Halil İbrahim YILMAZ (ORCID:0000-0002-4956-1496)**  
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü  
**Email:**halil.yilmaz@adu.edu.tr

### **ÖZET**

Bu çalışmanın amacı, stratejik tarımsal ürünler olan Buğday, Ayçiçeği, Mercimek, Pamuk, Soğan, Patatesin dünya ve Türkiye güncel durumunu incelemek ve Türkiye'nin bu ürünlere kendine yeterlilik düzeyini ve rekabet edebilirliğini değerlendirmektir. Bu çalışmada makro verilerin değerlendirilmesinde 2002/2022 yılları arası son 21 yıllık dönem Food and Agriculture Organisation (FAO) üretim ve dış ticaret verileri kullanılarak incelenmiştir. geliştirilen Ülkelerin kendine yeterlilik ve ithalat bağımlılık oranları FAO tarafından önerilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Ürün yada sektör bazında ihracat rekabet gücünün ölçümü amacıyla literatürde sıklıkla kullanılan açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük (AKÜ) katsayıları' dır. Çalışmada her bir ürün için AKÜ katsayıları, Balassa İndeksi ve Vollrath İndeksi kullanılarak hesaplanmıştır. Türkiye'nin rekabet seçili ürünlerde rekabet gücünün düştüğü görülmüştür. Türkiye'nin buğday 2007 yılından beri, mısır 2003-2006 arası artış sonraki dönemde düşüş, pamuk 2011 yılından beri düşüş, ayçiçeği üretiminde 2007 yılında ve 2019 yılında ithalata bağımlılık %41 seviyesinde kendine yeterlilik seviyesi dalgalı düşüş eğilimindedir. Sayılan ürünlerde kendine yeterlilik seviyeleri genel olarak düşüş eğilimindedir, bu düşüş ithalata bağımlılık seviyesinde ise artışa neden olmaktadır. Soğan ve patates üretiminde çalışmanın incelediği zaman aralığında 2019 yılı dışında kendine yeterliliğinde bir sorun bulunmamaktadır. Dünya genelinde meydana gelen salgın hastalıklar, doğal afetler ve ekonomik krizler sonucu yaşanan tarımsal ürün piyasalarındaki olumsuz yönlü dalgalanmalar gıda güvenliğinden çok gıda üvencesi ve kendine yeterliliğin artırılmasını önemli hale getirmiştir. Kendine yeterliliğin sağlanamadığı ürünlerde ithalat zorunlu hale gelmekte ve ülke ekonomisine uzun dönemde olumsuz etkiler ortaya çıkarmaktadır. Kendine yeterliliğin ve rekabet edebilirliğin artırılabilmesi için her bir ürün özelinde tarımsal yayım faaliyetleri ile teknik desteğin sağlanması ve ekonomik desteklerin etkinliğin artırılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Gıda güvenliği, Dış ticaret, İthalata Bağımlılık Oranı,,Kendine yeterlilik

**AN ANALYSIS OF IMPORTANT AGRICULTURAL PRODUCTS FROM THE  
POINT OF VIEW OF SELF-SUFFICIENCY AND COMPETITIVENESS**

**ABSTRACT**

The aim of this study is to examine the current situation of strategic agricultural products such as Wheat, Sunflower, Lentil, Cotton, Onion, Potato in the world and Turkey and evaluate Turkey's self-sufficiency level and competitiveness in these products. In this study, the last 21-year period between 2002 and 2022 was analyzed using Food and Agriculture Organization (FAO) production and foreign trade data. The self-sufficiency and import dependency ratios of the developed countries were calculated using the formulas recommended by FAO. In order to measure export competitiveness on product or sector basis, the coefficients of revealed comparative advantage (ECU) are frequently used in the literature. In this study, ECU coefficients for each product are calculated using the Balassa Index and the Vollrath Index. Turkey's competitiveness has decreased in selected products. Turkey's self-sufficiency level has been in a volatile downward trend since 2007 in wheat, increasing between 2003-2006 and decreasing in the following period in corn, decreasing since 2011 in cotton, and 41% dependence on imports in sunflower production in 2007 and 2019. Self-sufficiency levels in these crops are generally on a downward trend, which leads to an increase in the level of import dependency. In onion and potato production, there is no problem in self-sufficiency in the time period analyzed in the study, except for 2019. Negative fluctuations in agricultural product markets as a result of epidemics, natural disasters and economic crises occurring around the world have made increasing food security and self-sufficiency more important than food security. Imports become mandatory for products where self-sufficiency cannot be achieved and have negative effects on the country's economy in the long term. In order to increase self-sufficiency and competitiveness, it is necessary to provide technical support through agricultural extension activities specific to each product and to increase the effectiveness of economic supports.

**Keywords:** Food security, Foreign trade, Import Dependence Rate, Self Sufficiency



**SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM UYGULAMALARINA ÇİFTÇİLERİN BAKIŞ AÇISI  
AYDIN İLİ KOÇARLI İLÇESİ ÖRNEĞİ**

**Dr. Öğretim Üyesi Halil İbrahim YILMAZ (ORCID:0000-0002-4956-1496)**  
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**halil.yilmaz@adu.edu.tr

**Eser DURAN (ORCID:0009-0005-0943-3037)**  
Tarım ve Orman Bakanlığı Aydın İli Koçarlı İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü  
**Email:**eser.duran@hotmail.com

**Keziban ÖZEN**  
Tarım ve Orman Bakanlığı İzmir Tarım ve Orman İl Müdürlüğü  
**Email:**kezban\_ozen@hotmail.com

**ÖZET**

Çalışmanın amacı bu sistemlerin tarım sektöründe ne kadar kritik bir rol oynadığı, kontrol ve sertifikasyon sürecinin çiftçiler eksenindeki etkileri ve bu sistemlerin tarım sektöründeki önemini vurgulamaktır. Sürdürülebilirlik kavramı yeni bir fikir olarak görünmesine rağmen, geçmiş sosyal adalet, korumacılık, enternasyonalizm gibi hareketlere dayanmaktadır. Bu hareketler, yirminci yüzyılın sonuna doğru sürdürülebilir kalkınma adıyla bir araya getirilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma; genel olarak sağlıklı, gelişen ve kazanımların büyük ölçüde dengeli dağıtılmasını sağlayan bir ekonomi sayesinde, insan hakları ve özgürlüğü garanti altına alan politik bir sistemi hedeflerken, etkili liderlik sayesinde de çevrenin korunmasını göz önünde bulunduran politikaların oluşturulmasını amaçlamaktadır. Sürdürülebilir Tarım; tarım, gıda zincirinin birincil üretim olarak tanımladığımız başlangıç noktasıdır. Sürdürülebilir Tarım, yeterli ve kaliteli gıda maddesinin uygun maliyetlerde üretimi, tarım yapılan arazinin, çiftçilerin, çevrenin ve doğal tarım kaynaklarının korunmasını geliştirecek sistem ve uygulamalar bütünüdür. Tarımda Kontrol ve Sertifikasyon Sisteminin temel amacı tarım sektöründe üretilen ürünlerin tüketicilere güvenli bir şekilde ulaştırılması, çiftçilerin adil bir rekabet içinde olmalarının sağlanması, çevresel faktörlerin en aza indirgenmesidir. Türkiye de tarım işletmeleri genellikle küçük aile işletmeleridir. Sürdürülebilirliğin dinamik olması ölçme sorunlarını beraberinde getirir de tarım işletmelerinde sürdürülebilir işletme modelinin oluşturulması ve gelecek nesillere aktarılması önemlidir. Çalışmanın ana materyalini Aydın ili Koçarlı ilçesinde tarım yapan önder çiftçi olarak kabul edilebilecek Zeytin, Armut, Çam fıstığı, üzüm, ceviz ve badem yetiştiricilerinden oluşan 30 çiftçiden yarı yapılandırılmış sorulardan elde edilen veriler oluşturmaktadır. Bölgede tarımı yapılan ve sürdürülebilirlik temelli sertifikalardan organik, iyi tarım uygulamalarını yapan ve konvansiyonel üretim yapan(kontrol) grupları olmak üzere üç farklı grup uygulamaları yapan ve yapmayan olarak iki temel gruba indirgenerek çalışma grupları oluşturulmuştur. Çalışmamızda yanlışlıkla oluşacak sistematik hatayı en aza indirmek amacıyla katılımcılara dolaylı olarak önce başkaları ve yakınları ile ilgili, sonra da kendileri ile ilgili düşünceleri hakkında sekiz soru yöneltilmiştir. Elde edilen cevaplardan nitel analiz yöntemlerinden içerik analizi ile incelenmiş ve sonuçlar özetlenerek anahtar kelimeler haline getirilmiştir. Sürdürülebilir tarım uygulamalarını benimseyen çiftçiler için “çevreye/doğaya

saygı “, “destekler”, “gelecek neslin işletmeyi devralması” uygundur denilebilir. Kontrol grubundaki işletmeler için ise sürdürülebilir tarım uygulamalarına olumsuz bir bakış açısı bulunmaktadır. Sürdürülebilir tarım uygulamalarını tercih etmeyen üreticiler, üretim süreci ile ilgili bilgilerinin yetersiz olduğu, ayrıca ürünlerin organik veya iyi tarım uygulamalarına sahip olup olmadığının denetlenmesinin zor olması nedeniyle sertifikalı ürünlerde sahtekârlık yaparak organikmiş gibi satılabildiği gerekçesiyle organik ürünlere şüpheyile yaklaşıldığı belirtilmiştir. Pazarlama kanalları incelendiğinde üreticilerin büyük bir kısmı ürünlerini aracılara satmaktadır. Organik tarım yapanlarda ise e-ticaret hizmetlerinin uygulandığı belirlenmiştir

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilirliğin Benimsenmesi, Nitel Analiz, Organik Tarım, İyi Tarım Uygulamaları

**FARMERS' PERSPECTIVE ON SUSTAINABLE AGRICULTURE PRACTICES THE  
CASE OF KOÇARLI DISTRICT IN AYDIN PROVINCE**

**Abstract**

The aim of the study is to emphasize the critical role of these systems in the agricultural sector, the effects of the control and certification process on farmers and the importance of these systems in the agricultural sector. The concept of sustainability seems to be a new idea, but it dates back to movements such as social justice, protectionism and internationalism. Towards the end of the twentieth century, these movements were brought together under the name of sustainable development. Sustainable development generally aims for a political system that guarantees human rights and freedom through a healthy, thriving economy that ensures a broadly balanced distribution of gains, while effective leadership aims for policies that take into account environmental protection. Sustainable Agriculture; agriculture is the starting point of the food chain, which we define as primary production. Sustainable Agriculture is a set of systems and practices that will improve the production of sufficient and high quality food at affordable costs and the protection of agricultural land, farmers, the environment and natural agricultural resources. The main purpose of the Control and Certification System in Agriculture is to ensure that the products produced in the agricultural sector are delivered safely to consumers, to ensure that farmers are in a fair competition, and to minimize environmental factors. In Turkey, agricultural enterprises are generally small family businesses. Although the dynamic nature of sustainability brings measurement problems, it is important to create a sustainable business model in agricultural enterprises and transfer it to future generations. The main material of the study consists of data obtained through semi-structured questions from 30 farmers consisting of olive, pear, pine nut, grape, walnut and almond growers who can be considered as leading farmers in Koçarlı district of Aydın province. Study groups were formed by reducing three different groups, organic, good agricultural practices and conventional production (control) groups, which are farmed in the region and sustainability-based certificates, into two basic groups as practicing and non-practicing. In order to minimize systematic error due to bias in our study, the participants were indirectly asked eight questions about their thoughts first about others and their relatives and then about themselves. The responses were analysed by content analysis, one of the qualitative analysis methods, and the results were summarized and turned into keywords. For farmers who adopt sustainable agricultural practices, it can be said that "respect for the environment/nature", "supports", "future generations taking over the business" are appropriate. For the enterprises in the control group, there is a negative perspective on sustainable agricultural practices. Producers who do not prefer sustainable agricultural practices are skeptical about organic products because of their insufficient knowledge about the production process, and also because it is difficult to control whether the products have organic or good agricultural practices, and certified products can be sold as organic by fraud. When marketing channels are analysed, most of the producers sell their products to intermediaries. It has been determined that e-commerce services are used in organic farming.

**Keywords:** Adopting Sustainability, Qualitative Analysis, Organic Agriculture, Good Agricultural Practices

**Phomopsis viticola'nın İNOKULUM MİKTARININ ASMALARDA ÖLÜ KOL  
HASTALIĞININ ŞİDDETİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Dr. Öğr. Üyesi Birsen GEÇİOĞLU ERİNCİK (ORCID:0000-0002-6455-5983)**  
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Koçarlı Meslek Yüksekokulu  
**Email:**bgerincik@adu.edu.tr

**ÖZET**

Phomopsis viticola (Sacc.) Sacc.'nın neden olduğu ölü kol hastalığı asma bitkisinin en önemli hastalıklarından biridir. Hastalık sürgünlerde kanser tipi nekrotik lezyonlara, yapraklarda lekelere, salkım sapı ve meyvede çürüklüğe neden olmaktadır. Etmenin hastalık oluşumundan sorumlu inokulumu; hastalıklı sürgünler üzerinde piknidyum adı verilen eşeysiz üreme yapıları içerisinde yapışkan bir madde ile karışık olarak oluşan ve konidi adı verilen eşeysiz sporlardır. Konidilerin bulaşması içerisinde karıştıkları yağmur damlları ile sıçramak suretiyle olmaktadır. Yağmur damllarının hızı ve yoğunluğu ile yağmur damllarına karışan spor miktarı hastalık şiddeti için belirleyici faktörlerdendir. Bu çalışmanın amacı P. viticola'nın farklı spor konsantrasyonlarına sahip inokulumların ölü kol hastalık şiddeti üzerine olan etkisinin araştırılmasıdır. Bunun için bir P. viticola izolatından elde edilen 16 farklı konsantrasyonda (max:  $1 \times 10^8$  konidi/ml; min:  $1 \times 10^4$  konidi/ml) spor süspansiyonu asma fidanları üzerinde ölü kol şiddetine etkileri yönünde iklim odası koşullarında test edilmiştir. Hastalık değerlendirmesi yapraklarda leke sayısı, sürgünlerde ise hastalıklı alan üzerinden yapılmıştır. Test edilen  $1 \times 10^7$  konidi /ml ve üzeri konsantrasyonlara sahip inokulumlarda hastalık şiddeti hem yaprakta (74 leke ve üzeri /yaprak) hem de sürgünde (%10 hastalıklı alan/boğum arası) yüksek düzeyde bulunmuştur. Bunun dışında  $7,5 \times 10^6$  -  $7,5 \times 10^5$  spor/ml arasındaki spor konsantrasyonlarına sahip inokulumlarda orta düzeyde hastalık şiddeti (63-26 leke/yaprak; %2-7 hastalıklı alan/boğum arası) meydana gelmiştir.  $5 \times 10^5$  spor/ml ve altındaki konsantrasyonlara sahip inokulumlarda ise hastalık şiddeti oldukça düşük (2 veya daha az leke/yaprak; %2 veya daha az hastalıklı alan/boğum arası) bulunmuştur. Bu bulgular doğada yağmur damllarına karışan spor miktarının ölü kol hastalığının ortaya çıkışındaki önemini dolaylı olarak göstermektedir. Kış budaması sırasında ölü kol belirtisi gösteren sürgünlerin uzaklaştırılarak inokulum miktarının belli bir seviyeye kadar azaltılmasının hastalığın mücadelesine önemli bir katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Phomopsis viticola, İnokulum, Hastalık Şiddeti, Asma

**EFFICIENCY of INOCULUM SIZE *Phomopsis viticola* on THE SEVERITY of  
PHOMOPSIS CANE AND LEAF SPOT IN GRAPEVINES**

**Abstract**

Phomopsis cane and leaf spot caused by *Phomopsis viticola* (Sacc.) Sacc. is one of the most important diseases of grapevine. The disease causes cancer-type necrotic lesions on canes, spots on leaves, and rot on rachis and fruits. The inoculum of the pathogen responsible for disease formation are asexual spores called conidia, which form mixed with a mucilaginous substance within asexual reproductive structures called pycnidia on infected canes. Conidia are carried by splashing with raindrops. The velocity and density of raindrops and the amount of spores mixed with raindrops are the determining factors for disease severity. The aim of this study is to investigate the efficiency of inoculums with different spore concentrations of *P. viticola* on the severity of Phomopsis cane and leaf spot. For this purpose, spore suspensions at 16 different concentrations (max:  $1 \times 10^8$ ; min:  $1 \times 10^4$  conidia/ml) obtained from a *P. viticola* isolate were tested under growth chamber conditions on grapevine seedlings. Disease evaluation was made based on the number of leaf spots on the leaves and the percentage of diseased area on the canes. In the tested inoculums with concentrations of  $1 \times 10^7$  conidia/ml and above, disease severity was found to be high in both the leaf (74 spots and above/leaf) and the cane (10% diseased area/internode). Apart from this, moderate disease severity (63-26 spots/leaf; 2-7% diseased area/internode) occurred in inoculums with spore concentrations between  $7.5 \times 10^6$  -  $7.5 \times 10^5$  spores/ml. Disease severity was found to be quite low (2 or fewer spots/leaf; 2% or less diseased area/internode) at concentrations of  $5 \times 10^5$  spores/ml and below. These findings indirectly show the significance of the amount of spores mixing with the raindrops in the natural occurrence of Phomopsis cane and leaf spot. It is suggested that reducing the amount of inoculum to a certain level by removing canes showing the symptoms of Phomopsis cane and leaf spot during winter pruning can make a significant contribution to the management of the disease.

**Keywords:** *Phomopsis viticola*, Inoculum, Disease Severity, Grapevine

**ÜREME SEZONU DIŞINDA LAKTASYONDAKİ MERINOS IRKI KOYUNLARDA  
PROLAKTİN SEVİYESİNİN FERTİLİTE ÜZERİNE ETKİSİ**

**Dr. Öğr. Üyesi Metehan KUTLU (ORCID:0000-0002-1782-583X)**  
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Veteriner Fakültesi  
**Email:**metehan.kutlu@erbakan.edu.tr

**Dr. Öğr. Neffel Kürşat AKBULUT (ORCID:0000-0003-3853-9960)**  
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Veteriner Fakültesi  
**Email:**nkakbulut@gmail.com

**ÖZET**

Sunulan çalışmada, üreme sezonu dışında kısa süreli progestagen uygulamaları ile östrüs ve ovulasyonları uyarılmaya çalışılan laktasyondaki Merinos ırkı koyunlarda prolaktin seviyesinin fertilite üzerine etkisini ortaya koymak amaçlanmıştır.Çalışmada postpartum 40-50 gün aralığındaki 20 baş laktasyondaki multipar Merinos ırkı koyun kullanıldı. Sünger uygulanmadan önce tüm koyunlardan prolaktin konsantrasyonunu belirlemek için vena jugularisten kan örneği alındı. Koyunlar Düşük Prolaktin grubu (12.3 - 21.1 ng/ml - ortalama  $16.9 \pm 0.87$  ng/ml) ve Yüksek Prolaktin grubu (21.4 - 45.4 ng/ml - ortalama  $30.4 \pm 2.88$  ng/ml) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Bu koyunlara 0. gün intravajinal 60 mg medroksiprogesteron asetat içeren sünger uygulandı, süngerler 7 gün süreyle vajinada tutuldu. Tüm koyunlarda uygulamanın yedinci günü süngerler çıkarıldı ve sünger çıkarılması anında 500 IU dozda eCG uygulandı. Östrüs tespiti süngerlerin çıkartılmasından 12 saat sonra başlanarak sabah ve akşam 2 arama koçunun sürüye katılması ile gerçekleştirildi. Östrüste olduğu tespit edilen koyunlar elde aşım yöntemiyle (koç/koyun oranı: 1/5) fertil koçlardan bir tanesi ile çiftleştirildi. Koç katımından sonraki 55. günde çiftleşen hayvanlara ultrasonografik gebelik muayenesi yapıldı. Çalışma bulgularında Düşük Prolaktin ve Yüksek Prolaktin gruplarında sırasıyla östrüs oranı %80 (8/10) ve %70 (7/10), gebelik oranı %10 (1/10) ve %20 (2/10) olarak hesaplandı. Yapılan istatistiksel analiz sonrası gruplar arasında takip edilen parametreler arasında önemli bir fark saptanmadı ( $p>0.05$ ). Sonuç olarak üreme sezonu dışında kısa süreli progestagen uygulamaları ile östrüs ve ovulasyonları uyarılmaya çalışılan laktasyondaki Merinos ırkı koyunlarda prolaktin konsantrasyonunun fertilite üzerine farklılık yaratmadığı görüldü. Erken laktasyondaki koyunların yeniden gebe bırakılmasında prolaktinin yanısıra GnRH/LH eksen aktivitesinin düzenlenmesinde rol oynadığı ileri sürülen endojen peptitler ile ilgili çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Fertilite, koyun, progestagen, prolaktin, reproduktif parametreler

**THE EFFECT OF PROLACTIN LEVEL ON FERTILITY IN LACTATING MERINO EWES DURING THE NON-BREEDING SEASON**

**Abstract**

In the presented study, it was aimed to reveal the effect of prolactin level on fertility in lactating Merino ewes, whose estrus and ovulations were tried to be stimulated with short-term progestagen applications during the non-breeding season. 20 heads of multiparous Merino ewes used in the study. Before the sponge was applied, a blood sample was taken from the jugular vein from all ewes to determine the serum prolactin concentration. Ewes were divided into two groups: Low Prolactin group (12.3 - 21.1 ng/ml - mean  $16.9 \pm 0.87$  ng/ml) and High Prolactin group (21.4 - 45.4 ng/ml - mean  $30.4 \pm 2.88$  ng/ml). A sponge containing 60 mg medroxyprogesterone acetate was applied intravaginally to these ewes on day 0, and the sponges were kept in the vagina for 7 days. On the seventh day of application, sponges were removed in all ewes, and eCG was administered at a dose of 500 IU at the time of sponge removal. The estrus detection was initiated 12 hours after the removal of sponges and conducted with the participation of two teaser rams in the morning and evening. Ewes on estrus were hand mated with one of the proven rams (ram:ewe ratio of 1:5). Ultrasonographic pregnancy examination was performed on the mated animals on the 55th day after the mating of the ram. In the study, the estrus rate was calculated as 80% (8/10) and 70% (7/10), and the pregnancy rate was calculated as 10% (1/10) and 20% (2/10) in the Low Prolactin and High Prolactin groups, respectively. After the statistical analysis, no significant difference was detected in the parameters monitored between the groups ( $p>0.05$ ). It was concluded that prolactin concentration did not make a difference on fertility in Merino ewes, whose estrus and ovulations were tried to be stimulated with short-term progestagen applications during the non-breeding season. It is thought that studies should be conducted on endogenous peptides, which are claimed to play a role in the regulation of GnRH/LH axis activity, as well as prolactin, in the re-pregnancy of early lactating ewes.

**Keywords:** Ewe, Fertility, Progestagen, Prolactin, reproductive parameters

**HAMDANI MELEZİ KOYUNLARDA SEZON DIŞI DÖNEMDE SERUM ANTI-MÜLLERIAN HORMON DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR SAHA ÇALIŐMASI**

**Arş. Gör. Dr. Ali Osman TURGUT (ORCID:0000-0001-6863-0939)**  
Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü  
**Email:**aosman.turgut@siirt.edu.tr

**Arş. Gör. Ali ÜNVER (ORCID:0000-0002-9683-7387)**  
Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Bölümü  
**Email:**ali.unver@siirt.edu.tr

**Arş. Gör. Dr. Davut KOCA (ORCID:0000-0002-7962-6959)**  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Bölümü  
**Email:**davutkoca@yyu.edu.tr

**ÖZET**

Anti-Müllerian Hormon (AMH) ovaryumda gelişmekte olan preantral ve antral foliküllerden salgılanan glikoprotein yapıda bir hormondur. Ovaryum rezerv biyobelirteci olarak kabul edilmesinin yanısıra ruminantlarda fertilitte ve sürü verim ömrünü olumlu etkilediği bildirilmektedir. Sığırlarda AMH düzeyleri, seksüel siklusun döneminden etkilenmemektedir. Koyunlarda konu ile ilgili sınırlı bilgi mevcuttur. Hamdani melezi koyunlarda yürütölen çalışmalarda seksüel siklusun östrus ve diöstrus fazında serum AMH düzeyinin deđiŐmediđi belirlenmiştir. Ayrıca, Hamdani melezi koyunlarda serum AMH düzeylerinin fertilitte ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Ancak, bildiğimiz kadarıyla, sezon dışı dönemde serum AMH düzeylerine yönelik bilgi mevcut değildir. Buna yönelik olarak, bu çalışmada sezon dışı dönemde Hamdani melezi koyunlarda serum AMH düzeylerinin belirlenmesi amaçlandı. Çalışmaya, sağlıklı 15 adet Hamdani melezi koyun dahil edildi. Çalışmada kan örnekleri sezon dışı dönemde (anöstrus) toplandı. Serum tüplerine toplanan kan örnekleri 3000 x g'de 15 dakika santrifüj edilerek serumlar analize kadar -20 °C'de muhafaza edildi. Serum AMH düzeyleri Elecsys® AMH kiti kullanılarak belirlendi. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Minitab 21 programı kullanıldı. Serum AMH verilerinin ortalama, minimum, maksimum ve diğer tanımlayıcı istatistik değerleri belirlendi. Çalışmada koyunların anöstrus döneminde olmalarına rağmen serum AMH düzeylerinin 110-440 pg/ml arasında değiştiği ve ortalama olarak 223,2±23,7 pg/ml olduğu tespit edildi. Elde edilen bulgular, serum AMH düzeylerinin Hamdani melezi koyunlarda sezon içi dönemdeki seviyelere benzer olduğunu göstermektedir. Bu durum göz önünde bulundurularak, daha fazla sayıda çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Anti-Müllerian Hormon, Anöstrus, Koyun, Üreme



**A FIELD STUDY ON DETECTION OF SERUM ANTI-MULLERIAN HORMONE  
LEVELS IN CROSS-BRED HAMDANI SHEEP DURING THE NON-BREEDING  
SEASON**

**Abstract**

Anti-Mullerian Hormone (AMH) is a glycoprotein hormone secreted from developing preantral and antral follicles in the ovary. Besides being recognized as a biomarker of ovarian reserve, it has been reported to positively influence fertility and reproductive herd life in ruminants. In cattle, AMH levels are not influenced by the stage of the sexual cycle. Limited information exists regarding AMH in sheep. Studies conducted in cross-bred Hamdani sheep have indicated that serum AMH levels do not vary between estrus and diestrus phases of the sexual cycle. In addition, it is reported that serum AMH levels may be related to fertility in cross-bred Hamdani sheep. However, to our knowledge, information regarding serum AMH levels during the non-breeding season is lacking. Therefore, this study aimed to determine serum AMH levels in Hamdani crossbred sheep during the non-breeding season. Fifteen healthy Hamdani crossbred sheep were included in the study. Blood samples were collected during the non-breeding season (anestrus). Blood samples collected into serum tubes were centrifuged at 3000 x g for 15 minutes and serum samples were stored at -20 °C until further analyses. Serum AMH levels were measured using the Elecsys® AMH kit. Data analysis was performed using Minitab 21 software. The mean, minimum, maximum and other descriptive statistics values of the serum AMH were determined. Although all ewes were in anestrus period, serum AMH levels of ewes ranged from 110 to 440 pg/ml, with a mean of  $223.2 \pm 23.7$  pg/ml. The findings indicate that serum AMH levels in cross-bred Hamdani sheep during the non-breeding season are similar to levels observed during the breeding season. Considering this situation, there is a need for more comprehensive studies.

**Keywords:** Anti-Mullerian Hormone, Anestrus, Sheep, Reproduction

**SYNTHESIS AND EVALUATION OF SILVER NANOPARTICLES FROM  
ETHANOLIC LEAF EXTRACT OF TRIDAX PROCUMBENS.L**

**Dr. R. SARAVANAN**

Professor, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research,  
Chennai, India 600 073.

**ABSTRACT**

In recent science Nanotechnology is a burning field for the researchers. Nanotechnology deals with the Nanoparticles having a size of 1-100 nm in one dimension used significantly concerning medical chemistry, atomic physics, and all other known fields. Silver nanoparticles were synthesized using aqueous extract of Tridax procumbens leaves, and silver nitrate. XRD, SEM, FTIR, Optical absorption were measured and analyzed. The synthesized AgNps exhibits lowest energy absorption band at 400 nm. Synthesis of Nanoparticles may involve various routes including physical, chemical and biological approaches. Traditionally these are manufactured by wet chemical methods which require toxic and flammable chemicals. Nanoparticles thus formed are confirmed and characterized by using UV-Visible Spectroscopy, SEM, FTIR, Zeta Analysis, XRD measurements. Further, these green synthesized Nanoparticles showed bactericidal activity against multidrug-resistant human pathogenic bacteria. The AgNps formed were found to have enhanced antimicrobial properties and showed zone of inhibition against isolated bacteria (*Escherichia coli*) from garden soil sample. In totality, the AgNps prepared are safe to be discharged in the environment and possibly utilized in process of pollution remediation. AgNps may also be efficiently utilized in agricultural research to obtain better health of crop plants as shown by our study.

**Keywords:** Silver nanoparticles; FTIR; SEM; Antimicrobial Activity ; Tridax procumbens.

**PHYTOCHEMICAL ANALYSIS AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF AQUEOUS  
LEAVES EXTRACT OF AZADIRACHTA INDICA**

**Ahmed ATTAHIRU**

Department of Pure and Industrial Chemistry, faculty of Physical Sciences  
Kebbi State University of Science and technology, Aliero  
Nigeria

**Email:**ahmadattahiru02@gmail.com

**Yusuf HARUNA**

Department of Pure and Industrial Chemistry, faculty of Physical Sciences  
Kebbi State University of Science and technology, Aliero  
Nigeria

**Abubakar Umar BIRNIN-YAURI**

Department of Pure and Industrial Chemistry, faculty of Physical Sciences  
Kebbi State University of Science and technology, Aliero  
Nigeria

**Aminu Rabiu KOKO**

Department of Pure and Industrial Chemistry, faculty of Physical Sciences  
Kebbi State University of Science and technology, Aliero  
Nigeria

**Abstract**

Neem, (*Azadirachta indica*), fast-growing tree of the mahogany family (Meliaceae), valued as a medicinal plant, as a source of organic pesticides, and for its timber. Neem is likely native to the Indian subcontinent and to dry areas throughout South Asia. It has been introduced to parts of Africa, the Caribbean, and numerous counties in South and Central America. The plant has long been used in Ayurvedic and folk medicine and is used in cosmetics and in organic farming applications. This research work is aimed to investigate phytochemical and antimicrobial activity of *Azadirachta indica* leaves against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Salmonella typhi*. The plant leaves were collected from Kaura area, Aliero town Kebbi State, Nigeria. Extraction was done using method described by Fatima, et al., (2019). The extract was used for phytochemical investigation and evaluated for antimicrobial activity by agar well diffusion method using Mueller Hinton agar medium, distilled water was used as negative control and ciprofloxacin as positive control. The results of phytochemical investigation of the crude aqueous extract showed the presence of alkaloids, steroids, saponins, tannins, phenols and flavonoids. Glycosides, terpenoids and anthraquinones were not detected. The antimicrobial activity of *Azadirachta indica* aqueous leaves extract showed activity only in *Salmonella typhi* for all the tested concentrations ( $P < 0.05$ ) i.e. 0.03 g/ml, 0.06 g/ml and 0.09 g/ml (13 mm, 17 mm and 20 mm). All the tested concentrations are beyond that of ciprofloxacin. This study recommended that *Azadirachta indica* aqueous extract could be used as a possible antimicrobial agent especially if the active compounds is characterized and tested using animal models which might be due to the presence of phytoconstituents in the leaves of the plant.

**Keywords:** *Azadirachta indica*, Concentration, Ciprofloxacin, phytochemicals, Antimicrobial.

## **TARIMSAL ÜRÜN DENEN TURİSTİK DENEYİME: ÇAY TURİZMİ**

**Doktorant Emrah KARA (ORCID:0000-0002-3363-8399)**  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü  
**Email:emrahkara4852@gmail.com**

**Öğr. Gör. Bilgin GÜNER (ORCID:0000-0003-2918-6200)**  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Meslek Yüksekokulu  
**Email:bilginguner@gmail.com**

**Doç. Dr. Taner DALGIN (ORCID:0000-0002-7645-1989)**  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla Meslek Yüksekokulu  
**Email:tanerdalgin@mu.edu.tr**

**Prof. Dr. Hüseyin ÇEKEN (ORCID:0000-0002-6614-3018)**  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Turizm Fakültesi  
**Email:hceken@mu.edu.tr**

### **ÖZET**

Tarımsal bir ürün olarak yetiştirilen çay bitkisi, işlenerek dünyada en çok tüketilen içeceklerden biri durumuna gelmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre dünyadaki toplam çay üretiminin yaklaşık %4'ü Türkiye'de yapılmaktadır. Bununla birlikte Türkiye'nin çay üretiminde uluslararası rekabet gücü; aile işletmeciliği, ölçek ekonomileri, girdi maliyetleri, mevsimsellik, diğer ülkelerdeki teşvikler vb. nedeniyle yeterli seviyede değildir. Türk çayının uluslararası karşılaştırmalı en önemli üstünlüğü tarımsal ilaç kullanımının çok düşük olmasıdır. Son yıllarda doğaya yönelik seyahatlerdeki artış eğilimiyle birlikte, çayın turistik ürün paketini tamamlayıcı durumda olduğu turlar da düzenlenmeye başlanmış, akademik çevrelerin konuya ilgisiyle "çay turizmi" kavramı ortaya atılmıştır. Çay turizmi, turistlerin çayın doğduğu topraklarda gezinerek, çay tarlalarının yeşil dokusunu keşfetmek, çay yapraklarını özenle toplamak, çay fabrikalarında işlenme sürecini görmek, çayın tarihini anlatan müzeleri ziyaret etmek ve yerel çay kültürünün derinliklerine inmek amacıyla gerçekleştirdikleri seyahatler şeklinde tanımlanabilir. Çay turizmi aynı zamanda bir turistik tüketim olayıdır. Çay bahçelerinin manzaraları başta olmak üzere, ticarete konu olmayan birçok mal ve hizmet de bu tüketim olayı içerisine girer. Yöreyle olan turist talebine bağlı olarak ve bir ekonomik faaliyet olarak ortaya çıkmaktadır. Yöreyle gelir getiren ve istihdam yaratan bir faaliyettir. Çay turizmi, kırsal yörelerin gelişmesine ve kırsal kalkınmanın sağlanmasına da katkıda bulunmaktadır. Aynı zamanda kültürlerarası diyalogun gelişmesinde çay turizmi önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmanın amacı, çay turizmini kavramsal bir bakış açısıyla ele alarak turistik bir deneyim olarak incelemektir. Nitel bir yaklaşım benimsenen bu çalışma literatür taraması şeklinde gerçekleştirilmiş olup ikincil verilerden yararlanılmıştır. Bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı ve ilgili alanda araştırma yapacak olan araştırmacılara değerli bilgiler sunacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Tarımsal Ürün, Turistik Deneyim, Çay, Çay Turizmi

**FROM AGRICULTURAL PRODUCT TO TOURISTIC EXPERIENCE: TEA  
TOURISM**

**Abstract**

The tea plant, grown as an agricultural product, is processed and becomes one of the most consumed beverages in the world. According to the data of the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), approximately 4% of the world's total tea production is made in Turkey. However, Turkey's international competitiveness in tea production; family business, economies of scale, input costs, seasonality, incentives in other countries, etc. because it is not at a sufficient level. The most important international comparative advantage of Turkish tea is that the use of agricultural pesticides is very low. In recent years, with the increasing trend in nature-oriented travels, tours in which tea complements the touristic product package have begun to be organized, and with the interest of academic circles in the subject, the concept of "tea tourism" has been put forward. Tea tourism can be defined as travels carried out by tourists in order to explore the green texture of tea fields, carefully collect tea leaves, see the processing process in tea factories, visit museums telling the history of tea, and delve into the depths of local tea culture by wandering around the lands where tea was born. Tea tourism is also a touristic consumption event. Many non-tradable goods and services, especially the views of tea gardens, are also included in this consumption event. It emerges as an economic activity depending on the tourist demand for the region. It is an activity that brings income to the region and creates employment. Tea tourism also contributes to the development of rural regions and rural development. At the same time, tea tourism has an important place in the development of intercultural dialogue. The aim of this study is to examine tea tourism as a touristic experience from a conceptual perspective. Adopting a qualitative approach, this study was conducted as a literature review and secondary data was used. It is thought that this study will contribute to the literature and provide valuable information to researchers who will conduct research in the relevant field.

**Keywords:** Agricultural Product, Touristic Experience, Tea, Tea Tourism

## **KÜRESEL SU ÜRÜNLERİ YEM PAZARI: TRENDLER VE ZORLUKLAR**

**Prof. Dr. Suat DİKEL (ORCID:0000-0002-5728-7052)**  
Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi  
**Email:dikel@cu.edu.tr**

**Doç. Dr.İbrahim DEMİRKALE (ORCID:0000-0002-0074-2309)**  
Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi  
**Email:idemirkale@gmail.com**

### **Özet**

Küresel su ürünleri yemi üretimi 2022 yılında yaklaşık 52,9 milyon tona ulaşarak, 1.266 milyar tonluk toplam küresel karma yem tonajının yaklaşık %4,2'sini oluşturdu. Su ürünleri yetiştiricilik sektörü, toplam küresel su ürünleri yemi üretiminde %2,7 oranında bir büyüme kaydetmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde yem üreten ilk 5 ülke Çin, Vietnam, Hindistan, Norveç ve Endonezya'dır. Çin, Brezilya, Ekvador, Filipinler ve ABD'de üretimde önemli artışlar bildirildi. Buna karşılık, Avrupa'da su ürünleri yetiştiriciliği sektörü, 2022 yılında yem üretiminde önemli düşüşler yaşadı ve su ürünleri yemi üretiminde kayda değer düşüşlerin yaşandığı sektörlerden biri oldu. Küresel su ürünleri yemi pazarı, artan balık proteini talebi ve sürdürülebilir yem çözümlerine olan ihtiyaç nedeniyle dinamik ve hızla gelişen bir sektördür. Bu makale, su ürünleri yemi endüstrisindeki temel eğilimleri, zorlukları ve fırsatları araştırıyor. Piyasa değerinin 2022 yılına kadar önemli rakamlara ulaşacağı öngörülen paydaşlar, balık unu ve soya fasulyesi unu gibi geleneksel yem kaynaklarının artan fiyatları gibi sorunları çözmek için aktif olarak yenilikçi yem içerikleri arıyor. Endüstri, yem kalitesini artırmak, maliyetleri azaltmak ve sürdürülebilirliği artırmak için böcek bazlı protein yemi, bitki içerikleri ve faydalı bakteriler gibi alternatif seçenekleri araştırıyor. Balıkçılık kaynaklarının ekolojik etkisi ve su ürünleri yetiştiriciliği operasyonlarının çevresel ayak izi de dahil olmak üzere sürdürülebilirlik kaygıları, sektörü daha sorumlu uygulamalara yönlendiriyor. COVID-19 salgını, dayanıklı tedarik zincirlerinin ve kara asker sinek larvalarının sürdürülebilir yem bileşenleri olarak kullanılması gibi yenilikçi çözümlerin önemini altını çizdi. Yem formülasyonlarının optimize edilmesi, yem yönetimi uygulamalarının iyileştirilmesi ve su ürünleri yetiştiriciliği operasyonlarının uzun vadeli sürdürülebilirliğinin sağlanması için araştırma ve işbirliği çok önemlidir. Su ürünleri yemi endüstrisi, bu zorlukların üstesinden gelerek ve yenilikçi çözümleri benimseyerek, artan balık proteini talebini sürdürülebilir bir şekilde karşılayabilir, çevresel etkiyi en aza indirebilir ve gelecek nesiller için gıda güvenliğini sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Su Ürünleri, Yem, Pazar zorlukları, Yem Pazarı

## **GLOBAL AQUACULTURE FEED MARKET: TRENDS AND CHALLENGES**

### **Abstract**

Global aquaculture feed production reached approximately 52.9 million tons in 2022, accounting for around 4.2% of the total global compound feed tonnage of 1,266 billion tons. The aquaculture sector experienced a growth of 2.7% in total global aquafeed production. The top 5 aquaculture feed-producing countries are China, Vietnam, India, Norway, and Indonesia. Significant increases in production were reported in China, Brazil, Ecuador, the Philippines, and the United States. Conversely, in Europe, the aquaculture sector witnessed substantial declines in feed production in 2022, marking it as one of the sectors with notable decreases in aquafeed production. The global aquaculture feed market is a dynamic and rapidly evolving sector driven by the increasing demand for fish protein and the need for sustainable feed solutions. This article explores key trends, challenges, and opportunities in the aquaculture feed industry. With the market value projected to reach significant figures by 2022, stakeholders are actively seeking innovative feed ingredients to address issues such as rising prices of traditional feed sources like fishmeal and soybean meal. The industry is exploring alternative options such as insect-based protein feed, plant ingredients, and beneficial bacteria to enhance feed quality, reduce costs, and improve sustainability. Sustainability concerns, including the ecological impact of fishery resources and the environmental footprint of aquaculture operations, are driving the industry towards more responsible practices. The COVID-19 pandemic has underscored the importance of resilient supply chains and innovative solutions like using black soldier fly larvae as sustainable feed ingredients. Research and collaboration are crucial for optimizing feed formulations, improving feed management practices, and ensuring the long-term viability of aquaculture operations. By addressing these challenges and embracing innovative solutions, the aquaculture feed industry can meet the increasing demand for fish protein sustainably, minimize environmental impact, and ensure food security for future generations.

**Keywords:** Aquaculture, Feed, Market challenges, Feed Market

## **BALIK HASTALIKLARININ TEŞHİSİNDE DERİN ÖĞRENME TEKNOLOJİSİ NASIL KULLANILIR?**

**Prof. Dr. Suat DİKEL (ORCID:0000-0002-5728-7052)**  
Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi  
**Email:dikel@cu.edu.tr**

**Doç. Dr. İbrahim DEMİRKALE (ORCID:0000-0002-0074-2309)**  
Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi  
**Email:idemirkale@gmail.com**

### **Özet**

Balık hastalıklarının teşhisinde derin öğrenme teknolojisi, su ürünleri yetiştiriciliğinde devrim niteliğinde yenilikler getirmektedir. Derin öğrenme, makine öğreniminin bir alt dalı olarak, özellikle görüntü işleme ve sınıflandırma konularında önemli başarılar elde etmiştir. Bu teknoloji, balık hastalıklarının erken teşhisi ve izlenmesinde oldukça etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Balık çiftliklerinde sağlıklı ve sürdürülebilir üretim için hastalıkların hızlı ve doğru teşhisi hayati bir önem taşımaktadır. Derin öğrenme algoritmaları, büyük ve çeşitli veri setlerinden öğrenerek karmaşık desenleri tanıma ve hastalık belirtilerini tespit etme yeteneğine sahiptir. Özellikle konvolüsyonel sinir ağları (CNN'ler), balıkların fotoğraflarını veya videolarını analiz ederek hastalıkları yüksek doğrulukla tanıyabilir. Bu algoritmalar, balıkların cilt yüzeylerindeki değişiklikler, renk farklılıkları, yara ve lezyonlar gibi görsel belirtileri inceleyerek hastalık teşhisi yapabilir. Derin öğrenme teknolojisi, bu sayede, insan gözüyle fark edilemeyecek kadar küçük ve erken aşamadaki hastalık belirtilerini bile tespit edebilir. Balık hastalıklarının teşhisinde derin öğrenme kullanımı, geleneksel manuel muayene ve teşhis yöntemlerine göre birçok avantaj sunar. Manuel teşhis süreçleri zaman alıcı ve hata payı yüksek olabilirken, derin öğrenme algoritmaları hızlı ve hatasız sonuçlar elde edilmesini sağlar. Özellikle büyük ölçekli balık çiftliklerinde sürekli ve kesintisiz izleme yapılabilmesi, hastalıkların erken aşamada tespit edilmesini ve yayılmasının önlenmesini mümkün kılar. Bu, ekonomik kayıpları azaltırken balık sağlığını ve üretim verimliliğini artırır. Derin öğrenme tabanlı teşhis sistemlerinin gelişimi, farklı balık türleri ve hastalıkları için özelleştirilmiş çözümler sunma potansiyeline sahiptir. Bu sistemler, balıkların yaş, tür, çevresel koşullar gibi çeşitli faktörleri dikkate alarak daha hassas teşhisler yapabilir. Ayrıca, bu teknolojilerin entegrasyonu, su ürünleri sektöründe gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik açısından önemli faydalar sağlayacaktır. Derin öğrenme, balık hastalıkları teşhisinde yenilikçi bir yaklaşım sunarak, sektördeki verimliliği ve kaliteyi artırmaya devam edecektir. Gelecekte, derin öğrenme ve yapay zeka teknolojilerinin daha yaygın ve erişilebilir hale gelmesiyle birlikte, su ürünleri yetiştiriciliği daha da otomatikleşecek ve verimliliği artacaktır. Bu teknolojik ilerlemeler, aynı zamanda balık sağlığının sürekli izlenmesini ve çevresel stres faktörlerinin erken tespit edilmesini sağlayarak, balıkların genel sağlığını iyileştirecektir. Derin öğrenme teknolojisi, balık hastalıklarının teşhisinde sağladığı yeniliklerle su ürünleri yetiştiriciliğinde çığır açmaya devam edecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme (DL) Balık Hastalıkları, Teşhis, Yapay Zeka (AI)



## **HOW TO USE DEEP LEARNING TECHNOLOGY IN DIAGNOSING FISH DISEASES?**

### **Abstract**

The use of deep learning technology in diagnosing fish diseases is revolutionizing the aquaculture industry. As a subset of machine learning, deep learning has achieved significant success, especially in image processing and classification. This technology is highly effective in the early diagnosis and monitoring of fish diseases. Accurate and rapid diagnosis of diseases is crucial for maintaining healthy and sustainable production in fish farms. Deep learning algorithms possess the ability to recognize complex patterns and detect disease symptoms by learning from large and diverse datasets. Convolutional neural networks (CNNs), in particular, can analyse photos or videos of fish to identify diseases with high accuracy. These algorithms can diagnose diseases by examining visual symptoms such as changes in the skin surface, colour variations, wounds, and lesions on the fish. Consequently, deep learning technology can detect even the smallest and earliest stages of disease symptoms that may be undetectable to the human eye. Using deep learning for diagnosing fish diseases offers numerous advantages over traditional manual inspection and diagnostic methods. Manual diagnostic processes can be time-consuming and prone to errors, whereas deep learning algorithms provide fast and accurate results. Continuous and uninterrupted monitoring in large-scale fish farms becomes feasible, enabling the early detection and prevention of disease spread. This reduces economic losses while enhancing fish health and production efficiency. The development of deep learning-based diagnostic systems holds the potential to offer customized solutions for different fish species and diseases. These systems can make more precise diagnoses by considering various factors such as age, species, and environmental conditions of the fish. Additionally, integrating these technologies will provide significant benefits in terms of food safety and sustainability in the aquaculture industry. Deep learning presents an innovative approach to diagnosing fish diseases, continuously improving efficiency and quality in the sector. In the future, as deep learning and artificial intelligence technologies become more widespread and accessible, aquaculture will become more automated and efficient. These technological advancements will also enable continuous monitoring of fish health and early detection of environmental stress factors, improving the overall health of the fish. With its innovative contributions to fish disease diagnosis, deep learning technology will continue to revolutionize aquaculture.

**Keywords:** Deep Learning (DL) Fish Diseases, Diagnosis, Artificial Intelligence (AI)

**HERBAL IMMUNOSTIMULANTS: A SUSTAINABLE SOLUTION FOR FIN AND SHELLFISH AQUACULTURE INDUSTRY**

**Assoc. Prof. Dr. Thavasimuthu CITARASU (ORCID:0000-0001-6166-620X)**  
Centre for Marine Science and Technology, Manonmaniam Sundaranar University  
Rajakkamangalam, Tamilnadu, India- 629 502  
**Email:**citarasu@msuniv.ac.in

**Assoc. Prof. Dr. Ebru YILMAZ (ORCID:0000-0003-1905-1265)**  
Department of Aquaculture and Fisheries, Faculty of Agriculture, Aydın Adnan Menderes  
University, Aydın 09000, Turkey  
**Email:**ebruyilmaz@adu.edu.tr

**Abstract**

Herbs, shrubs, grasses, terrestrial higher plants and marine plants are rich sources of bioactive compounds including phenolics, alkaloids, tannins, polysaccharides and flavonoids that have antimicrobial activity and boost immune system in fin and shellfishes against pathogenic interruption. The world's fastest-growing food industry is aquaculture; sadly, infectious diseases cause the sector to suffer large financial losses. The disease treatment methods used today are inefficient, expensive, and hazardous to the environment including resistant strain development, biomagnification and residual problems etc. To solve this problem, attention should be diverted to developing alternative practices like boosting immune system with safety natural products. Because they are safer, less expensive, biodegradable, and pose no environmental risks, herbs are an effective solution to this issue. An immunostimulant is any substance, medication, stressor, or activity that strengthens the immune system or defenses against disease, making the animal more resilient to it. Herbal immunostimulants, which differ from vaccines in that they can modify the innate or non-specific immune response, are abundant in immune-enhancing compounds and are currently being used to control diseases of fish and shellfish, particularly in circumstances in which disease outbreaks are predictable and cyclic. Numerous herbs, herbal extracts and seaweed extracts have been shown in traditional practices to be beneficial in boosting immune function; they may also be suggested as immunostimulants in aquaculture. Immunostimulant herbal extracts have been shown to strengthen fin fishes' defenses against bacterial infections. These extracts include *Cynodon dactylon*, *Phyllanthus niruri*, *Tridax procumbens*, *Zingiber officinalis*, *Octimum sanctum*, *Withania somnifera*, and *Myristica fragrans*. Several Seaweed polysaccharide and the herbal extracts including *Cynodon dactylon*, *Aegle marmelos*, *Tinospora cordifolia*, *Picrorhiza kurooa*, and *Eclipta alba*, have the capacity to boost the immune system in cultivable shrimp species and reduced viral load in both body tissue and the hemolymph.

**Keywords:** Aquaculture, Herbals, Immunostimulants, Fin Fishes, Shrimps, Seaweeds

**NEUROPROTECTIVE AGENTS, NATURAL PLANT HERBS & DRUGS IN  
ISCHEMIC STROKE: A REVIEW**

**A. Dinesh BABU**

Faculty Of Pharmacy  
Bharath Institute Of Higher Education And Research Chennai, India

**T. THIRUMURUGAN**

Faculty Of Pharmacy  
Bharath Institute Of Higher Education And Research Chennai, India

**S. KALAIVANAN**

Faculty Of Pharmacy  
Bharath Institute Of Higher Education And Research Chennai, India

**Dr. SRINIVASAN**

Faculty Of Pharmacy  
Bharath Institute Of Higher Education And Research Chennai, India

**Abstract:**

Stroke is a destructive experience which can result in permanent disability in brain. There is no permanent drug which can improve the blood flow at infarcted area and also improve the neurological deficit. Due to the lack of treatments available for stroke, many researchers will investigate the suitable plants or drugs for the treatment of this disease. Numerous medicinal plants and herbal drugs are available to treat stroke, some of the plants are Ginkgo biloba, Fructus Chebulae, Pomegranate, Rosa laevigata, Garlic, Leonurus heterophyllus, Olive, Grape, Allium cepa, drugs such as Pravastatin, SenkyunolideI, Phloretin, Mgso4, HAMI 3379, Oleoylethanolamie, scopolamine and mecamylamine, Nitric Oxide, N-nitro-L-arginine methyl ester Heptamethoxy flavones, Rosiglitazone, Puerarin, the activity was estimated by parameters like superoxide dismutase (SOD) activity, Hemispheric swelling index (cerebral edema), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> induced cell injury, OGD-R induced cell injury, superoxide dismutase and glutathione peroxidises, mitochondrial membrane potential, Western blotting assay, ROS scavenging assays, Superoxide anion scavenging assay, Hydroxyl radical scavenging assay, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> scavenging assay, Singlet oxygen scavenging assay, Peroxyl radical scavenging assay, Peroxynitrite anion scavenging assay, myeloperoxidase (MPO) activity, blood–brain barrier integrity, cerebral infarct size, in Situ Senkyunolide etermination of choline acetyltransferase activity (ChAT), Cell viability, Oxygen glucose deprivation/reperfusion assay, Flow cytometry, Immunohistochemistry. The present review focused on different medicinal plants and drugs that have been tested in Stroke in animal models

**Keywords:** Fructus Chebulae, acetylcholinesterase, Leonurus heterophyllus, Oleoylethanolamie, mecamylamine.

**PHYTOCHEMICAL EVALUATION AND PHARMACOLOGICAL USES OF  
TURMERIC (*curcuma longa*)**

**Associate Professor, Neha Singh**  
Mangalayatan University, Aligarh

**Abstract**

Turmeric is a golden spice which belongs to the family of zingiberaceae. Curcumin is the main constituent found in the turmeric. It is a yellow polyphenolic pigment. Other constituents found are demethoxycurmin and bisedemethoxycurcumin. It is widely planted in China, India, and Japan. More recently, evidence that curcumin may have anti-oxidants activities; anti-fungal, anti-microbial, anti-inflammatory and anti-cancer activities has renewed scientific interest in its potential to prevent and treat the disease. Chemical constituents of turmeric plant are extensively investigated. It mainly contains primarily phenolic compounds, Terpenoids monoterpenes, sesquiterpenes, alkaloids and other compounds have been identified. The main objective of this research to analysing the nutraceuticals qualities and bioactive compounds within turmeric that contribute to human nutrition and chronic disease prevention.

**ALTERNARIA IS A DISEASE THAT THREATENS TOMATO CROPS**

**Fedwa BEGHDAI\***

Laboratory of Molecular Biology, Genomics and Bioinformatics (LBMGB), Faculty of  
Natural Sciences and

**Email:**f.beghdadi@univ-chlef.dz

**and El-Hadj DRICHE**

Life (SNV), Hassiba Benbouali University of Chlef, Hay Salem, 02000 Chlef, Algeria.

**Abstract:**

Tomatoes, it ranks first among vegetable crops in terms of area planted annually, production and consumption, and it is consumed either fresh or manufactured. Tomatoes are a high source of the antioxidant lycopene and are used to prevent cancer. It is also a source of vitamins (A, B, C), potassium, iron, and calcium. Like other agricultural crops, tomatoes are exposed to a number of bacterial, fungal and viral diseases... which leads to significant losses in this strategic crop. *Alternaria* is a very well-known disease that affects tomato crops and leads to significant losses. Our goal through this work is to isolate and identify it based on a tomato sample infected with this disease. *Alternaria* is a fungal disease, i.e. caused by fungi. The culprits are: *Alternaria solani* (for the tomato) and *Alternaria alternata*! Like all fungi, they occur in a humid and warm atmosphere. While this disease mainly affects tomatoes, it can also affect potatoes, beetroot, fruit trees, cabbage, carrots and eggplants. These fungi remain in the soil and survive winter temperatures. They are carried by rain, wind, contact with the soil and the plant or seeds that are already infected. In a humid and warm atmosphere, spores germinate and quickly infect tomato plants. *Alternaria* are common mushrooms in our environment. they belong to atmospheric molds. they can be isolated from very diverse plants. *alternaria* comprises nearly 275 species, with saprophytic and phytopathogenic lifestyles that can affect field crops or plant products during harvest and post-harvest. As weak parasites, *alternaria* are capable of leading a saprophytic existence for more or less long periods.

**Keywords:** Tomato crops, *Alternaria*, phytopathogenic fungus, Food security.

**SELEKSİYONLA ELDE EDİLMİŞ SARI ULAK ZEYTİN KLONLARININ BAZI  
ÖZELLİKLERİ**

**Cengiz TÜRKAY (ORCID:0000-0003-0372-455X)**

Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü

**Email:**cengiz.turkay@tarimorman.gov.tr

**Dr. Cenap YILMAZ (ORCID:0000-0002-5652-7675)**

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakùltesi Bahçe Bitkileri Bölümü

**Email:**c.yilmaz@ogu.edu.tr

**ÖZET**

Türkiye, 201 milyon ağaç varlığı ile dünyanın önemli zeytin üretici ülkeleri arasında yer almaktadır (Tüik, 2023). Ağaç başına verim ise oldukça düşüktür. Birim alandan elde edilen verimin yükseltilmesi ancak verimli ve kaliteli çeşitlerin veya klonların kullanılmasıyla mümkün olacaktır. Türkiye, zeytinin anavatanında yer almasından dolayı genetik çeşitlilik adına yeterli potansiyele sahiptir. Akdeniz Bölgesinin en önemli yeşil salamuralık çeşidi olan Sarı ulak çeşidinde seleksiyon çalışmasının I. aşaması Adana ve Mersin illerinde yapılarak; meyve verimi, verimde düzenlilik, meyve et oranı ve kg'da bulunan meyve sayısı yönünden puanlamaya tabi tutulmuş ve en yüksek puanları alan klonlar belirlenmiştir. Seleksiyon-2 aşamasında da Mersin'de genetik kaynak ve adaptasyon parseli kurulmuştur. Bu çalışmada Sarı Ulak zeytin çeşidinin seleksiyonla elde edilmiş klonlarının bazı özellikli ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin, Sarı Ulak, Klon Seleksiyonu.

**SOME CHARACTERISTICS OF SARI ULAK OLIVE CLONES OBTAINED BY  
SELECTION**

**ABSTRACT**

Turkey is among the world's important olive producers with the presence of 201 million trees. The yield per tree is quite low. Increasing the yield obtained per unit area will only be possible by using productive and high-quality varieties or clones. Türkiye has sufficient potential for genetic diversity since it is located in the homeland of olives. The first phase of the selection work for the Sarı Ulak variety, the most important green pickling variety of the Mediterranean Region, is being carried out in Adana and Mersin provinces; The clones with the highest scores were evaluated in terms of fruit yield, regularity in yield, fruit-to-flesh ratio and number of fruits per kg, and the clones with the highest scores were determined. In the Selection-2 phase, genetic resource and adaptation separation was established in Mersin. The clones obtained by selection of this successful Sarı Ulak olive variety were selected to have different characteristics.

**Keywords:** Olive, Sarı Ulak, Clonal Selection.

**TÜRKİYE’DE UYGULANAN HALK ELİNDE YERLİ SIĞIR ISLAHI ÜLKESEL  
PROJESİ**

**Dr. Burcuhan BALTA (ORCID:0000-0002-7496-6129)**

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü,  
Hayvancılık ve Su Ürünleri Araştırma Daire Başkanlığı Ankara, Türkiye.  
**Email:**burcuhanb@gmail.com

**Doç. Dr. Kürşat ALKOYAK (ORCID:0000-0001-6621-6136)**

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü,  
Hayvancılık ve Su Ürünleri Araştırma Daire Başkanlığı Ankara, Türkiye.  
**Email:**kursatalkoyak@gmail.com

**Özden SARIKAYA (ORCID:0000-0002-7071-4741)**

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü,  
Hayvancılık ve Su Ürünleri Araştırma Daire Başkanlığı Ankara, Türkiye.  
**Email:**sarikayaozden@gmail.com

**Şerife SERTKAYA (ORCID:0000-0002-2016-7129)**

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü,  
Hayvancılık ve Su Ürünleri Araştırma Daire Başkanlığı Ankara, Türkiye.  
**Email:**serife.sidar@tarimorman.gov.tr

**ÖZET**

Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri, hayvansal üretim üzerinde önemli etkiye sahip olup, hayvanların verimleri, yaşam biçimleri, dayanıklılığı ve çeşitliliği üzerine direkt tesir etmektedir. Türkiye, tarihsel olarak zengin bir tarım ve hayvancılık geçmişine sahiptir. Bu bağlamda, yerli sığır ırkları önemli bir yer tutmaktadır. Yerli sığır ırkları, yüzyıllardır Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde yetiştirilmekte ve bu bölgelerin iklim koşullarına, yem kaynaklarına ve yetiştiricilik sistemlerine uyum sağlamışlardır. Yerli sığır ırklarının korunması ve ıslah edilmesi, tarımsal sürdürülebilirlik ve genetik çeşitliliğin korunması, yerli genetik kaynaklarımızın sürdürülebilirliği ve bakım besleme avantajlarından yararlanılması oldukça önemlidir. Ülkemiz kırmızı et ve süt ihtiyacının büyük kısmının karşılandığı büyükbaş hayvancılık alanında, ilerleyen süreçte gıda arzında sıkıntı yaşanmaması için küresel ısınma, iklim değişiklikleri ve hastalıklara dayanıklı ırkların geliştirilmesi ve ıslah edilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından yerli sığırların ıslahı ile ilgili ilk defa 2023 yılında proje hazırlanmıştır. Bu proje ile yerli sığır genetik kaynaklarımızdan Güney Anadolu Kırmızısı'nda (GAK) Diyarbakır ve Batman, Yerli Kara'larda ise Ankara illerinde başlatılmıştır. Proje "Halk Elinde Hayvan Islahı Ülkesel Projesi Uygulama Yönergesi" ne göre yürütülmekte olup paydaşların görevleri belirlenmiştir. Proje paydaşları TAGEM, sığır yetiştiricileri, üniversiteler, damızlık sığır yetiştirici birlikleri, tarım ve orman il müdürlüklerinden oluşmaktadır. Her paydaşın projedeki rolü ve katkısı, projenin genel başarısında kritik bir öneme sahiptir. Projedeki sığırlardan ıslah amaçlı büyüme verilerinden buzağuların doğum ağırlığı, 6. ay ve 1 yaş canlı ağırlıkları, süt verilerinden ise ineklerden bir laktasyon döneminde en az ayda bir olmak üzere 5 kez süt verimleri alınmaktadır. Tüm bu veriler bilgisayar veri tabanında kaydedilmekte ve proje lideri tarafından değerlendirilerek damızlık seçimleri yapılmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’de yeni



---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE &  
RURAL DEVELOPMENT  
July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

başlayan “Halk Elinde Yerli Sığır Islah Projesi”nin tanıtımı yapılmış olup, yerli sığır ırklarının genetik potansiyelini artırarak, Türkiye'nin tarım ve hayvancılık sektörüne önemli katkılar sağlaması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Güney Anadolu Kırmızısı, Islah Projesi, Yerli Kara, Türkiye

**NATIONAL PROJECT OF PUBLIC MANAGED DOMESTIC CATTLE BREEDING  
IMPLEMENTED IN TURKIYE**

**ABSTRACT**

Global warming and climate changes have a significant impact on livestock production, directly affecting the productivity, lifestyles, resilience, and diversity of animals. Historically, Türkiye has had a rich tradition of agriculture and animal husbandry, with native cattle breeds playing a crucial role. These native breeds have been reared for centuries across various regions of Türkiye, adapting to local climatic conditions, feed resources, and breeding systems. The conservation and improvement of these native cattle breeds are vital for agricultural sustainability, the preservation of genetic diversity, the sustainability of our indigenous genetic resources, and the advantages of native feeding practices. In the realm of cattle farming, which meets a substantial portion of our country's red meat and milk needs, it is essential to develop and improve breeds that are resistant to global warming, climate changes, and diseases to prevent future food supply issues. In this context, the General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM) prepared a project for the first time in 2023 focused on the improvement of native cattle breeds. This project was initiated in Diyarbakır and Batman for the South Anatolian Red (GAK) and in Ankara for the Anatolian Black cattle breeds. The project is conducted according to the "National Project Implementation directive for Animal Breeding in Farmer Condition" with defined roles for stakeholders. The project stakeholders include TAGEM, cattle breeders, universities, breeding cattle breeders' associations, provincial directorates of agriculture and forestry. Each stakeholder's role and contribution are critical to the overall success of the project. Data on birth weight, live weight at 6 months, and live weight at 1 year are collected from calves for breeding purposes, while milk yield data is collected from cows at least five times per lactation period. All these data are recorded in a computer database and evaluated by the project leader for breeding selection. This study introduces the newly initiated "Native Cattle Breeding Project in Farmer Condition" in Türkiye, aiming to enhance the genetic potential of native cattle breeds and significantly contribute to Türkiye's agriculture and livestock sector.

**Keywords:** South Anatolian Red, Breeding Project, Anatolian Black, Türkiye

**ANTIDIABETIC ACTIVITY ASSESSMENT OF VITIS VINIFERA BARK IN STZ-  
INDUCED WISTAR RATS**

**Nabeeha SHAHAB**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad.

**Wafa MAJEED**

Department of Pharmacy, University of Agriculture, Faisalabad. Institute of Physiology and  
Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad.

**Muhammad Saad TARIQ\***

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad.

**Email:**Muhammad.saad.tariq7@gmail.com

**AYESHA**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad.

**Usman HAIDER**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad.

**Najeeb ullha KHAN**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad.

**Wania NASIR**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad.

**Muhammad Naeem FAISAL**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad.

**Shamshad ul HASSAN**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad.

**Muhammad Ammad TARIQ**

Faculty of veterinary science, Bahauddin Zakariya University, Multan.

**Abstract**

Vitis vinifera or grape has very high production worldwide. Most of the grape produced is used for wine production. The vinification by-product such as stem is high in polyphenols having anti-inflammatory and antioxidant properties and thus, it can also show anti-diabetic potential. In this study, we divided twenty (20) Wistar rats into four (4) groups. Diabetes was induced using a single intraperitoneal injection of streptozotocin (45mg/kg) in all groups except normal control. The first group (normal control) was given a normal routine diet; the second group (positive control) was given alloxan monohydrate; Group 3 (treatment I) was treated by using polyphenolic extract of V. vinifera at a dose rate of 150 mg/kg; Group 4 (treatment II) was

given polyphenolic extract of *V. vinifera* at a dose rate of 300 mg/kg. Antidiabetic activity of the polyphenolic extract of the grape stem was determined by performing biochemical and histopathological analysis. The statistical analysis of variance (ANOVA) was performed and the significance among different groups was determined by Duncan's multiple range (DMR) test. Results of the study have indicated that polyphenolic extract of *Vitis vinifera* stem bark significantly reversed the alloxan-induced hyperglycemia by improving biochemical and oxidative stress parameters in a dose-dependent pattern.

**Keywords:** Diabetes mellitus (DM), Alloxan monohydrate, *Vitis vinifera*.

## **INFLAMMATION OF BASOPHILS**

**V SELVAKUMAR**

Bharath Institute Of Higher Education And Research

**Dr.R.SARAVANAN**

Bharath Institute Of Higher Education And Research

**Dr.R.SRINIVASAN**

Bharath Institute Of Higher Education And Research

### **Abstract**

Basophils represent less than 1% of peripheral blood leukocytes and have often been considered as minor and possibly redundant circulating mast cells. The recent finding that basophils readily generate large quantities of T helper 2 (Th2) cytokines such as IL-4 provided new insights into the possible role of basophils in allergic disorders and immunity to pathogens. However, in-depth studies on basophils, particularly their functions *in vivo*, have been hampered by the lack of appropriate animal models, such as mutant animals deficient only in basophils. Here, we established a mAb that reacted with mouse basophils and depleted them when administered *in vivo*. The mAb treatment of mice did not show any significant effect on classical allergic reactions such as passive cutaneous anaphylaxis and contact hypersensitivity. In contrast, it completely abolished the development of IgE-mediated chronic allergic dermatitis that is characterized by massive eosinophil infiltration, even though basophils accounted for only approximately 2% of the infiltrates. The treatment during the progression of the dermatitis resulted in drastic reduction in numbers of infiltrating eosinophils and neutrophils, concomitantly with elimination of basophils from the skin lesions. Thus, basophils play a pivotal role in the development of IgE-mediated chronic allergic inflammation, as an initiator rather than as an effector.

**Keywords:** Basophils, immunoglobulin e, inflammation, mast cells, mice, monoclonal antibodies, hypersensitivity, dermatitis, eosinophils, animal model.

**THERAPEUTIC POTENTIAL OF SAREEHN (*albizia lebbeck*) SEEDS EXTRACT  
AGAINST TOXIC EFFECTS OF GRAPHENE NANOSHEETS IN MORI (*cirrhinus  
mrigala*)**

**Shanza KHANUM\* (ORCID:0000-0002-6710-3077)**

University of Education, Division of Science and Technology Department of Zoology,  
Lahore, Zoology.

**Email:**msf2205311@ue.edu.pk

**Muhammad ASAD**

University of Education, Division of Science and Technology Department of Zoology,  
Lahore, Zoology.

**Abstract**

This research investigated the therapeutic potential of Sareehn (*Albizia lebbeck*) seed extract in alleviating graphene nanosheets (GNS) toxicity in *Cirrhinus mrigala* and addressed concerns about GNS effects on aquatic organisms. For experimental purposes, fish were collected and kept in the lab with all standard aquatic parameters maintained. During Phase I of the experiment, mortality rates were observed after oral GNS doses ranging from 0, 250, 500, 750, 1000, 1250, and 1500 mg/L, monitored at 96-hour intervals, resulting in an LC<sub>50</sub> value of 121.37 mg/L. Three fractions of LC<sub>50</sub> were made, including Fraction 1 (121.37 mg/L), Fraction 2 (60.58 mg/L), and Fraction 3 (40.45 mg/L). The medium fraction was used in Phase II of the experiment. The experimental groups included the Control (A) group with no exposure to GNSs and plant extract, Test Group B exposed to 60.58 mg/L of GNSs with no extract, Test Group C with 60.58mg/L of GNSs + 25 mg/L extract, Test Group D with 60.58mg/L of GNSs + 50 mg/kg extract, and Test Group E with 60.58 mg/L of GNSs + 75 mg/kg extract, with each group observed for 96 hours. Fish organ histology was assessed to show GNS impact: the liver histopathological changes included Pyknotic nuclei or karyomegaly, Atrophy, Acute Cellular swelling, melanomacrophage centers (MMC), hepatic vacuolation, sinusoid dilation, Hydropic degeneration, Necrosis, Perivascular degeneration were observed. However, Intestinal histology shows changes such as intestinal damage (Id), Collapsed Epithelial layer (CL), intestinal interior architecture damage (Ad), atrophy (A), bigger intercellular gaps, and Degenerated Goblet cells (DG). D: shows bigger intercellular space (IS) and kidney histology shows tubular necrosis (Tn), Severe Congestion (SC), tubular dilatation, Bowman capsule dilution (DBS), Destroyed Intestinal Integrity, Glomerulopathy (G), Hemocytic Infiltration (HI), hematopoietic tissue degradation, Vasodilatatio (WL), Constricted NT lumen (CL). The therapeutic effect of *Albizia lebbeck* was also noted in mitigating GNS toxicity. High-performance liquid Chromatography (HPLC) analysis identified several bioactive components in *Albizia lebbeck*, including Ferulic acid, Chlorogenic acid, Gallic acid, P-coumaric acid, Quercetin, Caffeic acid, Sinapic acid, Kaempferol, oxalic acid, malic acid, Citric acid, Fumaric acid, Succinic acid, with Methylmalonic acid being the most abundant. The findings suggest that *Albizia lebbeck* seed extract offers protection against GNS toxicity in *Cirrhinus mrigala*, providing a potential solution for mitigating GNS-related environmental concerns.

**Keywords:** *Albizia lebbeck* seeds, Graphene nanosheets toxicity, *Cirrhinus mrigala*, Therapeutic potential

**GC-MS ANALYSIS, HEALTH-PROMOTING INFLUENCE, AND ENZYME  
INHIBITION TRAITS OF PHLOMIS STEWARTII METHANOLIC EXTRACTS  
USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY**

**Dr. Mamoon Ur RASHEED\***

Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad 38040, Pakistan

**Dr. Ali Raza NAQVI**

Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad 38040, Pakistan

**Dr. Haroon RASHID**

Department of Physiology, Islamia University Bahawalpur, Pakistan

**Dr. Maria RASHEED**

Lahore Medical and Dental College, Lahore 54300, Punjab, Pakistan

**Ayesha KHAN**

Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad 38040, Pakistan

**Ayesha MATLOOB**

Department of Psychology, Government College University, Faisalabad 38040, Pakistan

**Abstract**

The mechanical extraction of bioactive constituents from *Phlomis stewartii* was modeled using response surface methodology. A three-level factor Box Behnken design (BBD) was employed to optimize three extraction variables, extraction time (2h, 5h, 8h), solvent concentration (100 mL, 150 mL), and speed (100 rpm, 150 rpm, 200 rpm) for achievement of high extraction total phenolic contents (TPC), and total flavonoid contents (TFC). High-performance liquid chromatography (HPLC) was performed to detect the bioactive constituents of the extracts. The potent extracts were analyzed to study  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities. The optimized conditions are solvent concentration (200 mL), extraction time (8 h), and speed (150 rpm). Under these conditions, the extraction yield is (00), TPC (00), TFC (00), which is well matched with the predicted yield, TPC and TFC. HPLC analysis reveals that p-coumaric, gallic acid, quercetin, salicylic acid, sinapic acid, and vanillic acid are the major constituents of the extracts. Leaves ethanol extracts (LEE) showed the highest  $\alpha$ -amylase inhibitory activity ( $IC_{50} = 46.86 \pm 0.21 \mu\text{g/mL}$ ), and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity ( $IC_{50}$  value of  $45.81 \pm 0.17 \mu\text{g/mL}$ ). Therefore, in conclusion, LEE could be considered to fix the  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase mediated disorders in the human body to develop herbal phytomedicines.

**THE INHIBITION OF SOME PHYTOPATHOGENIC FUNGI BY  
ACTINOBACTERIA ISOLATED FROM ALGERIAN SAHARAN SOILS.**

**Fedwa BEGHDAI\***

Laboratory of Molecular Biology, Genomics and Bioinformatics (LBMGB), Faculty of  
Natural Sciences and

**Email:**f.beghdadi@univ-chlef.dz

**El-Hadj DRICHE**

Life (SNV), Hassiba Benbouali University of Chlef, Hay Salem, 02000 Chlef, Algeria.

**Abstract:**

Fungi are non-motile eukaryotic organisms that do not contain the green pigment chlorophyll, which means that they are parasitic, non-autotrophic organisms. They live parasitizing on the remains of living organisms such as: animals and plants... It must be noted that they are organisms that spread throughout the world. It has a wide range and grows in wet areas. Pathogenic fungi in plants cause severe damage to them, leading to their wilting, damage, and consequently death, by secreting solvents to the plant tissues on which they feed. There are many types of fungi that vary depending on the quality of the soil and the plant, and they are among the most important fungi pathogenic to plants: *Botrytis ceneria*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria*, *Phytophthora infestans* ... this has a negative impact on food security and leads to significant losses. Faced with these problems, the search for new bioactive molecules is more than necessary to fight against these phytopathogens. Among the most promising sources of bioactive substances are microorganisms, especially actinobacteria, which are gram-positive bacteria with a high percentage of G+C. Isolation of pathogenic fungi carried out on PDA medium and purification on the same medium, microscopic observation after staining with methylin blue made it possible to determine the genera of the Pathogenic fungi. study of anti-Pathogenic fungi activity carried out on ISP2 medium using the cross-streak technique indicate a significant important inhibition of some phytopathogenic fungi.

**Keywords:** Actinobacteria; Inhibition; phytopathogenic fungi; bioactive molecules.



**NAVIGATING INTERDEPENDENCIES: THE INTERCONNECTEDNESS OF SDG-3  
WITH OTHER SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS**

**Mudasir RAJAB**

Research Scholar, department of economics, Aligarh muslim university, Aligarh.

**Email:**mudasirrajab07@gmail.com

**Abstract**

The General Assembly of the United Nations approved 17 sustainable development goals for the 2030 Agenda. SDG-3, which focuses on encouraging well-being and healthy living for all age groups, is a key target that is closely linked to the other Sustainable Development Goals. The present study aims to promote health and well-being, which are outcomes of other goals that enable individuals to thrive in many social, economic, and productive domains. SDG 3 serves as a versatile and widespread foundation for sustainable development strategies, especially for countries facing the greatest challenges, and can contribute to the enduring preservation of health and prosperity. SDG 3 is highly sectorized, posing a danger of not achieving the stated objectives. National and international contemplation on human population and health monitoring devices, environmental health, utilization of suitable indicators, and targeted research funding is essential to maintain an equilibrium between societal demands and scientific and medical excellence. To fulfill the agenda goals, accurate and timely quantitative information on health and well-being variables is essential but is scarce or absent in certain places. Hence, there is a need to start a comprehensive global plan for public health studies to gather fresh information, especially regarding growing infectious illnesses impacting the health of humans, particularly among developing nations.

**Keywords:** SDGs, Good health and well-being, systematic approach, trade-offs, one health.

**ENHANCING AGRICULTURAL SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND  
SUSTAINABILITY THROUGH FUZZY LOGIC APPROACHES**

**Manl Elzain Mohamed ABDALLA**

Department of Mathematics, Applied College Mahayil / King Khalid university, Saudi Arabia  
**Email:**mabdalla@kku.edu.sa

**Anns UZAIR**

Department of Mathematics, Thal University Bhakkar.  
**Email:**annsuzair420@gmail.com

**Muhammad KAMRAN**

Department of Mathematics, Thal University Bhakkar.  
**Email:**kamrankfueit@gmail.com

**Abstract**

Effective supply chain management in agriculture is vital for ensuring the timely delivery of products, minimizing costs, and promoting sustainability. This research investigates the application of fuzzy logic, an extension of classical set theory, to address critical challenges in agricultural transportation and supply chain management. The study aims to develop innovative fuzzy logic-based methodologies to optimize the agricultural supply chain, focusing on reducing transportation costs and enhancing sustainability. By analyzing various factors contributing to inefficiencies, this research will propose robust solutions that can adapt to the dynamic nature of agricultural logistics. The integration of fuzzy logic in supply chain management will provide new insights and directions for research, highlighting its potential to improve operational efficiency and economic stability in the agriculture sector. The findings are expected to offer significant benefits to farmers, supply chain operators, and policymakers, ultimately contributing to the economic growth and sustainability of the country.

**Keywords:** Supply Chain Management, Agricultural Logistics, Fuzzy Logic, Sustainability, Economic Growth, Cost Optimization

**ALLELOCHEMICAL EFFECT ON AVERRHOA CARAMBOLA L. IN  
ANATOMICAL ARCHITECTURE ON WHEAT GROWTH**

**Syeda Sabika Zahra NAQVI**

Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,  
Pakistan

**Email:**sabikanaqvi05@gmail.com

**Syed Mohsan Raza SHAH**

Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,  
Pakistan

**Zaheer ABBAS**

Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,  
Pakistan

**Laiba HAMEED**

Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,  
Pakistan

**Amjad HUSSAIN**

Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,  
Pakistan

**Muhammad.FAROOQ**

Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,  
Pakistan

**Muhammad Imran RAFIQUE**

Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,  
Pakistan

**Abstract**

Allelopathy is recognised as a potential technology to control weeds, and could also be a suitable approach for enhancement of crop yield. The study was conducted to investigate the allelopathic role of *Averrhoa carambola* leaf extract on growth, anatomical and physiological features of three wheat lines, namely 3094, 7076 and A2011. Three dilutions i.e. 0% (control), 15% and 30% of the leaf aqueous extract were applied at 15 day intervals (total five applications) on wheat lines until maturity. All wheat lines showed differential behaviour to allelochemicals of *A. carambola* leaf extract. Increased root area was accompanied by a high proportion of storage parenchyma tissues and enlarged vascular bundles in line. Disintegration of root cortical parenchyma and complete transformation of chlorenchyma into sclerenchyma in stem was recorded in all wheat lines, particularly at the highest concentration of leaf extract. Line 7076 showed very different behaviour, as it possessed a proportionally enlarged root cortex, enlarged stem vascular bundles and increased leaf

thickness, primarily at the highest concentration of leaf extract. Line A2011 was relatively more sensitive, indicating a significant reduction ( $P < 0.05$ ) in root and stem area and deformed leaves. A low concentration (15%) of leaf extract promoted growth and development, whereas a higher concentration caused significant reduction in growth and anatomical attributes. A lower dose of *Averrhoa* leaf extract promoted growth and development in all wheat lines, and hence can be used as a growth promoter. A higher concentration is important for eradicating unwanted plants.

**Keywords:** allelochemicals, anatomical architecture, chlorenchyma, growth promotion, leaf thickness, parenchyma, sclerenchyma.

**NEW DIRECTIONS IN AGRICULTURAL TRANSPORTATION: LEVERAGING  
FUZZY LOGIC FOR COST EFFICIENCY AND SUSTAINABLE PRACTICES**

**Manl Elzain Mohamed ABDALLA**

Department of Mathematics, Applied College Mahayil / King Khalid university, Saudi Arabia  
**Email:** mabdalla@kku.edu.sa

**Muhammad KAMRAN**

Department of Mathematics, Thal University Bhakkar.  
**Email:** kamran.tu.edu@gmail.com

**Abstract**

Agricultural transportation plays a critical role in the efficiency and sustainability of the agriculture industry. However, the sector faces numerous challenges that can significantly impact the cost and reliability of transportation. This paper explores innovative approaches to address these challenges through the application of fuzzy logic, an extension of classical set theory. By leveraging the principles of fuzzy logic, this research aims to develop new methodologies for optimizing agricultural transportation. The primary focus will be on minimizing transportation costs while enhancing sustainability within the field. The study will identify key factors contributing to inefficiencies in agricultural transport and propose fuzzy logic-based solutions to mitigate these issues. Through comprehensive analysis and modeling, the research will offer new directions for future studies and practical applications in agricultural logistics. The findings are expected to contribute to a more sustainable and cost-effective transportation system, ultimately benefiting farmers, distributors, and consumers alike.

**Keywords:** Agricultural Transportation, Fuzzy Logic, Sustainability, Cost Optimization, Logistics

**PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANOTUBES FROM  
BIOCHAR UNDER MICROWAVE IRRADIATION**

**Faisal NAZIR**

Department Of Physics, Faculty Of Sciences, The University Of Agriculture, Faisalabad,  
Pakistan

**ABSTRACT**

Carbon nanotubes (CNTs) are widely used in a variety of fields to produce a diversity of products, including hydrogen storage systems, and field emitters. In the proposed study, CNTs synthesized via biochar under the microwave irradiation method. In this method, the combination of charcoal and ferrocene are used to synthesize CNTs from the biochar approach. Biochar samples for CNTs synthesis are made from pyrolyzed agro-industrial waste such as rapeseed cake, hazelnut hulls, wheat straw, and oat hulls at different temperatures. The biochar was produced from agro-industrial biomass. During experiments, 100g of biomass was placed in a microwave reactor. The samples were pyrolyzed at 400 °C to 600°C. SEM analysis was used to confirm the morphology of CNTs. SEM micrographs revealed the perfect structure of multiwall carbon nanotubes, while interlayers spacing was changed due to variation of catalysts and measured about 0.34nm. Further, the optical properties were examined by UV-visible spectroscopy. In the UV, one band is clear at 240 nm region due to resonance of nanotubes  $\pi(\pi)$  electrons of carbon nanotubes. XRD was used to analyze the glassy structure of prepared CNTs under microwave revealed that the creation and growth of CNTs were mostly influenced by microwave irradiation and the ferrocene catalyst. The structure of CNTs was developed under microwave heating and in the presence of ferrocene catalyst. To research how nitrogen impurities adhere to CNTs, FTIR experiments were conducted in the 400–4000  $\text{cm}^{-1}$  range. The sample's FTIR spectra exhibit prominent peaks that correspond to C-H and C=C, respectively.

**IMMUNOTHERAPY**

**G.PREMANAND**

Faculty of pharmacy

Bharath Institute of Higher Education And Resarch,Chennai,India

**Email:**gpremanand231@gmail.com

**Dr.R.SARAVANAN**

Faculty of pharmacy

Bharath Institute of Higher Education And Resarch,Chennai,India

**Dr.R.SRINIVASAN**

Faculty of pharmacy

Bharath Institute of Higher Education And Resarch,Chennai,India

**Abstract:**

Utilising the immune system's ability to combat cancer cells, immunotherapy is one method of cancer treatment. Immunotherapy teaches the immune system to identify and eliminate cancer cells, in contrast to conventional cancer treatments like chemotherapy and radiation therapy, which directly target cancer cells. Immunotherapy comes in a variety of forms, each of which focuses on a particular aspect of the immune system. The most popular forms of immunotherapy are cancer vaccines, CAR T-cell treatment, and checkpoint inhibitors. In order to target cancer cells, immune cells from a patient's body are modified in a lab as part of CAR T-cell therapy. The altered cells are then reintroduced into the body of the patient, where they can fight cancer cells. The immune system is prompted by cancer vaccines to identify and target cancer cells. Cancer cells or cancer cell components are used in the creation of some cancer vaccines, whereas materials that resemble cancer cells are used in others. To combat cancer cells, the immune system is prompted to do so by immunotherapy. Depending on the type of treatment being employed, immunotherapy targets various immune system components to accomplish this. Utilising the immune system's ability to combat cancer cells, immunotherapy is a promising new method of cancer treatment. Immunotherapy may provide a number of advantages, but there are also some concerns.

**Keywords:** Immunotherapy, Cancer cells, Immune system

**EVALUATION OF THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY AND  
CHARACTERIZATION OF THE BIOACTIVE SECONDARY METABOLITES  
PRODUCED BY *Bacillus siamensis* SB5T2 AGAINST *Escherichia coli* AND  
*Staphylococcus aureus***

**Thanh-Dung NGUYEN\* (ORCID:0009-0003-2417-0012)**

Can Tho University, Can Tho, Vietnam

Nguyen Trung Truc high school, Kien Giang province, Vietnam

**Email:**nguyenthanhdung.kg@gmail.com

**Minh-Thu Nguyen Ngoc**

Nguyen Trung Truc high school, Kien Giang province, Vietnam

**Abstract**

Endophytic bacteria, linked or associated with medicinal plants, employ unique strategies that enhance the growth and survival of host plants, often through the mediation of distinctive secondary metabolites. These bacteria and their secondary metabolites constitute crucial subjects for fundamental and applied research focused on sustainable agriculture. In this study, an endogenous bacterial strain originating from medicinal plant (*Adenosma bracteosum* Bonati) stored at the Institute of Biotechnology and Food, Can Tho University was assessed for its in vitro antibacterial activities against common pathogenic bacteria including *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The SB5T2 strain exhibited the highest resistance to two pathogenic bacterial strains and demonstrated simultaneous production of siderophores and four types of lytic enzymes (such as protease, cellulase, amylase, chitinase) which are potentially important mediators of antagonistic activity against pathogens. Based on 16S rDNA sequences, the SB5T2 strain showed the closest genetic relationship to *Bacillus siamensis* CPU-B1 (Named *Bacillus siamensis* SB5T2). Gas-chromatography/mass-spectrometry (GC-MS) analysis of cell-free extracts of SB5T2 strain showed that at least 8 compounds were produced including putative compounds known to have antimicrobial activity. Our discoveries offer fresh insights into the antibacterial capabilities of natural endophytes. These findings suggest that this particular species could be a promising candidate as an antibacterial agent, potentially providing resistance against other pathogens.

**Keywords:** Antibacterial activities, *Bacillus siamensis*, endophytic bacteria, GC-MS.



**ANTECEDENTS OF CONSUMERS' GREEN PRODUCT PURCHASE INTENTION:  
AN INSIGHT FROM ETHIOPIA**

**Ph.D. scholar, YEBCHA FENTA**

department of a University School of Applied Management, Punjabi University, Patiala,  
Punjab, India.

**Email:**yeb8361@gmail.com

**Professor, MANJIT SINGH**

university school of applied management, Punjabi University, Patiala, Punjab, India.

**Email:**smanjitt@pbi.ac.in

**Assistant professor, R.K. GAUTAM**

University School of Applied Management, Punjabi University, Patiala, Punjab, India.

**Email:**raj5310@gmail.com

**Abstract**

Over the past decade, consumer consumption has significantly increased worldwide, leading to detrimental environmental consequences such as global warming and pollution. In response to these challenges, academicians and managers actively seek strategies to encourage green purchasing behaviour. In developing countries, consumers' pro-pro-environmental behaviour has not been investigated practically and theoretically well. This research paper aims to identify the factors influencing consumers' green product purchase intention and behaviour in the Amhara region of Ethiopia. Although there are studies in the literature, the majority is done in developed countries, and to the researcher's knowledge there is little to no research done in Ethiopia's context. Furthermore, studies show that consumers do not understand the link between their purchase choices and their environmental consequences, which stresses the gap between attitude, intention, and behaviour. Accordingly, this research draws upon the theory of planned behavior (TPB) and incorporates additional variables to tackle the gaps in the literature. This research aims to identify the major factors affecting the consumer's green product purchase intention and behaviour and bring new insights based on developing a comprehensive framework. Using PLS-SEM data analysis techniques with the data collected from 358 young respondents, the study results indicate that attitude, subjective norm, and perceived behavioural control exhibit positive and direct significant relationships with green purchase intention among consumers in the Amhara Region. In particular, the subjective norm is proven as the strongest antecedent in determining green product purchase intention, highlighting its relevance in promoting green consumption. These findings align with the theoretical predictions of the TPB and underscore the importance of psychological and social factors in driving consumers' intentions to adopt environmentally sustainable behaviours. However, the analysis reveals that willingness to purchase does not demonstrate a significant relationship with green purchase intention in this particular context. This unexpected result suggests that factors beyond mere willingness, such as access, affordability, or perceived value, may significantly influence consumers' purchasing behaviour towards green products. The findings from this study will provide valuable insights into the factors influencing consumer green purchasing behaviour in the Amhara region, Ethiopia. Additionally, it will help policymakers and managers develop

targeted interventions to increase consumer awareness about environmental issues and promote sustainable consumption practices. The results of this study will also contribute to the growing body of knowledge on green consumer behaviour in developing countries, thus filling a gap in the current literature. The main goal is to provide valuable insights for policymakers and managers in formulating effective strategies to encourage green purchasing and promote sustainable consumption practices.

**ESTIMATION OF DAILY AND GLOBAL EXTRATERRESTRIAL SOLAR  
RADIATION AT MAKURDI BENUE STATE .**

**Ode Jonathan ACHA\***

Department of Physics

J.S Tarka University Makurdi, Benue State.(formerly Federal University of Agriculture  
Makurdi) Nigeria

**Email:**odejonathan929@gmail.com

**Dr. Donald Dehiin HILE**

B.Sc. (BSU), M.S.C. (UNN), P.H.D. (UFS, South Africa)

Department of Physics

Federal University of Agriculture Makurdi, Benue State. Nigeria.

**Email:** hile.donald@uam.edu.ng

**Agada Felix OJOCHEGBE**

Department of Chemistry

J.S Tarka University Makurdi, Benue State. Nigeria

**Email:** agadafelixojochegbe@gmail.com

**ABSTRACT**

In this study, estimation of daily and extraterrestrial solar radiation was carried out so as to assess the feasibility of solar energy utilization in Makurdi Benue state. Accumulated data of Extraterrestrial solar radiation, Global solar radiation, Clearness index, Diffuse radiation, Diffuse ratio and Diffuse coefficient were obtain from the NIMET station Makurdi Benue state. The data obtained covered the period of eight years (2007-2014). The Extraterrestrial solar radiation, Global solar radiation, Clearness index, Diffuse radiation, Diffuse ratio and Diffuse coefficient were compared, the daily, monthly and annual variation were also evaluated .The results revealed that the Extraterrestrial solar radiation, Global solar radiation, Clearness index, Diffuse radiation, Diffuse ratio and Diffuse coefficient varies over the period of the year, the month of April and August have the highest radiation while the month of May and September has the least values . The implication of these results on the effective utilization of solar radiation are discussed, the results in the study serve as very useful information for Engineers and other renewable energy technologists in the process of designing and estimation of performance of solar application system.

**ELABORATION OF NEW MATERIALS AND THEIR APPLICATIONS ON OLIVE  
MILL WASTE WATER TREATMENT**

**Rabia BENADDI\***

Laboratory of Water, Biodiversity and Climate Change, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi  
Ayyad University, Marrakech, Morocco.

**Email:**r.benaddirabia1982@gmail.com

**Ahmed OSMANE**

Laboratory of Organic Chemistry and Physical Chemistry (Molecular Modeling and  
Environment), Faculty of Sciences, University Ibn Zohr, B.P. 8106 Cité Dakhla, Agadir,  
Morocco

**Khadija ZIDAN**

Laboratory of Water, Biodiversity and Climate Change, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi  
Ayyad University, Marrakech, Morocco.

**Naaila OUAZZANI**

Laboratory of Water, Biodiversity and Climate Change, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi  
Ayyad University, Marrakech, Morocco.

**Abstract:**

Olive oil is an iconic product of the Mediterranean basin, playing a fundamental role on the socio-economic and environmental levels in the majority of countries in this area of the world, but this olive industry generates, in addition to oil as its main product, large quantities of liquid by-products called olive mill waste water (OMWW). OMWW pose serious problems for the environment, their harmful effects are largely derived from their polyphenol content, which is very difficult to biodegrade. They also inhibit the growth of microorganisms, especially bacteria. Therefore, the development and application of treatments to reduce the impact of polyphenols of OMWW is necessary for the protection of the environment and public health. In recent years, the study of new materials for the adsorption of polyphenols has gained momentum. The search for substitutes has focused on the use of new adsorbents based on natural materials for a sustainable environment. The objective of this study is "Synthesis and characterization of materials from Moroccan rock phosphate and their applications in the adsorption of phenolic compounds of OMWW". Indeed, we have synthesized an adsorbent from sodium alginate (SA) and hydroxyapatite (HA). The results found showed that SA/HA can be used as an effective adsorbent material in a dynamic system to remove phenolic compounds from OMWW, can retain phenolic compounds by 60% and chemical oxygen demand (COD) by 64%. For the second adsorption-desorption cycle, the adsorbent has slightly lost its adsorption capacity, the percentage of organic matter removal has been decreased, in fact, the COD value decreases from 64% to 45% and the value of the removal of phenolic compounds decreases from 60% to 50%, this due to the partial saturation of the adsorption sites. The results of the adsorption of phenolic compounds on the adsorbent were also verified by high-performance liquid chromatography (HPLC), scanning electron microscopy (SEM) and infrared technique.

**Keywords :** Adsorption; Desorption; Hydroxyapatite; Alginate; Phenolics compounds.

**ENHANCING PRODUCT PACKAGING AND BRAND MANAGEMENT FOR  
HERBAL AND AGRICULTURAL PRODUCTS IN NIGERIA: STRATEGIES FOR  
SUSTAINABLE GROWTH**

**Ajayi, Olayemi T.**

Department of Art and Design, The Federal Polytechnic Ilaro, Ogun State, Nigeria  
**Email:**olayemi.ajayi@federalpolyilaro.edu.ng

**Oginni, Yemi A. PhD**

Department of Mass Communication and Media Studies,  
Lead City University, Ibadan, Oyo State, Nigeria

**Abstract**

The global shift towards natural and organic products has created a unique opportunity for Nigeria's herbal and agricultural sectors. This study investigates strategies to enhance product packaging and brand management, emphasizing sustainability, cultural relevance, and technological integration. The aim is to provide a framework that can boost the marketability of these products both locally and internationally. Nigeria's rich biodiversity and agricultural potential offer immense opportunities for the herbal and agricultural sectors. However, inadequate packaging and weak brand management have hindered the full exploitation of this potential. Despite the increasing demand for natural products, Nigerian herbal and agricultural products struggle to compete in the global market due to poor packaging and branding. This study seeks to address these challenges by exploring sustainable and culturally relevant strategies to enhance product packaging and brand management. The study is grounded in sustainable development theory, which emphasizes the need for environmentally friendly practices in product packaging. Additionally, it incorporates branding theory, focusing on the creation of strong, culturally resonant brand identities that can appeal to diverse markets. A qualitative approach was adopted, involving case studies of successful global brands, surveys, and focus group discussions with Nigerian consumers and industry stakeholders. Expert interviews were also conducted to gather insights into current challenges and opportunities. Findings indicate that sustainable packaging not only enhances the environmental appeal of products but also increases consumer trust and loyalty. Culturally relevant branding strategies that highlight Nigeria's biodiversity and heritage resonate well with both local and international consumers. Furthermore, the integration of technology, such as digital marketing and QR codes, significantly improves brand management and product traceability. The study concludes that adopting sustainable packaging, culturally relevant branding, and modern technology can significantly enhance the marketability of Nigerian herbal and agricultural products. It recommends that stakeholders invest in eco-friendly packaging materials, develop branding strategies that reflect Nigeria's cultural heritage, and leverage digital tools to reach a broader audience.

**Keywords:** Brand Management, Consumer Behavior, Cultural Relevance, Product Packaging, Sustainable Development, Technological Integration

**THERAPEUTIC POTENTIAL OF SAREEHN (*albizia lebbeck*) SEEDS EXTRACT  
AGAINST TOXIC EFFECTS OF GRAPHENE NANOSHEETS IN MORI (*cirrhinus  
mrigala*)**

**Shanza KHANUM\*(ORCID:0000-0002-6710-3077)**

University of Education, Division of Science and Technology Department of Zoology,  
Lahore, Zoology.

**Email:**msf2205311@ue.edu.pk

**Muhammad ASAD**

University of Education, Division of Science and Technology Department of Zoology,  
Lahore, Zoology.

**Abstract**

This research investigated the therapeutic potential of Sareehn (*Albizia lebbeck*) seed extract in alleviating graphene nanosheets (GNS) toxicity in *Cirrhinus mrigala* and addressed concerns about GNS effects on aquatic organisms. For experimental purposes, fish were collected and kept in the lab with all standard aquatic parameters maintained. During Phase I of the experiment, mortality rates were observed after oral GNS doses ranging from 0, 250, 500, 750, 1000, 1250, and 1500 mg/L, monitored at 96-hour intervals, resulting in an LC<sub>50</sub> value of 121.37 mg/L. Three fractions of LC<sub>50</sub> were made, including Fraction 1 (121.37 mg/L), Fraction 2 (60.58 mg/L), and Fraction 3 (40.45 mg/L). The medium fraction was used in Phase II of the experiment. The experimental groups included the Control (A) group with no exposure to GNSs and plant extract, Test Group B exposed to 60.58 mg/L of GNSs with no extract, Test Group C with 60.58mg/L of GNSs + 25 mg/L extract, Test Group D with 60.58mg/L of GNSs + 50 mg/kg extract, and Test Group E with 60.58 mg/L of GNSs + 75 mg/kg extract, with each group observed for 96 hours. Fish organ histology was assessed to show GNS impact: the liver histopathological changes included Pyknotic nuclei or karyomegaly, Atrophy, Acute Cellular swelling, melanomacrophage centers (MMC), hepatic vacuolation, sinusoid dilation, Hydropic degeneration, Necrosis, Perivascular degeneration were observed. However, Intestinal histology shows changes such as intestinal damage (Id), Collapsed Epithelial layer (CL), intestinal interior architecture damage (Ad), atrophy (A), bigger intercellular gaps, and Degenerated Goblet cells (DG). D: shows bigger intercellular space (IS) and kidney histology shows tubular necrosis (Tn), Severe Congestion (SC), tubular dilatation, Bowman capsule dilution (DBS), Destroyed Intestinal Integrity, Glomerulopathy (G), Hemocytic Infiltration (HI), hematopoietic tissue degradation, Vasodilatatio (WL), Constricted NT lumen (CL). The therapeutic effect of *Albizia lebbeck* was also noted in mitigating GNS toxicity. High-performance liquid Chromatography (HPLC) analysis identified several bioactive components in *Albizia lebbeck*, including Ferulic acid, Chlorogenic acid, Gallic acid, P-coumaric acid, Quercetin, Caffeic acid, Sinapic acid, Kaempferol, oxalic acid, malic acid, Citric acid, Fumaric acid, Succinic acid, with Methylmalonic acid being the most abundant. The findings suggest that *Albizia lebbeck* seed extract offers protection against GNS toxicity in *Cirrhinus mrigala*, providing a potential solution for mitigating GNS-related environmental concerns.

**Keywords:** *Albizia lebbeck* seeds, Graphene nanosheets toxicity, *Cirrhinus mrigala*, Therapeutic potential

**ECO-FRIENDLY CUAAC: BIOMASS-WASTE IMMOBILIZED COPPER  
CATALYST FOR EFFICIENT 1,4-DISUBSTITUTED-1,2,3-TRIAZOLE SYNTHESIS**

**Noura AFLAK\***

Departement de chimie, Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr, 80000 Agadir, Morocco.  
Laboratoire de Chimie Analytique et Moléculaire/LCAM, Faculté Polydisciplinaire de Safi,  
Université Cadi Ayyad, Safi 46030, Morocco.

**Email:**noura.aflak@gmail.com

**Fatima-Ezzahraa ESSEBBAR<sup>2</sup>,**

Laboratoire de Chimie Analytique et Moléculaire/LCAM, Faculté Polydisciplinaire de Safi,  
Université Cadi Ayyad, Safi 46030, Morocco.

**Salah Eddine SBIAA**

Laboratoire de Chimie Analytique et Moléculaire/LCAM, Faculté Polydisciplinaire de Safi,  
Université Cadi Ayyad, Safi 46030, Morocco.

**Lahoucine BAHISIS**

Laboratoire de Chimie Analytique et Moléculaire/LCAM, Faculté Polydisciplinaire de Safi,  
Université Cadi Ayyad, Safi 46030, Morocco.

**Hicham Ben El AYOUCHIA**

Laboratoire de Chimie Analytique et Moléculaire/LCAM, Faculté Polydisciplinaire de Safi,  
Université Cadi Ayyad, Safi 46030, Morocco.

**Hafid ANANE**

Laboratoire de Chimie Analytique et Moléculaire/LCAM, Faculté Polydisciplinaire de Safi,  
Université Cadi Ayyad, Safi 46030, Morocco.

**Salah-Eddine STIRIBA**

Instituto de Ciencia Molecular /ICMol, Universidad de Valencia, C/. Catedrático José Beltrán  
2, 46980 Valencia, Spain

**Abstract**

The 1,2,3-triazoles represent an important class of heterocyclic compounds and they find extensive applications in pharmaceutical, biological chemistry, and drug delivery research. The copper(I) catalyzed [3+2] cycloaddition (CuAAC) reaction between a terminal alkyne and organic azide, commonly known as the “click reaction”, provides easy access to the regioselective synthesis of 1,4-disubstituted-1,2,3-triazole compounds. However, the major limitation of the CuAAC protocol is their performance under homogenous fashion, thus leading to separation problems of catalyst/product(s), together with the requirement of adding reducing agents and stabilizing ligands to the copper(I) catalyst. Therefore, the development of stable, cheaper, and sustainable heterogeneous copper catalysts with improved catalytic activity in absence of any oxidizing/reducing agents is highly desirable.

For this reason, we report on an efficient greener catalytic system based on using copper(II) immobilized on a waste solid biomass for CuAAC reaction. This solid biomass waste was used in this case as both a support and a reducing agent for copper(II). This heterogeneous catalyst is highly active in the regioselective synthesis of 1,4-disubstituted-1,2,3-triazoles by clicking a variety of azides and alkynes with good to excellent yields (78-89%) at room temperature and in water as green solvent. Moreover, this heterogeneous catalyst was easily recovered and reused without significant decrease in its activity or selectivity.

**Keywords:** Click chemistry, Azides, Alkynes, Copper (I), solid, Triazole, Recycling, Water.



**PYHTOCHEMICAL SCREENING AND MINERAL COMPOSITION OF AQUEOUS  
LEAVES EXTRACT OF LEPIDIUM SATIVUM LINN.**

**Ahmed ATTAHIRU\***

Department of Pure and Industrial Chemistry, Faculty of Physical Science, Kebbi State  
University of Science and Technology, Aliero, Nigeria  
**Email:**ahmadattahiru02@gmail.com

**Yusuf. Haruna**

Department of Pure and Industrial Chemistry, Faculty of Physical Science, Kebbi State  
University of Science and Technology, Aliero, Nigeria

**Abubakar Umar BIRNIN-YAURI**

Department of Pure and Industrial Chemistry, Faculty of Physical Science, Kebbi State  
University of Science and Technology, Aliero, Nigeria

**Ibrahim Sani SHABANDA**

Department of Pure and Industrial Chemistry, Faculty of Physical Science, Kebbi State  
University of Science and Technology, Aliero, Nigeria

**Abstract**

*Lepidium sativum* Linn., commonly known as garden cress, is a member of the Brassicaceae family. It is indigenous to south west Asia and was referred to over many centuries ago in Western Europe. The plant needs minimal agricultural resources, grows well in semi-arid regions and does not require much fertilizer. Garden cress is a cool season annual and is an erect herbaceous plant which grows up to 50 cm rapidly and its seeds can be harvested within 70–90 days to give 800–1000 kg/ha. The seeds, leaves and roots of garden cress have economic value but its crop is mainly cultivated for its seeds. This research work is aimed at screening of phytochemicals and mineral composition of *Lepidium sativum* leaves. The sample was collected in Sokoto Central Market, Sokoto State. Cold maceration method was used for extraction using aqueous solvent. The standard methods of Association of Official and Analytical Chemist (AOAC) were used for analysis. The results of phytochemical screening showed the presence of Alkaloids, Saponins, Tannins, Steroids, Flavonoids, Terpenoids and Anthraquinones. The Results of mineral composition showed the content of Sodium (1766.67±57.73 mg/kg), Potassium (17800±200 mg/kg), Calcium (0.87±0.02 mg/kg), Magnesium (1.87±0.05 mg/kg) and Phosphorus (2.56±0.04 mg/kg). The results of mineral composition showed high content of Sodium and Potassium, and low content of Calcium, Magnesium and Phosphorus. Sodium is an essential nutrient and is required by the body in relatively slight amounts to maintain a balance of body fluids and retain muscles and nerves running smoothly. Potassium is a mineral that is needed for all of the body's functions. It helps the nerves, muscles heart to function healthy, and also helps move nutrients and waste around our body's cells.

**Keywords:** *Lepidium sativum*, Leaves, Aqueous, Minerals, Phytochemical

**COMPARATIVE PHYSICO-CHEMICAL ANALYSIS OF AVOCADO SEEDS OIL**

**Ahmed ATTAHIRU\***

Department of Pure and Industrial Chemistry  
Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Nigeria  
**Email:**ahmadattahiru02@gmail.com

**Yusuf HARUNA**

Department of Pure and Industrial Chemistry  
Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Nigeria

**Abubakar Umar BIRNIN-YAURI**

Department of Pure and Industrial Chemistry  
Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Nigeria

**Hannatu Abubakar SANI**

Department of Pure and Industrial Chemistry  
Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Nigeria

**Abstract**

Avocado oil is among the few edible oils not only derived from seeds; it is pressed from the fleshy pulp surrounding the avocado pit. Raw avocado oil from the 'Hass' cultivar has a distinctive flavor, is high in monounsaturated fatty acids, and has a high smoke point ( $\geq 250$  °C or 482 °F), making it a suitable oil for frying. 'Hass' cold-pressed avocado oil is an excellent emerald green when extracted; the color is recognized to high levels of chlorophylls and carotenoids; it has been described as having an avocado flavor, with grassy and butter/mushroom-like flavors. This research work aimed at comparing the physicochemical analysis of avocado seed oil extract between Hexane extract and Chloroform extract. The avocado pears were bought from Jos central market, Plateau State. The seeds oil was extracted using method described by (Sapkale, et al., 2010). The Association of Analytical Chemists' (AOAC, 1990) methods was used in the determination of acid value, saponification value, peroxide value, free fatty acid, iodine value and Ph. The results for the physico-chemical properties of the oil in Hexane extract include:  $1.03 \pm 0.16$  mg KOH/g (acid value),  $1.40 \pm 0.56$  mg KOH/g (saponification value),  $9.49 \pm 2.58$  mg/kg (peroxide value),  $0.85 \pm 0.14$  % (free fatty acid),  $0.32 \pm 0.07$  (iodine value) and 6.4 (pH). The results for the physico-chemical properties of the oil in Chloroform extract include:  $1.03 \pm 0.16$  mg KOH/g (acid value),  $0.65 \pm 0.15$  mg KOH/g (saponification value),  $9.50 \pm 2.58$  mg/kg (peroxide value),  $0.94 \pm 0.16$  % (free fatty acid),  $0.36 \pm 0.28$  (iodine value) and 6.5 (pH). The results for the physico-chemical properties of the oil in Chloroform is slightly higher compared to Hexane extract. The Physico-chemical properties of this oil compares favorably with those gotten from other conventional seed oils, hence it has excessive potential for domestic and industrial purposes.

**Keywords:** Avocado oil, Physicochemical, Chloroform, Hexane, Acid value.

**INTEGRATED PLAY-BASED LEARNING IN LEBANESE PRE-PRIMARY  
EDUCATION: ENHANCING ACADEMIC COMPETENCES AND  
SOCIOEMOTIONAL DEVELOPMENT**

**Aya JABER**

Saint Joseph University Of Beirut Faculty of Educational Sciences  
PhD Dissertation Proposal

**Abstract:**

This study aims to advance the understanding of implementing an integrated play-based learning approach in the Lebanese pre-primary education to enhance learners' readiness for their academic future. Play-based learning has been widely recognized in the milieu of education, yet a gap in the literature remains regarding implementing an integrated play-based learning approach to enhance both academic competences and socioemotional development. The literature shows abundant research regarding the benefits and advantages of both free play and guided play. However, there is a gap in research regarding exploring how an integrated play-based learning approach can enhance pre-primary learners' academic competences and socioemotional development. By filling this gap, the study aims to provide valuable insights for educators, principals, school teams, and policymakers, informing evidence-based practices and policies. The research questions that emerged from the gaps in the literature regarding the implementation and outcomes of integrated play-based learning are the following: How can Lebanese pre-primary educators implement an integrated play-based learning approach to enhance learners' academic competences? How can Lebanese pre-primary educators implement an integrated play-based learning approach to enhance learners' socioemotional development? Regarding the study's methodology, the study adopts a qualitative case study design with mixed-method elements. Purposeful sampling will be used to select two pre-primary schools in Lebanon, focusing on educators and learners in the private sector. Data collection tools and methods include semi-structured interviews, classroom observations, field notes, document analysis, surveys, and pre and post-assessments. Thematic analysis will be employed to analyze qualitative data, while descriptive statistics and comparative analysis will be used for quantitative data.

**Keywords:** Integrated play-based learning, academic competences, socioemotional development, pre-primary education

**INHIBITIVE EFFECTS OF COUCH GRASS (*elymus repens*) ON THE CORROSION  
ACTIVITIES OF MILD STEEL**

**Sule Elijah ZION**

Joseph Sawuan Tarkaa University Makurdi, Benue State Nigeria.

**Hilejime Amos CHIANEN**

Joseph Sawuan Tarkaa University Makurdi, Benue State Nigeria.

**Abstract:**

Corrosion is the deterioration of metal by chemical attack or reaction with its environment. It is a constant and continuous problem, often difficult to eliminate completely. Prevention would be more practical and achievable than complete elimination. Corrosion control of metals is of technical, economical, environmental, and aesthetical importance. The use of organic inhibitors is one of the best options of protecting metals and alloys against corrosion. The Couch Grass (*Elymus Repens*) was obtained in their fresh forms and subjected to drying under aerated or ventilated cover. This was done to make sure that the natural constituent of the Grass were not denatured. And the extract was obtained using the cold water method. The extract in 1M HCL solution was examined for its ability to suppress corrosion of mild steel using the weight loss and potentiodynamic method. The Weight loss test was conducted at different concentrations of 0(g/l), 0.4(g/l), 0.8(g/l), 1.2(g/l), 1.6(g/l), and 2.0(g/l). at 24hrs interval progressively for 168hrs(7 days), the value of the initial and final weight of the coupons (mild steel) was recorded at every 24hrs interval. The weight loss test, it was observed that there is a steady increase in the weight loss of the metal with increase in the inhibitor concentration of the extract at increasing time intervals. Corrosion inhibition efficiency of 60.00 % was achieved at 1.6 g/L in 1.0M HCL of Couch Grass (*Elymus Repens*) extract. This Analysis shows that the Corrosion rate of the mild steel reduces as the efficiency of the extract increases. Analysing the potentiodynamic polarization curves indicates that the corrosion potential shift toward positive direction and leftward displacement in the anodic and cathodic branch of the curves upon the addition of Couch grass, this shows that the couch grass act a corrosion resistant and the presence of corrosion resistant causes decrease in the corrosion rate of the mild steel. This shows that the couch grass act as corrosion resistant and the presence of corrosion resistant causes decrease in the corrosion rate of a mild steel. The extract exhibited good inhibitive properties against the corrosion of mild steel.

**Keyword:**Couch Grass (*Elymus Repens*), inhibitor, Mild steel, Corrosion.

**“HATAY” KLONAL ELMA ANAÇ ADAYININ (*malus sylvestris* l. mill. subsp.  
*orientalis*) İN VİTRO ŞARTLARDA TUZ STRESİNE TOLERANSININ  
BELİRLENMESİ**

**Yüksek Lisans Öğrencisi Mohammad Salim MERGEN (ORCID:0000-0002-7091-8082)**  
Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü  
**Email:**mohammadsalimmergen@gmail.com

**Prof. Dr. Lütfi PIRLAK (ORCID:0000-0003-3630-3591)**  
Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü  
**Email:**pirlak@selcuk.edu.tr

**ÖZET**

Bu çalışmada, “Hatay” klonal elma anaç adayının in vitro şartlarda tuz stresine toleransı araştırılmıştır. Araştırmada farklı tuz konsantrasyonları ( $\frac{1}{4}$  seyreltik MS,  $\frac{1}{2}$  seyreltik MS, MS (kontrol), MS +1gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +2gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +4gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +6gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +8gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +10gL<sup>-1</sup> NaCl) kullanılmıştır. Tuz stresi sonucunda bitki boyu, yaprak alanı, stoma iletkenliği, bitki yaş ve kuru ağırlık, köklenme oranı, kök sayısı, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, en iyi bitki boyu MS (kontrol) ortamında elde edilirken, en düşük bitki boyu 1/4 MS ortamında gözlemlenmiştir. Bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı bakımından en yüksek değerler MS +1gL<sup>-1</sup> NaCl ortamında bulunurken, en düşük değerler 1/4 MS ortamında tespit edilmiştir. Yaprak alanı açısından en yüksek sonuç MS (kontrol) ortamında elde edilirken, en düşük sonuç MS +1gL<sup>-1</sup> NaCl ortamında görülmüştür. Stoma iletkenliği en yüksek olan ortam 1/2 MS iken, en düşük olan ortam MS +1gL<sup>-1</sup> NaCl’dir. Köklenme oranı bakımından en yüksek değer MS +1gL<sup>-1</sup> NaCl ortamında bulunurken, en düşük değer 1/4 MS ortamında kaydedilmiştir. Kök sayısı, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı açısından genel olarak en iyi sonuçlar 1/2 MS ortamında elde edilirken, en düşük sonuçlar 1/4 MS ortamında gözlemlenmiştir. MS +2gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +4gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +6gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +8gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +10gL<sup>-1</sup> NaCl ortamlarında ise bitkilerin ölümü gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, “Hatay” klonal elma anaç adayının tuz stresine karşı hassas olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Elma, In vitro, Stres, Tuz Stresi

**DETERMINATION OF SALT STRESS TOLERANCE OF “HATAY” CLONAL  
APPLE ROOTSTOCK CANDIDATE (*malus sylvestris* l. mill. subsp. *orientalis*)  
UNDER IN VITRO CONDITIONS**

**Abstract**

In this study, the tolerance of the "Hatay" clonal apple rootstock candidate to salt stress under in vitro conditions was investigated. Different salt concentrations ( $\frac{1}{4}$  seyreltik MS,  $\frac{1}{2}$  seyreltik MS, MS (kontrol), MS +1gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +2gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +4gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +6gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +8gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +10gL<sup>-1</sup> NaCl) were used in the research. As a result of salt stress, plant height, leaf area, stomatal conductance, plant fresh and dry weight, rooting rate, root number, root length, root fresh and dry weight were measured. According to the study results, the best plant height was obtained in the MS (control) medium, while the lowest plant height was observed in the 1/4 MS medium. The highest values for plant fresh weight and plant dry weight were found in the MS +1gL<sup>-1</sup> NaCl medium, while the lowest values were detected in the 1/4 MS medium. The highest leaf area result was obtained in the MS (control) medium, while the lowest result was seen in the MS +1gL<sup>-1</sup> NaCl medium. Stomatal conductance was highest in the 1/2 MS medium and lowest in the MS +1gL<sup>-1</sup> NaCl medium. The highest rooting rate was found in the MS +1gL<sup>-1</sup> NaCl medium, while the lowest value was recorded in the 1/4 MS medium. In general, the best results in terms of root number, root length, root fresh and dry weight were obtained in the 1/2 MS medium, while the lowest results were observed in the 1/4 MS medium. Plant death was observed in MS +2gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +4gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +6gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +8gL<sup>-1</sup> NaCl, MS +10gL<sup>-1</sup> NaCl media. In conclusion, it was determined that the "Hatay" clonal apple rootstock candidate is sensitive to salt stress.

**Keywords:** Apple, In vitro, Salt Stress, Stress

## **1950'LERDEN GÜNÜMÜZE GIDA KRİZLERİ**

**Zir. Müh. Mihriban SEVİNÇ (ORCID:0009-0001-6033-2838)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü  
**Email:**mihribn.sevnc@gmail.com

**Prof. Dr. Altuğ ÖZDEN (ORCID:0000-0002-8058-5891)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü  
**Email:**aozden@adu.edu.tr

### **ÖZET**

İnsanlığın varoluşundan bu yana gıda arayışı en önemli yaşam uğraşı olmuştur. İnsanlar, kendilerini dış tehditlerden korumanın yanı sıra, gıda ihtiyacını karşılamak için de mücadele etmiştir. Artan nüfus ve azalan kaynaklar nedeniyle, gıda temini ve kişi başına düşen gıda miktarı azalmıştır. Paranın icadı ile insanlar, beslenme ihtiyaçlarını karşılamının yanı sıra, ihtiyaç fazlası gıdayı ticaret yaparak satmış veya depolamıştır. İklim ve dış etkenlerle birleşen gıda bulamama korkusu, gereğinden fazla gıda tüketimine yol açmış ve insanların ekolojik ayak izini büyütüştür. Artan nüfus, iklim değişiklikleri, köylerden şehirlere hızlı göçler, kişi başına düşen milli gelir farkının artması ve ham madde fiyatlarının yükselmesi gıda krizine neden olmuştur. Gıda krizi; insan sağlığı, ekonomik etkiler, toplumsal ve siyasal istikrar, göç ve mülteci krizleri ile çevresel etki açısından kritik öneme sahiptir. Yetersiz beslenme, özellikle yaşlılar ve çocuklar gibi hassas gruplarda ciddi sağlık sorunlarına yol açar. Bu durum, bağışıklık sisteminin zayıflaması, büyüme geriliği, bilişsel gelişim bozuklukları ve artan ölüm riski gibi sonuçlar doğurur. Ayrıca gıda krizleri, gıda fiyatlarının yükselmesine ve ekonomik istikrarsızlıklara neden olabilir. Gıda kıtlığı, toplumsal huzursuzluk ve kargaşaya yol açarak gıda güvenliğini tehlikeye atar. Bu güvensizlik, insanların daha güvenli ve verimli gıda kaynaklarına sahip bölgelere göç etmesine neden olur, bu da hem göçmenler hem göç edilen bölgedeki topluluklar için sosyo-ekonomik sorunlar yaratır. Gıda krizlerinin çözülmesi, uluslararası iş birliği, sürdürülebilir tarım uygulamaları (organik, rotasyonel tarım gibi) iklim değişikliği ile mücadele ve adil ticaret gibi çeşitli politikaları gerektirir. Aynı zamanda yerel düzeyde gıda üretimi ve dağıtımının güçlendirilmesi, krizlerin etkilerini hafifletmek için önem arz etmektedir. Krizin giderilmesi insani bir gereklilik olmasının yanında global istikrar ve sürdürülebilir kalkınma için önem teşkil etmektedir. Bu çalışmada gıda krizlerinin tarihsel gelişimi ve nedenleri araştırılıp, çözüm önerileri ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Arz Dengesi, Gıda Krizi, Küreselleşme, Tarım Politikası, Yoksulluk.

## **FOOD CRISES: FROM THE 1950S TO THE PRESENT**

### **ABSTRACT**

Since the existence of humanity, the quest for food has been the most important life endeavor. In addition to protecting themselves from external threats, humans have also struggled to meet their food needs. Due to increasing population and decreasing resources, food supply and the amount of food per capita have decreased. With the invention of money, people not only met their nutritional needs but also sold or stored surplus food through trade. The fear of not finding food, combined with climate and external factors, has led to excessive food consumption and increased the ecological footprint of people. Rising population, climate changes, rapid migrations from villages to cities, the growing disparity in per capita income, and rising raw material prices have caused a food crisis. The food crisis is of critical importance in terms of human health, economic impacts, social and political stability, migration and refugee crises, and environmental impact. Malnutrition leads to serious health problems, especially in vulnerable groups such as the elderly and children. This situation results in weakened immune systems, growth retardation, cognitive development disorders, and increased mortality risk. Moreover, food crises can lead to rising food prices and economic instability. Food scarcity causes social unrest and chaos, endangering food security. This insecurity drives people to migrate to regions with more secure and productive food sources, creating socio-economic problems for both migrants and the communities in the migrated regions. Solving food crises requires various policies such as international cooperation, sustainable agricultural practices (like organic and rotational farming), combating climate change, and fair trade. At the same time, strengthening local food production and distribution is important to mitigate the effects of crises. Addressing the crisis is not only a humanitarian necessity but also essential for global stability and sustainable development. This study investigates the historical development and causes of food crises and discusses solution proposals.

**Keywords:** Supply Balance, Food Crisis, Globalization, Agricultural Policy, Poverty.



**ETLİK DAMIZLIKLARDA CİNSİYETİN TAYİNİNDE KABUK KALİTE  
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ YUMURTA KALİTE ÖZELLİKLERİNİN  
POTANSİYEL ETKİLERİ**

**İbrahim IŞIK**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

**Doç. Dr. Elif Babacanoglu ÇAKIR (ORCID:0000-0002-6329-315X)**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

**Email:**elifbabacanoglu@yyu.edu.tr

**ÖZET**

Bu çalışmada, etlik damızlıklardan elde edilen kuluçkalık yumurtalardan oluşturulan farklı yumurta ağırlık gruplarında kuluçkadan önce ve çıkış yapan farklı cinsiyete ait kalıntı kabuklarda kabuk kalite özellikleri belirlenerek embriyo ve civcivlerin cinsiyeti üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Ross 308 genotipine ait 60 adet kuluçkalık yumurtanın ortalama ağırlığı saptandıktan sonra hafif (55.50 g) ve ağır (66.50 g) yumurta grupları oluşturulmuştur. Ağır ve hafif gruptaki yumurtalarda yumurta şekil indeksi, yumurtanın hava boşluğu çapı, kabuk kalınlığı, kabuğun üç farklı alanından por sayısı ve porların genişlik ve uzunluklarına ait mikroskobik ölçümler yapılmıştır. Standart kuluçka koşullarında yumurtalar kuluçkalandıktan sonra, bireysel çıkış yapan günlük civcivlerde cinsiyet saptanmıştır. Yumurta kabuğunun incelenen her bir bölgesinde kabuk kalınlığı yüksek olan hafif yumurtalardan çıkış yapanların erkek yönlü, ağır yumurtalardan çıkış yapanların dişi yönlü cinsiyet önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Bu yumurtaların kalıntı kabuklarında küt uçtan sivri uca doğru kalınlıklar giderek artmış ve her iki yumurta ağırlık grubuna ait dişi ve erkeklerde bu artan kalınlık önemli saptanmıştır ( $P=0.043$ ). Hafif yumurta düşük şekil indeksi ve daha yüksek sivri uç por genişliği ile küt uç por uzunluğuna sahip olduğunda ve ağır yumurta düşük hava boşluğu genişliği ve uzunluğuna sahip olduğunda dişi embriyo/civciv elde edilmiştir. Ağır yumurta daha yüksek sivri uç por sayısı ve küt uç por genişliğine sahip olduğunda erkek embriyo/civciv elde edilmiştir. Sonuç olarak, etlik damızlıklardan aynı yaşta elde edilen farklı yumurta ağırlığına sahip yumurtalardaki incelenen yumurta özelliklerinin kabuk kalitesine yansımaları cinsiyet üzerinde etkili olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Cinsiyet, Etlik damızlık, Por özellikleri, Kabuk kalitesi, Yumurta kalitesi

**THE POTENTIAL IMPACTS OF EGG QUALITY CHARACTERISTICS ON SHELL  
QUALITY CHARACTERISTICS FOR SEX DETERMINING IN BROILER  
BREEDERS**

**ABSTRACT**

The objective of this study was to determine the shell quality characteristics of the residual shells of different sexes before hatching and after hatching in different egg weight groups formed from hatching eggs obtained from broiler breeders. Additionally, the study aimed to investigate the effects on embryo and chick sex. To this end, egg groups of differing weights were formed, with the average weight of 60 hatching eggs of the Ross 308 genotype serving as the basis for categorising them as either light (55.50 g) or heavy (66.50 g). Microscopic measurements were made of egg shape index, egg air cavity diameter, shell thickness, number of pores from three different areas of the shell and width and length of the pores in the eggs of the heavy and light groups. Following incubation under standard conditions, the sex of individual day-old chicks was determined. In each region of the eggshell examined, the proportion of male chicks was found to be significantly higher in those hatched from light eggs with high shell thickness, while the proportion of female chicks was found to be significantly higher in those hatched from heavy eggs. The thickness of the residual shells of these eggs gradually increased from the blunt end to the pointed end and this increase in thickness was found to be significant in females and males belonging to both egg weight groups ( $P=0.043$ ). Female embryo/chick was obtained when light egg had lower shape index and higher pointed tip pore width and blunt tip pore length; and was obtained when heavy egg had lower air cavity width and length. Male embryo/chick was obtained when heavy egg had higher pointed tip pore number and blunt tip pore width. As a result, the reflection of the examined egg characteristics on the shell quality of eggs with different egg weights obtained from broiler breeders at the same age was effective on sex selection.

**Keywords:** Sex, Broiler breeder, Pore characteristics, Shell quality, Egg quality

**ETLİK DAMIZLIKLARDA YUMURTA AĞIRLIĞI İLE İLİŞKİLİ KULUÇKA  
PARAMETRELERİNİN CİNSİYET ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**İbrahim IŞIK**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

**Doç. Dr. Elif Babacanoglu ÇAKIR\* (ORCID:0000-0002-6329-315X)**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

**Email:**elifbabacanoglu@yyu.edu.tr

**Jiyan TUNÇ**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

**ÖZET**

Bu çalışmada, etlik damızlıklarda yumurta ağırlığı ile ilişkili olarak embriyolu yumurtada şekillenen parametrelerin cinsiyet üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma materyali olarak Ross 308 genotipine ait 37 haftalık yaştaki damızlık sürüden elde edilen ortalama 61 g ağırlığında toplam 60 adet kuluçkalık yumurta kullanılmıştır. Yumurta ağırlık grupları 55.50 g ve 66.50 g olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Kuluçkadan önce yumurta ağırlıkları alınarak standart kuluçka koşullarında yumurta grupları kuluçkalanmıştır. Kuluçkanın 3, 6, 9, 12, 15, 17, 18 ve 19. Günlerinde yumurta ağırlığı ve kabuk sıcaklıkları ölçülmüştür. Çıkışta her bir yumurta bireysel çıkış yapacak şekilde çıkış makinasına yerleştirilmiştir. Çıkışta kanat tüy uzunluğuna göre cinsiyet tayini yapılmıştır. Kuluçka boyunca yumurta ağırlığı ve su kayıplarının cinsiyet üzerindeki etkisi önemsiz olup, her iki ağırlık grubu yumurtaların su kayıpları 18. Günde optimum değer içerisinde ortalama % 12 düzeyindedir. Kuluçkanın 18. gününde 55.50 g yumurtalara göre 66.50 g yumurtaların kabuk sıcaklıklarının diğer ölçüm günlerine göre önemli düzeyde daha yüksek bulunduğu, fakat bu yüksekliğin cinsiyet farklılığından kaynaklanmadığı ortaya çıkmıştır. Ağır yumurta grubu olan 66.50 g yumurtalardan 55.50 g yumurtalara göre daha ağır erkek ve dişi elde edilirken, ağır yumurta grubunda erkekler dişilere göre daha ağır canlı ağırlığa sahip olmuşlardır. Sonuç olarak, aynı genotip ve yaşa sahip damızlıklardan elde edilen farklı ağırlıktaki yumurtalarda kuluçka boyunca oluşan su kaybına bağlı olarak ortaya çıkan değişimin cinsiyeti etkilemediği, ancak cinsiyete göre gelişimi etkilediği ortaya çıkmıştır.

**Anahtar kelimeler:** etlik damızlık, cinsiyet, yumurta ağırlığı, su kaybı

**AN INVESTIGATION EFFECTS OF HATCHING PARAMETERS RELATED TO  
EGG WEIGHT ON SEX IN BROILER BREEDERS**

**ABSTRACT**

In this study, it was aimed to investigate the effect of the parameters formed in the embryo egg in relation to egg weight on sex in broiler breeders. A total of 60 hatching eggs with an average weight of 61 g obtained from a 37-week-old broiler flock of Ross 308 genotype were used as the study material. Egg weight groups were divided into 2 groups as 55.50 g and 66.50 g. Egg weights were taken before incubation and egg groups were incubated under standard incubation conditions. Egg weight and shell temperatures were measured on the 3rd, 6th, 9th, 9th, 12th, 15th, 17th, 18th and 19th days of incubation. At hatching, each egg was placed in the hatching machine for individual hatching. Sex determination was made according to wing feather length at hatching. The effect of egg weight and water losses on sex during incubation was insignificant, and the water losses of both weight groups of eggs were within the optimum value at an average of 12%. on the 18th day On the 18th day of incubation, it was found that the shell temperatures of 66.50 g eggs were significantly higher than 55.50 g eggs on the other measurement days, but this increase was not due to gender differences. While heavier males and females were obtained from 66.50 g eggs in the heavy egg group compared to 55.50 g eggs, males in the heavy egg group had heavier live weight than females. The results demonstrated that the change in weight due to water loss during incubation in eggs of different weights obtained from breeders of the same genotype and age did not affect the sex of the embryo, but did affect the development according to sex.

**Keywords:** Broiler breeder, Sex, Egg weight, Egg water loss

**WAYS TO REDUCE SOLANINE TOXIN IN POTATOES AND REDUCE ITS RISKS**

**Narges FATHABADIBOZCHELOEI\***

Department of Food Safety and Hygiene, Science and Research Branch, Islamic Azad  
University, Tehran, Iran.

**Email:**nursiskashani@yahoo.com

**Zahra REZAPOUR**

Department of Food Safety and Hygiene, Science and Research Branch, Islamic Azad  
University, Tehran, Iran.

**Email:**sooma.rezapour@gmail.com

**Abstract**

Solanine is a naturally occurring toxin found in potatoes that can cause symptoms such as nausea, diarrhea, and even respiratory distress in humans. With the increasing production and consumption of potato and its products, glycoalkaloid (GA) formation and toxicity are likely to become an important focus for food safety researchers and public health agencies. Steroidal glycoalkaloids (SGAs) are produced following the general steroid biosynthesis pathway, starting from acetyl-coenzyme A and followed by the intermediates mevalonic acid, squalene, cycloartenol, and cholesterol.  $\alpha$ -Chaconine and  $\alpha$ -solanine are the main SGAs of the cultivated potato (*Solanum tuberosum*), whereas many other SGAs are known in the wild potato species. Low concentrations of SGAs improve the taste of potato, but concentrations greater than 200 mg/kg can have toxic effects on animals and humans. In recent years, there has been increasing interest in finding ways to reduce the levels of solanine in potatoes. This article explores various methods of reduction of solanine toxin in potatoes, including using natural predators of pests that can lead to increased solanine levels, employing plant breeding techniques to develop potato varieties with lower solanine content, and using biological control agents such as bacteria and fungi to degrade solanine in the potato. By understanding these different approaches, researchers and farmers can work towards producing safer and healthier potato crops for consumption. This article provides a comprehensive overview of the current research and potential strategies for reducing solanine toxin in potatoes.

**Keywords:** Solanine, potato, *Solanum tuberosum*, toxin, glycoalkaloids

**PHOTO-FENTON PROCESS FOR AN AZO DYE REMOVAL: EFFECT OF ANIONS  
AND OPERATIONAL FACTORS**

**Yasmine LAFTANI \***

Laboratory of Process, Signals, Industrial Systems and Computer Science, Graduate School of  
Technology, Cadi Ayyad University, Dar Si-Aïssa Road, PO Box 89, Safi, Morocco

**Email:**laftani90yasmine@gmail.com

**Abstract**

The majority of this work is devoted to the examination of the degradation of Ponceau S (PS) in an aqueous medium using the photo-Fenton process. The influence of the pH of the medium, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dose, ferrous ion dose and the presence of inorganic ions on degradation kinetics was analyzed. Before that, the efficiency of this process was compared to three other advanced oxidation processes (AOPs), such as H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV, Fenton (Fe<sup>2+</sup>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), and solar photo-Fenton. All dye degradation kinetics obeyed a pseudo-first order, and their apparent rate constants were represented by the following ratios:  $k_{app} (H_2O_2/UV/Fe^{2+}) = 0.295 \text{ min}^{-1}$ ,  $k_{app}(\text{sunlight}/Fe^{2+}/H_2O_2) = 0.141 \text{ min}^{-1}$ ,  $k_{app} (Fe^{2+}/H_2O_2) = 0.111 \text{ min}^{-1}$ ,  $k_{app}(H_2O_2/UV) = 0.031 \text{ min}^{-1}$ . Under optimum conditions, the photo-Fenton oxidation yielded more than 94.3 % in only 10 min of dye degradation. Elsewhere, the addition of the salts in an aqueous medium has, in general, an inhibition effect on the decolorization kinetics.

**Keywords:** Ponceau S; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV; Fenton; photo-Fenton; solar photo-Fenton

## **TÜRKİYE'DE KIRAZ ÜRETİMİNDE 2010 SONRASI YAŞANAN DEĞİŞİMLER VE 2024-2026 ÜRETİM TAHMİNLERİ**

**Gülsüm URAL (ORCID:0009-0006-9982-1854)**

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

**Email:**gulural63@hotmail.com

**Arş. Gör. Dr. Muhammed Ali PALABIÇAK (ORCID:0000-0003-1382-5733)**

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

**Email:**malipalabicak@harran.edu.tr

### **ÖZET**

Meyve ve sebze tüketimi insanların sağlıklı ve dengeli beslenmesi açısından büyük öneme sahiptir. Gerek artan dünya nüfusu gerekse sağlıklı beslenme konusunda bilinçlenen toplumların oluşturduğu talep artışı, meyve ve sebze üretiminin ekonomik önemini daha da arttırmaktadır. Türkiye, coğrafi konumu ve iklim çeşitliliği ile birçok meyve ve sebzenin geniş yelpazede üretimine olanak sağlamaktadır. Nitekim Türkiye gerçekleştirdiği meyve ve sebze üretimi ile birçok üründe dünyada ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye'nin üretiminde dünya devi olduğu ürünlerden biri olan kiraz (*Prunus avium* L.), sert çekirdekli meyveler grubunda yer almakta ve Dünya genelinde yaklaşık 1500 çeşidinin varlığı bilinmektedir. Kiraz, taze ve kurutulmuş tüketiminin yanı sıra sap, yaprak ve tohum gibi yan ürünlerin de endüstride kullanıldığı bir tarım ürünüdür. Türkiye, 2022 yılı FAO verilerine göre dünya kiraz üretiminde 804 818 da üretim alanı ve 656 041 ton üretim miktarı ile ilk sırada yer alırken, 134 milyon 46 bin dolar değerinde toplam 57 290 ton kiraz ihracatı gerçekleştirmiş ve dünyada 3. sırada yer almıştır. Bu çalışmada Türkiye tarımı için önemli bir ürün olan kirazın üretiminde 2010 yılı sonrasında yaşanan gelişmeler irdelenerek istatistiksel analizlerle yardımcı ile geleceğe yönelik tahminler yapılmıştır. Gelecek tahminlerinin yapılmasında veri setinin yapısına en uygun regresyon modelleri tercih edilmiş olup, analizlerde kullanılan veriler FAOSTAT ve TÜİK veri tabanlarından temin edilmiştir. Yapılan sınamalarda üretim miktarı, üretim alanı ve verim için en uygun modellerin kübik regresyon modelleri olduğu tespit edilmiştir. Yapılan trend analizleri neticesinde söz konusu parametrelerde 2024-2026 yılları arasında azalış yaşanarak 2026 yılına gelindiğinde; üretim miktarının 596 299 ton'a, üretim alanının 715 208 da'a ve verimin ise 28 kg/ağaç seviyesine düşeceği öngörülmüştür. Çalışmada elde edilen bilgiler ışığında 2018 yılında başlayıp süregelen üretim alanlarındaki azalmanın 2024-2026 yılları arasında da devam edeceğinin öngörüldüğü ve buna paralel olarak üretim miktarı ve verimde de düşüşler yaşanmasının muhtemel olduğunu söylemek uygun olacaktır. Nitekim son yıllarda yaşanan iklim değişiklikleri ve su krizi gibi nedenler ülke genelinde birçok tarımsal ürün için negatif yönde etkiler göstermiştir. Öncelikle ülkenin tüketim ihtiyacını karşılamak ve sonrasında dış ticaret yoluyla ülkeye döviz katkısı sağlayan ürünlerin üretiminde koruyucu ve üretimi artırıcı politikaların benimsenmesinin ne kadar gereklilik arz ettiğinin bu çalışma ile bir kez daha vurgulamak doğru bir çıkarım olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Kiraz (*Prunus avium* L.) üretimi, Gelecek tahmini, Trend analizi, Türkiye

**CHANGES IN CHERRY PRODUCTION IN TURKIYE AFTER 2010 AND  
PRODUCTION FORECASTS FOR 2024-2026**

**Abstract**

Consumption of fruits and vegetables is of great importance for people's healthy and balanced diet. Both the increasing world population and the increase in demand created by societies becoming conscious of healthy nutrition further increase the economic importance of fruit and vegetable production. Türkiye, with its geographical location and climate diversity, allows the production of a wide range of fruits and vegetables. As a matter of fact, Türkiye ranks first in the world in the production of many fruits and vegetables. Cherry (*Prunus avium* L.), one of the products in which Türkiye is a world leader in production, is in the stone fruit group and approximately 1500 varieties are known to exist around the world. Cherry is an agricultural product that, in addition to its fresh and dried consumption, by-products such as stems, leaves and seeds are also used in the industry. According to 2022 FAO data, Türkiye ranked first in world cherry production with a production area of 804 818 da and a production amount of 656 041 tons, while it exported a total of 57 290 tons of cherries worth 134 million 46 thousand dollars and ranked 3rd in the world. In this study, the changes in cherry production, which is an important product for Turkish agriculture, after 2010 were examined and future forecasts were made with the help of statistical analyses. In making future predictions, regression models that best fit the structure of the data set were preferred, and the data used in the analyzes were obtained from FAOSTAT and TURKSTAT databases. During the tests, it was determined that the most suitable models for production amount, production area and efficiency were cubic regression models. As a result of the trend analysis, there will be decreases in these parameters between 2024-2026 and by 2026; It is forecasted that the production amount will decrease to 596 299 tons, the production area will decrease to 715 208 da, and the yield will decrease to 28 kg/tree. In light of the information obtained in the study, it would be appropriate to say that the decrease in production areas, which started in 2018, is forecasted to continue between 2024 and 2026, and that a corresponding decrease in production amount and efficiency is likely to occur. As a matter of fact, reasons such as climate changes and water crisis in recent years have had negative effects on many agricultural products across the country. It would be a correct conclusion to re-emphasize with this study how necessary it is to adopt protective and production-enhancing policies in the production of products that first meet the country's consumption needs and then contribute foreign currency to the country through foreign trade.

**Keywords:** Cherry (*Prunus avium* L.) Production, Future forecasting, Trend analysis, Türkiye



**EVALUATION OF AGRICULTURAL WASTES FOR THE PRODUCTION OF  
INOCULUM FROM TRICHODERMA ASPERELLUM CONIDIA**

**Manal ADNANI\***

Laboratory of Plant, Animal and Agro-industry Productions, Team of Botany, Biotechnology and Plant Protection, IBN TOFAIL University, Bp: 133. Kenitra, Morocco.

**Samah OURRAS**

Laboratory of Plant, Animal and Agro-industry Productions, Team of Botany, Biotechnology and Plant Protection, IBN TOFAIL University, Bp: 133. Kenitra, Morocco.

**Naila El HAZZAT**

Laboratory of Plant, Animal and Agro-industry Productions, Team of Botany, Biotechnology and Plant Protection, IBN TOFAIL University, Bp: 133. Kenitra, Morocco.

**Karima SELMAOUI**

Laboratory of Plant, Animal and Agro-industry Productions, Team of Botany, Biotechnology and Plant Protection, IBN TOFAIL University, Bp: 133. Kenitra, Morocco.

**Moulay Abdelaziz El ALAOUI**

Laboratory of Plant, Animal and Agro-industry Productions, Team of Botany, Biotechnology and Plant Protection, IBN TOFAIL University, Bp: 133. Kenitra, Morocco.

**Amina Ouazzani TOUHAMI**

Laboratory of Plant, Animal and Agro-industry Productions, Team of Botany, Biotechnology and Plant Protection, IBN TOFAIL University, Bp: 133. Kenitra, Morocco.

**Allal DOUIRA**

Laboratory of Plant, Animal and Agro-industry Productions, Team of Botany, Biotechnology and Plant Protection, IBN TOFAIL University, Bp: 133. Kenitra, Morocco.

**Abstract:**

Organic agricultural products, such as fertilizers and pesticides, can cause physico-chemical and biological degradation of soils, disrupting agro-ecosystems. To address these concerns, there is a need for sustainable agricultural practices with minimal external inputs. Trichoderma species, capable of colonizing many ecosystems, have potential as biological control agents, biostimulants, and biofertilizers. Chlamydospores and conidia are used as active principles in Trichoderma products, allowing them to survive production processes. The success of a microbial bio-protector depends on the preparation of a biomass with high populations and high viability. The first step in producing biocontrol agents involves identifying suitable substrates, which can come from culture residues, livestock waste, industrial waste, and other economically relevant organic materials. This study aimed to find an agricultural waste suitable for the mass production of the Trichoderma asperellum TH2 strain on a solid substrate. Substrates from agricultural waste were collected from the Gharb region of Morocco. The substrates were dried, and autoclaved at 121°C for 20 minutes. The suspension was then inoculated and

incubated for 20 days at 28°C. The sporulation and growth were evaluated by determining the number of spores per g of substrate. The culture rapidly developed on beet residue, with a moderate growth rate compared to faba residue. The sporulation was significantly higher on beet residue, reaching 36.4 spores/g after 20 days and 42.09 spores/g after 30 days. The study suggests that beet residue could provide excellent growth support for *Trichoderma* mass production.

**Keywords:** agricultural wastes; Mass production *Trichoderma asperellum*

**PLANT DENSITY EFFECTS ON GROWTH, YIELD AND FRUIT QUALITY OF  
TWO TOMATO VARIETIES GROWN UNDER DROUGHT CONDITIONS**

**Rana CHOUKRI**

University Mohammed I, Faculty of Nador, Department of Biology, Nador, Morocco.  
**Email:** rana.choukri@gmail.com

**Mohamed FAIZE (ORCID:0000-0001-5718-1787)**

University Chouaïb Doukkali, Faculty of Sciences, Department of Biology, El Jadida,  
Morocco.

**Maria Manuela RIGANO (ORCID:0000-0001-7826-9067)**

UNINA, University of Naples, Naples, Italy

**Manuel Rodriguez-CONCEPCION (ORCID:0000-0002-1280-2305)**

Institute for Plant Molecular and Cell Biology, CSIC, Spain

**Mourad BAGHOUR (ORCID:0000-0001-8976-7731)**

University Mohammed I, Faculty of Nador, Department of Biology, Nador, Morocco.  
**Email:** mbaghour@hotmail.com

**Abstract**

Drought has become a major abiotic stress that severely affects tomato growth and development. Drought stress-induced crop loss has been considerably increased in recent years because of global warming, climate change and changing rainfall pattern. Serious measures need to be taken to increase the tolerance of crop plants to drought. Different strategies are used to enhance drought tolerance in crops such as intercropping systems and plant densities. Here, we have assessed the drought tolerance of two *Solanum lycopersicum* L. varieties (M82 and Moneymaker) grown at low and high densities in greenhouse. In this study, we have analyzed plant biomass, yield, and fruit quality. Our results showed that plant density had an important effect on plant growth and fruit quality under drought conditions and this effect depends on each variety. Finally, we conclude that plant density is an important variable in agronomy and offers an experimental way to improve plant growth and development under different stress conditions such as drought, and the ideal planting density is determined based on factors such as plant variety and ecological conditions.

**Keywords:** Drought, fruit quality, plant density, tomato, yield.

**THE USE OF MICROBES AS BIOFERTILIZER**

**Mr. Aondoakura, SHAAPERA**

Faculty of Pure and Applied Sciences, Federal University Wukari, Nigeria

**Email:**Shapirogold36@gmail.com

**(ORCID:0009-0004-2208-9891)**

**ABSTRACT**

Bio-fertilizers are the living microbes that inhabit the root zone or the interior plant parts. These microbes promote growth, productivity, and physiological properties of plant either directly or indirectly and hence, are also said as plant growth-promoting rhizobacteria. Biofertilizers increase the growth as well as development of plant by amassing the accessibility of mineral nutrients, biological nitrogen fixation, solubilizing phosphorus, and production of growth hormones. Moreover, these microbes and their by-products are eco-friendly organic agro-input that increased the sustainability as well as soil health and thus are considered as the best alternative to synthetic fertilizers. They are effective in very less quantity, have faster breakdown process, and are less likely to make resistance by the pathogens and other kinds of pests. The use of biofertilizers in agrarian practices overcomes the use of chemical fertilizers, which have harmful impacts on all kinds of living beings and depreciate soil health.

**COOPERATION OF SCHOOL AND PARENTS TO ENCOURAGE OUT OF THE  
CLASSROOM ACTIVITIES IN THE TEACHING OF NATURE AND SOCIETY**

**Ass. MA Andrijana Ž. MILETIĆ**

Faculty of Education in Jagodina, University of Kragujevac, Serbia  
Department of Didactics and Methodology  
**Email:**andrijana.jakovljevic@yahoo.com

**Ass. MA Nedeljko M. MILANOVIĆ**

Faculty of Education in Jagodina, University of Kragujevac, Serbia  
Department of Humanities and Social Sciences  
**Email:**nedeljko996@gmail.com

**Abstract:**

Out of the classroom activities, their advantages and opportunities for implementation, are the subject of numerous researches by domestic and foreign authors. Since the contents of the Nature and Society course are suitable, due to their interdisciplinary nature, for implementation in various facilities outside the school, in the paper we will present examples of out of the classroom activities implemented in cooperation between the school and parents and point out the importance of this way of working. Also, based on the analyzed Teaching and Learning Programs for the first, second, third and fourth grades in the first cycle of basic education and upbringing in the Republic of Serbia, we will list the contents that can be realized by applying out of the classroom activities. The paper gives opportunities to current and future teachers to apply the mentioned activities in their daily work with the aim of improving the cooperation between the school and parents and researching the natural and social environment, which is the goal of learning the subject Nature and Society. Examples of out of the classroom activities can be modified in accordance with the needs of the environment in which students live and in this way encourage cooperation between the school and parents, i.e. of all actors operating in that environment with the aim of researching natural and social phenomena and processes.

**Keywords:** primary school, parents, Nature and Society, out of the classroom.

**YENİLEYİCİ TARIM: TOPRAK SAĞLIĞINI GELİŞTİREREK KARBON  
EMİSYONLARINI AZALTMAK**

**Dr. Öğr. Üyesi M. Reşat SÜMER (ORCID:0000-0002-2391-3318)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme  
Bölümü

**Email:**mrsumer@adu.edu.tr

**YL Pınar KABAKCI (ORCID:009-007-8319-2747)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme  
Bölümü

**Email:**pnrkabakci387@gmail.com

**ÖZET**

İklim değişikliği ve toprak bozulması, küresel gıda sistemlerimizin sürdürülebilirliğini tehlikeye atan, birbirine bağlı iki önemli sorundur. İklim değişikliği, artan sera gazı salınımları sonucunda toprak bozulmasını hızlandırır ve bu da daha fazla sera gazı salınımına yol açarak bir geri bildirim döngüsü oluşturur. Geleneksel tarım uygulamaları, yoğun toprak işleme, inorganik gübre ve pestisit kullanımı gibi yöntemler, toprağın fiziksel yapısına zarar verir, organik madde kaybına yol açar ve biyoçeşitliliği azaltır. Bu uygulamalar, toprak verimliliğini düşürür, su kaynaklarını kirletir ve sera gazı emisyonlarını artırır. Bu olumsuz etkileri tersine çevirmek ve sürdürülebilir bir gıda sistemi inşa etmek için yenileyici tarım yaklaşımları büyük önem taşımaktadır. Yenileyici tarım, topraktaki doğal döngüleri ve biyolojik süreçleri destekleyerek toprak sağlığını iyileştirme, karbon emisyonlarını azaltma ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini artırma hedeflerine odaklanır. Bu model, toprağın organik madde içeriğini artırarak su tutma kapasitesini iyileştirir ve erozyonu azaltır. Yenileyici tarımın temel uygulamaları arasında minimum toprak işleme, örtü bitkisi kullanımı, bitki çeşitliliğinin artırılması ve hayvancılığın entegrasyonu yer almaktadır. Minimum toprak işleme, toprağın biyolojik aktivitesini ve organik madde içeriğini artırarak, toprak yapısını korur ve iyileştirir. Çalışmalar, bu uygulamanın topraktaki faydalı organizma popülasyonlarını zenginleştirerek verimliliği artırdığını göstermektedir. Örtü bitkisi kullanımı, toprak yüzeyini kaplayarak erozyonu önler ve organik madde seviyesini yükseltir; ayrıca bu yöntemin su tutma kapasitesini artırdığı bilinmektedir. Araştırmacılar, örtü bitkisi uygulamalarının atmosferik karbonu toprak organik maddesi olarak yılda hektar başına 280 ila 713 kilogram arasında tutma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Yenileyici tarım uygulamaları, toprak organik karbon seviyelerini önemli ölçüde artırmaktadır. Araştırma sonuçları, bu artışın konvansiyonel uygulamalara kıyasla yılda hektar başına 3 Mg C'ye kadar çıkabileceğini göstermektedir. Yapılan çalışmalar, döngüsel otlama uygulamalarının toprak organik karbon stoklarını %5.3 artırdığını göstermektedir. Bitki çeşitliliğinin artırılması, toprağın besin döngüsünü iyileştirir ve biyoçeşitliliği destekler; ayrıca, çeşitliliğin zararlılara karşı direnci güçlendirdiği bilinmektedir. Hayvancılığın entegre edilmesi, gübre yoluyla toprağa organik madde sağlar ve bitki büyümesini destekler; bu etkileşimin toprak organik madde içeriğini artırdığı gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçları, yenileyici tarım uygulamaları altında yönetilen topraklarda mikrobiyal biyokütle karbonunun %20-30 daha yüksek olduğunu göstermektedir. Yenileyici tarım uygulamaları, toprak karbon depolarını artırmada ve sera gazı emisyonlarını azaltmada önemli

bir rol oynar. Tarımsal ormancılık uygulamaları, ağaçların ve bitkilerin bir arada yetiştirilmesiyle karbon tutma kapasitesini artırır ve sera gazı emisyonlarını azaltır. Ayrıca, bitki çeşitliliğinin artırılması, topraktaki organik karbon seviyelerini yükselterek hem toprak sağlığını iyileştirir hem de atmosferdeki karbon miktarını azaltır. Yenileyici tarım, tarımsal ormancılık, ürün çeşitlendirme ve rotasyon uygulamaları gibi yöntemlerle karbon depolanmasını artırır. Bu uygulamalar, bitki çeşitliliğini artırarak karbon depolanmasını teşvik eder. Araştırma sonuçları, yenileyici tarım uygulamalarının toplam sera gazı emisyonlarını %80 azalttığını ve konvansiyonel sistemlere kıyasla %66 daha düşük karbon ayak izi sağladığını göstermektedir. Sonuç olarak, yenileyici tarım, iklim değişikliği ve toprak bozulması gibi küresel sorunlarla mücadelede etkili ve sürdürülebilir bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bu metodoloji, toprak sağlığını iyileştirerek, karbon emisyonlarını azaltarak ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini artırarak, sürdürülebilir bir gıda sistemine giden yolu açar. Bu nedenle, yenileyici tarım uygulamalarının geniş çapta benimsenmesi ve desteklenmesi, gelecek nesiller için büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yenileyici Tarım, Toprak Sağlığı, Karbon Depolanması

**REGENERATIVE AGRICULTURE: ENHANCING SOIL HEALTH AND  
REDUCING CARBON EMISSIONS**

**ABSTRACT**

Climate change and soil degradation are two major interconnected challenges that threaten the sustainability of our global food systems. Climate change accelerates soil degradation as a result of increased greenhouse gas emissions, which in turn leads to more greenhouse gas emissions, creating a feedback loop. Conventional agricultural practices, such as intensive tillage, the use of inorganic fertilizers and pesticides, damage the physical structure of the soil, lead to loss of organic matter, and reduce biodiversity. These practices reduce soil fertility, pollute water resources, and increase greenhouse gas emissions. Regenerative agriculture approaches are essential to reverse these negative impacts and build a sustainable food system. Regenerative agriculture focuses on improving soil health, reducing carbon emissions, and increasing the sustainability of agricultural production by supporting natural cycles and biological processes in the soil. This model improves water retention capacity and reduces erosion by increasing the organic matter content of the soil. Key practices of regenerative agriculture include minimum tillage, the use of cover crops, increasing plant diversity, and the integration of livestock. Minimum tillage maintains and improves soil structure by increasing soil biological activity and organic matter content. Studies show that this practice increases productivity by enriching populations of beneficial organisms in the soil. The use of cover crops prevents erosion and increases organic matter levels by covering the soil surface; this method is also known to increase water holding capacity. Researchers show that cover crop practices have the potential to sequester atmospheric carbon as soil organic matter at levels ranging from 280 to 713 kilograms (kg) per hectare per year. Regenerative agricultural practices significantly increase soil organic carbon levels. Research results show that this increase can be up to 3 Mg C per hectare per year compared to conventional practices. Studies show that cyclic grazing practices increase soil organic carbon stocks by 5.3%. Increasing plant diversity improves soil nutrient cycling and supports biodiversity; diversity is also known to strengthen pest resistance. Integrating livestock provides organic matter to the soil through manure and supports plant growth; this interaction has been observed to increase soil organic matter content. Research results show that microbial biomass carbon is 20-30% higher in soils managed under regenerative agricultural practices. Regenerative agricultural practices play a significant role in increasing soil carbon stores and reducing greenhouse gas emissions. Agroforestry practices increase carbon sequestration capacity and reduce GHG emissions by growing trees and plants together. Furthermore, increasing plant diversity increases soil organic carbon levels, both improving soil health and reducing the amount of carbon in the atmosphere. Regenerative agriculture, through practices like agroforestry, crop diversification, and rotation, promotes carbon storage. These practices encourage carbon sequestration by increasing plant diversity. Research results show that regenerative agriculture practices reduce total greenhouse gas emissions by 80% and provide a 66% lower carbon footprint compared to conventional systems. In conclusion, regenerative agriculture is emerging as an effective and sustainable solution to tackle global challenges such as climate change and soil degradation. This methodology paves the way to a sustainable food system by improving soil health, reducing carbon emissions, and increasing the sustainability of agricultural production. Therefore, the widespread adoption and support of regenerative agriculture practices are crucial for future generations.

**Keywords:** Regenerative Agriculture, Soil Health, Carbon Sequestration



**DÜNYADA UYGULANAN HELAL-KOSHER GIDA SERTİFİKASYON  
SİSTEMLERİ VE TÜRKİYE'DEKİ AMBALAJLI GIDALARIN DURUMU**

**Dr. Öğr. Üyesi Necattin Cihat İÇYER (ORCID:0000-0002-3190-9669)**

Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Mus Alparslan  
University, Mus, Türkiye  
**Email:n.icyer@alparslan.edu.tr**

**Ümran ÇİFTÇİ (ORCID:0000-0003-3884-5570)**

Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Mus Alparslan  
University, Mus, Türkiye  
**Email:umranciftci4906@gmail.com**

**ÖZET**

Tüketicinin dini tercihleri, Helal ve Kosher kuralları gibi kurallar kapsamındaki gıda seçimlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Helal ve Koşer gıda ürünlerine yönelik küresel pazar, hem dindar hem de dindar olmayan bireyler arasında gıda güvenliği bilincine sahip tüketime yönelik artan eğilimin etkisiyle genişliyor. Helal gıda pazarının büyümeye devam etmesi ve Müslüman nüfusun 2030 yılına kadar 2,2 milyara ulaşması bekleniyor. Benzer şekilde Koşer ürünleri daha sağlıklı olarak algılanıyor ve Yahudi topluluklarının ötesinde geniş bir tüketici tabanını çekiyor. Etkili sertifikasyon ve etiketleme, Helal ve Kosher ürünlere yönelik tüketici güveninin ve özgünlüğünün korunmasında çok önemlidir. Bu çalışmada, Türkiye'de ulusal pazarlarda satılan 1.143 ambalajlı gıda ürününün Helal ve Kaşer gıdaya ilişkin ön ve arka ambalaj beyanları incelenmiştir. Bu beyanlar arasında Helal sertifikasının varlığı, Kosher sertifikası, domuz eti ürünlerinin bulunmadığını belirten beyanlar, İslami usüllere uygunluk ve alkolsüz içecek düzenlemelerine uygunluk yer alıyor. Bu incelemede ambalajlı gıdalar 11 gruba ayrılmıştır: fermente kırmızı ve beyaz et ürünleri, süt ürünleri, deniz ürünleri, konserve ve hazır yemekler, beyaz et, kırmızı et, kahvaltılık ürünleri, unlu mamuller, pastacılık ürünleri, içecekler ve çikolata-bisküvi. Çalışmada, 1.143 ambalajlı ürünün 320'sinin (%28) Helal sertifikasına sahip olduğu, 534 ambalajlı gıda ürününün (%46,7) domuz eti ve domuz eti ürünlerinin bulunmadığına dair beyanlar içerdiği, 179 ambalajlı gıda ürününün (%15,6) İslami usullere uygun olduğunu belirten beyanlar içerdiği ve 52 ambalajlı gıda ürününün (%4,5) alkolsüz içecek düzenlemelerine uyduğunu iddia eden beyanlara sahip olduğu görülmüştür. Spesifik olarak, fermente et ürünleri, kırmızı et ve beyaz et kategorilerinde incelenen 278 üründen 146'sinin (%52,5) Helal sertifikasına, 8'inin (%2,8) Kosher sertifikasına, 147'sinin (%52,8) domuz eti ve domuz eti ürünlerinin bulunmadığına dair beyanlar içerdiği ve 179'unun (%64,3) İslami usullere uygun olduğunu belirten beyanlar içerdiği görülmüştür. Sonuçlar, paketlenmiş gıda ürünlerinin ön ve arka ambalaj bilgilerinde Helal sertifikalarının yaygın olarak bulunmamasına rağmen, İslami prosedürlere uygunluğu ve domuz eti ve domuz eti ürünlerinin bulunmadığını belirten beyanların daha yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir. Tüm bu gıda ürünlerinin sadece 24'ünün (%2) Kosher sertifikasına sahip olduğu gözlemlendi. Bu da Kosher sertifikasyonunun ülkemizde çok yaygın olmadığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Gıda güvenliği, helal, koşer, gıda etiketleme

**GLOBAL HALAL-KOSHER FOOD CERTIFICATION SYSTEMS AND THE  
STATUS OF PACKAGED FOODS IN TURKIYE**

**ABSTRACT**

Consumer religious preferences significantly influence food choices under guidelines such as Halal and Kosher rules. The global market for Halal and Kosher food products is expanding, driven by the growing trend towards food safety-conscious consumption among both religious and non-religious individuals. The Halal food market is expected to continue growing, with the Muslim population projected to reach 2.2 billion by 2030. Similarly, Kosher products are perceived as healthier and attract a broad consumer base beyond Jewish communities. Effective certification and labeling are crucial in maintaining consumer trust and authenticity in Halal and Kosher products. This study examined the front and back packaging statements related to Halal and Kosher food for 1,143 packaged food products sold in national markets in Türkiye. These statements include the presence of Halal certification, Kosher certification, statements indicating the absence of pork products, compliance with Islamic procedures, and adherence to non-alcoholic beverage regulations. The packaged foods were categorized into 11 groups for this examination: fermented red and white meat products, dairy products, seafood, canned and ready meals, white meat, red meat, breakfast products, bakery products, flour and flour products, beverages, and chocolate-biscuit products. The study found that 320 (28%) of the 1,143 packaged products had Halal certification, 534 packaged food products (46.7%) had statements indicating the absence of pork and pork products, 179 packaged food products (15.6%) had statements indicating compliance with Islamic procedures, and 52 packaged food products (4.5%) had statements adhering to non-alcoholic beverage regulations. Specifically, out of the 278 products examined in the categories of fermented meat products, red meat, and white meat, 146 (52.5%) had Halal certification, 8 (2.8%) had Kosher certification, 147 (52.8%) had statements indicating the absence of pork and pork products, and 179 (64.3%) had statements indicating compliance with Islamic procedures. The results indicate that although Halal certifications are not widely present on the front and back packaging information of packaged food products, statements indicating compliance with Islamic procedures and the absence of pork and pork products are more commonly used. It was observed that only 24 (2%) of all these food products had Kosher certification, highlighting that Kosher certification is not very common in the country.

**Keywords:** Food safety, halal, kosher, food labeling

**CIREBON DISTRICT AGRICULTURE OFFICE'S EFFORTS TO DEAL WITH  
AGRICULTURAL LAND CRISIS**

**Nanik SHOFIYANI (ORCID:0009-0003-3910-1482)**  
UIN K.H. Abdurraman Wahid Pekalongan

**Abstrack**

The area of protected rice fields (LSD) in Cirebon Regency continues to decrease. LSD reached more than 52,000 hectares in 2021, according to the Cirebon District Agriculture Office (Distan). However, according to the 2024 Draft Regional Spatial Plan (RTRW), the area dropped to more than 48 thousand hectares. The Cirebon District Department of Agriculture is taking advantage of the Ministry of Agriculture's program to increase the planting area to overcome the decline in LSD area. The pompanization program is one of the programs implemented, which provides water pump machines to farmer groups, including in Cirebon District. Nanang hopes that 1,700 hectares of rain-fed land can be productive for two planting periods through this program. In this research, the research approach used is a qualitative method. Data sources obtained using secondary data sources. The collection method in this study uses data collection techniques with documents. The data analysis technique in qualitative research is inductive. Currently, there are 130 water pumps given to farmer groups in Cirebon Regency, with the capacity to irrigate 10 hectares of rainfed land. This shows that from the target of 1,700 hectares, 1,400 hectares have been irrigated. It is expected that the pumping program will increase the planting period on rainfed land, while on non-rainfed land the target is to achieve three cropping seasons.

**Keyword:** Crisis, Land, Agriculture

**EFFECT OF NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZER ON GROWTH AND  
YIELD OF ONION (*allium cepa* L.)**

**Md. Mehedi HASAN**

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,  
Rajshahi 6205, Bangladesh;  
**Email:**mehedihasanru.482@gmail.com

**Md. Khairul ISLAM**

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,  
Rajshahi 6205, Bangladesh;

**Md. Sharif AHMED\***

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,  
Rajshahi 6205, Bangladesh;  
**Email:**sharifcstru144@gmail.com

**Md. Saidul ISLAM**

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,  
Rajshahi 6205, Bangladesh;

**Md. Abdul KAIUM**

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,  
Rajshahi 6205, Bangladesh;

**Abstract**

The study was conducted to evaluate the effects of nitrogen(N) and potassium(K) on the growth and yield of onion by bulb-to-bulb method in the northwestern part of Bangladesh during the months of October 2021 to March 2022. The lower production rate of onions in our country compared to the global output, and the higher tendency to import to meet the demands of the continually growing population, motivated us to conduct this experiment. The experiment was designed as a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications, where nitrogen and potassium treatments were provided individually as well as in combination (NK). The statistical analysis was carried out by the MSTAT-C package. The nitrogen doses were (0, 50, 100, and 150 kg N/ha) and potassium doses were (0, 30, 60, and 90 kg/ha) and their combined interactions. The highest plant height, number of leaves per plant, bulb diameter, bulb length, weight of single bulb, yield per plot, and yield per hectore were found at the individual treatment of N, K at 150 kg/ha and 90 kg/ha respectively. The maximum output obtained from the combined treatment of highest NK (N<sub>150</sub>K<sub>90</sub>) were plant height (34.76 cm), number of leaves per plant (7.92), bulb diameter (4.843 cm), bulb length (6.32 cm), weight of single bulb (26.92 g), yield per plot (1.90 kg), and yield per hectore (12.66 t/ha is more than current production of Bangladesh 8.69 t/ha) followed by NK (N<sub>150</sub>K<sub>60</sub>). However, it's not possible to get the maximum production by application of N, K individually or at a lower amount. Further application of those treatments in other parts of the country will bring prosperity to the country's total production.

**Keywords:** Onion; *Allium cepa*; nitrogen; potassium fertilizer; growth and yield; onion production

**TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERİN HAYVAN BESLEMEDE KULLANIMI  
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Dr. Feyza Döndü BİLGİN (ORCID:0000-0002-7435-4130)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Koçanlı MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü,  
Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı  
**Email:** feyzabilgin@adu.edu.tr

**Doç. Dr. İlkey YAVAŞ (ORCID:0000-0002-6863-9631)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Koçanlı MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü,  
Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı  
**Email:** iyavas@adu.edu.tr

**ÖZET**

Son yıllarda tıbbi ve aromatik bitkilerin hayvan beslenmesinde yem katkı maddesi olarak kullanımında önemli bir artış görülmektedir. Yem katkı maddelerinin hayvan beslemede kullanımının en önemli nedeni yemden yararlanmayı arttırarak büyümeyi teşvik etmek ve hayvan sağlığını korumaktır. Bu amaçla hayvansal üretimde 1940'tan 2006'ya kadar yaygın olarak antibiyotikler kullanılmaktaydı. Ancak hayvan yemlerinde kullanılan antimikrobiyal büyüme destekleyicilerinin çoğunun bıraktığı kalıntılar nedeniyle yasaklanması, tıbbi bitkiler ve bunlardan elde edilen uçucu yağların kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Tıbbi bitkiler, bağışıklık sisteminin işlevini artırabilen flavonoidler, terpenoidler, ligninler, sülfürler, polifenolikler, karotenoidler, kumarinler, saponinler, bitki steroller, kurkuminler ve ftalidler gibi çeşitli fitokimyasalların varlığı nedeniyle geniş bir yelpazede biyolojik özellik göstermektedir. Ayrıca tıbbi aromatik bitki türleri ham protein oranları, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranları, nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranları, sindirilebilir kuru madde (SKM) oranları gibi yem kalite değerleri bakımından da önemli bir potansiyel taşımaktadır. Sahip olduğu bu özellikler nedeniyle tıbbi bitkilerin kullanım oranları ve hayvanlar üzerindeki olumlu etki aralıkları dikkate alınarak hayvan beslemede kullanılması önem arz etmektedir. Bu bildirinin amacı hayvan sağlığı ve beslenmesi açısından umut verici olan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin yem maddesi olarak kullanımı hakkında bilgi sağlamaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Tıbbi ve aromatik bitkiler, hayvan beslenmesi, fitokimyasallar, uçucu yağlar, yem kalitesi, ADF, NDF

**USE OF SOME MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS IN ANIMAL NUTRITION:  
A REVIEW**

**ABSTRACT**

In recent years, there has been a significant increase in the use of medicinal and aromatic plants as feed additives in animal nutrition. The most important reason for the use of feed additives in animal nutrition is to promote growth and protect animal health by increasing feed utilization. For this purpose, antibiotics were widely used in animal production from 1940 to 2006. However, the ban of most of the antimicrobial growth promoters in animal feed due to their residual effects, medicinal plants and essential oils are becoming more popular. Medicinal plants have wide range of biological properties due to the presence of various phytochemicals such as flavonoids, terpenoids, lignins, sulfurs, polyphenolics, carotenoids, coumarins, saponins, plant sterols, curcumins and phthalides, which can enhance the function of the immune system. In addition, medicinal aromatic plant species have an important potential in terms of feed quality values such as crude protein content (CP), acid detergent fiber (ADF) ratios, neutral detergent fiber (NDF) ratios, dry digestible matter (DDM) ratios. Due to these properties, it is important to use medicinal plants in animal nutrition, taking into account their usage rates and positive effects on animals. The aim of this report is to provide information about the use of some medicinal and aromatic plants as feed ingredients that are promising in terms of animal health and nutrition.

**Keywords:** Medicinal and aromatic plants, animal nutrition, phytochemicals, essential oils, feed quality, ADF, NDF

**PASTORALISTS' ADAPTATION STRATEGIES TO DEAL WITH LIVELIHOOD  
VULNERABILITY IN IRAN**

**Assistant professor , Samane GHAZALI\***

of agricultural economics, National Salinity Research Center (NSRC), Agricultural Research  
Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

**Email:** s.ghazali@areeo.ac.ir

**Abstract**

Pastoralists' livelihood on natural rangelands is increasingly influenced by the destructive impacts of climate change. While the phenomenon of climate change continues globally, it is expected to put more pressure on unfavorable rangelands and pastoral households whose livelihood source is only based on pastoralism activities. Thus, it is vital to reduce the livelihood vulnerability of pastoralists to climate change impacts through appropriate adaptation strategies. Accordingly, the aim of the current study was to assess the compatibility of adaptation strategies with the vulnerabilities posed by climate change to pastoralists' livelihoods. The evaluation was based on a spatial survey that was conducted with a random sample of 393 Iranian pastoralists distributed in the counties of Eghlid, Sepidan, and Shiraz in the northern Fars province. The results showed that pastoralists were commonly vulnerable in terms of high-risk exposure and low adaptive capacity. About 27 livelihood vulnerability patterns were detected using data mining based on the relationships among the sub-components of exposure, sensitivity, and adaptation in three counties. The scores of the livelihood vulnerability were high in most of the livelihood vulnerability patterns. Only four patterns obtained relatively low vulnerability scores through accurate decisions on adopting the appropriate set of adaptation strategies. According to the low compatibility of pastoralists' livelihood with climate change, the results of this study can assist policymakers to introduce appropriate adaptation strategies for pastoralists. In this regard, appropriate adaptation strategies in each vulnerability pattern are able to reduce livelihood vulnerability to climate change.

**Keywords:** Adaptive capacity; Climate change; Data mining; Degraded rangeland; Pastoral livelihoods.

**A REVIEW OF ANTIDIABETIC DRUGS**

**Final Year B. Pharmacy Student , C.Priya DHAARANI\***

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.  
**Email:**chandranpriya08@gmail.com

**Final Year B. Pharmacy Student , T.AKSHAYA**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Final Year B. Pharmacy Student , B. AMIRTHALAKSHMI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Final Year B. Pharmacy Student , S.SAKTHI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Final Year B. Pharmacy Student , S.SOWMIYA**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Associate Professor , M.K.VIJAYALAKHMI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Dean and professor . DR.R.SRINIVASAN**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**ABSTRACT:**

Antidiabetic agents comprise a chemically and pharmacologically heterogeneous group of drugs. The objective in treating diabetes mellitus is to prevent undue rises in blood glucose throughout each successive 24-hour period, without producing clinical hypoglycemia Hollander (1998). It is now widely accepted that good control of blood glucose prevents the development of microvascular (retinopathy, nephropathy) and neuropathic long-term complications of the disease in both type 1 and type 2. Diabetes mellitus (DM) is a complex chronic illness associated with a state of high blood glucose level, or hyperglycemia, occurring from deficiencies in insulin secretion, action, or both. The chronic metabolic imbalance associated with this disease puts patients at high risk for long-term macro- and microvascular complications, which if not provided with high quality care, lead to frequent hospitalization and complications, including elevated risk for cardiovascular disease (CVS).

**Keywords:** Diabetes ,clinical management, chronic, insulin, primary care



**TARGETING TRIPLE-NEGATIVE BREAST CANCER BY BIGUANIDE THROUGH  
COMBINATION THERAPY**

**Shashank KUMAR\***

Molecular Signaling and Drug Discovery Laboratory, Department of Biochemistry, Central  
University of Punjab, Bathinda, Punjab, India, 151401

**Email:**shashankbiochemau@mail.com

**Santosh Kumar MAURYA**

Molecular Signaling and Drug Discovery Laboratory, Department of Biochemistry, Central  
University of Punjab, Bathinda, Punjab, India, 151401

**Abstract:**

Triple-negative breast cancer (TNBC) is aggressive subtype cause mortality in younger women. TNBC show poor survival, early recurrence and therapy resistance in patients which is a challenge for scientific community for the disease treatment. Despite the fact that chemotherapy is an effective treatment for cancer, resistance develops in the majority of patients. Some of the oral biguanide drug used to treat non-cancer disease has been removed from the market due to a high toxicity. It has been shown that these drugs possess anticancer activity by targeting molecular events in cancer cells. In the present work we tried to reduce the toxicity of biguanide (BG) by using it in a combination with other therapeutic agent (TA) in TNBC cells. Results showed that BG and TA produced potent anticancer activity in TNBC (MDA-MB-231) cell at micro molar concentration (2-230  $\mu$ M) compare to respective alone treatment. Further BG + TA combination was significantly ( $p < 0.005$ ) nontoxic to breast normal cells (MCF-10A) at micro molar concentrations. Interestingly, lesser amount of BG showed better anticancer potential in combination compared to alone high dose treatment. Further, mechanistic studies are required to establish the preclinical efficacy of the BG+TA combination in TNBC model.

**Keyword:** TNBC; Combination Therapy; Molecular signaling; Biguanide; Chemotherapy

**EFFECT OF FERTILIZER AND IRRIGATION ON THE GRWOTH AND YIELD OF  
OKRA (*Abelmoschus esculentus* L.)**

**Shishir Kumar SARKER**

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,  
Rajshahi 6205, Bangladesh;  
**Email:**shishirsarker47@gmail.com

**Md. Mosleh-UD-DEEN**

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,  
Rajshahi 6205, Bangladesh;

**Md. Abdul KAIUM\***

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,  
Rajshahi 6205, Bangladesh;  
**Email:**saikat.ru200@gmail.com

**Md. Sharif AHMED**

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,  
Rajshahi 6205, Bangladesh;

**Md. Saidul ISLAM**

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,  
Rajshahi 6205, Bangladesh;

**Md. Mahedi Hasan SUMON**

Department of Crop Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Rajshahi,  
Rajshahi 6205, Bangladesh;

**Abstract**

The study was done to quantify the effect of fertilizer (NPK) and irrigation on the growth and yield of okra (var. BARI Dherosh-1) in the Horticulture Research Farm, University of Rajshahi, Rajshahi, from March, 2021 to September 2021. There were three different treatments of NPK (100, 50, 100 kg/ha; 150, 100, 150 kg/ha; and 200, 150, 200 kg/ha) and three different numbers of irrigation applied (1 time at 20 DAS; 2 times at 20 and 40 DAS; 3 times at 20, 40, and 60 DAS). The experiment was laid out by Randomized Complete Block Design (RCBD), considering two factors and three replications, where statistical analysis was carried out by software MSTAT-C package. The treatments were applied individually as well as in combination. The study indicated that maximum output was found from the combined effect of fertilizer (NPK) and irrigation, showing that the combination of (150, 100, 150 kg/ha) plus three times irrigation produced the maximum plant height (79.78cm), petiole length (29.89cm), number of leaves per plant (30), number of branches per plant (8.33), number of flowers per plant (46.78), green pod length (14.44cm), green pod diameter (1.97 cm), weight of a single pod (13.33g), number of green pods per plant (40.33), yield per plot (3.43kg), and yield per hectare (13.11 ton). Therefore, the combined use of fertilizer NPK (150, 100, 150) plus 3-time

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE &  
RURAL DEVELOPMENT  
July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

irrigation in different parts of the country can have a significant impact on okra production and a more recognized treatment scenario.

**Keywords:** Okra; *Abelmoschus esculentus* L.; fertilizer; irrigation; growth and yield; okra production

**SEWAGE TREATMENT OF THE BATIK INDUSTRY IN PEKALONGAN WITH A  
WETLAND SEWAGE SYSTEM**

**Qanita Dyah Anindita Nur WULANDARI**

Faculty of Education and Psychology, Universitas Negeri Semarang  
Faculty of Islamic Economic and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan  
Indonesia

**Abstract**

Pekalongan is one of the largest batik cloth-producing areas in Indonesia. Batik is also one of the largest export commodities in Indonesia, which in 2023 amounted to 17.5 million USD, or around Rp 283 billion. It was recorded that the batik tourism sector in Pekalongan until March 2024 reached 32% of the target of IDR 150 million. The result of the large industry is that it has an impact on pollution or unmanaged waste from batik production. Thus, the purpose of this research is to find out how to manage batik waste. The method used in this research is a qualitative method with an analytical-descriptive approach. The data sources used in this study were observations and interviews by batik entrepreneurs in Pekalongan. The results of this study indicate that people in Pekalongan use the IPAL (Waste Water Treatment Plant) technique in dealing with batik processing waste. The WWTP system itself uses a wetland bio-mediation system to treat the wastewater into clean water that is suitable for reuse and prevent water pollution.

**Keywords:** Pollution, Environment, Batik

**PARACOMPLETE DATA SECURITY APPLICATION USING DLP FOR  
IRRIGATION SYSTEM**

**Liliam Sayuri SAKAMOTO (ORCID:0000-0001-8636-0100)**

Paulista University, Production Engineering, Postgraduate Program, São Paulo, Brazil.

**Email:**liliam.sakamoto@gmail.com

**Jair Minoro ABE (ORCID:0000-0003-2088-9065)**

Paulista University, Production Engineering, Postgraduate Program, São Paulo, Brazil.

**Email:**jairabe@uol.com.br

**Msc. Marcelo dos Santos ROCHA (ORCID:0009-0002-3923-2266)**

Paulista University, Production Engineering, Postgraduate Program, São Paulo, Brazil.

**Email:**srochamarcelo@hotmail.com

**Abstract**

Many disruptive technologies have been introduced to increase agricultural productivity, however, the capture, processing, and monitoring of collected data are often not fully utilized for optimization and information security of a “Precision Irrigation Agricultural System”. This work aimed to develop and use a Paraconsistent DLP tool linked to a Smart Garden Project (an Open-Source Arduino platform connected to a soil moisture sensor) to make decisions about possible incident situations that could impact the agricultural project in its production. The methodology used was used to assertively guide the capture of this data by a tool with the first layer DLP – Data Loss Prevention developed in Python with a second layer using  $E\tau$  Evidencial Annotated Paraconsistent Logic, which reanalyzes and reuses data that would otherwise be disregarded, which Despite this, they contributed to improving project knowledge. As a result, 38.7% of the data that would have been discarded in the first analysis, which tended to the objective of this work, was reused, making it possible to increase security in the prior detection of potential incidents that could have an impact on agricultural production, such as lack of water for a long time or defect in irrigation equipment, sudden climate change, as well as helping in the conscious use of water resources. The purpose of this work was to improve safety and prevention of possible incidents in the agricultural production of the Smart Garden project by understanding and reusing data that would be disregarded through the development and use of a Paraconsistent DLP tool in the analysis of the Irrigation System for Smart Garden for greater assertiveness and excellence of this system.

**Keywords:** DLP – Data Loss Prevention; Irrigation system; Evidencial Annotated Paraconsistent Logic  $E\tau$ .

**INVESTIGATING THE IMPACT OF NI DOPING ON THE STRUCTURAL,  
MICROSTRUCTURAL, AND OPTICAL PROPERTIES OF TIN OXIDE FILMS VIA  
PNEUMATIC SPRAY PYROLYSIS METHOD**

**Doç. Dr. Sabrina ROGUAI\*(ORCID:0000-0002-0767-0846)**

Department science of the matter, Abbes Laghrour university khenchela , Algeria

**Email:**rog.sabrina@yahoo.fr

**Abstract**

In this study, we employed a pneumatic spray pyrolysis (PSP) technique at a deposition temperature of 450°C to fabricate tin oxide (SnO<sub>2</sub>) thin films doped with nickel (Ni) on glass substrates. The Ni doping concentration was varied systematically from 0.0 to 0.10 (Sn<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>O<sub>2</sub>) to evaluate its influence on the films' structural, microstructural, and optical properties. Detailed structural characterization was performed using X-ray diffraction (XRD), which confirmed the presence of the rutile phase of SnO<sub>2</sub> in all the thin films. The crystallite sizes, derived from XRD peak broadening using the Scherrer formula, ranged from 27 to 47 nm, indicating the successful formation of nanocrystalline films. Optical properties were investigated through UV-Vis spectroscopy, revealing that the optical bandgap energy of the films increased from 3.83 eV for the undoped SnO<sub>2</sub> to 4.01 eV for the highest Ni-doped sample. This increase in bandgap energy with doping concentration is attributed to the Burstein-Moss effect, where the introduction of additional free carriers from Ni doping leads to the filling of lower energy states in the conduction band, thus requiring higher energy photons for electronic transitions. Additionally, the electrical properties of the thin films were assessed by measuring their resistivity, which showed a dependency on both the Ni doping level and the film thickness. Generally, an increase in Ni content led to a decrease in resistivity, enhancing the electrical conductivity of the films. This can be attributed to the higher carrier concentration introduced by Ni doping. The study demonstrates that by tuning the Ni doping concentration and film thickness, the structural, optical, and electrical properties of SnO<sub>2</sub> thin films can be effectively controlled, making them suitable for various optoelectronic applications.

**Keywords:** Thin films, X-ray diffraction, Optical properties.

**GROWTH PERFORMANCE AND ECONOMIC ANALYSIS OF WEANER PIGS FED  
MILLET HULL SUPPLEMENTED WITH QUADRAXYME**

**AKORCHIO, Joy Doocivir**

Faculty of Agriculture and Life Sciences, Federal University Wukari, Nigeria

**Email:**akorchiojoyd@gmail.com

**Abstract**

This was conducted to evaluate the growth performance and assess the economics of producing weaner pigs fed millet hull supplemented with quadraxyme. Eighteen (18) mixed local breeds of weaner pigs with an average weight of 7.00kg were divided into three groups of six animals per group replicated three times in a completely randomized design. The animals were fed ad libitum and the experiment lasted for 56 days. Data was collected on initial body weight, weekly body weight, final body weight, daily feed intake, and feed conversion ratio. The result of the growth performance showed that average daily feed intake of pigs fed with 100% millet hull supplemented with 0.2kg/100kg enzyme have higher average daily feed intake (0.50kg) than those fed with control diet (0.45kg). Pigs fed with 50% millet hull had the lowest average daily feed intake (0.39kg). The result of the study showed that inclusion of millet hull in the diet of pigs increased their daily and total feed intake which in turn led to higher increase in body weight of the pig. 50% millet hull and 50% maize showed lowest feed conversion ratio. The economics of producing millet hull was lower compared to the production of maize. It is therefore recommended that millet hulls can be used as alternative fibre source in the diet of weaner pigs upto 100% supplement with enzyme without deleterious effects on growth performance.

**Keywords:** Weaner pigs, millet hull, growth performance.

**ASSESSMENT OF THE CONTRIBUTION OF OFF-FARM INCOME ON THE  
LIVELIHOOD OF FARMING HOUSEHOLDS IN DUTSE LOCAL GOVERNMENT  
AREA OF JIAGAWA STATE, NIGERIA**

**Umar MUKHTAR**

Department of Agricultural Economics and Agribusiness, Federal University Dutse, PMB  
7156, Ibrahim Aliyu By-Pass, Dutse, Jigawa State, Nigeria

**Farida Nurudeen ADEBISI**

Department of Agricultural Economics and Agribusiness, Federal University Dutse, PMB  
7156, Ibrahim Aliyu By-Pass, Dutse, Jigawa State, Nigeria

**Bashir Garba MUKHTAR**

Department of Agricultural Extension and Rural Development, Federal University Dutse,  
PMB 7156, Ibrahim Aliyu By-Pass, Dutse, Jigawa State, Nigeria

**Salihu MUSA**

Department of Agricultural Economics and Agribusiness, Federal University Dutse, PMB  
7156, Ibrahim Aliyu By-Pass, Dutse, Jigawa State, Nigeria

**Email:**umarmukhtar79@gmail.com

**Abstract**

Agriculture used to be the prime source of livelihood for most farming households in developing countries, but it has now failed to guarantee sufficient livelihood for majority of these populace. Therefore, households participate in variety of off-farm activities to generate extra income to mitigate the effects of poverty. This study investigated off-farm activities and its contribution to the livelihood of farming households in Jigawa State, Nigeria. A multi-stage random sampling technique was used to select two hundred and forty (240) farmers for the study. The data were collected using structured questionnaire and verbal interview in identifying off-farm activities, and factors that influence farm income. Descriptive statistics and OLS regression were used to analyze the data collected. Findings revealed that most reveals that about 83.3% of the respondents were involved in off-farm activities under trade/ commerce category, 64.8% of the respondents were involved in production category, while 33.1% of the respondents were involved in service category and 2.4% and 23.3% of the respondents were involved in off-farm activities under construction and others respectively. The regression results showed that, age of household, educational level, farm size, other occupation, access to credit, access to extension services and value of output were important explanatory variables that influenced off-farm incomes. It is recommended that household members should be encouraged to take up off-farm engagement so as to argument their income and raise their standard of living. It was also recommended that the appropriate policies should be initiated for reducing risk and uncertainties inherent with agricultural activities such as access to credit to improve their livelihood and increase productivity.

**Keywords:** Off-farm, Income, Household, Livelihood, Nigeria



**VALORIZATION OF CAROB FRUIT : FORMULATION OF FUNCTIONAL  
BISCUIT ENRICHED WITH CAROB POWDER**

**Nada BOUGRIOU (ORCID:0009-0008-2636-0166)**

Laboratory of biomathematics, biochemistry, biophysics and scientometry (3BS),  
Department of Food Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, Abderrahmane Mira  
University, Bejaia, Algeria.

**Email:**nada.bougriou@univ-bejaia.dz

**Dr. Nabila BRAHMI,**

Laboratory of biomathematics, biochemistry, biophysics and scientometry (3BS),  
Department of Food Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, Abderrahmane Mira  
University, Bejaia, Algeria.

**Roukia BOUIZAR,**

Laboratory of biomathematics, biochemistry, biophysics and scientometry (3BS),  
Department of Food Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, Abderrahmane Mira  
University, Bejaia, Algeria.

**Dr. Naouel KHEYAR**

Laboratory of biomathematics, biochemistry, biophysics and scientometry (3BS),  
Department of Food Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, Abderrahmane Mira  
University, Bejaia, Algeria.

**Abstract**

Biscuits play an essential role in the global food industry. They have evolved with industrial development to include a wide range of tasty products. Enriching biscuits with various flours, such as carob flour, can improve their nutritional value. The aim of this study was to enhance the value of the carob tree fruit by developing biscuit formulas enriched with carob flour and to examine their nutritional values. Three formulas and a control were developed by incorporating three types of carob powder from the mature pod (A), the immature pod (B) and the industrial powder (C). A comparative study of the physico-chemical parameters (water, protein and fat content), nutraceutical properties (polyphenols, flavonoids, flavonols and total tannins and DPPH, ABTS and FRAP antioxidant activities) of the different types of carob powder and the different biscuit formulas were evaluated. Sensory analysis of the biscuits was then carried out. The immature powder is the richest in polyphenols (21.18 mg EAG/g DM), while the mature powder has a higher protein content (60.99 mg/g DM). The highest levels of flavonoids, flavonols and tannins were observed in the industrial powder with (1.46 mg EQ/g DM); (1.82 mg EQ/g DM) and (9.37 mg/g DM) respectively. The protein content of biscuit (B) was the highest, followed by biscuit (C) and (A). The content of polyphenols, tannins, flavonoids and flavonols in the enriched biscuits was higher than in the control. It turns out that the most popular biscuits are (B) and (C) with the same percentage (80%), while the least popular is biscuit (A) with a percentage of (20%). Finally, carob powder could be used as a natural ingredient to enrich biscuits. These biscuits therefore have the potential to be used as functional foods.

**Keywords:** Ceratonia Siliqua L., nutraceutical properties, antioxidant activities.

**OCCURENCE OF STRONGYLOIDES WESTERI IN HORSES IN SERBIA**

**Academician, Princ. Res. Fell. Ivan PAVLOVIC (ORCID:0000-0003-4751-6760)**  
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia  
**Email:**dripavlovic58@gmail.com

**PhD Slavica ZIVKOVIC (ORCID:0009-0000-9905-062X)**  
Agricultural School PKB, Belgrade, Serbia  
**Email:**slavicavet@gmail.com

**MSc. Bojana MIJATOVIC (ORCID:0009-0007-8754-7971)**  
Agricultural School PKB, Belgrade, Serbia  
**Email:**ksenijam65@gmail.com

**BSc. Natalija KOSTIC (ORCID:0000-0003-2337-8228)**  
Agricultural School PKB, Belgrade, Serbia  
**Email:**skola@skolapkb.edu.rs

**PhD. Aleksandra TASIĆ (ORCID:0000-0002-8361-5697)**  
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia  
**Email:**alekstasic79@gmail.com

**Abstract**

*Strongyloides westeri* commonly occurs in foals around the world. This is a typical parasitosis for stables, within the exogenous development of the larvae gets promoted through moist and warm environments. The adult female parasites live in the small intestine. The life cycle is direct and typical of the genus *Strongyloides*. Larvated eggs are produced parthenogenetically by the parasitic females are passed in the faeces. The first-stage (rhabditiform) larva that hatches from each egg can then follow either a homogonic cycle (without the development of free-living adult males and females) or a heterogonic cycle (with such development). Third-stage (filariform) larvae are infective for horses. *Strongyloides* eggs can typically be found in the feces of 5%–50% of managed foals that are < 2 months of age. Many horses infected with *S.westeri* never show any clinical signs. Lactogenic transmission is the most significant route of infection in young foals. Mares harbor larvae in a hypobiotic arrested stage in their tissues, which become reactivated at foaling and migrate to the mammary gland. Larvae can be isolated in the milk with highest concentration in 10–14 days postpartum. Two other routes of infection exist for this parasite—oral ingestion and percutaneous invasion—but the significance of these routes is unknown. *S.westeri* be the cause of “foal heat diarrhea,” because this is often observed around 10 days postpartum, when a proportion of foals can be fecal egg-count positive. However, other intestinal pathogens are likely to be implicated in disease at this age. Skin lesions associated with entry of infective larvae are rare in horses. During our research, *S.westeri* was found in 5-14% of foals and adult horses in stables, but no clinical symptoms of infection were recorded. It is interesting that we did not detect the presence of these parasites in horses kept freely in natural habitats (Stara Planina, Zasavica).

**Keywords:** *Strongyloides westeri*, foal, horses, epidemiology

**REMOTE SENSING: OPTIMIZING SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT IN  
RESPONSE TO ABIOTIC STRESSES**

**Yassine MOUNIANE**

Natural Resources and Sustainable Development Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail  
University, Morocco

**Ahmed CHRIQUI**

Natural Resources and Sustainable Development Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail  
University, Morocco

**Issam EL-KHADIR**

Natural Resources and Sustainable Development Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail  
University, Morocco

**Abdelaati SOUFIANI**

Natural Resources and Sustainable Development Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail  
University, Morocco

**Atif ROCHD**

Natural Resources and Sustainable Development Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail  
University, Morocco

**Driss HMOUNI**

Natural Resources and Sustainable Development Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail  
University, Morocco

**Abstract :**

Rising environmental stresses underline the importance of early detection of plant responses to stress. The ability to monitor these responses on a regional and global scale is crucial to mitigating negative impacts. Satellite remote sensing offers an effective response to these issues. This study highlights the importance of this technology for accurate assessment of crop water stress at different spatial scales, providing real-time data. It enables precise monitoring of irrigation and rapid detection of areas at risk. It also makes it easier to assess the impact of climate change. The extensive spatial coverage of satellite remote sensing makes it a valuable tool for sustainable water management in agriculture. In general, studies show high success rates, often in excess of 90%, in detecting crop water stress and other environmental stresses using satellite remote sensing with 30 m resolution. In conclusion, faced with the challenges of climate change, this technology is crucial for monitoring and optimally managing water resources.

**Keywords:** Remote sensing, water stress, plants, irrigation, climate change.

**EFFECT OF INPUT SUBSIDIES ON RICE FARMERS UNDER VALUE CHAIN  
DEVELOPMENT PROGRAMME IN BENUE AND NIGER STATES, NIGERIA**

**YISA, E.N.,**

Department of Agricultural Extension and Rural Development  
Federal University of Technology, Minna, Niger State, Nigeria.

**Muhammed, U.H.,**

Department of Agricultural Extension and Rural Development  
Federal University of Technology, Minna, Niger State, Nigeria.

**Email:**lizharuna@yahoo.com

**Tsado, J.H.**

Department of Agricultural Extension and Rural Development  
Federal University of Technology, Minna, Niger State, Nigeria.

**Abstract**

The study assessed the effect of input subsidies on rice farmers under value chain development programme in Benue and Niger States, Nigeria. A multi-stage sampling technique was used to select 146 and 185 registered youth rice farmers using Yamane formula for appropriate sample size determination and data collected through a semi-structured questionnaire were analyzed using descriptive statistics (such as frequency count, percentages, mean) and Ordered Logit regression model. The results obtained shows that rice farmers in the study area were mostly males (85.4%) and (57.5%) and formally educated (70.8% and 85.6%) with an average age of 42 years among rice farmers in Benue and Niger states respectively. The results also shows that increase in machine hiring services (94.1%), access to rice production modern technologies (86.5%) and access to training on rice farming (85.9%) are the major input subsidies benefited among the rice farmers in Niger state. While access to post-harvest handling and marketing (99.4%), access to information on agronomic practices (100.0%) and access to support for value chain and market linkages (98.6%) were the major input subsidies benefited among the rice farmers in Benue state. The result further shows that access to subsidize rice seed ( $\bar{X}=4.76$ ), access to subsidize fertilizer for rice production ( $\bar{X}=4.71$ ) and access to subsidize herbicides/insecticides ( $\bar{X}=4.70$ ). While access to information on agronomic practices ( $\bar{X}=4.27$ ), access to subsidize seed for planting ( $\bar{X}=4.21$ ) and access to support for value chain and market linkages ( $\bar{X}=4.21$ ) were the major top three inputs subsidies with high extent of access among the rice farmers in Benue and Niger states respectively.

The determinant of youth rice farmers access to inputs subsidies under VCDP in the study area shows that age, years of education, farming experience, farm size, major occupation, income of the farmers and distance to redemption center. While age, years of education, farm size, extension contact, access to credit, cooperative membership and distance to redemption center were the significant factors influencing youth rice farmers access to inputs subsidies under VCDP in Benue and Niger states respectively. Hence, it was recommended that Value Chain Development Programmed should continue and expand the provision of subsidized rice seeds and fertilizers, as they are crucial for both states and strengthen extension services to provide continuous support and innovation dissemination in rice farming techniques.

**Keywords:** Value-chain, Inputs, Subsidies, Rice-farmers and Development

**PROXIMATE AND ELEMENTAL ANALYSIS OF *Diospyros mespiliformis* FRUIT**

**Ahmed ATTAHIRU\***

Department of Pure and Industrial Chemistry  
Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Nigeria  
**Email:** ahmadattahiru02@gmail.com

**Yusuf HARUNA**

Department of Pure and Industrial Chemistry  
Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Nigeria

**Abubakar Umar BIRNIN-YAURI**

Department of Pure and Industrial Chemistry  
Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Nigeria

**Hannatu Abubakar SANI**

Department of Pure and Industrial Chemistry  
Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Nigeria

**Abstract**

*Diospyros mespiliformis* is a beautiful, evergreen tree to 25 m tall with a rounded crown of simple, oblong, leathery leaves. The cream colored flowers are followed by edible, yellow to orange fruits that can be consumed fresh or dried. *Diospyros mespiliformis* is widespread throughout tropical and southern Africa and the Arabian Peninsula. It makes an excellent ornamental and shade tree for drier tropical and warm temperate climates. This research work is aimed to evaluate the proximate and mineral contents of *Diospyros mespiliformis* fruit. The fresh fruit were collected from Jiga Village, Aliero Local Government area of Kebbi State, Nigeria. Maceration method was used for extraction. The standard method of Association of Analytical Chemists (AOAC) 2005, with a slight modification were used to evaluate the proximate and mineral contents of *Diospyros mespiliformis* fruit. The result of proximate composition showed the mean standard deviation of triplicate content of Moisture ( $42.20 \pm 1.61$  %), Ash ( $5.70 \pm 0.29$  %), Crude lipid ( $6.70 \pm 0.76$  %), Crude fibre ( $1.50 \pm 0.50$  %) and Protein ( $1.60 \pm 0.03$  %). The result of mineral composition showed mean standard deviation of triplicate content of Sodium ( $62.5 \pm 5.00$  mg/kg), Potassium ( $41.33 \pm 2.25$  mg/kg), Calcium ( $0.48 \pm 0.06$  mg/kg), Magnesium ( $0.43 \pm 0.03$  mg/kg) and Phosphorus ( $4.32 \pm 0.02$  mg/kg). From the result it can be concluded that *Diospyros mespiliformis* fruit have high moisture content, the ash content is also moderate, the lipid content shows that the fruit is a poor source of oil, the fibre content if consumed adequately will aid the development of cell tissue. The fruits are not good source of protein due to low protein content in the fruit. The result of this study also showed that the fruit is a good source of some minerals like potassium and sodium which are expected to speed up metabolic processes.

**Keywords:** *Diospyros mespiliformis*, Mineral, Fruit, Potassium, Calcium

**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF 5BITS UP AND DOWN COUNTER USING  
J K FLIP FLOP**

**AKIGHIRGA, Luter Richard**

Department Of Electrical And Electronics Engineering, College Of Engineering  
Joseph Sarwuan Tarka University Makurdi (Formerly, University Of Agriculture Makurdi)  
Benue State, Nigeria

**ABSTRACT**

This research focuses on the design and building of a 5BITS synchronous UP/DOWN (Even/Odd) counter using JK flip flop. An UP and DOWN counter is a counter that performs two basic functions; an increment counting and a decrement counting based on the designer's preference or the function which it is made to perform. This design uses the JK flip flop as its basic building block, it uses the power circuit which is designed with a voltage regulator (78L05) which gives the required output voltage of 5volts, it uses also the digital clock which is designed with a 555 timer (NE555) to produce or generate a constant frequency of 1Hz, the led to display the output to ensure a correct design and it uses also the BCD-to-7segment decoder which is then connected to the 7-segment display which displays the output of the design. This project also uses other components such as resistors and capacitors among others. The objectives of this research includes; to design an up/down (even/odd) counter with a JK flip flop, to simulate the design on proteus, implement and test it on the bread board and finally build it on the Vero board as a prototype. In the design algorithm, the power circuit is followed by the digital clock circuit then the combined JK flip flops after which the LEDs are used to test the accuracy and the workability of the design and lastly is the BCD decoder to display the result of the design. This design has proven that discrete components and state devices can be used to design and build a counter to count up and down without a microprocessor to solve problems in reality in the aspect of record keeping and tracking of events. A good sequence of counting is recommended if further modifications or research is to be done on this project to make it more profitable and marketable.

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE CHATBOTS AWARENESS AND ACCESSIBILITY  
FOR LEARNING AMONG SCIENCE PRE-SERVICE TEACHERS IN MINNA,  
NIGER STATE.**

**Mohammed, C.M.,**

Department of Science Education  
Federal University of Technology Minna, Niger State, Nigeria.

**Idris, U.S.B,**

Department of Science Education  
Federal University of Technology Minna, Niger State, Nigeria.

**Mohammed S.,**

Department of Science Education  
Federal University of Technology Minna, Niger State, Nigeria.

**Shuaeeb, A. I.**

Department of Science Education  
Federal University of Technology Minna, Niger State, Nigeria.

**ABSTRACT**

The study is to examine artificial intelligence chatbots awareness and accessibility for learning among science pre-service teachers' in Minna, Niger state. The objectives were to determine the awareness level of pre-service teachers, determine the accessibility and availability of artificial intelligence chatbots, determine the difference in pre-service teachers' awareness and determine the difference in pre-service teachers' access towards artificial intelligence chatbots based on their gender. The study was guided by four research questions and two hypotheses were formulated to guide the study. The research adopted the descriptive survey research. Population of the study comprise of 197 500 level students from science education and educational technology. One hundred and twenty-seven (127) questionnaires were distributed base on Krejce and Morgan (1970) sample size determination. Data collected was analyzed using descriptive and inferential statistics. From the findings, pre-service teachers had high awareness and accessibility level toward artificial intelligence chatbots for learning. Analysis revealed that the male pre-service school teachers have a higher mean rank of 68.13 compared to the female pre-service school teachers having 55.93 and analysis revealed that the male pre-service school teachers have the highest accessibility mean rank of 70.32 compared to the female pre-service school teachers having 51.65. The result found awareness among pre-service school teachers was statistically not significant (U 1459.000,  $p = .076$ ) and the difference between male and female pre-service teacher accessibility towards artificial intelligence chatbots for learning was statistically significant at U 1275.000  $P = .007$ . Provide students with information about the benefits, functionalities, and ethical considerations associated with AI chatbot technologies, Integrate AI chatbots into the curriculum to expose students to their capabilities and encourage their usage and Ensure that students have access to clear and concise information about AI chatbots, including how they work, their limitations, and the data privacy measures in place.

**Keyword:** Artificial Intelligence Chatbots, Awareness, Accessibility & Pre-service Science Teachers

**COMPREHENSIVE STUDY AIMED AT ASSESSING THE POST-TREATMENT  
MANAGEMENT STRATEGIES AND SURVIVAL RATES IN BREAST CANCER  
PATIENTS**

**Abeera ZAFAR**

Department of Pharmacy, Hajvery University, Lahore

**Email:** abeera-320-p-1602@hup.edu.pk

**Dr. Mah-ru-nisa ATIF**

Department of Pharmacy, Hajvery University, Lahore

**Email:** mahrunisa.atif@hup.edu.pk

**Dr. Lubna SHIKAR**

Department of Pharmacy, Hajvery University, Lahore

**Dr. Fahad ASIM**

Department of Pharmacy, Hajvery University, Lahore

**Abstract:**

A comprehensive study aimed at assessing the Post-Treatment Management Strategies and Survival Rates in Breast Cancer (BC) Patients. To investigate the Impact of Breast cancer on the quality of life and health outcomes of individuals Living with cancer in Lahore. The study is to assess the prevalence and risk factors Associated with in Breast cancer the Pakistani population. To explore the clinical Manifestations (CM) and diagnostic criteria used for the early detection of the Breast cancer in Lahore . To evaluate the current management strategies and Healthcare practices in place for individuals with Breast cancer in women. To Conduct a comprehensive literature review to gather data on the prevalence, Clinical characteristics, and management of Breast cancer in Lahore ,Punjab Pakistan. To collect primary data through surveys and interviews with healthcare Professionals, individuals living with Breast cancer, and their families to gain insights into the impact of Post treatment Management strategies of Breast cancer on their Lives. A comprehensive study aimed at assessing the Post-Treatment Management Strategies and Survival Rates in Breast Cancer Patients. To assess the effectiveness of existing management strategies, including medications, lifestyle interventions, and patient education, in controlling the progression of Breast cancer. To propose Recommendations and interventions aimed at improving the prevention, early Diagnosis, and management of Breast cancer in Pakistan.

**Keywords:** Breast Cancer, clinical manifestations



**ASSESSMENT OF SOIL QUALITY BY MODELING SOIL QUALITY INDEX AND  
MAPPING SOIL PARAMETERS USING IDW INTERPOLATION IN MOROCCAN  
SEMI-ARID**

**Sanae BEL-LAHBIB (ORCID:0000-0001-8895-2783)**

Laboratory of Geosciences and Environmental Techniques, Department of Earth Sciences,  
Faculty of Sciences, Chouaïb Doukkali University, BP.20, 24000 El Jadida, Morocco

**Email:**bel-lahbib.s@ucd.ac.ma

**Khalid Ibno NAMR (ORCID:0000-0002-8978-4643)**

Laboratory of Geosciences and Environmental Techniques, Department of Earth Sciences,  
Faculty of Sciences, Chouaïb Doukkali University, BP.20, 24000 El Jadida, Morocco

**Email:**ibnonamr.k@ucd.ac.ma

**Abstract**

The aim of the current study was to assess the spatial variability of soil quality in a semi-arid area using an indexing approach based on soil parameters. A total of 1511 soil samples (0-30 cm) were collected in 2019 and analyzed for 20 soil properties. Four soil quality indexes (SQIs) were computed using Linear (L) and Non-Linear (NL) models through Additive (A) and Weighted (W) approaches. Principal component analysis (PCA) identified four principal components (PCs) with eigenvalues  $>1$ , accounting for a total of 64.47% of the variance in the data. The total data set (TDS) was reduced by PCA, resulting in four soil parameters (Sand, Mn, EC, and Zn) as the independent minimum data set (MDS). IDW interpolation revealed an irregular distribution for each parameter individually, but the maps created based on SQI demonstrate that soil quality is generally low ( $SQI < 0.55$ ) to moderate ( $0.55 < SQI < 0.7$ ). The NL model shows the highest SQI values and sensitivity index, and the statistical results show that all the SQI models tested have strong relationships with crop yields and each other. However, W-NL shows the highest correlation ( $r=0.306$ ,  $p < 0.01$ ). Thus, the Weighted approach is the suitable method for evaluating soil quality in Moroccan semi-arid regions and aiding decision-making.

**Keywords:** Mapping, Modeling soil quality index, Moroccan Semi-arid, Principal component analysis, Physicochemical properties, Soil quality.

**THE SIGNIFICANCE OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN  
AGRICULTURE**

**Associate professor Dr. Sagaya AURELIA**  
Department of Computer Science CHRIST University  
**Email:**sagaya.aurelia@christuniversity.in

**Abstract**

Human civilization has always been based on agriculture. In the current era of swift technological progress, it is experiencing a significant metamorphosis. The requirement for roughly 70% more food by the middle of the century presents a tremendous problem, especially given the current restrictions of resource scarcity and changing climate conditions. It is anticipated that the world's population will increase dramatically. Sustainable land use and water management are becoming more and more important. Artificial Intelligence presents unparalleled prospects for the agricultural sector at this critical juncture. AI has a wide range of applications, from improving agricultural quality and output to streamlining resource use. AI applications are progressively spreading throughout the world, whether they are used to detect crop diseases through real-time monitoring or analyse land usage using very precise satellite imagery. In addition to receiving a lot of attention in the agri-tech industry, this technological tsunami is drawing funding to support development and innovation. We are seeing the beginning of a smarter, more productive, and sustainable era of farming as AI becomes more deeply ingrained in the industry. Let's examine these fascinating technologies and how they are transforming conventional farming methods.

Crop Illness Identification

Systems for Automated Weed Control

Livestock Health Monitoring

Predictive Analysis for Crop Yield

Precise Irrigation System

Drone-Assisted Aerial Surveillance

Supply Chain and Demand Forecasting

**Keyword:** Crop Illence. Agriculture, AI

**UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE KALİTELİ KABA  
YEM ÜRETİM ALANLARINDA MEVCUT DURUM TESPİTİ VE  
PROJEKSİYONU**

**Yüksek Lisans, Harun EŞENÇAYI (ORCID:0009-0003-2654-4655)**  
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**harunesencayi@hotmail.com

**ÖZET**

Uzaktan algılama, yeryüzünden belirli uzaklıkta, atmosferde veya uzayda hareket eden platformlara yerleştirilmiş ölçüm aletleri aracılığıyla fiziksel temas olmaksızın yeryüzünün doğal ve yapay objeleri hakkında bilgi alma ve bunları değerlendirme tekniğidir. Bir başka ifade ile objelerle fiziksel temasta bulunmadan herhangi bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle objeler hakkında bilgi edinme bilim ve sanatı olarak ifade edilir. Diğer taraftan uzaktan algılama, elektromanyetik spektrumun mor ötesi ışınlarla mikrodalga ışınları arasındaki bölümleri aracılığı ile havadan ve uzaydan cisimlerin özellikleri kaydetme ve inceleme tekniği olarak da tanımlanır. Tarım uygulamalarında uzaktan algılama kullanım alanları oldukça geniştir. Bunlardan bazıları, tarım ürünlerinin çeşitliliğinin belirlenmesi, tarım ürünlerinin fenolojik gelişimin tespit edilmesi, bitkilerin su stresinin belirlenmesi, bitki hastalıklarının tespit edilmesi, planlı tarım yönetimi, erken uyarı sistemleri, rekolte ve verim tahminleri, arazi örtüsü ve kullanımın tespit edilmesi, toprak nemi kuraklık takibi ve toprak tuzluluk tespitidir. Uydu görüntülerinde toprak yüzeyindeki yeşil vejetasyon “bitki örtüsü indeksi” veya “ yeşillik (vejetasyon) indeksi” olarak adlandırılır. Bu amaçla kullanılmak üzere 20'nin üzerinde vejetasyon indeksi tanımlanmıştır. Normalleştirilmiş fark bitki örtüsü indeksi (Normalized Difference Vegetation İndeks = NDVI) ise bu tür çalışmalarda en çok kullanılanıdır. NDVI indeks değerleri teorik olarak (-1) ve (1) arasında değişir. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri 1'e doğru yaklaşırken, bulutlar, su ve kar eksi NDVI değerlerine sahiptir. Yeşil ve geniş yaprak alanları NDVI değerlerini önemli ölçüde etkilmektedir. Bu nedenle bitki örtüsü yeterince sık olmayan mera alanlarında düşük NDVI değerleri gözlemlenmektedir. Stroppiana ve ark. (2015) İtalya'nın kuzel bölgesinde çeltik arazisinde yaptıkları denemede İHA ( DJI S1000 Octocopter) üzerindeki multispektral sensör ( Tetracam ADCMicro) ile ürün verimini tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda arazideki ürün verimini tahmin etmede İHA görüntüleri ile yansıma görüntüleri arasında  $R^2 = 0,42-0,54$  korelasyon elde edildiği ve bu görüntülerin hassas tarım uygulamalarında başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir( Stroppiana vd., 2015).

**Anahtar Kelimeler:** Uzaktan Algılama, Yem Kalitesi, NDVI

**QUALITY ROUGH WITH REMOTE SENSING METHODS DETECTION OF  
THE CURRENT SITUATION IN FEED PRODUCTION AREAS AND PROJECTION**

**ABSTRACT**

Remote sensing is the technique of acquiring information about natural and artificial objects on Earth without physical contact, using measurement instruments placed on platforms moving at specific distances from the Earth's surface, in the atmosphere, or in space. In other words, it is the science and art of obtaining information about objects through measurements taken from any distance without physical interaction. On the other hand, remote sensing is also defined as the technique of recording and examining the properties of objects from the air and space using portions of the electromagnetic spectrum between ultraviolet rays and microwaves. In agricultural applications, remote sensing has a wide range of uses. Some of these include determining crop diversity, detecting the phenological development of crops, assessing water stress in plants, identifying plant diseases, enabling precision agriculture management, implementing early warning systems, predicting yields and productivity, mapping land cover and land use, monitoring soil moisture for drought assessment, and detecting soil salinity. In satellite imagery, the green vegetation on the Earth's surface is referred to as the "vegetation index" or "greenness (vegetation) index." Over 20 vegetation indices have been defined for this purpose. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is the most commonly used index in such studies. NDVI index values theoretically range between -1 and 1. In areas with abundant green vegetation, the index value approaches 1, while clouds, water, and snow have negative NDVI values. Green and broad leaf areas significantly influence NDVI values. Consequently, in grasslands where vegetation cover is not dense enough, low NDVI values are observed. In a study conducted by Stroppiana et al. (2015) in the northern region of Italy on rice fields, multispectral data collected from an unmanned aerial vehicle (DJI S1000 Octocopter) were used to assess vegetation health and crop conditions.

**Keywords:** Remote Sensing, Feed Quality, NDVI

**HARNESSING THE MEDICINAL PROPERTIES OF ANDROGRAPHIS  
PANICULATA FOR DISEASES AND BEYOND: A REVIEW OF ITS  
PHYTOCHEMISTRY AND PHARMACOLOGY**

**A.DINESHBABU**

BHARATH INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AND RESOURCES , CHENNAI, 600075

**THIRUMURUGAN**

BHARATH INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AND RESOURCES , CHENNAI, 600075

**DR.R.SARAVANAN**

BHARATH INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AND RESOURCES , CHENNAI, 600075

**DR.R.SRINIVASAN**

BHARATH INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AND RESOURCES , CHENNAI, 600075.

**Abstract**

*Andrographis paniculata* Wall (family Acanthaceae) is one of the most popular medicinal plants used traditionally for the treatment of array of diseases such as cancer, diabetes, high blood pressure, ulcer, leprosy, bronchitis, skin diseases, flatulence, colic, influenza, dysentery, dyspepsia and malaria for centuries in Asia, America and Africa continents. It possesses several photochemical constituents with unique and interesting biological properties. This review describes the past and present state of research on *Andrographis paniculata* with respect to the medicinal usage, phytochemistry, pharmacological activities, toxicity profile and therapeutic usage, in order to bridge the gap requiring future research opportunities. This review is based on literature study on scientific journals and books from library and electronic sources. Diterpenes, flavonoids, xanthenes, noriridoides and other miscellaneous compounds have been isolated from the plant. Extract and pure compounds of the plant have been reported for their anti-microbial, cytotoxicity, anti-protozoan, anti-inflammatory, antioxidant, immunostimulant, anti-diabetic, anti-infective, anti-angiogenic, hepato-renal protective, sex hormone/sexual function modulation, liver enzymes modulation insecticidal and toxicity activities. The results of numerous toxicity evaluations of extracts and metabolites isolated from this plant did not show any significant acute toxicity in experimental animals. Detailed and more comprehensive toxicity profile on mammalian tissues and organs is needed in future studies.

**Keywords:** *Andrographis paniculata*, Phytochemistry, Medicinal uses, Pharmacology, Toxicity

**POLYMERIC MEMBRANES FOR DESALINATION USING MEMBRANE  
DISTILLATION: A REVIEW**

**Zineb Ait FARES**

Laboratory of Materials Engineering for Environment and Valorization (GeMEV), Faculty of  
Sciences Ain Chock, Hassan II University of Casablanca,

**Miloudi HLAIBI**

Laboratory of Materials Engineering for Environment and Valorization (GeMEV), Faculty of  
Sciences Ain Chock, Hassan II University of Casablanca,

**Noureddine KAMIL**

Laboratory of Materials Engineering for Environment and Valorization (GeMEV), Faculty of  
Sciences Ain Chock, Hassan II University of Casablanca,  
Higher School of Technology Casablanca ESTC,

**Rachid OUCHN**

Laboratory of Materials Engineering for Environment and Valorization (GeMEV), Faculty of  
Sciences Ain Chock, Hassan II University of Casablanca,

**Abstract**

Membrane distillation (MD) is considered an emerging technology for seawater desalination. The hydrophobic polymers commonly used for this process are polytetrafluoroethylene (PTFE), polyvinylidene fluoride (PVDF), and polypropylene (PP). An ideal membrane for MD should exhibit characteristics such as high liquid entry pressure, low fouling rate, high permeability, and excellent mechanical resistance. Polymeric membranes, being more cost-effective than ceramic membranes, are considered a more affordable alternative and have dominated the research conducted so far on membrane distillation (MD). This review aims to provide a brief introduction to MD, summarize the research efforts to achieve the desired properties in polymeric membranes used in MD for desalination purposes and focus on the fabrication methods for these membranes **keywords** : Membrane distillation, direct contact membrane distillation DCMD, desalination, polymeric membranes

**INVESTIGATING THE EFFECT OF SAFFRON PETALS EXTRACT  
CONCENTRATION ON ALUMINIUM CORROSION IN A SALINE MEDIUM**

**Prof. Dr. Laila AFIA\*(ORCID:0009-0003-6324-8396)**

Ibnou Zohr University, Faculty of Sciences, Department of chemistry,  
Laboratory of Materials and Environment (LME) Agadir-Morocco  
**Email:**l.afia@uiz.ac.ma

**Prof. Dr. Rachid SALGHI (ORCID:0000-0003-4845-8849)**

Ibnou Zohr University, National School of Applied Sciences,  
Team of applied chemistry and Environment Agadir-Morocco

**Abstract**

Acidic solutions are frequently used in industrial processes to remove unwanted scale and rust. Hydrochloric and sulfuric acids are widely employed in metal pickling procedures. To mitigate corrosion the use of inhibitors represents the most practical approach. Numerous organic compounds have been and continue to be researched for their corrosion inhibition capabilities. However, many of these compounds pose significant toxicity risks to humans and environmental degradation potential. The recognized hazardous effects of synthetic organic inhibitors, coupled with stringent environmental regulations, have driven researchers to emphasize the development of cost-effective, non-toxic, and environmentally friendly natural products as corrosion inhibitors. The aim of this work was to investigate the inhibition concentration effect of Saffron Petals Extract (SPE) as an inhibitor on the corrosion of aluminum (Al) in a 3.5% NaCl solution by electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and potentiodynamic polarization methods. Results obtained reveal that the extract acts excellently as a mixed-type inhibitor for Al. EIS spectra exhibit one capacitive loop and confirm the inhibitive ability. The effect of concentration for the evaluated inhibitor on the corrosion behavior of Al in a 3.5% NaCl was also studied and a Langmuir adsorption isotherm was found.

**Keywords:** Corrosion, aluminum, Inhibitor, SPE, Langmuir.

**EVALUATION OF ANTIARTHRITIC ACTIVITY OF PHYLLANTHUS  
EMBLICA IN FREUND'S COMPLETE ADJUVANT INDUCED RHEUMATOID  
ARTHRITIS**

**Ayesha NAZAR**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan  
**Email:**ayeshanazar117@gmail.com

**Wafa MAJEED**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan  
**Email:**wafamajeed@hotmail.com

**Ifraha ABBAS**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan  
**Email:**ifrahaabbas1234@gmail.com

**Muhammad Rehan SAJID**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan  
**Email:**rehansajid408@gmail.com

**Muhammad Saad TARIQ**

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan  
**Email:**muhammad.saad.tariq7@gmail.com

**Abstract**

Rheumatoid arthritis, a chronic inflammatory condition, is a systemic autoimmune disease which is linked to symmetrical synovitis of the joints and produces discomfort in the joint. Since RA is incurable, the goals of any treatment therapy are to minimize discomfort and stop further damage. Various pathological mechanisms have been involved in emergence of RA but the entire etiology of RA is yet unknown. The phenols and flavonoids present in *Phyllanthus emblica* has demonstrated strong anti-inflammatory activity. The present study was designed to investigate the ameliorative effect of *Phyllanthus emblica* against FCA induced arthritis in rats. Arthritis was induced using single injection of FCA in all groups except normal control group. For this study, 36 albino rats were divided into six groups. Group I was kept as normal control group, Group II as toxic group, Group III as standard treated with indomethacin, Group 4, 5 and 6 was kept as test groups and treated with ethyl acetate extract of *P. emblica* at a dose rate (200 mg/kg, 400 mg/kg and 600 mg/kg), respectively for 28 days. Results of study indicated that *Phyllanthus emblica* reversed the FCA- induced alterations in arthritic rats by improving paw thickness as well hematological parameters. Significant results were obtained by using various doses of *P. emblica* for biochemical and pro-inflammatory markers. Histopathology of ankle joint showed a significant improvement with no infiltration in the joint.

**Keywords:** Rheumatoid arthritis, Freund's Complete Adjuvant, *Phyllanthus emblica*



**ARPA SARI CÜCELİK VİRÜS(bYDV)'ÜNÜN BUĞDAYLARDA VERİM KAYBININ  
ARAŞTIRILMASI**

**Emre Ekrem GÖKOĞLAN**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**ekremgokoglan20@gmail.com

**Dr.Öğr.Üyesi Sevdije YORGANCI**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**sevdije.demir@adu.edu.tr

**ÖZET**

Tahıl hastalıkları arasında viral hastalık etmenleri önemli bir yere sahiptir. Arpa sarı cücelik virüsü (BYDV) dünya çapında tahıl üretimini sınırlayan önemli viral hastalık etmenlerinden biridir. Buğday bitkisinde (*Triticum aestivum* L.) yaklaşık olarak 55 virüs etmeninin enfeksiyona sebep olduğu araştırmalar sonucu belirlenmiştir. BYDV'nin Poacea familyasına ait tahıllarda önemli ekonomik kayıplara neden olduğu görülmüştür. Arpa sarı cücelik virüsü (BYDV), buğdaylarda en önemli viral hastalıklardan biri olarak kabul edilmektedir. Dünyada buğday üretim alanlarında en yaygın olarak görülen hastalık BYDV sebep olmuştur. Arpa sarı cücelik virüsü Poacea familyasına ait tahıllarda kalite ve verim kayıpları oluşturmaktadır. Arpa sarı cücelik virüsü (BYDV), yaprak bitleri tarafından taşınan ve buğday bitkisinde önemli ekonomik zararlara sebep açan bir virüstür. BYDV'den kaynaklanan verim kaybını yaklaşık %73'e kadar azalttığı hesaplanmıştır. Ayrıca, virüs enfeksiyonu kök büyümesi ve toplam kuru madde üzerinde de olumsuz etkilere sahiptir. Bitki dokularında belirgin histolojik ve biyokimyasal değişikliklere neden olur. Yaprak bitleriyle mücadele de BYDV'den kaynaklanan enfeksiyonu ciddi oranda azalttığı saptanmıştır.Yapılan bu çalışmada Arpa sarı cücelik virüsü'nün (Barley yellow dwarf virüs) buğday alanlarında oluşturduğu verim kaybı literatür taraması yapılarak araştırılmıştır. Bunun sonucunda BYDV'nin buğday üretiminde ciddi bir tehdit oluşturduğunu ve bu virüsle mücadelede dayanıklı çeşitlerin kullanımının önemli bir strateji olduğunu vurgulamaktadır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar, BYDV'nin verim kayıplarını önlemek için entegre mücadele stratejilerinin uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır. Arpa sarı cücelik virüsü'nün İklim değişikliği ile BYDV'nin etkilerinin artabileceği göz önünde bulundurularak, dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve biyolojik mücadele yöntemlerinin teşvik edilmesi gelecekte daha da önem kazanacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday, Virüs, BYDV, Buğday verimi

**INVESTIGATION OF YIELD LOSS OF BARLEY YELLOW DWARF VIRUS  
(bydv) IN WHEAT**

**ABSTRACT**

Viral disease agents have an important place among cereal diseases. Barley yellow dwarf virus (BYDV) is one of the important viral disease agents limiting cereal production worldwide. It has been determined that approximately 55 viral agents cause infection in wheat plants (*Triticum aestivum* L.). BYDV has been observed to cause significant economic losses in cereals belonging to the Poacea family. Barley yellow dwarf virus (BYDV) is recognized as one of the most important viral diseases of wheat. BYDV has caused the most widespread disease in wheat production areas in the world. Barley yellow dwarf virus causes quality and yield losses in cereals belonging to the Poacea family. Barley yellow dwarf virus (BYDV) is a virus carried by aphids and causes significant economic damage to wheat plants. It has been estimated to reduce yield loss due to BYDV by up to 73%. Furthermore, virus infection has negative effects on root growth and total dry matter. It causes marked histological and biochemical changes in plant tissues. Control of aphids has also been found to significantly reduce the infection caused by BYDV. In this study, the yield loss caused by Barley yellow dwarf virus (BYDV) in wheat fields was investigated by reviewing the literature. As a result, it is emphasized that BYDV poses a serious threat to wheat production and the use of resistant varieties is an important strategy to combat this virus. The studies conducted so far emphasize that integrated control strategies should be implemented to prevent yield losses of BYDV. Considering that the effects of BYDV may increase with climate change, developing resistant varieties and promoting biological control methods will become more important in the future.

**Keywords:** Wheat, Virus, BYDV, Wheat yield

**BIBLIOMETRIC ANALYSIS FOR BIG DATA AND DATA ANALYTICS IN  
AGRICULTURE: 2019 TO 2024**

**Mazzlida MAT DELI (ORCID:0000-0001-7741-9529)**

Universiti Kebangsaan Malaysia, Graduate School of Business, Bangi, Malaysia

**Email:**mazzlida@ukm.edu.my

**Ummu Ajirah Abdul RAUF (ORCID:0000-0002-7430-0343)**

Universiti Kebangsaan Malaysia, Graduate School of Business, Bangi, Malaysia

**Email:**ummu@ukm.edu.my

**Abstract**

The agriculture sector has seen significant transformations through the application of big data and data analytics, which have changed traditional agriculture practices. This study aims to provide a comprehensive bibliometric analysis of agricultural big data and data analytics research trends and developments from 2019 to 2024. Using Scopus as the primary database, a total of 478 relevant papers were located and analysed in order to chart the intellectual landscape of this rapidly evolving field. The analysis uses bibliometric approaches to identify prolific writers, key research areas, and noteworthy publications and institutions that contribute to this discipline. We also examine the geographic distribution of research outputs, the functioning of collaborations, and emerging themes that have shaped the discourse surrounding big data and data analytics in agriculture during the past five years. The findings show a significant increase in scholarly publications, mostly as a result of the urgent need for sustainable agriculture, precision farming, and better decision-making processes. Significant technology advancements such as artificial intelligence, machine learning, and the Internet of Things (IoT) are highlighted due to their role in improving agricultural productivity, optimising resource usage, and bolstering resilience to climate change. The analysis of the most cited publications and recently hot topics offers valuable insights into the current focus of research as well as possible directions for future directions. By illustrating the trends and developments in this field, the paper offers useful information to scholars, practitioners, and policymakers who wish to use big data for sustainable agriculture practices. All things considered, this study not only points the way forward for big data and data analytics research in the agricultural sector, but it also establishes the framework for next research projects and the development of laws that will support innovation and sustainability in the sector.

**Keywords:** Big Data, Data Analytics, Agriculture, Bibliometric Analysis, Research Trends

**A HYBRID CRYPTOGRAPHIC APPROACH FOR ENHANCING SECURITY IN  
CLOUD-BASED PICTURE ARCHIVING AND COMMUNICATION SYSTEMS  
(pacs).**

**Oluwadare OLUSAYO**

Department of Computer Science and Mathematics, Fayetteville State University, Fayetteville  
North Carolina USA. 2&3. Department of Computer Science, University of Abuja, Abuja  
Nigeria.

**Email:**ooluwadare@uncfsu.edu

**Prof. Okike BENJAMIN**

Department of Computer Science and Mathematics, Fayetteville State University, Fayetteville  
North Carolina USA. 2&3. Department of Computer Science, University of Abuja, Abuja  
Nigeria.

**Email:**okikeb@yahoo.com

**Prof. Francisca OGWUELEKA**

Department of Computer Science and Mathematics, Fayetteville State University, Fayetteville  
North Carolina USA. 2&3. Department of Computer Science, University of Abuja, Abuja  
Nigeria.

**Email:**francisca.ogwueleka@uniabuja.edu.ng

**Abstract:**

The rapid advancement of Information and Communication Technology (ICT) in healthcare has revolutionized the management of medical imaging through Picture Archiving and Communication Systems (PACS). However, the transition to cloud-based PACS introduces significant security challenges, particularly regarding the confidentiality, integrity, and availability of sensitive medical data. This paper presents a novel hybrid cryptographic scheme to enhance the security of cloud-based PACS by integrating Linear Feedback Shift Register (LFSR) and Advanced Encryption Standard (AES) technologies. The study begins with a comprehensive threat model for PACS, identifying common vulnerabilities and attack vectors, including data breaches and unauthorized access to Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) files. The proposed solution leverages LFSR for pseudo-random key generation and AES for robust encryption, ensuring that both the metadata and pixel data of medical images are protected. The hybrid cryptographic scheme was implemented and tested in a controlled environment to evaluate its performance and security efficacy. Key performance metrics, such as encryption and decryption times, resistance to various attack types, and system efficiency, were rigorously analyzed. The results demonstrate that the proposed scheme significantly enhances the security of cloud-based PACS, providing a robust mechanism to safeguard patient data without compromising system performance. This research contributes to the field of medical informatics by offering a scalable and secure solution for managing medical images in cloud environments. The proposed hybrid cryptographic approach not only fortifies the security of PACS but also paves the way for future innovations in secure medical data management.

**Keywords:** PACS, DICOM, Cloud Security, Hybrid Cryptographic Scheme, LFSR, AES, Medical Imaging, Cybersecurity, Data Integrity, Patient Confidentiality.

**BAZI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE BDV1 GENİNİN TESPİTİ VE MOLEKÜLER  
MARKÖRLERİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**

**Neslihan YILDIZ**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**ny.neslihanildizz@gmail.com

**Dr. Öğr. Üyesi Sevdije YORGANCI (ORCID:0000-0002-5894-4819)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**sevdiye.demir@adu.edu.tr

**Yunus Emre USLU (ORCID:0000-0001-5930-5085)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**yunusemreuslu75@gmail.com

**Prof. Dr. Serap AÇIKGÖZ**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**serapackgz@gmail.com

**ÖZET**

Arpa sarı cücelik virüsü (BYDV), tüm dünyada ve ülkemizde buğday üretim alanlarında önemli ekonomik ve verim kayıplarına yol açan yaygın buğday virüs hastalıklarından biridir. BYDV, Luteoviridae familyasına ait bir RNA virüsü olup BYDV-PAV ve BYDV-MAV ülkemizdeki en yaygın iki türüdür. BYDV-PAV ve BYDV-MAV'ın taşınması Rhopalosiphum padi ve Sitobion avenae yaprak bitleri ile olmaktadır. Bitk, virüs hastalıkları ile mücadelede en etkili yöntemlerden biri dayanıklı çeşitlerin kullanımı ve buğdaylarda dayanıklılığı sağlayan genlerin Bdv1, Bdv2 ve Bdv3 genleri olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, bazı buğday çeşitlerinden iki farklı moleküler markör kullanılarak Bdv1 geninin saptanması iki markörün etkinliğinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada buğday çeşitlerinin tohumları yetiştirilmiş ve yaprak örnekleri alınmıştır. Alınan yaprak örneklerinden total DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. İzole edilen DNA'lar, Bdv1 genine spesifik iki farklı moleküler markör kullanılarak PCR analizi yapılmıştır. PCR sonuçlarına göre, 10 örnekte Bdv1 geni saptanmazken, 1 örnekte Bdv1 geni tespit edilmiştir.

Bu çalışma ile, Bdv1 geninin belirlenmesi, gelecekte farklı dayanıklı buğday çeşitlerinin ıslah programlarında kullanılması için bir ön çalışma oluşturacaktır. Böylelikle buğdayda dayanıklılık genlerinin tespit edilmesi ile BYDV'ye karşı daha geniş bir dayanıklılık sağlanmasına yönelik önemli çalışmalar yapılması mümkün olabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** BYDV, Bdv1, buğday, dayanıklılık

**DETECTION OF BDV1 GENE IN SOME WHEAT CULTIVARS AND  
COMPARATIVE ANALYSIS OF MOLECULAR MARKER**

**Abstract**

Barley yellow dwarf virus (BYDV) is one of the most common wheat virus diseases, causing significant economic and productivity losses in wheat production areas around the world and in our country. BYDV is an RNA virus belonging to the Luteoviridae family, and BYDV-PAV and BYDV-MAV are the two most common types in our country. cBYDV-PAV and BYDV-MAV are transmitted by *Rhopalosiphum padi* and *Sitobion avenae* aphids. It is known that using resistant varieties is one of the most effective methods for combating plant virus diseases, and the genes that provide resistance in wheat are the Bdv1, Bdv2, and Bdv3 genes. This study aimed to detect the Bdv1 gene in some wheat cultivars using two different molecular markers and compare their effectiveness. In the study, seeds of wheat cultivars were grown and leaf samples were taken. Total DNA isolation was performed from the leaf samples taken. The isolated DNAs were PCR-analyzed using two different molecular markers specific to the Bdv1 gene. According to PCR results, while the Bdv1 gene was not detected in 10 samples, it was detected in 1 sample. The purpose of this work is to identify the Bdv1 gene, which will serve as an initial step towards its utilization in future breeding efforts aimed at developing various resistant wheat varieties. Therefore, with the identification of resistance genes in wheat, there might be possible to carry out significant research to establish more comprehensive resistance to BYDV.

**Keywords:** BYDV, Bdv1, wheat, resistance

**REVIEW ON CURRENT STATUS OF AVOCADO PRODUCTION IN ETHIOPIA**

**Research scholars Keire ABDELA**

in College of Indian Institution of Sustainability, Gujarat University, Ahmedabad  
**Email:**keyreabdel57@gmail.com

**Research scholars Dr. Mamta BRAHMBHATT**

in College of Indian Institution of Sustainability, Gujarat University, Ahmedabad  
Associate Professor and Head (Department of Business Intelligence), B.K. School of  
Professional and Management Studies, Gujarat University.  
**Email:**mamtabrahmbhatt23@gmail.com

**Assistance Professor. Dr.Kiransinh RAJPUT**

Department of Microbiology and Biotechnology, Gujarat University  
**Email:**drkiransinhrajputkn@gujaratuniversity.ac.in

**Mr. Sudhanshu JANGIR**

Indian Institutes of Sustainability, Gujarat University,380009,India  
**Email:**sudhanshu@gujaratuniversity.ac.in

**Dr. Shweta SINGH**

Indian Institutes of Sustainability, Gujarat University,380009,India  
**Email:**shweta.sigh@gujaratuniversity.ac.in

**Abstract**

The avocado, or *Persea Americana* Mill., is a fruit that is in great demand all over the world because of its many uses and high nutritional content. Ethiopia's avocado value chain has attracted interest from stakeholders in the agribusiness and agriculture sectors in recent years due to its great growth potential. The review article uses a variety of sources, such as internet databases and academic archives, to investigate a broad range of peer-reviewed research, publications, and literature up to September 2022. Reports from agricultural organisations and grey literature were also taken into account. According to the review's findings, Ethiopia has been producing an increasing amount of avocados. With a yield of 80.2 quintals per hectare, the nation produced 245,336 metric tonnes of avocados on 30,585.70 hectares in 2021. In the same year, 604.5 quintals of avocados were exported from Ethiopia. Ethiopia's favourable agro-ecological diversity—which spans from lowlands to highlands—makes avocado farming possible. Nonetheless, the business is still in its infancy and confronts difficulties like restricted access to high-quality seeds, inadequate irrigation infrastructure, and transportation-related problems. Avocados face challenges in the post-harvest stage, processing, and marketing, which lowers product quality and narrows the product's market appeal. The review addresses local and global trends in avocado production, management techniques for producing avocados, production constraints, and potential future directions.

**Keywords:** Avocado, Production Constraints, Marketing

**EXPLORING OF NOVEL QUINAZOLINE DERIVATIVES AS POTENTIAL EGFR  
INHIBITORS: 2D AND 3D-QSAR, MOLECULAR DOCKING, DRUGLIKENESS,  
AND MD SIMULATIONS.**

**Hassan BADAoui**

Molecular Chemistry and Natural Substances Laboratory, department of chemistry, Faculty of Science, My Ismail University, Meknes, Morocco.

**Mohamed OUABANE**

Molecular Chemistry and Natural Substances Laboratory, department of chemistry, Faculty of Science, My Ismail University, Meknes, Morocco. Chemistry-Biology Applied to the Environment URL CNRT 13, department of chemistry, Faculty of Science, My Ismail University, Meknes, Morocco.

**M'barek CHOUKRAD**

Molecular Chemistry and Natural Substances Laboratory, department of chemistry, Faculty of Science, My Ismail University, Meknes, Morocco.

**Mohammed BOUACHRINE\***

Molecular Chemistry and Natural Substances Laboratory, department of chemistry, Faculty of Science, My Ismail University, Meknes, Morocco.

**Email:**m.bouachrine@umi.ac.ma

**Abstract**

Inhibitors of the epidermal growth factor receptor (EGFR) are increasingly recognized as promising candidates for treating breast cancer [1]. The current study aims to assess the inhibitory efficacy of substituted quinazoline derivatives as EGFR inhibitors using computational modeling methods, including 2D QSAR, 3D QSAR, molecular docking, and molecular dynamics simulation. The 2D and 3D-QSAR models have exhibited robust predictive capabilities, as indicated by high Q<sup>2</sup> values of 0.979, 0.874, and 0.944 for HQSAR, CoMFA, and CoMSIA, respectively. Also, four new molecules (Q1–Q4) were proposed to enhance inhibitory activity [2]. These compounds have demonstrated satisfactory docking scores, and molecular dynamic simulations have confirmed their stability within the EGFR active site. Further, the proposed compounds exhibited favorable pharmacokinetic and pharmacodynamic properties, except for Q4, which showed mild toxicity. The results offer valuable insights into the potential of quinazoline-based compounds as drugs for the MCF-7 cell line, inspiring new avenues for experimental and clinical research.

**Keywords:** EGFR, HQSAR, CoMFA, CoMSIA, MD simulations, ADMET/Tox.



**CONTINENTAL AQUACULTURE IN ALGERIA (aïn defla region): ANALYSIS OF  
PRODUCTION PERFORMANCE, CONSTRAINTS, AND SOCIO-ECONOMIC  
IMPACTS**

**Bouteldja NAIMA**

Department of Agronomic Sciences, Faculty of Sciences, University Pole, BP 166, M'Sila  
028000, Algeria.

**Email:** naima.bouteldja@univ-msila.dz

**Mammeri ADEL**

Laboratory of Genetics, Biotechnology, and Valorization of Bioresources (LGBVB),  
University of Biskra, Biskra 07000, Algeria

**Summary:**

Continental aquaculture in Algeria is a booming sector that contributes to global, regional and local food security. The aim of this study was to analyse the rearing conditions, production performance and constraints of seven farms located in the Aïn Defla region. The results of the study show that the farms in Aïn Defla have variable production performances, with production rates ranging from 0.0804 kg/m<sup>3</sup> to 5.5788 kg/m<sup>3</sup>, and total productions varying between 240 kg and 5,000 kg, with an average mortality rate observed. The professional constraints identified in the study area include difficulties in managing farming economically, preserving the environment, a lack of exchange and support from aquaculture specialists, and a significant shortage of specific pharmaceutical products for fish. Major efforts appear to be needed to improve the sustainability and profitability of aquaculture in the region. In addition, inland aquaculture in Algeria has also had an impact on employment and labour on aquaculture farms, as well as on supply chains and trade. The socio-economic impacts studied include job creation, skills development, promotion of innovation, changes in relationships with suppliers and customers, and impacts on food prices and availability. Continental aquaculture in Algeria has positive socio-economic impacts, such as job creation and the promotion of innovation. However, it is also important to consider the implications for sustainable development, particularly with regard to the environment and social sustainability.

**BIOCOMPOST FOR THE REMEDIATION OF AGRICULTURAL SOIL IN THE  
CHANGING CLIMATE SCENARIO**

**Ganesh KUMAR\***

School of Environment and Sustainable Development  
Central University of Gujarat, Gandhinagar India (382030).  
**Email:** ganesh24cug@gmail.com

**R.Y HIRANMAI**

School of Environment and Sustainable Development  
Central University of Gujarat, Gandhinagar India (382030).

**Ajay NEERAJ**

School of Environment and Sustainable Development  
Central University of Gujarat, Gandhinagar India (382030).

**Abstract**

Agricultural productivity was increased by the utility of agrochemicals and modern technologies that converted the soil unfertile and in long term changed to barren land. Developmental activities and technological advancements brought various changes in agricultural patterns and soil fertility. Climate change causes variation in rainfall, temperature and seasons thus affecting farming, this influences soil and biodiversity. Adaptation strategy involving utilisation of available organic waste for the preparation of biocompost for soil remediation. The present review addresses the possibilities of utilising bio-wastes for preparation of compost which plays a crucial role in mitigating soil pollution and enhancing crop production. This approach have the potential to improve health of soil by providing nutrient content, raise water retention capacity and increases microbial diversity in soil. Applicability of biocompost in agricultural soil mitigates contaminants through various mechanism such as microbial degradation, adsorption and complexation. Adoption of this strategy in agricultural practices not only ensures food security but also contributes in achieving the agenda of sustainable development goals by 2030. Although successful incorporation of this technology in soil amelioration faces challenges such as variation in quality of compost and optimal methods of application. Integration of biocompost with agricultural practices represents sustainable strategy for restoration of contaminated soil . Its ability to improve fertility, decrease concentrations of contaminants and supports ecological balance highlights its importance for environmental conservation and agricultural sustainability. Further research and implementation efforts were required to maximize the benefits of this strategy in dealing with soil degradation problem globally.

**Keywords :** biocompost, remediation, agricultural soil, climate change

**EDUCATIONAL CHALLENGES IN 21<sup>ST</sup> CENTURY DUE TO DIGITAL TEACHING  
LEARNING PRACTICES**

**Assistant Professor, K. R. PADMA (ORCID:0000-0002-6783-3248)**

Department of Biotechnology, SriPadmavatiMahilaVisvaVidyalayam (Women's) University,  
Tirupati, AP

**Email:** thulasipadi@gmail.com

**Reader, K. R. DON\* (ORCID:0000-0003-3110-8076)**

Department of Oral Pathology and Microbiology, Sree Balaji Dental College and Hospital,  
Bharath Institute of Higher Education and Research (BIHER) Bharath University, Chennai,  
Tamil Nadu, India

**Email:** drkrdon@gmail.com

**Abstract**

The purpose of this article is to portray the key element which helps to improve higher education by identifying their best practices and think innovatively while teaching in digital education platform. Current NEP system offers research based fashion of practice to inculcate knowledge along with six major elements such as school vision, teaching-learning process, leadership quality, pedagogy, K-12 knowledge and digital transformations in schools/colleges. Education is essential for the society to continue, prosper, persistence to meet the challenges of fastly evolving and changeable universe. However, the evolution must be consistent, systematic and scalable. Our current article provides insights to readers on teaching learning practices to be followed by college professors, researchers, administrators and policy makers. Innovative and creative thinking ensure good education to all learners and able to grab their attention. Thus, our article highlights the advantages and limitations of digital transformation.

**Keywords:** NEP, Effective teaching learning practices, Leadership quality, Digital transformation, Higher education, College Professors, K-12.

**THE IMPACT OF SOCIAL FACTORS ON AGROECONOMIC DEVELOPMENT: A  
COMPARATIVE STUDY**

**MSc. Livia XHAXHO**  
Sports University of Tirana

**MSc. Redina LILAJ**  
Sports University of Tirana

**Abstract**

Social sciences analyze how social factors influence the economic growth of agriculture through a diverse socio-economic study, including the complex relationships and impacts they have on the important agricultural sector. The study examines how social factors affect the development of the agricultural economy, highlighting the linkages and impacts they have on the main sector of developing countries. Education, health welfare, income distribution, social cohesion and cultural norms are identified as important factors contributing to the sustainability and advancement of the agricultural sector. A comparative approach analyzes case studies in many socio-economic contexts to reveal the links between social factors and economic performance in agriculture. The use of theoretical frameworks from the social sciences and economics helps to understand the impact of social factors on productivity, innovation and income distribution in the agricultural sector. Through the synthesis of empirical evidence and theoretical analysis, the study contributes to the expansion of knowledge about agro-economic development and provides orientations for policies aimed at increasing inclusion and social well-being in this important sector. The aim of this study is to analyze and document how social factors influence agro-economic development through a comparative analysis of many socio-economic contexts. For realization of this study, we used a comparative methodology to analyze how social factors affect agro-economic development, studying different socio-economic contexts and including different areas such as education, health, income and coexistence in society. We used academic resources such as Scopus, Google Scholar, Research Gate, and Web of Science to evaluate the interaction between the analyzed factors and agro-economic development. This methodology provides a consistent and detailed analysis. The study identified that higher levels of education and improved access to health care have a positive relationship with agricultural productivity and market efficiency in all contexts analyzed. Also, cultural norms and the dynamics of social coexistence have a significant impact on the performance of the agricultural sector, changing depending on the cultural and historical context of each country. The study has shown that high levels of education, developed health care infrastructure and income distribution significantly influence the increase in agricultural productivity and market efficiency in different socio-economic contexts.

**Keywords:** agro-economic development, social factors, agricultural productivity, education and health, cultural norms, income distribution

**CONTRIBUTION OF THERMAL WATER TO THE SUSTAINABLE PRODUCTION  
OF CHESTNUT FLOUR**

**Ana Cristina GONCALVES (ORCID:0009-0007-4525-9699)**

Vigo University, Faculty of Law, Ourense Campus, Espanha

**Email:**acqgoncalves@gmail.com

**Dr. André LEMOS (ORCID:0000-0003-3988-8927)**

AquaValor—Centro de Valorização e Transferência de Tecnologia da Água, Portugal

**Email:**andre.lemos@aquavalor.pt

**Prof. Dr. Maria José ALVES (ORCID:0000-0002-4629-3297)**

AquaValor—Centro de Valorização e Transferência de Tecnologia da Água, Portugal  
Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

**Email:**maria.alves@ipb.pt

**Abstract**

The use of endogenous products has been increasingly sought after by regional institutions in order to promote regional tourism, combined with the use of by-products and waste in the development of new products from the pharmaceutical, cosmetic and food industries. In order to create an alliance between sustainability and the richness of mineral-medicinal waters, this research arises. Chestnut is a starchy dry fruit with unique nutritional and sensory properties, which, from an early age, plays an essential role in human nutrition, being highly recommended in the human diet. Thermal mineral waters have also been the subject of studies regarding their health benefits, particularly in terms of the digestive system. The main objective is to evaluate the benefit of adding thermal waters in the process of producing chestnut flour from chestnut by-products, shells and hedgehogs. This study involves obtaining more specific and concrete answers, such as demonstrating the feasibility of using chestnut by-products, shells and hedgehogs, in the production of chestnut flour. It is important to check whether the introduction of chestnut by-products, as well as the minerals that make up mineral medicinal and thermal waters, add value to the nutritional characterization of the product to be developed. The raw material, waters and chestnut by-products, come from Trás-os-Montes, northern Portugal and Ourense, Spain. Various formulations of the chestnut will be created with waters and by-products from the regions mentioned, and then evaluated in terms of the chestnut flour's organoleptic, physical, chemical and nutritional characteristics, as well as the effect of its consumption on human health. After discovering the formulation of sustainable chestnut flour with thermal water with the best characteristics, gastronomic experiments will be carried out to assess its degree of acceptance by consumers.

**Keywords:** chestnut, chestnut by-products, chestnut flour, thermal water and sustainability

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY-BASED LEARNING MEDIA TO SUPPORT  
INTERACTIVE LEARNING IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION**

**Agatha Cryssandra PIGESIA\***  
Universitas Kristen Indonesia  
**Email:**agathacryssandra@gmail.com

**Agustina PASANG**  
Universitas Kristen Indonesia

**Abigael Santi Junita LOHO**  
Universitas Kristen Indonesia

**Johanes ALBERTHUS**  
Universitas Kristen Indonesia

**Abstract:** The use of learning media in Early Childhood Education (PAUD) is often unable to attract children's interest and attention, which has the potential to hinder the learning process. Children in the digital era today are more familiar with technology, but there are not many technology-based learning media that are specifically designed for PAUD and integrated with the Christian religious education curriculum. In addition, there are challenges in terms of the availability of technological devices and teachers' skills in using this technology effectively. The aim of this article is to develop technology-based learning media that can support interactive learning in PAUD. This research also aims to measure the effectiveness of learning media in increasing children's participation, motivation and understanding of learning material. This research uses a library method which includes collecting and analyzing literature relevant to the development of technology-based learning media for PAUD. The research results show that the developed technology-based learning media significantly increases children's learning participation and motivation in PAUD. Children show higher involvement in learning activities and understand material presented through interactive media more quickly. However, research also reveals challenges, such as limited technological devices in some PAUD and the need for additional training for teachers to improve their technical skills.

**Keywords:** development of learning media, interactive learning, early childhood education.

**EFFECTIVE AND ENVIRONMENTALLY SAFE MAGNETIC CATALYSTS FOR  
THE CATALYTIC REDUCTION OF NITROARENES**

**Salah Eddine SBIAA\***

Laboratory of Analytical and Molecular Chemistry/LCAM, Polydisciplinary Faculty of Safi,  
Cadi Ayyad University, 46000, Safi, Morocco  
**Email:**s.sbiaa.ced@uca.ac.ma

**Noura AFLAK**

Laboratory of Analytical and Molecular Chemistry/LCAM, Polydisciplinary Faculty of Safi,  
Cadi Ayyad University, 46000, Safi, Morocco

**Fatima Ezzahraa ESSEBBAR**

Laboratory of Analytical and Molecular Chemistry/LCAM, Polydisciplinary Faculty of Safi,  
Cadi Ayyad University, 46000, Safi, Morocco

**Ahmed ELAKKAOUI**

Department of Chemistry, Faculty of Science, Université Ibn Zohr, 80000 Agadir, Morocco

**Hicham BEN EL AYOUCIA**

Laboratory of Analytical and Molecular Chemistry/LCAM, Polydisciplinary Faculty of Safi,  
Cadi Ayyad University, 46000, Safi, Morocco

**Hafid ANANE**

Department of Chemistry, Faculty of Science, Université Ibn Zohr, 80000 Agadir, Morocco

**Abstract**

The sustainable production of nitrogen-containing compounds from renewable biomass derivatives has garnered significant interest, particularly the reductive amination of bio-sourced platform molecules. This approach becomes all the more crucial in light of the growing environmental threat posed by large-scale production and discharge of wastewater containing nitroarenes into water bodies. Reducing their toxicity to aminoarenes is a pivotal reaction for the synthesis of amines, essential compounds in various industrial and pharmaceutical fields. Implementing this transformation sustainably, heterogeneous catalytic systems based on metallic nanoparticles are widely regarded as promising solutions. In this context, we report for the first time the preparation of new magnetic catalysts with uniform surfaces and different particle sizes, based on biomass, silver, and copper nanoparticles supported by magnetic nanocomposites Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Biomass-Ag and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Biomass-Cu, respectively. These heterogeneous catalysts were characterized by several techniques, including X-ray diffraction (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Raman spectroscopy, energy-dispersive X-ray (EDX), and scanning electron microscopy (SEM). These catalysts have demonstrated excellent catalytic activity in the toxic reduction of nitroarenes to their aminoarene counterparts in the presence of NaBH<sub>4</sub> at room temperature in aqueous media, and they are magnetically separable using an external magnet without the need for traditional methods such as centrifugation and/or filtration. Furthermore, they are recyclable for up to five cycles without a significant loss of catalytic activity or selectivity.

**Keywords:** Biomass; Toxicity; Water; Reduction nitroarene; Magnetics; Heterogeneous catalysis.

**THE ECONOMIC IMPACT OF DIGITAL AGRICULTURE IN ALBANIA: REVIEW**

**MSc. Denada AHMETI RADA**

Logos University College  
Sports University of Tirana

**MSc. Dhimitër RADA**

National Food Authority  
Ministry of Agriculture and Rural Development

**Abstract**

The evolution of digital technology has brought integration in the field of agriculture, calling it digital agriculture or AgTech. Digital agriculture is rapidly evolving, leveraging advanced computer science tools such as AI, Big Data, IoT, blockchain. Through these technologies, farmers are given the opportunity to optimize production processes, increase crop yields and improve overall efficiency. Digital agriculture offers major economic benefits such as cost reduction, offering farmers the opportunity to increase profits through precision farming techniques, better supply chain management and improved access to markets. The aim of this study is to provide an in-depth analysis of the economic impact of digital agriculture in Albania. For the realization of this study, the methodology used is the review of existing literature from academic databases such as Scopus, Google Scholar, Research Gate, Web of Science, by analyzing the economic impact in digital agriculture globally and in Albania. Reviewing existing literature and analyzing data from academic sources show that the economic benefits of digital agriculture include increased productivity, reduced cost and improved market access. Through this study, we highlight that digital agriculture has a wide economic impact in the agricultural sector in Albania. At the end of this study, we highlight that digital agriculture appears as the main catalyst in the economic improvement in the agricultural sector of Albania. We also emphasize that the use of digital agriculture brings various benefits such as cost reduction, increased productivity, and improved access to the market, impact on small and large farms. Digital agriculture is used as a strategic tool for the economic development of the agricultural sector in Albania. To exploit this potential, it is imperative to implement supportive policies, improve infrastructure and provide training and technical support to farmers. Only in this way, Albania can maximize economic benefits and guarantee a sustainable development of agriculture in the future.

**Keywords:** digital agriculture, AgTech, economic benefits, digital technologies, agricultural development



**BIOPLASTIC PRODUCTION FROM HALOPHILIC BACTERIA OF SALTY  
WATER ORIGIN**

**Haruna Karamba\***

School of Science and Technology, Department of Science Laboratory Technology, Hussaini  
Adamu Federal Polytechnic Kazaure, Jigawa State, Nigeria.

**Email:**klamido98@gmail.com

**Muhammad Sani Yahaya**

School of Science and Technology, Department of Science Laboratory Technology, Hussaini  
Adamu Federal Polytechnic Kazaure, Jigawa State, Nigeria

**Zainab Umar Zandam**

School of Science and Technology, Department of Fashion Technology, Hussaini  
Adamu Federal Polytechnic Kazaure, Jigawa State, Nigeria.

**Usaini Aliyu**

School of Science and Technology, Department of Fashion Technology, Hussaini  
Adamu Federal Polytechnic Kazaure, Jigawa State, Nigeria.

**Abstract**

This study is aim in the production of bioplastics for controlling environmental pollutions which is course by petroleum derived plastics. Pollution can take place when gases, smoke and chemicals are bring into the environment which courses detrimental effects on humans, animals and plants. In this study water sample from the salty oceance were used in order to isolate the halophilic bacteria, the medium used is modified mineral salt broth for the culturing and production of halophile producing organisms. NaCl is added in different concentration is into the medium during preparation since halophile producing organisms grow only in the present of salt. Bacterial growth and bar chart graphs were also plotted. The isolated organisms from these samples are gram positive and gram negative bacilli. Laboratory analysis from these bacterial strains isachieved at different carbon sources which showed that the highest halophile yield percentage occurred in the medium containing lactose as source of carbon. 73<sup>0</sup>C is the temperature for the growing of these bacterial strains. Recovery and extraction of these halophilie bacterial strains is carried out using chloroform dried method. Fourier transform infrared (FTIR) was performed. Biochemical analysis is also done for the tentative identification of these bacterial strains.

**Keywords:** Environment, Pollution, Bioplastic, biodegradable.

**INVESTIGATING THE EFFECTS OF MICROPLASTIC TRANSFERRED  
THROUGH FOOD CONSUMPTION ON HUMAN HEALTH**

**Mohammad Hadi MORADIAN (ORCID:0009-0004-9199-7236)**

University of Medical Sciences, Faculty of Nutrition and Food Industry, Department of Food  
Industry, Kermanshah, Iran.

**Email:**mohammadhadimoradyan@gmail.com

**Abstract**

Microplastics are plastic particles smaller than 5 mm that are obtained from the decomposition of plastics in the environment. These particles are so light that they can be transported through air and water. Recently, the presence of microplastics in soil and plant tissue as well as in the body of pollinating animals has been observed. Humans are also at risk of these synthetic pollutants through food products of plant and animal origin, as well as contaminated water and food packaging of plastic origin. Exposure to microplastics for humans through food products of animal and plant origin, additive food, drinks and food plastic packaging is created. Increasing research on the presence of microplastics in food is especially related to food such as drinking water, milk, tea, salt, sugar, honey and seafood, where a high amount of microplastics has been observed in seafood. Therefore, the purpose of this study is to investigate the impact of microplastics on human health and create a warning and prevent the transmission of microplastics in the human food chain. Microplastics accumulate in cells and tissues and lead to chronic biological diseases and potential health risks, including disorders of Respiratory and digestive system, immune.cancer, infertility and changes in chromosomes. Micropollutants attached to microplastics can also enter the body through food and drink. However, there is a lack of studies in this regard. Finally, it is recommended to investigate the presence of microplastics in different foods and standard methods for the analysis of microplastics and micropollutants.

**Keywords:** Food chain; Microplastics; Toxicity; Human health

**ANTIMICROBIAL EFFICACY OF SOME POLAR SOLVENTS EXTRACT OF  
LEMON GRASS (*Cymbopogon citratus*) AGAINST SELECTED CLINICAL  
ISOLATES**

**Semilore AGBOLUAJE\***

University of Ilorin, Life Sciences, Microbiology, Ilorin, Nigeria.

**Email:**agboluajesemiloremayokun@gmail.com

**(Dr) Kamoldeen AJIJOLAKEWU**

University of Ilorin, Life Sciences, Microbiology, Ilorin, Nigeria.

**Email:**ajijolakewu382@gmail.com

**Oluwatomi Jeremiah DADA**

University of Ilorin, Life Sciences, Microbiology, Ilorin, Nigeria.

**Email:**jeremiaholuwatomi@gmail.com

**Emmanuel Oluwatobi MOSES**

University of Ilorin, Life Sciences, Microbiology, Ilorin, Nigeria.

**Email:**mosesemmanuel1818@gmail.com

**Abstract:**

The rapid spread of new infections and the emergence of multidrug-resistant microorganisms necessitate the exploration of alternative antimicrobial sources. This study aimed to compare the antimicrobial efficacy of acetone, methanolic, and ethanolic extracts of *Cymbopogon citratus* against six clinical isolates: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, and *Escherichia coli*, utilizing the agar diffusion method. Results revealed that the ethanolic, methanolic, and acetone extracts of *C. citratus* exhibited antimicrobial activity against four clinical isolates *E. coli*, *A. baumannii*, *S. aureus*, and *K. pneumoniae* while showing no activity against the remaining two isolates. Notably, *E. coli* demonstrated the highest susceptibility, with the ethanolic extract exhibiting the most efficient solvent activity. Minimum inhibitory concentration (MIC) assays indicated varying sensitivities among susceptible isolates, with *S. aureus* and *K. pneumoniae* showing MIC values of 1.5mg/ml across all polar solvents. Minimum bactericidal concentration (MBC) assessments corroborated these findings, with *S. aureus* and *A. baumannii* displaying MBC values of 1.5mg/ml against all three polar solvents. Phytochemical analysis revealed diverse constituents within the extracts, suggesting their therapeutic potential. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis identified a wide array of phytochemicals in the raw extracts, potentially contributing to their antimicrobial properties. In conclusion, this study underscores the efficacy of acetone extract of *C. citratus* as a superior polar solvent due to its broad spectrum of antimicrobial activity compared to methanol and ethanol extracts.

**Keywords:** Antimicrobial, *Cymbopogon citratus*, Clinical isolates, Minimum inhibitory concentration, Minimum bactericidal concentration, Phytochemicals.

## **INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AGRICULTURE**

**Shivam RAJPUT\***

Hindu College of Pharmacy, Sonipat, Haryana, India.

**Email:**shivamrajput909@gmail.com

**Chetan VASHIST**

Hindu College of Pharmacy, Sonipat, Haryana, India.

**Ajesh CHAUHAN**

Hindu College of Pharmacy, Sonipat, Haryana, India.

### **Abstract**

In light of the expanding global population and the escalating need for food, it is imperative to employ efficient agricultural techniques to enhance productivity within the constraints of finite land resources. The use of artificial intelligence (AI) in agriculture is increasing rapidly, and AI-powered gadgets are enhancing the existing farming system. Agriculture relies on various factors such as soil nutrient composition, moisture levels, crop rotation, precipitation, temperature, and so on. Artificial intelligence-based products can utilize these characteristics to monitor and assess agricultural productivity. Industries are adopting Artificial Intelligence technologies to enhance many agriculture-related jobs across the entire food supply chain. AI applications and solutions have been developed to aid farmers in implementing precise and controlled farming practices. These tools provide farmers with accurate guidance on water management, crop rotation, timely harvesting, crop selection, optimal planting techniques, pest control, and nutrition management. AI systems utilize data such as temperature, precipitation, wind speed, sun radiation, and images captured by satellites and drones to anticipate weather, monitor agricultural sustainability, and evaluate farms for signs of illnesses, pests, and undernourished plants. Farmers that lack internet can immediately benefit from artificial intelligence by using simple equipment such as an SMS-enabled phone and the Sowing App. Farmers that have access to Wi-Fi can utilize artificial intelligence applications to receive a continuously customized plan for their crops. IoT and AI-driven technology can assist farmers in sustainably increasing their productivity and income to satisfy the growing need for food, without depleting vital natural resources. Climate variables encompass factors such as temperature, rainfall, wind speed, and solar radiation.

**Keywords:** Artificial intelligence; machine learning; deep learning; agriculture; harvesting

**ORGANIC FARMING**

**PRIYAVARSHINI.A**

R.M.K. Engineering College, Student, Information and Technology, Thiruvallur, India.

**Email:**230053.it@rmkec.ac.in

**Abstract:**

Organic farming is an ecological agricultural approach that avoids synthetic fertilizers, pesticides, and GMOs, instead utilizing natural processes to maintain soil fertility and manage pests. Techniques such as crop rotation, composting, and biological pest control are central to organic farming. This method enhances biodiversity, improves soil and water quality, and reduces pollution. While organic farming often yields lower than conventional methods and incurs higher labor costs, it offers environmental and health benefits that appeal to increasingly eco-conscious consumers. The growing global demand for organic products is driving advancements in organic farming practices, making it a sustainable and viable option. By promoting ecological balance and reducing chemical reliance, organic farming contributes significantly to sustainable agriculture and environmental stewardship.

**Keywords:** Organic farming, Ecological agriculture, Soil fertility, Natural processes, Crop rotation, Composting, Biodiversity, Soil quality, Water quality.

**SYNTHESIS AND OPTIMIZATION OF ACTIVATED CARBON FROM DOUM  
(*chamaerops humilis*) FIBER VIA PYROLYSIS-ASSISTED H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ACTIVATION  
FOR REMOVAL OF BISPHENOL A AND A-NAPHTHOL**

**Abdelali GRICH**

Laboratory Analytical and Molecular Chemistry, Faculty Poly Disciplinary of Safi, BP 4162,  
Safi 46 000, Morocco

**Taoufiq BOUZID**

Laboratory Analytical and Molecular Chemistry, Faculty Poly Disciplinary of Safi, BP 4162,  
Safi 46 000, Morocco

**Aicha NABOULSI**

Laboratory Analytical and Molecular Chemistry, Faculty Poly Disciplinary of Safi, BP 4162,  
Safi 46 000, Morocco

**Abdelmajid REGTI**

Laboratory Analytical and Molecular Chemistry, Faculty Poly Disciplinary of Safi, BP 4162,  
Safi 46 000, Morocco

**Mamoune El HIMRI**

Laboratory Analytical and Molecular Chemistry, Faculty Poly Disciplinary of Safi, BP 4162,  
Safi 46 000, Morocco

**Mohammadine El HADDAD**

Laboratory Analytical and Molecular Chemistry, Faculty Poly Disciplinary of Safi, BP 4162,  
Safi 46 000, Morocco

**Abstract**

Addressing the escalating threat of environmental pollution and ecological risks resulting from the discharge of organic pollutants into aquatic environments demands immediate and comprehensive solutions. In this context, leveraging agricultural waste to produce activated carbon appears to be an intriguing approach to resolving this pressing environmental problem. In this study we used doum fiber (*Chamaerops humilis*) as an alternative precursor for producing low-cost and mesoporous activated carbon (ACDF) with a high surface area (630.92 m<sup>2</sup>/g) through a pyrolysis method involving chemical activation with H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. The adsorption characteristics of ACDF were investigated for removing phenolic pollutants: Bisphenol A (BPA) and  $\alpha$ -Naphthol (ANP). The optimal activation conditions were determined using response surface methodology with full factorial design (RSM-FFD), considering four variable factors: Activation temperature (200–600 °C), Activation time (30–180 min), Concentration of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (1–10 mol/L), and Impregnation Ratio (0.5–2 g/mL). The results indicated that the best activation conditions were an activation temperature of 600 °C, an activation time of 43.46 min, an H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> concentration of 8 mol/L, and an impregnation ratio of 0.5. The adsorption equilibrium data from kinetics and isotherm analyses demonstrated that the adsorption of BPA and ANP onto ACDF is appropriately described by the pseudo-second-order and Langmuir models. The maximum adsorption capacity of ACDF was 56.11 mg/g for BPA

and 69.97 mg/g for ANP. Thermodynamic parameters indicated that the reactions of both pollutants on the ACDF surface were spontaneous, favorable, and exothermic. Moreover, ACDF displayed a higher affinity and stability over five successive cycles for ANP compared to BPA, owing to its reactivity as confirmed by Density Functional Theory (DFT). The interaction mechanism between the adsorbate and the ACDF surface involved main interactions such as electrostatic interaction, hydrogen bonding, and  $\pi$ - $\pi$  interactions. The results demonstrate that the optimized ACDF is a cost-effective and readily available option for removing phenolic pollutants from industrial wastewater.

**DESIGN OF NOVEL POTENT SELECTIVE SURVIVIN INHIBITORS USING 2D-QSAR MODELING, MOLECULAR DOCKING, MOLECULAR DYNAMICS, AND ADMET PROPERTIES OF NEW MX-106 HYDROXYQUINOLINE SCAFFOLD DERIVATIVES.**

**Aloui MOURAD\***

LIMAS Laboratory, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco

**Email:** mourad.aloui@usmba.ac.ma

**Menana ELHALAOU**

LIMAS Laboratory, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco

**Abstract**

The urgent need for the development and discovery of new inhibitors targeting survivin (BIRC5), recognized as one of the most tightly regulated genes in tumor cells, underscores the current research focus. Survivin serves as a specific cancer biomarker and represents a promising target for anticancer medications. This study outlines the design methodology employed for crafting a series of novel and selective survivin inhibitors, drawing inspiration from the hydroxyquinoline framework of our previously documented lead compound, MX-106. Our investigation identifies nine compounds projected to demonstrate heightened inhibitory potential compared to the most potent member within the studied set. In vitro assays confirmed the effectiveness of these compounds in impeding the proliferation of MDA-MB-435 breast cancer cells. Furthermore, the metabolic stability of these compounds surpassed that of the most active molecule within the test set. Employing 2D-QSAR methods encompassing multiple linear regression (MLR), multiple nonlinear regression (MNR), and artificial neural networks (ANN), alongside molecular dynamics, molecular docking, and ADMET properties evaluation, we assessed the viability of 31 hydroxyquinoline scaffold derivatives of MX-106 as selective survivin inhibitors. Molecular docking simulations were conducted to gauge the stability of compound C24, revealing the establishment of multiple hydrogen bonds with diverse residues. A subsequent 100-ns molecular dynamics simulation affirmed its sustained stability over the entire duration, indicating their potential suitability for further drug development endeavors. Building upon the insights garnered from molecular modeling outcomes, we devised nine innovative compounds (Pred1, Pred2, Pred3, Pred4, Pred5, Pred6, Pred7, Pred8, and Pred9), anticipated by MLR models to exhibit potent survivin inhibitory activity. We advocate for a comprehensive evaluation of the ADMET properties of these newly proposed compounds, positioning them as promising candidates for pioneering anticancer agents targeting survivin inhibition akin to MX-106.

**Keywords:** QSAR, tumor cells, Molecular Docking, Molecular dynamic, ADMET properties, selective survivin inhibitors, cancer, MX-106 hydroxyquinoline scaffold.



**ANTIBIOTIC RESISTANCE IN FERMENTED FOODS CHAIN: EVALUATING THE RISKS OF EMERGENCE OF ENTEROCOCCI AS AN EMERGING PATHOGEN IN RAW MILK CHEESE**

**Celso Raul Silambo CHAVES**

Laboratório clínico do Centro de Saúde de Militar de Matabuane, Avenida Alfredo Lawley nº 42, Matabuane-Beira, Mozambique.

**Acácio SALAMANDANE\***

Faculdade de Ciências de Saúde, Universidade Lúrio, Campus Universitário de Marrere, Nampula 4250, Mozambique.

**Email:**asalamandane@unilurio.ac.mz

**Cátia SALAMANDANE**

Laboartorio de Qualidade e Segurança Alimentar, Centro de estudos interdisciplinar Lúrio, Universidade Lúrio, Campus Universitário de Marrere, Nampula 4250, Mozambique.

**Abstract**

In recent years, antibiotic resistance has become a global health problem, transcending the scope of medicine and impacting various sectors. Many researchers have dedicated themselves to understanding this issue, which is now recognized as a crucial challenge for public health management. Although fermented foods, in particular fermented dairy products, offer significant health benefits, they also present serious concerns. This is since probiotic bacteria – such as lactic acid bacteria (LAB), present in these foods – have been associated with the selection and transfer of antibiotic resistance genes (ARGs). This study aims to examine the potential risks of fermented foods despite their importance in the human diet. The review covers the entire production chain, from the acquisition of raw materials to storage, highlighting the risks associated with each stage of the process. As an example, the focus of this study will be on the cheese production process, as cheese is an essential fermented food in human nutrition. Three aspects will be analyzed, namely, obtaining milk as a raw material, the production itself and the handling of the cheese. The findings of this review highlight that the ARGs found in LAB are the same as those observed in hygiene indicator bacteria, such as *E. coli*, and in pathogens, such as *S. aureus*. The probability of interaction between the microbiota of raw milk and the microbiota of other environments – due to cross-contamination between utensils, environment and handlers – increases metabolic communication between different bacteria, which, in turn, increases the transfer capacity of ARGs. Understanding these interactions between bacteria and ARGs is essential to guarantee food safety for consumers.

**Keyword:** Food supply chain; Antibiotic resistance genes; Lactic acid bacteria; Raw milk cheese; Cross-contamination; Food safety.

**INVESTIGATION INTO THE IMPACT OF AGE ON BIOCHEMICAL  
COMPOSITION AND PHYSIOLOGICAL TRAITS OF ELEVEN MOROCCAN  
GRAPEVINE (*vitis vinifera* L.) CULTIVARS**

**Laila OUARDI\***

National Institute of Agricultural Research, BP 578, Meknes, Morocco  
Laboratory of Agro-Industrial and Medical Biotechnology, Faculty of Science and  
Technology, Sultan Moulay Slimane University, BP 523, Beni Mellal, Morocco  
**Email:**lailaouardi19@gmail.com

**Abdelghani BOUCHYOUA**

National Institute of Agricultural Research, BP 578, Meknes, Morocco

**Ilyass RADI**

National Institute of Agricultural Research, BP 578, Meknes, Morocco

**Atman ADIBA**

National Institute of Agricultural Research, BP 578, Meknes, Morocco

**Hassan BOUDAD**

National Institute of Agricultural Research, BP 578, Meknes, Morocco  
Laboratory of Agro-Industrial and Medical Biotechnology, Faculty of Science and  
Technology, Sultan Moulay Slimane University, BP 523, Beni Mellal, Morocco

**Hasna ZINELABIDINE**

Laboratory of Agro-Industrial and Medical Biotechnology, Faculty of Science and  
Technology, Sultan Moulay Slimane University, BP 523, Beni Mellal, Morocco

**Abdelmajid HADDIOUI**

Laboratory of Agro-Industrial and Medical Biotechnology, Faculty of Science and  
Technology, Sultan Moulay Slimane University, BP 523, Beni Mellal, Morocco

**Jamal CHARAFI**

National Institute of Agricultural Research, BP 578, Meknes, Morocco

**Abstract**

Grapevines are long-lived, perennial plants that produce fruit over many cropping cycles, potentially exceeding 400 years. The effect of age on the physiological behavior and biochemical composition of 11 varieties planted in 1997 and 2016. The analyses revealed significant variations in the biochemical composition of the grapes, including levels of total polyphenols, flavonoids, anthocyanins, pro-anthocyanidins, and soluble sugars. Older vines generally showed higher levels of phenolic compounds and stronger antioxidant activity compared to younger vines. The study of physiological behavior highlighted notable differences in stomatal conductance, stomatal density, and chlorophyll index, showing the impact of age and environmental conditions on the plants. These results provide important

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE &  
RURAL DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

information for vineyard management and the selection of varieties best suited to local conditions, thus contributing to the improvement of agricultural practices and the conservation of grapevine genetic resources in Morocco. The report also emphasizes the importance of genetic diversity for adapting crops to environmental changes and improving the quality of grape products.

**Keywords:** *Vitis vinifera* L., old vine, physiological traits, biochemical compounds.

**CAPACITY OF ACADEMIC STAFF TO USE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN  
TEACHING AND RESEARCH IN AGRICULTURE FACULTIES OF SELECTED  
UNIVERSITIES IN ENUGU STATE, NIGERIA**

**Okoro G.G,**

Department of Agricultural Extension, University of Nigeria, Nsukka, Enugu, Nigeria

**Ozioko R.I,**

Department of Agricultural Extension, University of Nigeria, Nsukka, Enugu, Nigeria

**Beluonwu N.C**

Department of Agricultural Extension, University of Nigeria, Nsukka, Enugu, Nigeria

**Abstract**

The study assessed academic staff's capacity to use Artificial Intelligence (AI) in teaching and research in faculties of agriculture of selected universities in Enugu State, Nigeria. A purposive sampling technique was used to select 40 and 20 respondents from UNN and ESUT, respectively; because of the high research output from both universities. Data were collected on respondents' knowledge level of AI in teaching and research; respondents' capacity to use AI; AI tools used by respondents; sources of information and constraints to AI usage. Data were analyzed using percentages, mean, and standard deviation. Findings reveal high knowledge (67%) and low capacity on AI as only 21.7% of academic staff have attended training on AI usage. Respondents used Grammarly (90%) and ChatGpt (71.7%). The internet ( $\bar{X}=2.51$ ) and social media ( $\bar{X}=2.43$ ) were the sources of information on AI. Lack of training on AI use ( $\bar{X}=2.51$ ) and lack of funding for tertiary education by the government ( $\bar{X}=2.46$ ) were constraints to AI use. Academic staff in the State lacks the capacity to use AI teaching and research tools. Government and Universities in the State should collaborate in providing capacity-building platforms on AI alongside necessary infrastructure.

**Keywords:** Artificial intelligence, agriculture, academic staff

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

***FULL TEXT***

## TÜRKİYE'DE ÇAYIR VE MERALARIN YÖNETİMİNDE YAŞANILAN SORUNLAR

**Oğuzhan KILIÇ (ORCID:0009-0007-9991-5751)**

Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, Aydın  
**Email:**2210900109@stu.adu.edu.tr

**Prof. Dr. Mustafa SÜRME (ORCID:0000-0001-9748-618X)**

Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, Aydın  
**Email:**mustafa.surmen@adu.edu.tr

### ÖZET

Çayırlar ve ağırlıklı olarak meralar yoğun bir baskı altındadır. Baskı sonucu etkinliğini kaybeden meralarda uygulanan yönetim ilkelerinin öneminin ve nasıl uygulanacağını bilip kavranması elzemdir. Meralar bir sömürü alanı değil, korunması ve sonraki nesile bırakılması gereken bir mirastır. Yılda yıla artan kaba yem açığını kapatmanın en kısa ve etkili çözümü mevcut çayır ve mera alanlarını korumak ve buraları verimli hale getirecek uygulamaların önünü açmaktan geçer. İnsanların doğaya etkisi yıkıcı olabildiği gibi istendiğinde olumlu etkileri de olabilir. Yönetim ilkelerinin doğal çevre şartları hesaba katılarak uygulanması ile çayırlarımız ve meralarımız çiftlik hayvanları için en doğal ve en ucuz yemi temin edecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Çayır, Mera, Kaba yem, Yönetim ilkeleri.

**PROBLEMS ENCOUNTERED IN THE MANAGEMENT OF MEADOWS AND  
PASTURES IN TURKEY**

**Abstract**

Meadows and mainly pastures are under intense pressure. It is essential to know and comprehend the importance of the management principles applied in pastures that have lost their effectiveness as a result of pressure and how to apply them. Pastures are not an area of exploitation, but a heritage that should be protected and left to the next generation. The shortest and most effective solution to meet the increasing roughage deficit from year to year is to protect the existing meadow and pasture areas and to pave the way for practices that will make these areas productive. Human impact on nature can be destructive, but it can also have positive effects when desired. With the implementation of management principles taking into account natural environmental conditions, our meadows and pastures will provide the most natural and cheapest feed for livestock.

**Keywords:** Meadow, Pasture, Roughage, Management principles.

## **INTRODUCTION**

The economy of our country is based on agricultural activities, in this context, plant and animal production should be considered as an inseparable whole, and projects and measures should be taken accordingly. There are 23,839,729 heads of livestock in Turkey and 71,278,656 tons of roughage is needed (TÜİK, 2021). In Turkey, 55.4 million tons of roughage, including green grass and silage corn, are produced on 2.1 million hectares annually. Among the species produced as forage crops, alfalfa, silage corn, vetch and sainfoin are in the first place according to the cultivation area (Anonymous, 2020). Increasing the cultivation area of forage crops, taking steps to increase unit area yield and increasing the forage production potential of our natural meadows and pastures are the steps to be taken to reduce the increasing need for forage. For an animal enterprise to be profitable, it must produce at least 60% of the roughage it needs. Many dairy animals go to slaughter due to the increasing roughage deficit. As stated in the past, it is not possible to solve the meat problem in Turkey without solving the grass problem. In order to use our meadows and pastures, which are the cheapest source of roughage, in a sustainable manner and to ensure that these areas are profitable first for the local people and then for the national economy, management principles must be applied continuously and decisively. There are 14.6 million ha of meadow and pasture land in Turkey, which covers approximately 18.7% of the country's area (TÜİK, 2019).

The place and value of meadows and pastures in plant and then animal production is indisputable. Meadow pastures are our natural resources that produce the cheapest and most natural roughage and are utilized both by mowing and grazing, and they are under intense pressure. This pressure is caused first by humans and then by their livestock, and as a result of the pressure, meadow pasture areas with many ecological and physiological functions are damaged. In damaged areas, vegetation deteriorates and the vegetation cover weakens, then the soil is eroded and its structure changes negatively, which again negatively affects the vegetation cover, and the pasture decreases in strength, efficiency and quality, and finally turns into promenades where animals roam all day long and come to the barn hungry. For a long-term utilization of meadow and pasture, it is necessary to use the pasture in accordance with the management principles, and then the problematic pastures in the deterioration stage should be improved by using the correct breeding methods. Management principles are also a breeding method. Even if the pasture is not problematic, continuous and correct application of management principles is the key to maintaining the production capacity and profitability of the pasture for many years. As the use of meadows and pastures increases, the application of management principles becomes more difficult.

## **WHAT IS MANAGEMENT AND WHAT ARE ITS PRINCIPLES?**

Meadow and pasture management is a scientific technique applied to obtain the maximum possible yield without harming vegetation, flora and fauna, soil and groundwater resources. Its principles are

- Grazing on time and in season,
- Grazing with appropriate animal breeds,
- Uniform grazing,
- Grazing with the animal capacity of the pasture

Whoever or which institution is allocated the meadow or pasture is the general implementer. The state, the actual owner of the area, initiates and controls implementation.

## **LEGAL STATUS OF PASTURES**



“In order for a place to be a pasture in legal terms, it must be allocated by the competent authority to one or more villagers on condition that it is used for this purpose. The allocation is based on a written document, and these places are under the sovereignty and savings of the state. The allocation of pastures, pastures and winter pastures is made based on the decision of the commission specified in Article 6 of Law No. 4342. For this purpose, Pasture Commissions are established in the provinces and Technical Teams are formed in the provincial centers and districts where needed, which will work under the commission<sup>1</sup>. ” Aldag (2008).

There are some situations that hinder pasture management and improvement efforts. First of all, even though provincial and district commissions have a say in pasture management, management cannot be a full-time success unless the cooperation of the villages and towns that use the pasture is ensured. The villagers who will use the pasture should be told in a simple and understandable language by the authorities that the work will benefit them and convince them to cooperate, which may not be possible in some cases. When there are situations such as introducing animals into the pasture at times contrary to management, deliberately grazing sensitive areas of the pasture reserved for rest, the management applied to the pasture becomes meaningless.

With the Marshall Plan, our pastures, which were 45 million ha in the early 1950s, were plowed and turned into fields, and moreover, these areas, which became unproductive within a few years, were abandoned to their fate. In these degraded lands, pasture vegetation was completely destroyed, exposed to water and wind erosion, and the grass production capacity of the pasture decreased. Until today, we see that the fields bordering the pasture have been illegally cultivated for years and the pasture areas have decreased to 13.1 million ha.

Local people can only use the pasture for its intended purpose. Even if all the villagers come together and agree, they cannot own this area, but Article 14 of the Pasture Law states that the quality of these areas can be changed in special cases. Accordingly, in special cases, the relevant ministry can change this provision upon the request of the Ministry of Agriculture and Forestry and the approval of the Ministry of Finance and the Governorate. The fact that this article is open to abuse causes the transformation of plant and animal production areas such as Ayder Plateau, one of the natural treasures of our country, into tourist attractions.

### **IMPEDIMENTS TO MANAGEMENT PRACTICES AND MAJOR PROBLEMS**

When a pasture is included in the scope of a pasture improvement project, animals are banned from entering the pasture during certain periods so that management practices and improvement methods can be successful, but during this ban period, there is a need for substitute areas to meet the feed needs of the livestock in the region. If available, forage crops are planted in empty fields, harvest residues are utilized or grazing is allowed in certain areas of the pasture. It is possible that producers who do not adopt the project may try to graze their animals on the pasture while the work is ongoing, and even if the project ends, some producers may still be unaware of pasture management principles. Therefore, alternative sources of roughage for animals must be found to ensure that management is not disrupted.

---

<sup>1</sup> Altın M., Gökkuş A., Koç A. (2011). Meadow and Pasture Management Volume 1 (General Principles). Ankara: T.C. Ministry of Agriculture and Rural Affairs Directorate of Agricultural Production and Development p.62

If the pasture does not produce enough grass when spring arrives and the grazing season begins, the pasture should be grazed with animals in accordance with the animal capacity. The number of animals grazing the pasture should be proportional to the grazing capacity so that management becomes easier. Depending on the grazing systems, parceling the grazed areas of the pasture and sometimes enclosing these parcels makes the grazing system useful and facilitates management in problematic areas of the pasture. Since pastures consist of very large areas, not all of them are generally utilized equally and the same areas are constantly subjected to grazing pressure. When roads, waterers and shade canopies are placed in every part of the pasture that produces grass, the pressure is distributed over the whole pasture and the pasture can be used for a longer period of time.

Pastures in Turkey have an area of 1.45 million ha and are generally utilized by mowing. Since the ground water is high and humid throughout the year, animals are not allowed to enter, but in the dry season the grass is mowed and then it can become available for grazing. Since it is more humid than pasture, animals are not allowed in, so the pressure on meadows is less than on pastures. Meadows can be mowed and baled as dry grass and can be a source of roughage for animals to facilitate pasture management and reduce pressure.

### **TOPOGRAPHICAL FACTORS**

In the definition of pasture, pastures are generally given a slope between 10 - 20%, but these rates can be between 20 - 30% in some regions. More than half of our country is already located at altitudes above 1000 m. While our eastern regions cover the most mountainous areas, there are the North Anatolian Mountains in the north and the Taurus Mountains in the south and southeast regions.

Especially in areas with high altitudes, hilly and stony areas, there may not even be vehicle transportation, let alone management. When you need to put cages in various parts of the pasture and mow these areas, transportation by vehicle should be possible. Since production is still alive in such places, the determination of the characteristics of the pasture and healthy practices ensure that the livestock breeding in the region remains alive. The sloping and hilly nature of the pasture restricts grazing to certain types of animals, so sheep and goats, which make good use of hilly terrain, should replace cattle in areas where the majority of livestock are cattle, but the producer may not always understand this. As a result, management is hampered because the pasture is not grazed with the appropriate livestock. When some villages have both sheep and cattle herds, their different feed preferences and competition with each other jeopardize sensitive pastures and make uniform grazing difficult.

The fact that the pasture is divided by forest areas, has an excessive number of hills, streams and rocky areas prevents the pasture from being grazed uniformly. Since these are natural formations, human intervention will be limited. Again, it is difficult to graze the pasture uniformly when there are not enough water sources and shade in the pasture. In arid pastures, the distance between water sources should not exceed 2-3 kilometers. While it is seen that cultivated breeds of animals lose productivity in areas with a slope exceeding 10%, it is a fact that local breeds can easily graze on areas with a slope of 20%.

Stoniness is a serious obstacle to pasture potential and management. A piece of rock that is more than 7.5 cm in diameter and not connected is called a stone. As the stoniness increases, the soil ratio in the pasture decreases and there is less space for the roots of the plants, such areas are considered to have shallow soil and the plants growing on it are short and spindly.

The stony criteria used in Turkey are as follows;

- Light Stony: Stones cover 2-10% of the soil surface.
- Medium Stony: Stones cover 10-50% of the soil surface.
- Very Stony: Stones cover 50-90% of the soil surface.<sup>2</sup>

### **CLIMATIC FACTORS**

In the pasture, plants come out of winter dormancy with the arrival of spring and begin to form new leaves. This is also the period when spring rains fall. The soil may be damp, water ponding may be seen in the pastures in places, in which case grazing livestock causes soil compaction, which is an extremely unfavorable situation. Animals, people or vehicles stepping on the moist soil and the fresh bicycle on it crushes the untempered soil like dough and deforms its shape; as the soil dries, plant roots are compressed and the plant disappears, resulting in bare soil surfaces. Untimely and excessive rainfall can have the same effect. Disruption of vegetation will lead to the proliferation of unpalatable species, increased erosion and reduced animal capacity. If pasture soils are late coming to the pan and have an excessively clayey texture, livestock grazing should be avoided in wet weather. Bare areas formed as a result of untimely and heavy grazing make the soil susceptible to water and wind erosion. In our country, erosion continues in 59% of agricultural areas, 64% of pastures and 54% of forest lands. Changing flora as a result of erosion leads to situations that make management difficult, such as the proliferation of wild and poisonous weeds and the deterioration of land integrity.

When the critical summer period arrives, meeting the roughage needs of animals from different sources facilitates pasture management. Especially sheep can stay on pasture all year round, which puts constant pressure on pasture vegetation, and cattle like to consume forage plants that have formed flowers and seeds, but this prevents natural insemination. The use of pastures during this period facilitates pasture management.

### **RESULT**

We can get information about a country's level of development by looking at its agriculture. We must immediately move away from exploitative agriculture in our country and move forward with a sustainable agriculture approach. The animals fed on meadows and pastures are the livelihood of many families and one of the lifebloods of the national economy. It is not correct to approach pastures only as a piece of land, these areas are home to many wild plant and animal species as part of the natural ecosystem, so pastures are one of the sources of biodiversity. These natural resources constitute 33% of the country's land area, which exceeds 26 million ha when we include degraded forests and shrub lands, and approximately 24 million tons of roughage is obtained from these areas<sup>3</sup>. This natural resource is too large to be ignored. Everyone from producers to consumers should understand the importance of this natural resource, efforts to protect pastures should be increased and the society should be made aware of these issues. The productivity of pastures can increase exponentially with ongoing pasture improvement works, the funds allocated to these improvement and management works should be increased and successful works should be controlled. Transferring the agricultural studies to the producers in understandable language will make it easier to protect the pastures. Sanctions

---

<sup>2</sup> Acar, Z. Lecture Notes on Agricultural Methods in Marginal Areas. Samsun: Ondokuz Mayıs University.

<sup>3</sup> (Gökkuş, A. (2019). Forage Resources of Organic Livestock: Meadow - Pasture and Shrublands.

---

***15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT***

***July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye***

---

should be imposed by the state against misuse, plowing and destruction; pastures are not unclaimed areas. The protection of grasslands, which are being destroyed under constant pressure, will undoubtedly enable the enrichment of all citizens of the country. The smooth and continuous implementation of management principles will make the pastures continuously productive.

## **SOURCE**

- Acar, Z. Lecture Notes on Agricultural Methods in Marginal Areas. Samsun: Ondokuz Mayıs University.
- Altın, M., Gökkuş, A., & Koç, A. (2011). Meadow and Pasture Management Volume 1 (General Principles). Ankara: T.C. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Directorate of Agricultural Production and Development.
- Arkaç, Z. (2000). GENERAL SITUATION ABOUT GRASSLAND AND FORAGE CROPS IN TURKEY. Department of Grassland and Forage Crops and Watershed Development.
- Ayan, İ., Acar, Z., Mut, H., Can, M., Kaymak, G., & Tunalı, U. Socio-Cultural and Economic Evaluation of Turkish Pastures in terms of Sustainability.
- Çaçan, E., & Yüksel, A. (2016). The Impact of Meadows and Pastures on Regional Development. ÜNİDAP International Regional Development Conference. Muş.
- Gökkuş, A. (2019). Forage Resources of Organic Livestock: Meadow - Pasture and Shrublands. İzmir.

**TARIM TEKNOLOJİSİNDEKİ GELİŞMELER VE DİJİTAL TARIM PAZARININ  
(ditap) İNCELENMESİ**

**Canan BAKIRCI\*(ORCID:0009-0006-3736-5777)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi,

**Email:**canan.bakirci@tarimorman.gov.tr

**Gökhan ÇINAR (ORCID:000-0002-2559-7929)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

**Email:**gokhan.cinar@adu.edu.tr

**ÖZET**

Hızla artan dünya nüfusu daha fazla gıda ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Artan nüfusa bağlı gıda talebini karşılamak, iklim değişikliklerinin yol açtığı olumsuz etkileri azaltmak, sürdürülebilir tarımsal üretimi gerçekleştirmek ve verimliliği arttırmak için akıllı tarım teknolojisinin yaygınlaşması oldukça önemlidir. Bu sayede üretim süreçleri optimize edilerek maliyetler düşürülebilir. Bu çalışma ile tarım teknolojileri ile dijital tarım pazarındaki gelişme ve değişimlerin, tarım sektörüne olan etkileri analiz edilmeye çalışılmıştır. Buna göre çalışma dijital tarım pazarının çiftçilerin ürünlerini daha etkin bir şekilde pazarlamalarına nasıl olanak sağladığını belirlemeye odaklanmıştır. Çalışma aynı zamanda dijital tarım pazarının çiftçilerin ürünlerini daha etkin bir şekilde pazarlamalarına nasıl olanak sağladığını, bu büyümelerin tarım sektöründe nasıl hızlandırıldığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Dijital Tarım Pazarı (DİTAP), Tarım ve Orman Bakanlığınca geliştirilen üreticilerin, birliklerin, kooperatiflerin, halcilerin, sanayicilerin, sigortacıların, bankacıların ve sektörün diğer tüm paydaşlarının bir araya getirildiği üretim ve pazarlamanın dijital ortamda yapıldığı bir platformdur. Sözleşmeli üretim vasıtasıyla doğrudan alıcılar ile satıcıların buluşturulmasına yönelik satış modeli kurallarını içeren dijital tarım pazarında; arzın taleple buluştuğu, tohumdan çatala kadar bütün tarımsal değer zincirinin takip edilebildiği, üretim ve tedarik sürdürülebilir olduğu, bir kanaldan yönetilen, uygun fiyatla kaliteli ürünlere ulaşılabilen, planlı üretimin yapılabildiği ortak bir pazar oluşturmayı amaçlamaktadır. Tarımsal ürünlerin doğrudan satışının yapılabilmesi, ihracata yönelik pazarın genişlemesi, coğrafi işaretli ve yöresel ürünlerin iç ve dış pazarda pazarlanabilme imkânı, tarımsal planlama ile gıda arz güvenliğinin sağlanması, üreticiye gerçek katma değer yaratması projenin sağladığı faydalardır. Bu proje tarım sektöründe dijitalleşme adına önemli bir girişim olmuş, ancak günümüzde proje sonlandırılmıştır. Bu tip projelerin tarımda kullanılması ve eksiklerinin zamanla giderilmesi kırsal kalkınmayı hızlandırabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı Tarım, dijitalleşme, dijital tarım pazarı,

**ABSTRACT DEVELOPMENTS IN AGRICULTURAL TECHNOLOGY AND  
EXAMINATION OF THE DIGITAL AGRICULTURAL MARKET (ditap)**

**Abstract**

The rapidly increasing world population brings with it the need for more food. It is very important to spread smart agricultural technology to meet the food demand due to the increasing population, reduce the negative effects caused by climate changes, realize sustainable agricultural production and increase productivity. In this way, costs can be reduced by optimizing production processes. With this study, we tried to analyze the effects of developments and changes in agricultural technologies and the digital agricultural market on the agricultural sector. Accordingly, the study focused on determining how the digital agricultural market allows farmers to market their products more effectively. The study also aims to reveal how the digital agricultural market allows farmers to market their products more effectively and how these growths are accelerated in the agricultural sector. Digital Agriculture Market (DITAP) is a platform developed by the Ministry of Agriculture and Forestry where producers, unions, cooperatives, wholesalers, industrialists, insurers, bankers and all other stakeholders of the sector are brought together and production and marketing are carried out in a digital environment. In the digital agriculture market, which includes sales model rules for bringing buyers and sellers together directly through contracted production, a planned agricultural market where supply and demand meet the entire agricultural value chain from seed to fork is monitored, sustainable production and supply are ensured, quality products managed through a single channel can be accessed at affordable prices. It aims to create a common market where production can be made. The benefits of the project include direct sales of agricultural products, expansion of the export-oriented market, the opportunity to market geographically indicated and local products in the domestic and foreign markets, ensuring food supply security through agricultural planning, and creating real added value for the producer. This project was an important initiative for digitalization in the agricultural sector, but the project has been terminated today. Using these types of projects in agriculture and eliminating their deficiencies over time can accelerate rural development.

**Keywords:** Smart Agriculture, Digitalization, Digital Agriculture Market.

## GİRİŞ

Tarımsal üretim; gıda üretiminden endüstriyel üretime, ilaç sanayisinden giyim sektörüne kadar birden fazla sektöre hammadde sağlamaktadır. Geleneksel tarımın hızla artış gösteren dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamadaki yetersizliği, tarımsal üretimden kaynaklanan çevre kirliliğinin artmış olması, gıda güvenliği ve tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanması gerekliliği gibi nedenler tarımsal üretimde yeni yaklaşımları gerekli kılmıştır. Bu sebeple akıllı tarım teknolojilerinin kullanılması gündeme gelmiştir (Ercan vd., (2019). FAO raporuna göre dünyadaki insan nüfusunun %20'si dengesiz ve yetersiz beslenmektedir. Öte yandan gelişmiş ülkelerde obez ve aşırı kilolu insan sayısı iki buçuk milyar civarında iken, açlıktan ölen insan sayısı günce 25-30 bin kişidir ve bu durum dünyadaki gıda dağılımı dengesizliğinin en net göstergesidir. FAO, verimliliği arttırmak ve gıda güvenliğini sağlayabilmek için dijital teknolojilerin benimsenmesini önermektedir ( Lanucara ve ark., 2019).

Endüstri 4.0 ile başlayan teknolojik gelişmeler ve değişimler, tarım sektöründe de kendini göstermiştir. Devrimin tarımsal üretime yansımaları, sürdürülebilirlik, hız, gıda güvenliği, verimlilikteki artış ve rekabet edilebilirlik olarak sıralanabilmektedir. Söz konusu bu büyük dönüşüm içerisinde hızla artan dünya nüfusunun gıda talebini karşılayabilmesi, tarım sektöründe ileri teknolojilerin kullanılmasına bağlıdır (Saygılı vd., 2019).

Dijital Tarım Pazarı (DİTAP), çiftçilerin ürünlerini doğrudan tüketicilere ulaşmasına olanak tanıyan bir platform olarak tarım sektöründe dijitalleşmenin önemli bir örneğidir. DİTAP, çiftçilerin pazar erişimini genişletmekte, araçları ortadan kaldırarak gelirlerini arttırmakta ve tüketicilere daha taze ve uygun fiyatlı ürünler sunmaktadır. Bu dijital platformla tarım ürünlerinin pazarlanması aşamasında izlenebilirlik sağlanarak tedarik zincirindeki verimlilik artırılmaktadır. Endüstri 4.0' da olduğu gibi Tarım 4.0 ya da diğer adıyla Akıllı Tarımda üretimin dijitalleşmesini ifade etmektedir. Söz konusu bu dönüşümle üretimde kullanılan girdi (gübre, su, ilaç, yakıt vb.) miktarları azaltılarak çok daha fazla ürün (çıktı) elde etmek mümkün olacaktır. (Klavuz ve Erdem, 2019)

Bu çalışma ile tarım teknolojileri ile dijital tarım pazarındaki gelişme ve değişmelerin, tarım sektörüne olan etkileri analiz edilmeye çalışılmıştır. Özellikle bu yeniliklerin yönetim süreçlerinde; üretim, verimlilik, sürdürülebilirlik ve ekonomik faydalara olan katkıları hedeflenmiştir. Çalışmada dijital tarım pazarının çiftçilerin ürünlerini daha etkin bir şekilde pazarlamalarına nasıl olanak sağladığını, bu büyümelerin tarım sektöründe nasıl hızlandırıldığını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Çalışmanın ana materyalini konu ile ilgili daha önceden hazırlanmış kitaplar, tezler, makaleler ve web sayfalarından elde edilen ikincil veriler oluşturmuştur.

### Yöntem

Ulaşılabilen ikincil verilerden yararlanılarak tarım teknolojisinde yaşanan gelişmeler ışığında tarımsal alandaki ilerlemeler analiz edilmiştir. Elde edilen verilerden yararlanılarak tarım teknolojisindeki gelişmeler ve dijital tarım pazarı incelenmiştir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI

### TARIM 4.0 VE TARIMDA YENİ TEKNOLOJİLER

Endüstri 4.0. terimi 2011 yılında Almanya'da ortaya atılmıştır. İlk defa ortaya atılan bu kavram bilgi-bilişim teknolojileri ile sanayinin bir arada olacağını, maksimum verim elde edilebilmesi



için üretimin bilgisayarlara entegre edilmesi gerektiğini ve yapay zekanın ön planda olacağını öne sürmüştür. Söz konusu bilgi teknolojisinin tarım sektöründe de entegrasyonu sağlanarak tarımsal üretimde verimlilik ve etkinliği arttırmak amacıyla Tarım 4.0 hedeflenmiştir (Saygılı vd, 2019)

Endüstri 4.0'a paralel olarak gelişen Tarım 4.0'da bilgi iletişim teknolojisinin tarıma entegre edilmesiyle, tarımsal etkinlik ile verimliliğin artırılması hedeflenmiştir. Sağlıklı ve güvenilir gıdaya erişim olanakları yaratılarak, bilgi paylaşımı ve karar alma süreçleri hızlandırılmaktadır (Anonim, 2019).

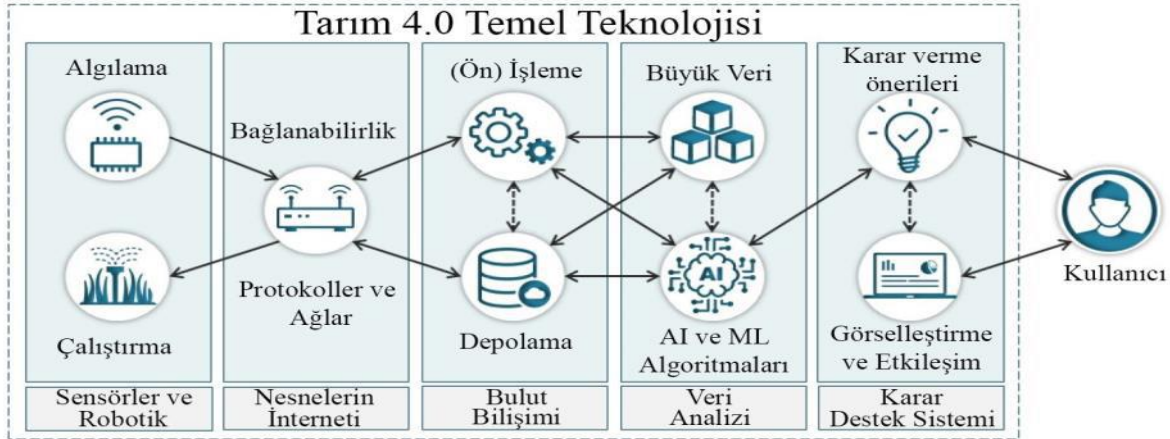


Şekil 1: Tarımın Gelişim Aşamaları

Tarım 1.0 emek yoğun ve düşük verimliliğin hakim olduğu (Tarmakbir, 2020), hayvan gücünün kullanılmasıyla başlayan tarımdaki teknoloji devrimi; daha sonraları tarımsal makineler ile sentetik girdilerin yoğun kullanıldığı ve yeşil devrim olarak adlandırılan Tarım 2.0 olarak tanımlanmıştır. Kısa bir zamanda bazı tarım ve hassas tarım teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte Tarım 3.0 geçilmiştir. Tarım 3.0'ın en önemli teknolojik gelişmeleri GPRS sinyalleri ve çevrimiçi veri aktarımı sağlayan sistemlerdir. Sanayi devriminin gelişmesiyle birlikte (Saygılı vd., 2019) günümüzde Tarım 4.0 çiftlik faaliyetleri, üretici ve kullanıcıların verileri dijital bir ağ vasıtasıyla buluta bağlanmıştır. 2017'deki Avrupa tarım makinelerinin takip edilmesiyle birlikte, Tarım 5.0, yani bir sonraki adımı gerçekleştirmiştir. Tarım 5.0 üretim sürecinde robotik ve yapay zeka türlerinin kullanıldığı dijital bir bütün olan entegre işletim sistemlerini kapsamaktadır (Parmaksız, 2024).(Şekil 1)

## TARIMSAL ÜRETİMDE DİJİTAL TEKNOLOJİLER

Yeni dijital teknolojiler; bilgi ve iletişim teknolojileri, nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri analitiği, robotik, makine öğrenimi, derin öğrenme, yapay zekâ, insansız hava araçları ve insansız kara araçlarını kapsamaktadır (Dayıoğlu ve Türker, 2021). Tarım 4.0'ın temel teknolojileri ise, sensörler ve robotik, nesnelerin interneti, bulut bilişim, veri analitiği ve karar destek sistemleridir.



Şekil 2 :Tarım 4.0 temel teknolojileri ve bağlantıları (Araújo ve ark., 2021)

Sensörler ve robotlar, sistemin ihtiyaçlarına göre algılama ve çalıştırma işlevlerini yerine getirmektedir. Nesnelerin interneti, elde edilen verilerin iletişimini sağlamak için protokol ve ağ bağlantısını kullanırken, bulut bilişim, verilerin depolanması ve işlenmesi işleminden sorumludur. veri analitiği, veri analizi için büyük veriler ile yapay zekâ ve maline öğrenimi tabanlı algoritmaları içermektedir. Karar destek sistemi ise; veri görselleştirme, rehberlik işlevleri ve kullanıcı etkileşimi sağlamaya yardımcı olmaktadır. (Araujo ve ark., 2021; Dayıoğlu ve Türker, 2021). (Şekil 2).

## TÜRKİYE DE DİJİTAL TARIM UYGULAMALARI

Uluslararası rekabet gücünü artırmış, altyapı sorunları çözümlenmiş, ileri teknolojiye dayanan, örgütlü ve yüksek verimliliğe sahip, sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlandığı etkin ve etkili bir tarım sektörü oluşturmak amacıyla; dijitalleşmenin kullanıldığı, tarımsal bilgi sistemlerinin geliştirilerek tüm üreticilerin erişimine açılması, rekabetin korunması, piyasa aksaklıkları ve fiyat dalgalanmalarının önlenmesine yönelik olarak piyasa bilgi ve izleme sisteminin kurulması, tarımsal ürünlerin pazarlanmasında güvenli ve etkin e-ticaret sistemlerinin düzenlenmesi, daha nitelikli Ar-Ge çalışmalarının yapılması hedeflenmiştir (Resmi Gazete, 2019). Hedefler doğrultusunda Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından uydu teknolojileri kullanılarak su kaynakları, orman ve tarım varlıkları takip edilerek ekili dikili alanların haritalanması, orman varlıkları ve su kaynakları sürekli olarak takip edilmekte, ekili ve dikili alanların haritalama altyapısı oluşturulmaktadır. Elde edilen uydu görüntüleri sayesinde desteklemelerin çapraz kontrolü yapılabilmektedir. (Resmi Gazete, 2019)

Tarımda dijitalleşmenin ilk adımı olan veri toplamak için: Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS), E-Çiftçi Portalı, Ulusal Ölçekte Sayısal Toprak Haritaları, Tarım Arazileri Yönetim Sistemi, Hayvancılık Bilgi Sistemi (HAYBİS), Veteriner Bilgi Sistemi (TÜRKVET) gibi çok sayıda sistemler uygulamaya konulmuştur.

Veri toplama ve pazarlama işlemlerinin yanında bitkisel ve hayvansal üretimi kapsayan projeler geliştirilmiştir. Bu projelerden bazıları;

- Ulusal E-Tarım stratejisinin desteklenmesi projesi
- 2016-2019 yıllarını kapsayan su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için, ülkemize özgü hidrolojik su kalitesi ve ekolojik modelleme aracı geliştirilmesi projesi
- Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitü Müdürlüğü, GAP Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü ve ASELSAN ortaklığında sürdürülen Traktörlerde Otomatik Dümenleme Sistemi (OTAK) projesi

- ASEL SAN ortaklığında, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitü Müdürlüğü tarafından yürütülen İnsansız Hava Arazı ve Görüntü İşleme Temeli Hassas Tarım Uygulamaları Projesi
- Güneş Pili Center Pivot Sulama Sistemi Projesi
- Güneş Pili Sulama Kanalı Pilot Projesi
- Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitü Müdürlüğü ve Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü işbirliğinde yürütülen Ülkeler Hassas Tarım Projesi
- Merkez Dane Kaybı İzleme ve Takip Sistemi Geliştirme Projesi
- Örtü altı sebze yetiştiriciliğinde kullanılmak üzere Kendi Yürür Pülverizatör Tasarım Projesi
- Süneyle Mücadelede Yapay Zekâ Kullanılarak Tahmin Uyarı Sistemi Geliştirme Projesi
- Fotovoltaik Pil Destekli Küçükbaş Hayvan Mobil Süt Sağım Makinesi Geliştirme Projesi
- Gezen Hibrit Sağım Geliştirme Projesi
- Küçükbaş Islahına Yönelik Akıllı Ölçüm Platformu Prototipinin Geliştirilmesi Projesi

### **DİJİTAL TARIM PAZARI (DİTAP)**

Dijital Tarım pazarı (DİTAP), üretici, tüketici, sanayici ve halci gibi tarımsal üretimin her aşamasında yer alan aktörleri bir araya getiren bir platformdur ve Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından tasarlanmıştır. Üçüncü Tarım Orman Şurasında alınan kararlar doğrultusunda 29 Nisan 2020 tarihinde gıda ve tarım sektör paydaşlarının kullanımına açılmıştır (Pakdemirli vd., 2020).

### **Dijital Tarım Pazarının Amacı:**

Sözleşmeli üretim vasıtasıyla doğrudan alıcılar ile satıcıların buluşturulmasına yönelik satış modeli kurallarını içeren dijital tarım pazarının amacı; arzla talebin buluştuğu, tohumdan çatala kadar bütün tarımsal değer zincirinin takip edildiği, üretim ve tedarikçinin sürdürülebilir olduğu, bir tek kanaldan yönetilen, uygun fiyatla kaliteli ürünlere ulaşılabilen, planlı üretimin yapılabilirdiği ortak bir pazar oluşturmaktır (Pakdemirli., 2020).

Dijital Tarım Pazarı çiftçilerce yetiştirilen ürünleri, hasat etmek, işlemek, depolamak ve pazara ulaşımı sağlayacak etkin lojistik planlama yapılmasına olanak sağlayan bir platformdur. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından kurulan bu dijital pazarın işletmesi Türkiye Odalar ve Borsalar (TOBB) tarafından yapılması planlanmaktadır. DİTAP uygulaması ile pazarlama olanakları artan küçük işletmeler üretmiş oldukları ve özellikle çabuk bozulabilen ürünlerini dahi yüksek katma değer ile satarak, daha yüksek kar elde edebileceklerdir. Aynı zamanda küçük işletmelerin sürdürülebilirlik sağlayabilme imkânları artacaktır. Söz konusu platform sayesinde tarımsal istihdamın artırılması, üretici kesimin finansmana erişiminin kolaylaşması, pazarlama kabiliyetlerinin artırılması, üretim faaliyetlerinin Pazar koşullarına göre optimize edilmesi, verimliliği artırarak üretici gelirlerinin iyileştirilmesi ve üretim faaliyetlerinin Pazar koşullarına göre optimize edilmesi hedeflenmektedir.(Pakdemirli., 2021)

### **Ditap'ın Sağladığı Faydalar**

- Tarımsal ürünlerin doğrudan satışının yapılabilmesi
- İhracata yönelik pazarın genişlemesi
- Arz eden ve talepte bulunan bölgeler arasındaki mesafenin azalması

- Coğrafi işaretli ürünler başta olmak üzere markalaşmanın sağlanması ile yöresel ürünlerin iç ve dış pazarda pazarlanabilme imkânının sağlanması
- Girdi temininden başlamak üzere tedarik zincirindeki optimizasyonun sağlanmasıyla birlikte maliyetlerin düşmesi
- Tarım ile sanayi sektörünün bütünleşmesi
- Gıdada arz güvenliğinin sağlanabilmesi için sözleşmeli üretim ve tarımsal planlama
- Sözleşmeli üretim sayesinde faiz indirimli işletme kredisi kullanabilme
- Tarafların talep etmesi halinde sertifikalı tarım danışmanlarının sürece dâhil olması ve etkin rol oynaması.
- Sistemin İngilizce versiyonu ile dış pazara entegrasyonun sağlanması
- Üreticilere gerçek katma değer yaratılması ve kooperatifler ile birliklerin bu sistem içerisinde aktif rol alması.

### **Dijital Tarım Pazarının Fazları**

Dijital tarım pazarı iki fazdan oluşmaktadır.

#### **Dijital Tarım Pazarının Birinci Fazı**

- Arz ve talep edenlerin gönüllülük esası ile sisteme kayıt olması,
- Alıcılar ile satıcıların (üretici) sisteme giriş yapması,
- Ticaret Bakanlığınca alıcıların kredibilitésinin doğrulanması
- Tarım Bilgi Sistemi (TBS) ile üreticinin varlığının sorgulanması
- Tüketicinin talep etmesi aşamasında iyi tarım ve organik tarım uygulamalarına yönlendirme yapılması
- Tekliflerin SMS kanalı ile taraflara ulaştırılması
- Alıcıların talep ettiği ürüne üreticilerin teklif verebilmesi
- Girdiler için aynı avans planlamasının yapılabilmesi
- Mal kabul etme kriterlerinin, paketleme ve nakliye şartlarının oluşturulması
- Aynı ve nakdi avansların takiplerinin yapılabilmesi
- Taraflar arasında yapılan sözleşmenin elektronik ortamda imzalanması ve arşivlenmesi
- Tarafların birbirlerini değerlendirmesiyle gerçekleşen skorlama ile otokontrolün sağlanması
- Tüm paydaşların bu platformda buluşması

#### **Dijital Tarım Modelinin İkinci Fazı**

- Hayvansal ürünlerin kapsama dahil edilmesi
- Bankalar vasıtasıyla finansmana erişimin kolaylaştırılması
- Sistem üzerinde yapılan sözleşmelere değerli evrak özelliği kazandırılması
- Hal kayıt sisteminin DİTAP sistemine entegre edilmesi,
- Gözetimin sağlanabilmesi için, üçüncü taraf kontrol mekanizmalarının oluşturulması,
- Coğrafi bilgi sistemleriyle elde edilen uydu görüntülerinin sisteme işlenmesi,
- Finansal riskleri içeren sigorta yapısının oluşturulması ve sisteme entegre edilmesi,
- Sözleşmelerin merkezi kayıt kuruluşu aracılığıyla kaydedilmesi
- DİTAP sisteminde gerçekleştirilen alım ve satım işlemlerinin borsada tescil edilmesi
- Uluslararası pazarlarla entegrasyonun sağlanması
- Tarım ve Orman Bakanlığı koordinasyonunda, DİTAP sisteminin Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği tarafından işletilmesinin sağlanması.

## SONUÇ

Artan dünya nüfusu ve kıt kaynaklar dikkate alındığında, yakın gelecekte gıda ve suya erişim yüzünden ortaya çıkabilecek savaş teorilerden bahsedilmektedir. Ekili-dikili tarım arazilerinin giderek azalması, üretimde kullanılan girdi maliyetlerinin yüksek olması, tarımsal teknolojilerin pahalı olması gibi sebepler tarımda dijitalleşmeyi gerekli hale getirmektedir.

Tarımsal teknolojilerin dışarıdan ithal edilmesi ve çok pahalı olması, teknolojiyi kullanacak olan üreticilerin teknolojiyi kullanma konusunda yetersizliği akıllı tarım teknolojilerinin uygulamaya konulmasını zorlaştırmaktadır.

Dijital tarımın hayata geçirilebilmesi için devlet-özel sektör işbirliğinin sağlanması ve üniversitelerin bu sistemin içerisine dahil edilmesi gerekmektedir. Gerekli alt yapının oluşturulmasını sağlayacak tarım politikaları geliştirilmeli, ziraat fakülteleri ile işbirliği sağlanarak Ar-Ge çalışmaları yapılmalıdır.

Dijital Tarım Pazarı (DİTAP), tarım sektöründe dijitalleşme adına önemli bir girişim olmuş, ancak günümüzde proje sonlandırılmıştır. Projenin sonlandırılması, tarımda dijitalleşme ve modernizasyonun önemini azaltmamış, aksine bu alanda daha etkili ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Çiftçi kayıt sistemi, çiftlik veri ağı gibi anlık veri akışı sağlayan sistemlere bilgilerin zamanında ve düzenli bir şekilde yüklenmesi DİTAP gibi projelerin başarı sağlamasında önem arz etmektedir. Bu tip projelerin tarımda kullanılması ve eksiklerinin zamanla giderilmesi kırsal kalkınmayı hızlandırabilir.

**Not:** Bu çalışma lisansüstü semineri olarak sunulmuştur.

## KAYNAKLAR

- Anonim, (2019). Türk Tarımın Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0. Sonuç Raporu. Yayın No: 98, ISBN: 978-605-137-710-0, Tükeltmat A.ş., İzmir.
- Araujo, S.O., Peres, R.S., Barata, J., Lidon, F., Ramalho, J.C., (2021) Characterising the Agriculture 4.0 landscape-emerging trends, challenges and opportunities. *Agronomy* 11(667): 1-37
- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Sektörel Araştırma ve Strateji Geliştirme Başkanlığı, Akıllı Tarım
- Dayıoğlu, M.A., Türker, U., (2021). Digital transformation for sustainable future- agriculture 4.0: A review. *Journal of Agricultural Sciences* 27(4): 373-39
- Ege Bölgesi Sanayi Odası, (2015). Endüstri 4.0 İzmir Ege Bölgesi Sanayi Odası araştırma Müdürlüğü, 2015.
- Ercan, Ş., Öztep, R., Güler, D., Saner, G. (2019). Tarım 4.0 ve Türkiye’de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25:2, 259-265
- Henoğlu, T.K., (2013). Bilgi Erişim Platformu Olarak Bulut Bilişim: Riskler ve Hukuksal Koşullar Üzerine Bir İnceleme. *Bilgi Dünyası*, 14 (1), 62-86.
- İleri, M.S. (2020) Tarım ve Makine Sanayi Etkileşimi Raporu. TARMAKBİR, Ankara. (2020) <https://www.oaibftp.com/arge3/tar-mak-etk-rap.pdf>
- Karaköy, T.vd., (2020). Teknolojik Tarım. *İksad Yayınları 2022*, ISBN:978-625-6380-41-7
- Klavuz, E., Erdem, İ., (2019). Dünya Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü. *Social Sciences*, 14(4), 133-157
- Lanucara, S., Oggioni, A., Di Fazio, S., Modica, G. (2019). A prototype of service oriented architecture for precision agriculture. In: *International Mid-Term Conference of the Italian Association of Agricultural Engineering*, Springer, Cham
- Orhan Baran, F., Kara, E., Sürmen, M., (2023). Tarım Orman ve Su Bilimlerinde Yenilikçi Çalışmalar. Türkiye’de Tarımda Dijitalleşme Sürecinde Yaşanan Gelişmeler. Yayın Tarihi: Ağustos 2023, Yayıncı Sertifika No: 49837 ISBN: 978-625-6507-40-1.
- Parmaksız, O., (2024) Çiftçilerin İnsansız Hava Arazi (Ziha) Teknolojisini Benimsemesi, aydın İli Örneği. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Tarım Ekonomisi Ana Bilim dalı Yüksek Lisans Tezi. Aydın
- Pakdemirli, B., (2020). Sözleşmeli Tarımsal Üretim: Ditap Modeli. *Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Ekonomisi Dergisi* 26 (1) 2020. Ankara
- Pakdemirli, B., Birişik, N., Aslan, İ., Sönmez, B., Gezici, M., (2021). Türk Tarımında Dijital Teknolojilerinin Kullanımı ve Tarım-Gıda Zincirinde Tarım 4.0 Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Toprak Su Dergisi, 2021,10 (1): (78-87)
- Saygılı, F. A.A., Çalışkan, E. T., ve Erdölek Kozal, Ö., (2019) Türk Tarımının Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0. İzmir Ticaret Borsası, ISBN 978-605-137-710-0, 2019. İzmir
- Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0 (2016). Türkiye Sanayicileri ve İş Adamları Derneği, Mart 2016, Yayın No: TÜSİAD-T 2016-03-576
- T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı Faaliyet Raporu (2020). [https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/Bakan%C4%B1k\\_Faaliyet\\_Raporlar%C4%B1/TARIM%20VE%20ORMAN%20BAKANLI%C4%9E%202020%20FAAL%C4%B0YET%20RAPORU%20v.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/Bakan%C4%B1k_Faaliyet_Raporlar%C4%B1/TARIM%20VE%20ORMAN%20BAKANLI%C4%9E%202020%20FAAL%C4%B0YET%20RAPORU%20v.pdf)
- T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı, T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı (tarimorman.gov.tr)

## ÇİM BİTKİLERİ VE KARIŞIMLARININ PERFORMANSLARI

**Arş. Gör. Dr. Naz AKGÜN (ORCID:0000-0001-8138-7910)**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun,

**Email:**nazz\_\_erdogan48@hotmail.com

**Prof. Dr. Ferat UZUN (ORCID:0000-0001-7389-5835)**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun,

**Email:**fuzun@omu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma, Samsun koşullarında bazı buğdaygil çim bitkileri ve karışımlarının yeşil alan performanslarının belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Çalışmada çok yıllık çim (*Lolium perenne*), kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*), çayır salkım otu (*Poa pratensis*), narin tavusotu (*Agrostis tenius*), rizomlu kırmızı yumak (*Festuca rubra rubra*), rizomsuz kırmızı yumak (*Festuca rubra commutata*) ve koyun yumağı (*Festuca ovina*)'nın farklı oranlarda karışımlarından oluşan 4 çim karışımı ve 2 saf tür (*Festuca arundinacea* ve *Lolium perenne*) çim materyali olarak kullanılmıştır. Araştırma, 2022-2023 yılları arasında Samsun ili, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama arazisinde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırmada, canopeo, yaprak rengi, çıkış hızı, kaplama hızı, yaprak dokusu, seyrekleşme derecesi, yenilenme gücü, kışa dayanıklılık, Spad değeri, yabancı bitki ile rekabet gücü gibi yeşil alan tesis özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, saf ekimlerde yaprak rengi (DGCI: 0.563, VR: 6.28), yaprak dokusu (3.16 mm), seyrekleşme derecesi (9) bakımından en iyi performans kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) çim bitkisinde görülürken, karışımlar karşılaştırıldığında ise çıkış hızı (8 gün) ve kaplama hızı (12 gün) bakımından Karışım 3 ve Karışım 4 diğerlerinden daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak Samsun koşullarında çim alan tesisinde kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) saf olarak veya karışım halinde kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil alan, yaprak rengi, kanopi değeri, spad değeri, kışa dayanıklılık

## PERFORMANCES OF TURFGRASSES AND MIXTURES

### Abstract

The aim of this study was to determine the turf performance of some perennial turf grasses and their mixtures in Samsun conditions. This study, perennial grass (*Lolium perenne*), tall fescue (*Festuca arundinacea*), Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*), bentgrass (*Agrostis tenius*), creeping red fescue (*Festuca rubra* var. *rubra*), chewing red fescue (*Festuca rubra* var. *commutata*) 4 different mixtures and 2 pure materials (*Festuca arundinacea* ve *Lolium perenne*) were used grass types. The study was carried out at Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture Research and Experiment Area in Samsun/Türkiye, during 2022-23 years. This research was conducted in randomized block design with 3 replications. During the experiment canopy, turf color, turf texture, speed of establishment, ground cover speed, regeneration power, cold tolerance, Spad value, and weed investigation and infrequency degree were determined. According to the results of the research, tall fescue *Festuca arundinacea* showed the best performance in terms of turf color (DGCI: 0.563, VR: 6.28), turf texture (3.16 mm), and infrequency degree (9) in pure material, while Mixture 3 and Mixture 4 performed better than the others in terms of speed of establishment (8 day), ground cover speed (12 day) when the mixtures were compared. As a result, tall fescue *Festuca arundinacea* can be used as pure or as a mixture for turfgrass establishment in Samsun conditions.

**Keywords:** Green area, turf color, canopy, spad value, cold tolerance



## GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde meydana gelen iklim değişikliklerinin başında artan hava sıcaklıkları dikkat çekmektedir. Hava sıcaklığındaki bu yükselmenin dünya üzerinde ciddi bir iklim değişikliğine yol açacağı tahmin edilmektedir. Türkiye, küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi öngörülen olumsuz yönlerinden etkilenecektir ve küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır. Küresel ısınmanı olası etkilerinde 2100 yılına kadar 3 C°'ye kadar ulaşacak ve kuraklık kayıpları, Akdeniz ve Avrupa'nın Atlantik bölgelerinde öngörülen kuraklık kayıplarındaki en büyük artışla, bugünkünden beş kat daha fazla olabileceği öngörülmektedir (Türkeş vd., 2000, Türkeş, 2024)

Çimler, dünya çapında birçok şehirde yeşil alanların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Estetik faydalarının yanı sıra, çim alanların birçok kaçınılmaz işlevsel faydası da vardır. Ekolojik dengenin korunmasına ve kentsel peyzajda doğanın bolca sömürülmesi nedeniyle kirlenen ortamların ıslah edilmesine yardımcı olur. Başlıca faydaları arasında kentsel ortamlardan kaynaklanan yüzey akışını azaltma, atmosferik kirleticileri emme, enerji tasarrufu ve kirlenmiş toprakları iyileştirme, toprak erozyonunun kontrol altına alınması ve toprak kalitesinin iyileştirilmesi, mülk değerlerini artırma gibi faktörler yer almaktadır. Çim alanlar, atmosferik sıcaklığı azaltarak karbon tutulumunda önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin; Güneş ışığından gelen ışınları etkin bir şekilde kestikleri ve bu ışınları bünyelerinde tuttukları için çim örtüleri en iyi olanlardır, herhangi bir kaldırım veya caddenin ısısı 55°C'den fazlayken, aynı koşullarda bir çim alanın ısısı yaklaşık 42°C civarında olmaktadır. Yani çim örtüleri yaklaşık %25 oranında bir serinletme etkisi yapmaktadır (Kuşvuran, 2012). Bu işlevsel faydaları yanı sıra stadyumlar, rekreasyon, park ve golf alanlarının temel parçası olan çim alanlar maliyetli olmalarının yanı sıra toplumun ayrılmaz bir bileşeni haline gelmiştir (Mathew, 2021).

Gelecekte çim ve yeşil alanlar günümüzden daha fazla olacaktır. Buna paralel olarak kullanılacak olan su miktarı da artacaktır. Çoğu yerlerde çim alanların sulanması için gerekli su şehir şebekelerinden karşılanmaktadır. Her şeyden önce belli bir maliyeti olan içme ve kullanma sularının, çim alanların sulanmasında bilinçsizce kullanılması, su kaynaklarının devamlılık ilkesi çerçevesinde kullanılması ile çelişmektedir. Su kaynaklarının az olmasının yanında yağışın da çok az olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde, yeşil alan sulamasında kullanılan suyun tasarrufu daha da önem kazanmaktadır (Şahin vd, 2005). Küresel iklim değişikliğinin daha fazla hissedildiği günümüzdeki yüksek sıcaklıklar, kuraklığın artması ve yağışların azalması sebepleri ile ihtiyaç duyulan çim alan tesislerinin sürdürülebilir ve ekonomik olması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Samsun koşullarında bazı buğdaygil çim bitkileri ve karışımlarının yeşil alan performanslarının belirlenmesidir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı Samsun ili ve çevresi ekolojik koşullarda 10 aylık periyotta estetik, kaliteli, dayanıklı ve homojen görünüm oluşturan en uygun çim türlerinin ve karışımların belirlenmesidir. Çalışmada çok yıllık çim (*Lolium perenne*), kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*), çayır salkım otu (*Poa pratensis*), narin tavusotu (*Agrostis tenuis*), rizomlu kırmızı yumak (*Festuca rubra rubra*), rizomsuz kırmızı yumak (*Festuca rubra commutata*) ve koyun yumağı (*Festuca ovina*)'nın farklı oranlarda karışımlarından oluşan 4 çim karışımı ve 2 saf tür (*Festuca arundinacea* ve *Lolium perenne*) çim materyali olarak kullanılmıştır (Çizelge 1). Araştırma, 2022-2023 yılları arasında Samsun ili, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi

15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT

July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye

araştırma ve uygulama arazisinde (41° 21' kuzey enlemi ve 36° 15' doğu boylamı) yürütülmüş ve tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ekim işlemi, 3 Kasım 2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Parseller 2x1=2 m<sup>2</sup> olup, parsel sayısı 18, toplam alan yaklaşık 80 m<sup>2</sup> olarak düzenlenmiştir. Ekimden önce tüm parsellere kompoze gübre atılmış ve metrekaresine 50 g tohum düşecek şekilde ekimi yapılmıştır. Denemenin yürütüldüğü arazi killi bir yapıya sahip olup organik madde bakımından orta derecede yer almaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Deneme alanında materyal olarak kullanılan çim tür ve karışımları

Karışım 1		
20%	Lolium perenne	ESQUIRE
15%	Festuca rubra rubra	KOLOSSOS
35%	Festuca arundinacea	GREENFRONT
23%	Lolium perenne	DOUBLE
5%	Festuca rubra commutata	CAPRICCIO
2%	Poa pratensis	EVORA
Karışım 2		
30%	Festuca arundinacea	GREENFRONT
30%	Festuca arundinacea	EYECANDY
10%	Lolium perenne	DOUBLE
10%	Lolium perenne	ESQUIRE
20%	Lolium perenne	BELİDO
Karışım 3		
15%	Lolium perenne	BARCLAY/TRILO
15%	Lolium perenne	ERGO
15%	Festuca rubra commutata	WILMA
20%	Festuca ovina	BARFINA
20%	Festuca rubra rubra	HERALD
15%	Poa pratensis	BARZAN/BARON
Karışım 4		
15%	Lolium perenne	BARCLAY/TRILO
15%	Lolium perenne	ERGO
10%	Festuca rubra commutata	WILMA
20%	Festuca ovina	BARFINA
20%	Festuca rubra rubra	HERALD
15%	Poa pratensis	BARZAN/BARON
5%	Agrostis tenius	HIGHLAND BENT
Saf Tür		
100%	Lolium perenne	DOUBLE
Saf Tür		
100%	Festuca arundinacea	EYECANDY

Çizelge 2. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları

Özellik	Değeri
Tekstür sınıfı (%)	
Kil (%)	53
Silt (%)	25
Kum (%)	23
pH	6.90
EC (dS/m)	0.238
Organik Madde (%)	2.78

Denemenin yürütüldüğü yıla ait iklim verileri değerlendirildiğinde uzun yıllar verilerine göre yağışın yüksek olduğu görülmektedir. Sıcaklık ortalamaları değerlendirildiğinde ise uzun yıllar

verileri ile 2012-23 yıllarına ait veriler arasında çok büyük farklılıklar olmadığı görülmektedir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Samsun iline ait 2022-2023 yılı ve uzun yıllar ortalamalarına ait bazı iklim verileri

	Toplam Yağış (mm)		Ortalama Sıcaklık (°C)		
	2022-2023	Uzun Yıllar	2022-2023	Uzun Yıllar	
Kasım	55.4	83.4	Kasım	13.4	12.7
Aralık	79	80.9	Aralık	11.5	9.4
Ocak	44.5	72.7	Ocak	8.8	7.2
Şubat	130.9	58.8	Şubat	7.3	7.2
Mart	118.3	67.4	Mart	9.7	8
Nisan	132.5	56.6	Nisan	12.6	11.3
Mayıs	51	48.8	Mayıs	15.1	15.6
Haziran	72.7	46.2	Haziran	20.9	20.2
Temmuz	7.1	34.8	Temmuz	23.7	23.2
Ağustos	55.6	37.5	Ağustos	25.6	23.6
Toplam	747	587.1			

\*Veriler Samsun Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Deneme alanı, ekimden yaklaşık iki ay sonra 5 cm yükseklikten çim biçme makinesi ile biçilmiş ve her iki haftada bir olmak üzere düzenli olarak yapılmıştır. Havaaların sıcak gittiği dönemde Temmuz-Ağustos aylarında sulama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Denemede, ekim tarihi ile parselde % 50 çıkışın belirlendiği tarih arasındaki gün sayısı çıkış hızını (gün), ekim tarihi ile parselin % 75'inin tamamen bitki ile kaplandığı tarih arasındaki gün sayısı ise kaplama hızını (gün), bitkiyi temsil edecek boyuttaki yaprağın en geniş yerinde kumpas yardımı ile ölçülmesi yaprak dokusunu (1 mm'den az ise çok ince, 1-2 mm arasında ise ince, 2-3 mm arasında ise orta, 3-4 mm arasında ise kaba ve 4 mm'den fazla ise çok kaba), vejetasyon dönemi sonunda parselin çim örtüsünde (1=Çok seyrek, 3=Seyrek, 5=Orta, 7=Sık, 9=Çok sık) seyrekleşme derecesini (1-9), ilkbahar gelişme döneminde ve ikinci biçimden önce (1=Çok hızlı büyüme, 3=Orta büyüme, 5=Çok yavaş büyüme) yenilenme gücünü (1-5), Mart ayı ortasında ilkbahar büyüme başlangıcından önce, 1=Çok kötü (Bitkilerin tamamı ölü), 3=Kötü (Bitkilerin % 50'si ölü), 5=Orta (Parselin tamamı sararmış), 7=İyi (Parselin % 50'den azı sararmış), 9=Çok iyi (Parselde sararma yok) kışa dayanıklılık (1-9) gözlemine, yabancı bitki ile rekabet gücü (1-9), yabancı bitki istilası karşısındaki rekabet skalasına (1: çok zayıf - 9: yüksek rekabetçi) gibi yeşil alan tesis özellikleri incelenmiştir (Anonim, 2001; Alagöz ve Türk, 2017; Erdoğan, 2019). Kaplama oranı, Canopeo mobil uygulaması ile yüzdesel olarak ölçülmüştür (Patrignani and Ochsner, 2015; Erdoğan, 2019, Kara vd., 2022). Yaprak rengi, FieldScout GreenIndex mobil uygulaması ile 3 farklı (Kış, İlkbahar, Yaz) dönemde referans renkleri belirten tabela yardımı ile ölçülmüştür (Erdoğan, 2019; Kara vd., 2022). Bu mobil uygulama çimin yeşilliğini ölçen bir değerdir (koyu yeşil renk endeksi: DGCI) ve bu değer çimin görsel derecelendirmesi (VR) ile ilişkilendirilmektedir. Spad değeri ise; Konica Minolta® Spad 502 Plus cihazı ile yaprakta klorofil miktarı ölçümü yapılmıştır (Uddling vd., 2007).

Araştırmanın sonucunda denemeye ait veriler, tesadüf blokları deneme desenine göre SPSS v21 paket programında analiz edilmiştir. Ortalamaların karşılaştırılması için % 5 önemlilik düzeyinde LSD testi uygulanmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Çıkış hızına ait ortalama değerler incelendiğinde (Çizelge 4), en hızlı çıkış 8 gün ile Karışım 3 (15% *Lolium perenne*+15% *Lolium perenne*+15% *Festuca rubra commutata*+20% *Festuca ovina*+20% *Festuca rubra rubra*+15% *Poa pratensis*) ve Karışım 4 (15% *Lolium perenne*+15% *Lolium perenne*+10% *Festuca rubra commutata*+20% *Festuca ovina*+15% *Poa pratensis*+5% *Agrostis tenuis*)’ten elde edilirken en geç çıkış 13 gün ile *Festuca arundinacea*’da bulunmuştur. Diğer çim tür ve karışımlara bakıldığında Karışım 1 (20% *Lolium perenne*+15% *Festuca rubra rubra*+35% *Festuca arundinacea*+23% *Lolium perenne*+5% *Festuca rubra commutata*+2% *Poa pratensis*) ve Karışım 2 (30% *Festuca arundinacea*+30% *Festuca arundinacea*+10% *Lolium perenne*+10% *Lolium perenne*+20% *Lolium perenne*), saf ekimde *Lolium perenne* 11 günde çıkışlarını tamamlamıştır. Erdoğan (2019), normal şartlarda çok yıllık çimin 8 günde, yumak türlerinin 10-15 günde çimlenebildiğini ifade etmişlerdir (Açıkgöz, 1994).

**Çizelge 4.** Çim tür ve karışımların ortalama çıkış hızı, kaplama hızı, yenilenme gücü, yabancı bitkiyle rekabet gücü değerleri

Çim türleri ve karışımları	Çıkış hızı (Gün)	Kaplama hızı (gün)	Yenilenme gücü(1-5)	Yabancı bitkiyle rekabet gücü (1-9)
Karışım 1	11b	20a	2.3	7.6
Karışım 2	11.6b	19.3a	2.3	6.3
Karışım 3	8c	12c	1	1
Karışım 4	8c	12c	1	1
<i>Lolium perenne</i>	11b	18b	1.6	5
<i>Festuca arundinacea</i>	13a	20a	1.6	7.6

Kaplama hızı özelliğine ilişkin tür ve karışımların ortalamaları incelendiğinde, Karışım 3 (15% *Lolium perenne*+15% *Lolium perenne*+15% *Festuca rubra commutata*+20% *Festuca ovina*+20% *Festuca rubra rubra*+15% *Poa pratensis*) ve Karışım 4 (15% *Lolium perenne*+15% *Lolium perenne*+10% *Festuca rubra commutata*+20% *Festuca ovina*+15% *Poa pratensis*+5% *Agrostis tenuis*)’ten % 75’ini 12 günde kaplayarak en yüksek kaplama hızına sahip olurken, saf türden *Festuca arundinacea*, karışımlardan ise Karışım 1 (20% *Lolium perenne*+15% *Festuca rubra rubra*+35% *Festuca arundinacea*+23% *Lolium perenne*+5% *Festuca rubra commutata*+2% *Poa pratensis*) ve Karışım 2 (30% *Festuca arundinacea*+30% *Festuca arundinacea*+10% *Lolium perenne*+10% *Lolium perenne*+20% *Lolium perenne*)19-20 günde kaplayarak en yavaş kaplama hızına sahip olmuştur (Çizelge 4).

**Çizelge 5.** Çim tür ve karışımların ortalama yaprak dokusu, canopea, spad, kışa dayanıklılık ve seyrekleşme derecesi değerleri

Çim türleri ve karışımları	Yaprak dokusu (1-9)	Canopea (%)	Spad değeri	Kışa dayanıklılık (1-9)	Seyrekleşme derecesi (1-9)
Karışım 1	2.49b	94.62	29.90	7.6	7bc
Karışım 2	2.44b	91.66	31.80	7	6.3c
Karışım 3	2.51b	90.63	31.90	8.3	1.6d
Karışım 4	2.51b	92.3	34.55	8.3	1.6d
<i>Lolium perenne</i>	2.44b	95.31	31.65	7	8.3ab
<i>Festuca arundinacea</i>	3.16a	89.30	36.95	7	9a

Ortalama yaprak dokusu değerlerinin bulunduğu Çizelge 5 incelendiğinde, saf ekimler içerisinde en kaba dokunun 3.16 mm ile elde edildiği en ince yaprak dokunun saf ekimde *Lolium perenne*'de ve karışık ekimde bütün karışımlarda 2.44-2.51 mm arasında değiştiği görülmektedir. Erdoğan (2019), yaptığı bir çalışmada, Aydın koşullarında tesis edilen çim tür ve karışımlarda, yalın ekimler içerisinde en kaba dokunun (4.08) değeriyle *Festuca arundinacea*'dan elde edildiğini ve kaba dokulu çimler arasında yer aldığını belirten araştırmacıların, Varoğlu vd. (2015), Öztarhan (2010), Özkan (2013) sonuçlarıyla da benzerdir. Seyrekleşme derecesi bakımından ortalama değerler incelendiğinde (Çizelge 5), saf ekimler içerisinde en yüksek değerler 9 ile *F. arundinacea*'dan ve 8.3 ile *L. perenne*'den elde edilirken, en düşük değerler 1.6 ile Karışım 3 (15% *Lolium perenne*+15% *Lolium perenne*+15% *Festuca rubra commutata*+20% *Festuca ovina*+20% *Festuca rubra rubra*+15% *Poa pratensis*) ve Karışım 4 (15% *Lolium perenne*+15% *Lolium perenne*+10% *Festuca rubra commutata*+20% *Festuca ovina*+15% *Poa pratensis*+5% *Agrostis tenius*)'ten elde edilmiştir. Çim türleri ve karışımların içerisinde en sık örtü derecesine sahip karışımı yumak ön plana çıkmıştır. Araştırmacılar çim ile ilgili yaptıkları çalışmada, Aydın (Erdoğan, 2019), Tekirdağ (Arslan, 2010) ve Isparta (Alagöz ve Türk, 2017) ekolojik koşullarında aynı sonuçları elde etmişlerdir.

**Çizelge 6.** Çim tür karışımlarında yaprak rengi (DGCI) değerleri

	Yaprak rengi (DGCI-Dark Green Color Index)			Ort
	Kış	İlkbahar	Yaz	
Karışım 1	0.595	0.461	0.458	0.505b
Karışım 2	0.501	0.513	0.422	0.479b
Karışım 3	0.510	0.386	0.311	0.402c
Karışım 4	0.485	0.408	0.381	0.381c
<i>Lolium perenne</i>	0.548	0.523	0.404	0.492b
<i>Festuca arundinacea</i>	0.651	0.570	0.467	0.563a
	0.548a	0.476b	0.407c	

Çizelge 6 ve Çizelge 7'de verilmiş olan ortalama DGCI ve VR değerleri incelendiğinde, saf ekimler içerisinde en yüksek puanlar üç mevsim ortalamasında *F. arundinacea*'den (DGCI:0.563, VR: 6.28), en düşük puanlar ise Karışım 3 (15% *Lolium perenne*+15% *Lolium perenne*+15% *Festuca rubra commutata*+20% *Festuca ovina*+20% *Festuca rubra rubra*+15% *Poa pratensis*) (DGCI: 0.402, VR: 4.80) ve Karışım 4 (15% *Lolium perenne*+15% *Lolium perenne*+10% *Festuca rubra commutata*+20% *Festuca ovina*+15% *Poa pratensis*+5% *Agrostis tenius*)'ten (DGCI: 0.381, VR: 4.59) elde edilmiştir.

**Çizelge 7.** Çim tür karışımlarında yaprak rengi (VR) değerleri

	Yaprak rengi (VR-Visual Rating)			Ort
	Kış	İlkbahar	Yaz	
Karışım 1	6.60	5.30	5.30	5.73b
Karışım 2	5.73	5.83	4.97	5.51b
Karışım 3	5.80	4.67	3.93	4.80c
Karışım 4	5.55	4.87	3.35	4.59c
<i>Lolium perenne</i>	6.17	5.40	4.70	5.42b
<i>Festuca arundinacea</i>	7.13	6.37	5.37	6.28a
	6.16a	5.41b	4.60c	

Kara vd. (2022) yaptıkları çim türlerinin renk performanslarında en yüksek renk değerlerinin kamışsı yumak türünde DGCI değeri 0.685 ve çok yıllık çimden 0.598 elde etmişlerdir.

#### **SONUÇ**

Rahat ve medeni yaşamın sembolü haline gelmiş olan yeşil alanların insan sağlığı üzerine olumlu etkileri bilinmektedir. Küresel iklim değişikliğinin daha fazla hissedildiği günümüzdeki yüksek sıcaklıklar, kuraklığın artması ve yağışların azalması sebepleri ile ihtiyaç duyulan çim alan tesislerinin sürdürülebilir ve ekonomik olması gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada Samsun bölgesinde yetiştirilebilecek en uygun çim tür ve karışımların belirlenmesinde tesis yılından itibaren renk, kaplılık ve uzun ömürlülük açısından kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) ve çok yıllık çim (*Lolium perenne*) türlerinin önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

#### KAYNAKÇA

- Açıkgöz, E., 1994. Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa.
- Anonim, 2001. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. Yeşil Alan Çim Bitkileri, 9 s., Ankara.
- Arslan, D., 2010. Tekirdağ Sahil Kuşağında Bazı Buğdaygil Çim Bitkileri ve Karışımlarının Yeşil Alan Performanslarının Belirlenmesi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Alagöz, M., & Türk, M. (2017). Isparta ekolojik koşullarında bazı buğdaygil çim bitkileri ve karışımlarının çim alan performanslarının belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(2), 30-39.
- Erdoğan, H. (2019). Aydın ekolojik koşullarında bazı buğdaygil çim bitkileri ve karışımların yeşil alan tesislerinde kullanım olanaklarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi.
- Kara, E., Sürmen, M., and Erdoğan, H. (2022). Measurement of Green Field Performances in Turfgrass Cultivars with Smartphone Applications in Mediterranean Climate. Acta Scientific Agriculture, 6,21-29.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., Çetiner, G. 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri.
- Türkeş, M. (2024). Küresel Çevre, İklim Değişikliği ve Gezegenin Sınırları. Eğitim yayınevi. ISBN: 978-625-66-58-76-9, 1. Baskı, 327 s.
- Kuşvuran, A. 2012. Rekreasyon alanlarında kullanılan çim örtülerinin çevre, insan sağlığı ve estetik yönden değerlendirilmesi. I. Rekreasyon Araştırmaları Kongresi, Kemer, Antalya, Bildiri Kitabı, 509-523.
- Patrignani, A., Ochsner, T. 2015, Canopeo: A Powerful New Tool for Measuring Fractional Green Canopy Cover. Agronomy Journal, 107: 6.
- Uddling, J., Gelang-Alfredsson, J., Piikki, K., and Pleijel, H. (2007). "Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings". Photosynthesis Research, 91(1), 37-46.
- Varoğlu, H., Avcıoğlu, R., Değirmenci, R. 2015. Kamışsı Yumak (*Festuca arundinaceae*), Çayır Salkım Otu (*Poa pratensis*), Kırmızı Yumak (*Festuca rubra*) ve İngiliz Çimi (*Lolium perenne*) Çeşitlerinin Çim Alan Özellikleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 24 (2): 85-95.
- Özkan, Ş. 2013. Farklı Biçim Yüksekliklerinin Akdeniz Ekolojisinde Yetiştirilen Bazı Çim Seçeneklerinin Performansına Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Öztarhan, H. 2010. Serin İklimlerde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Buğdaygillerin Ege Sahil Kurağına Adaptasyonu Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 49s.

## TÜRKİYE'DE SPODOPTERA TÜRLERİNİN YAYGINLIĞI VE MÜCADELESİ

**Refik Efe EGE (ORCID:0009-0009-6665-2830)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, AYDIN  
**Email:**r.efe.ege@hotmail.com

**Dr. Öğr. Üyesi Melis YALÇIN (ORCID:0000-0002-9122-7133)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, AYDIN  
**Email:**melisusluy@adu.edu.tr

### ÖZET

Türkiye'de tarımsal ürünlerde gözlenen Spodoptera türleri Pamuk YaprakKurdu Spodoptera littoralis (Boisduval, 1833) (Lepidoptera: Noctuidae), Güz Tırtılı Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) ve Çizgili Yaprak kurdu, Spodoptera exigua Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)'dir. Bu zararlılar özellikle pamuk ve mısırdaki yoğun olarak ekonomik kayba sebep olmakla birlikte polifag olmaları dolayısıyla yıl boyunca zarara sebep olup bu zararlılarla etkin ve sürdürülebilir mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ülkemizde bu zararlıların yaygınlığı ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle eşeysel çekici feromon tuzaklar, sarı yapışkan tuzaklar, gözle kontrol ve elle toplama yöntemi, robinson tipi ışık tuzakları, atrap sallama yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemlerle yapılan surveyler sonucunda Spodoptera türlerinin hızlı bir şekilde yayıldığı ve istilacı bir tür olduğu saptanmıştır. Mücadelesi ile ilgili ülkemizdeki yapılan çalışmalar incelendiğinde özellikle biyolojik ve kimyasal mücadele yöntemlerin ön plana çıktığı gözlenmektedir. Trichoderma türleri, Bacillus thuringiensis, Beauveria bassiana, Metarhizium brunneum, Steinernema carpocapsae, Hyphantria cunea gibi bakteri, virüs ve funguslardan oluşan biyolojik preparatların kullanılmasının başarılı olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmektedir. Bunun yanında yoğun kimyasal mücadele dolayısıyla zararlıların bazı pestisitlere direnç kazandığı saptanmıştır. Kimyasal mücadeleye alternatif bitkisel preparatlarla da çalışmalar yaygın durumdadır fakat yapılan çalışmalar incelendiğinde bitkisel preparatların yeteri kadar etkili olmadığı saptanmıştır. Ayrıca Spodoptera türlerinin günümüzde hala etkin bir şekilde yayılması kullanılan mücadele yöntemlerine alternatif farklı mücadele yöntemlerinin de eklenmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle S. frugiperda'nın popülasyon takibinin yapılması ve yayılmaması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu bağlamda yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde ülkemizde yapılan biyoteknik mücadelenin popülasyon takibi ile sınırlı kaldığı kitlesel yakalama yönteminin geliştirilerek diğer mücadele yöntemleri ile entegre mücadele yönteminin daha etkin uygulanması ekonomik anlamda Türkiye'ye önemli katkı sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Spodoptera Türleri, Mücadele Yöntemleri, Yaygınlık



## PREVALENCE AND MANAGEMENT OF SPODOPTERA SPECIES IN TURKEY

### Abstract

Cotton leaf worm *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera: Noctuidae), Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) and Beet armyworm *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) are the *Spodoptera* species observed on agricultural crops in Turkey. These pests cause intensive economic losses especially in cotton and maize, but they are polyphagous and cause damage throughout the year and it is necessary to develop effective and sustainable control methods against these pests. Pheromone traps, yellow sticky traps, visual control and collection methods, Robinson-type light traps and sweep net methods are generally used when the studies on the prevalence of these pests in Türkiye are examined, As a result of the surveys carried out with these methods, it was determined that *Spodoptera* species are invasive and spread rapidly. The management of these species especially biological and chemical management techniques come to the fore as the studies are investigated. Biological preparations consisting of bacteria, viruses and fungi such as *Trichoderma* species, *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium brunneum*, *Steinernema carpocapsae*, *Hyphantria cunea* have been reported to be successful. In addition, it was found that pests gained resistance to some pesticides due to intensive chemical control. Studies with plant sources of safe insecticides as an alternative to chemical control are also widespread, but when the studies were analyzed, it was found that plant sources of insecticides were not effective enough. In addition, today *Spodoptera* species are still spreading effectively, showing that different alternative control methods should be added to the management strategies. In particular, monitoring of *S. frugiperda* population should be carried out and necessary precautions should be taken to prevent its prevalence. In this respect, it is seen that the biotechnical management methods are restricted with population monitoring in Türkiye, and the development of the mass capture method regarding to the integrated management methods will make a significant contribution to the economic terms of Türkiye.

**Keywords:** *Spodoptera* Species, Management Techniques, Prevalence

## GİRİŞ

Türkiye için ekonomik öneme sahip ürünlerde istilacı tür olarak yoğun zarar veren Spodoptera türleri Pamuk Yaprakkurdu *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera:Noctuidae), Pamuk Çizgili Yaprakkurdu *Spodoptera exigua* ve Güz Tırtılı *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)(Lepidoptera:Noctuidae)'dir. Geniş konukçu kapasitesine sahip olan Spodoptera türlerinin iklim değişikliği ve yoğun pestisit kullanımı dolayısıyla oluşturduğu direnç, zararlıların Dünyada yayılım alanının zamanla artmasına ve tarımsal alanlarda tehdit oluşturmasına neden olmuştur. Bu zararlılar özellikle mısır, pamuk, soya, tütün, şekerpancarı, yonca, pirinç ve bazı sebzelerde önemli kayıplara neden olmaktadır. Zararlıların yayılım alanlarının bilinmesi, karantina önlemlerinin alınması yanında gerekli mücadele yöntemlerinin entegre mücadele yöntemleri kullanılarak doğru zamanda mücadele edilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu sebeple hızlı çözüm sağladığına inanılan günümüzde öncelikle tercih edilen mücadele yöntemi kimyasal mücadeleden önce kültürel mücadele, biyoteknik mücadele, biyolojik mücadele ve son olarak da kimyasal mücadele doğru zamanda ve şekilde uygulanmalıdır. Çalışmada ülkemizde varlığı tespit edilmiş olan *S. frugiperda*, *S. littoralis* ve *S. exigua*'nın yaygınlığı ve mücadelesi ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiş ve bu zararlılarla mücadelede çalışılması gereken alanlar yurt dışında yapılan çalışmalar incelenerek belirlenmiştir. Tarımsal zararlılarla mücadelede doğru stratejilerin geliştirilmesi için öncelikle bu zararlıların biyolojik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

## TÜRKİYE'DE EKONOMİK AÇIDAN ÖNEMLİ SPODOPTERA TÜRLERİ

*Spodoptera frugiperda* larvalarının baş kapsülü üzerinde beyaz ters 'Y' harfi ve sekizinci abdomen segmentinin üzerinde kare şeklinde 4 siyah nokta ve ergin güvelerin ön kanatlarının uçlarında belirgin beyaz lekeler güz tırtılına karakteristik özelliğidir. *S. frugiperda* polifag olup özellikle Poaceae, Asteraceae ve Fabaceae familyaları başta olmak üzere 353 bitki türüne bağlı 76 familyada beslenebilmektedir. En fazla mısır, pamuk, şeker kamışı, sorgum, pirinç, yonca, soya, domates, biber patlıcan, tatlı patates, tütün, sardunya ve karanfilde gözlemlendiği rapor edilmiştir (Neves Costa vd., 2019; TAGEM, 2020). Larva genel olarak mısır bitkisinin tüm büyüme evrelerinde beslenir. İklim özelliklerine bağlı olarak yılda tropik bölgelerde 4-6 döl, serin iklim özelliklerine sahip bölgelerde ise 1-2 döl verdiği bilinmektedir. Yumurtalarını kümeler halinde konukçularının yaprağının altına bırakır ve yumurtalarının üzeri tüylerle kaplıdır. Yumurtalar genellikle ortalama 3-5 gün içerisinde açılır ve 14-21 gün arasında larva dönemi geçirdikten sonra 9-13 gün pupa dönemi geçirir ve sonra ergin döneme geçerler. Erginler ise ortalama 12-14 gün yaşarlar ve geceleri aktiftirler (Ramirez Garcia vd., 1987). Birinci dönem larvalar büyüme dönemindeki bitkilerin büyüme merkezlerini keserek yapraklara zarar verir, özellikle yaprağın bir tarafıyla beslenir ve diğer tarafındaki epidermis dokusunu sağlam bırakır. Dördüncü ve altıncı dönem larvalar yapraklarda delikler açarak bitkileri tamamen yok edebilir. Özellikle yapraklarda karakteristik bir delik sırası oluşturur. Bu zararlılarda kannibalizm görülmektedir.

*Spodoptera littoralis* yine polifag bir zararlı olup özellikle pamuk, mısır, tütün, şeker pancarı, soya, yonca, patates, domates, biber, elma, şeftali gibi 40 farklı familyadan 87 bitki türünde yoğun zarara neden olmaktadır (Hadim ve Gürkan., 2007; Yıldırım ve Başpınar, 2008). Hızlı bir şekilde farklı iklim koşullarına uyum sağlama özelliği ile geniş alanlara yayılmış ve ekonomik açıdan önemli bir zararlıdır. Başının üzerinde üçgen şeklinde kahverengi bir leke bulunmaktadır. Yumurtalarını paketler halinde yaprağın alt yüzeyine bırakır ve üzeri tüylerle örtülüdür. Yumurta paketlerinde yaklaşık 350 adet yumurta bulunur. Yumurtadan yeni çıkan larva yumurta kabuğunu yedikten sonra yaprağın alt kısmına geçerek yaprağın epidermisi ile

beslenir. Larva büyüdükçe diğer yapraklara da geçer ve yapraklarda delik deşik bir görünüme sebep olur. Larvalar yapraklarla beslenmekle birlikte tarak, çiçek ve kozalarla beslenmekte olup meyvelerde de delikler açarak zarar vermektedir. Gelişmesini tamamlayan larva siyahımsı kahverengi görünüşte kadifemsidir. Kelebeklerin kanatlarında gri kahverengi zemin üzerinde açık sarı renkli çizgiler bulunur. Kelebekler geceleri aktiftirler. Yılda 4-6 döl verirler. Yoğun miktarda kalite ve verim kaybına neden olurlar.

*Spodoptera exigua* halk arasında Karadrina olarak bilinmekte olup 23-28 mm kanat açıklığına sahiptir. Ergin kelebeklerin kanatlarında zigzag şeklinde çizgiler bulunmaktadır. Kelebekler kurşuni gri kahverengi renkte kanatlara sahiptir. Ön kanatlarından birinde böbrek şeklinde ve diğerinde daire şeklinde iki leke bulunur. Yumurtalarını paketler halinde yaprağın altına bırakır ve yumurtaların üzeri beyaz pullarla kaplıdır. Paket içerisinde yaklaşık 150 adet yumurta bulunur. Yumurtadan yeni çıkan larvalar yumurta kabuğu ile beslenirler. Yumurtadan yeni çıkan larvaların bir arada bulunmasına 'ocak' denir (TAGEM, 2015). Larvaların renkleri konukçu bitkiye göre değişmekle birlikte genellikle kahverengimsi yeşilimsi bir renge sahiptir. Son dönem larvaların sırtlarında ve yanlarında baştan sona kadar uzanan beyaz bir şerit bulunur. Larva evresi 9-11 gün, pupa evresi ise 7-8 gün sürer. Son dönem larvalar bitkinin büyüyen uçlarında beslenir ve yapraklarda büyük delikler açarlar. Zarar yoğun olduğunda saplara ve meyvelere kadar yayılabilir. Zararlı polifag olup 30 farklı familyadan 130 farklı türde bitkiye zarar verebilmektedir. Pamuk başta olmak üzere, şekerpancarı, patates, mısır, ayçiçeği, tütün ve farklı sebze türlerinde önemli zarara neden olduğu bilinmektedir (Sunulu vd., 2020).

### **PAMUK YAPRAK KURDU SPODOPTERA LITTORALIS (BOISDUVAL,1833) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)'İN YAYGINLIĞI İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR**

*Spodoptera littoralis* diğer *Spodoptera* türlerinde olduğu gibi hızlı bir şekilde yayılmakta ve istilacı bir tür olarak anılmaktadır. EPPPO bölgesinde A2 karantina listesinde bulunmaktadır. 2005-2006 yılında Aydın İlinde gözle kontrol ve elle toplama yöntemiyle yapılan surveyler yan arazide bulunan mısır ve yonca tarlalarından dolayı *S. littoralis*'in çilek yapraklarında delikler oluşturduğu bitkinin göbeğine doğru ilerleyerek zarar verdiği belirtilmiştir (Yıldırım ve Başpınar., 2008). Adana ilinde ikinci ürün susamda silkme yöntemi kullanılarak yapılan surveyler sonucunda *S. exigua*'nın yoğun olarak zarar verdiği saptanmıştır (Atakan vd., 2017). Bunun yanında Bingöl Üniversitesi Araştırma merkezinde 10 farklı fasulye çeşidinde *S. littoralis*'in önemli zarara neden olduğu saptanmıştır (Kaplan vd., 2018). Yine Bitlis, Muş ve Van İllerinde lahanada alanlarında zararlı türlerin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada 4 takım 12 familyada 21 zararlı tür belirlenmiş ve *S. littoralis* başlıca önemli zararlı türlerden olarak görülmüştür (Ölmez vd., 2021). Afrika'ya özgü olan bu zararlı Orta Doğu ve Güney Avrupa'ya dağılmıştır. Sıcaklığın daha düşük olması nedeniyle Kuzey Avrupa'ya taşınmasının sınırlı olacağı düşünülmektedir. Fakat günümüzde sıcaklığın giderek artması dolayısıyla *S. littoralis*'inde yaygınlığının artması beklenmektedir.

### **GÜZ TIRTILI SPODOPTERA FRUGIPERDA (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)'NİN YAYGINLIĞI İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR**

*Spodoptera frugiperda* Türkiye'de ilk olarak Adana bölgesinde saptanmış olup (Pehlivan ve Atakan, 2022) ardından Şanlıurfa'nın Suruç ilçesinde bu zararlının varlığı tespit edilmiş fakat Diyarbakır, Mardin, Batman, Şırnak gibi yakın illerde bu zararlıya henüz rastlanmamıştır (Tonğa, 2023). Amerika kökenli olan bu zararlı Arjantin, Brezilya, Kanada ve Şili'de çok büyük zarar neden olmuştur. Brezilya'da mısır bitkisinde %34 kayba neden olduğu ve yıllık 400

milyon dolar zarara neden olduğu rapor edilmiştir (Lima vd., 2010) Yine Amerika ve Atlantik kıyısında yıllık yaklaşık 500 milyon dolar zarara neden olduğu zararının kilometrelerce uzağa yayılma kabiliyetinin olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmektedir (Cock vd., 2017). 2015 yılına kadar Amerika kıtasıyla sınırlı kalan *S. frugiperda* 2016 yılında batı Afrika'da varlığı rapor edilmiştir ve şu an yaklaşık 44 Afrika ülkesine hızlı bir şekilde yayılmıştır (Rwomushana vd., 2019). EPPO bölgesi olarak ilk defa 2019 yılında Mısırda gözlenen zararlı 2020 yılında Güney İsrail ve Ürdün ve Suriye'ye yayıldıktan sonra ülkemize giriş yapmıştır. Zararlı Afrika, Asya ve Türkiye'de dahil olmak üzere Avrupa ülkelerinde karantinaya tabi bir zararlıdır (EPPO, 2023).

### **ÇİZGİLİ YAPRAKKURDU, SPODOPTERA EXIGUA HÜBNER (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)'NİN YAYGINLIĞI İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR**

Türkiye'de *S. exigua*'nın yaygınlığı ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde Van ilinde patates alanlarında yapılan surveyler sonucunda atrap ve nokta örnekleme yöntemleri kullanılarak *S. exigua*'nın 1998 yılında epidemiyaptığı rapor edilmiştir (Atlıhan ve Özgökçe, 2003). Ünlü ve Kornoşor (2003) Robinson tipi ışık tuzakları kullanarak Noctuidae familyasına ait 40 farklı tür için de Şanlıurfa'nın pamuk alanlarında *Spodoptera exigua* türlerinin yoğun zarar yaptığını belirtmiştir. Van ili ve çevresinde şekerpancarı alanlarında atrap ve gözle kontrol yöntemleri kullanılarak yapılan survey sonucunda *Spodoptera exigua*'nın ana zararlı konumunda olduğu saptanmıştır (Atlıhan ve Özgökçe, 2003). Adıyaman, Batman, Diyarbakır illerinde mısır alanlarında gözle kontrol ve elle toplama yöntemi kullanılarak yapılan surveyler sonucunda (Gözüaçık ve Mart., 2009), Hatay ilinde Solanaceae familyasına ait türlerde feromon ve sarı yapışkan tuzaklar kullanılarak yapılan surveyler (Taşçı ve Cengiz, 2016) ve yine Hatay ilinde eşeyssel çekici feromon tuzaklar kullanılarak yapılan surveyler sonucunda *S. exigua*'nın ana zararlı konumunda olduğu belirtilmiştir (Kaya, 2019). Erzincan İlinde şekerpancarında eşeyssel çekici feromon tuzaklar kullanılarak (Teymuroğlu ve Çoruh, 2022), Çanakkale ilinde mısırda Robinson tipi tuzaklar kullanılarak yapılan surveyler sonucunda *S. exigua*'nın popülasyon takibi yapılmıştır (Tiftikçi ve Kornoşor, 2015). Yapılan çalışmalar incelendiğinde zararının özellikle Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerinde epidemiyaptığı tespit edilmiştir. Yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde ise Güneydoğu Asya kökenli olduğu düşünülen bu zararlı Asya ve Afrika bölgesinin %70'ine yayıldığı dünyada 101 ülkede varlığının tespit edildiği Kuzey Avrupa ve Güney Amerika da dahil olmak üzere birçok ülkede varlığının tespit edildiği bilinmektedir (Zheng vd., 2011)

### **SPODOPTERA TÜRLERİ İLE MÜCADELE KÜLTÜREL MÜCADELE**

*Spodoptera* türleri ile kültürel mücadelede ekimden önce derin sürüm yapılması önerilir. Böylece pupaların avcılara maruz bırakılması sağlanmış olunacaktır. Erken ekim yapılarak erken hasat yapılması ve özellikle ikinci üründe zarar yapan *Spodoptera* türlerinin ürüne zarar vermeden ürünün hasat edilmesi önerilmektedir. Hızlı gelişen ve sıkı kavuza sahip genotiplerin kullanılması zararının epidemiyapmasını engelleyebileceği belirtilmektedir (Kumar vd., 2022). Ayrıca dengeli gübreleme yapılmalı fazla nitrojenli gübre kullanımından kaçınılmalıdır. Ekim nöbeti yapılarak da zararlı popülasyonunun azaltılabileceği yapılan çalışmalarda belirtilmektedir (Cannon vd., 2020). Yapılan çalışmalarda fasulye ile birlikte ekilen mısırın *S. frugiperda* popülasyonunu % 20-30 oranında azalttığı gözlenmiştir (Altieri, 1980; Khan vd., 2007).

### BİYOTEKNİK MÜCADELE

Spodoptera türleri ile biyoteknik mücadelede zararlıların davranış, biyoloji ve fizyolojileri izlenerek yapay ve doğal maddeler kullanılarak, zararlıların doğal davranışlarının engellenmesi suretiyle yapılmaktadır. Türkiye’de biyoteknik mücadelede eşeyssel çekici feromon tuzakların kullanılması ile popülasyonun takibi ile sınırlıdır. Fakat yurt dışında yapılan çalışmalar popülasyonun kitlesel olarak yakalanmasında feromonların etkin şekilde kullanılması yönündedir. Her üç Spodoptera türü içinde popülasyon yaygınlığının takibinde kullanılan feromon tuzakların kitlesel tuzaklama, şaşırtma teknikleri kullanılarak kullanılması söz konusu olduğunda pestisit kullanımı azalacaktır. Ayrıca ithal edilen feromonlar için harcanan dolar azalacak ve ülke ekonomisine katkıda bulunulacaktır. Genellikle yapılan çalışmalar incelendiğinde feromon bileşenlerinin iklim koşulları ve çevresel koşullar dolayısıyla bölgesel farklılık gösterdiğini belirtmektedir (Kenis vd., 2022). Çin’de *S. frugiperda* ile yapılan çalışmada coğrafik farklılıktan dolayı içerik ve oransal olarak feromon bileşenlerinin farklılık gösterdiği çalışma sonuna yedi farklı bileşenin saptandığı çalışma sırasında elektroantenogram ve rüzgar tüneli denemelerinin yapıldığından bahsedilmiştir (Wang vd., 2022). Kenis vd. (2023) mısır ve pirinç ile beslenen *Spodoptera frugiperda*’nın beslendiği ürüne göre feromon bileşenlerinin majör bileşenlerinin aynı fakat minör bileşenlerinin farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Yine benzer olarak Akinbuluma vd. (2024) Florida, Benin, Nijerya ve Kenya’da *S. frugiperda* dişilerine erkeklerin tepkileri üzerine yapılan çalışma sonucunda hem majör bileşen hem de minör bileşenlerde bölgesel farklılıktan dolayı farklı tepkiler tespit edilmiş olup yapılan çalışmaların tarla koşullarında da test edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Akinbuluma vd., 2024). Ülkemizde *S. exigua* ile ilgili yapılan çalışmalarda popülasyon takibi amacıyla eşeyssel çekici feromon tuzaklar şekerpancarında (Teymuroğlu ve Çoruh, 2021), yoncada (Kaya, 2019), Solanaceae familyasına ait bitkilerde (Taşçı ve Cengiz, 2016), *S. littoralis* ile yapılan çalışmalarda yine eşeyssel çekici feromon tuzaklar Mardin bölgesinde soya fasulyesinde (Yardım ve Bayhan, 2019) kullanılmıştır. *S. frugiperda* için ülkemizde biyoteknik çalışmaların artırılması gerektiği ayrıca yurt dışındaki çalışmalara paralel olarak ülkemize özgü feromonların elde edilmesi için gerekli alt yapının oluşturulması ve bu konuda çalışmaların artırılması gerektiği saptanmıştır.

### BİYOLOJİK MÜCADELE

Spodoptera türlerine özgü Türkiye’de tespit edilen doğal düşmanlar incelendiğinde; Spodoptera exigua için Hymenoptera takımından Braconidae familyasına ait Microplitis rufiventris Kok., Microplitis tuberculifer Wesmael, Sinophorus xanthostomus (Grav.), Chelonus osculator Panzer, Meteorus ictericus (Nees), Meteorus pulchicornis W., Microbracon spp., ve Cotesia ruficus, yine Hymenoptera takımından Ichneumonidae familyasından Hyposoter didymator (Thnb.), Temelucha decorata (Grav), Barylypa pallida (Grav.) ve Hymenoptera takımından Tachinidae familyasından Exorista xanthaspis larva parazitoitleridir. Coleoptera takımından Coccinellidae familyasından Adonia variegata (Goeze), Coccinella septempunctata L., Neuroptera takımından Chrysopidae familyasından Chrysoperla carnea (Steph.), Hemiptera takımından Anthocoridae familyasından Orius niger (W.), Hemiptera takımından Lygaeidae familyasından Geocoris pallidipennis (C.), Hemiptera takımından Nabidae familyasından Nabis pseudoferus Rem., Nabis rugosus L. önemli predatörleridir. *S. littoralis* ile biyolojik mücadele için Hymenoptera takımından Braconidae familyasından Microplitis rufiventris larva parazitoiti olarak, Hemiptera takımından Nabidae familyasından Nabis pseudoferus Rm., Hemiptera takımından Anthocoridae familyasından Orius spp., ve Neuroptera takımından Chrysopidae familyasından Chrysoperla carnea önemli larva predatörleridir (TAGEM, 2020).

Spodoptera frugiperda ülkemize yeni giriş yapmış olup *S. frugiperda*'ya özgü biyolojik ajanlarla ilgili çalışmalar henüz yapılmamıştır fakat yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde Molina-Ochoa vd. (2003) Amerika ve Karayip bölgesine özgü *S. frugiperda*'nın 150 farklı parazitoid ve paraziti olduğunu belirtmiştir. Shylesha vd. (2018) yumurta, larva ve larva-pupa parazitoidleri ve predatörlerinin mısır bitkisinde zarar yapan *S. frugiperda*'nın tüm farklı dönemleri ile beslendiğini belirtmiştir. Predatörleri arasında Coleoptera:Carabidae, Dermaptera: Labidundae, Hemiptera:Pentatomidae ve Hemiptera:Anthracoridae familyalarına ait yararlı böceklerin bulunduğu saptanmıştır (Pair ve Gross, 2012). Özellikle Hymenoptera takımından *Chelonis* ile *Compoletis*'in ve *Trichogramma* parazitoidlerinin biyolojik mücadelede başarılı biyokontrol ajanları olduğu belirtilmektedir (Huang vd., 2020; Zang vd., 2021). Biyolojik mücadele ve biopestisitlerle mücadele yapıldığında çevreye duyarlı, sürdürülebilir kimyasal mücadeleye alternatif çözümler sunar. Partal. (2023) *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar, 1975) (Rhabditida: Heterorhabditidae) (Bioteam<sup>®</sup>), *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955) (Rhabditida: Steinernematidae) (Ekobio<sup>®</sup>) ve *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) (Nematoda: Steinernematidae) (Nematac<sup>®</sup>)'nin ticari biyopreparatlarının *S. littoralis* larvalarına etkilerini belirlemeyi hedeflemiş ve çalışma sonucunda zararlı bireylerin bazılarının pupa döneminde öldüğü, bazılarının üreme organlarında bozukluklar olduğu ve *Steinernema carpocapsae* ve *S. feltiae* uygulamalarının 200 ve 400 IJs dozunda %100'e varan ölüm oranlarının gözlemlendiği belirtilmiştir. Cırbın. (2017) Isparta ili ve çevre ilçelerinden örneklenen topraklardan izole edilen entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae*'nin *S. littoralis*'e biyolojik etkinlikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *B. bassiana*'nın izolatlarının daha etkili olduğu özellikle BMAUM-E2003, BMAUM-E6001 ve BMAUM-M6001 izolatlarının biyolojik mücadele ile ilgili yapılacak çalışmalarda kullanılabilceği belirtilmiştir. Yine Isparta ili ve ilçelerindeki topraklardan izole edilen *B. bassiana*'ya ait BMAUM-E2001, BMAUM-E2003, BMAUM-E6001 ve BMAUM-M6001 izolatlarının *S. littoralis*'e oldukça virulent olduğu ve beşinci günde %100 ölüme neden olduğu saptanmıştır (Akdaş, 2019). Çerçi, (2010) altı entomopatojen fungus izolatını daldırma yöntemini kullanarak ikinci dönem *S. littoralis* larvalarına etkisini incelemiş ve ölüm oranlarının %20-87 arasında değiştiği çalışmaların arazi koşullarında da yapılması gerektiği vurgulanmıştır. *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum* ve *T. virens*'in bitki dayanıklılığını artırarak *S. exigua* bireylerinin kalıtsal üreme yeteneğinde düşüşe, popülasyon artışının sınırlandırılmasına ve net üreme gücü değerlerinin düşmesine neden olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Rişvanlı, 2022; Osmanoğlu, 2022; Gültekin, 2022). Bakteriyel flora üyelerinden *Bacillus* cinsine ait 12 izolatın *S. littoralis* üzerindeki etkisi araştırılmış ve iki ayrı *B. thuringiensis* izolatının (Mnd ve Bnbt) zararlı üzerinde %100'lük ölüm oluşturduğu saptanmıştır (Özkan, 2011). Eski, (2018) *S. exigua* larvalarından elde edilen toplam 15 bakteriyel izolatın içerisinde en etkili izolat olan *B. thuringiensis* Se13 baciile doz denemeleri yaparak optimizasyonu gerçekleştirmiş ve çalışma sonucunda entegre mücadelede kullanılacak bakteri kaynaklı güvenilir bir biopestisit üretilmiştir. Bakulovirüslerle yapılan çalışmalar incelendiğinde *Helicoverpa armigera*'dan izole edilen single nükleopolihedrovirüs (Gencer, 2023) ve yine bakulovirüslerden *Hyphantria cunea* granulovirüsü *S. exigua* ile mücadelede etkili olduğu bu konuda yapılan çalışmaların artırılması gerektiği belirtilmektedir (Bayramoğlu vd., 2021).

### **BİYOTEKNOLOJİK MÜCADELE**

Spodoptera türleri ile yapılan çalışmalar genellikle bitki dayanıklılığı (Chen vd., 2009; Ni vd., 2011; Alvarez ve Miranda Filho, 2002; Kasoma vd., 2020) bitkinin protein miktarının artırılması (Chen vd., 2009), bitki aminoasit ve glikoz miktarının artırılması sonucu dayanıklı genotiplerin kullanılması, genetik mühendisliği ve CRISPR-Cas sistemi ile ilgili konularda yoğunlaşmıştır. Genellikle kimyasal mücadelede bitkide karakteristik semptomlar gözlemlendiği zaman başlanmaktadır. Fakat Spodoptera türlerinde zararlıların mısırın kavuz bölgesine saklanması ve orada beslenmesi zararlıların insektisitlerle temasını engeller. Ayrıca Spodoptera türlerinin yaklaşık 30 aktif maddeye dirençli olduğu belirtilmektedir. Bu sebepten dolayı Spodoptera'ya dirençli mısır bitkilerinin geliştirilmesi günümüzde çalışılması gereken konulardandır. *Bacillus thuringiensis*'ten izole edilen Cry ve Vip proteinlerini içeren birçok bitkinin dünyanın birçok bölgesinde tarımı yapılmakta ve bu bitkiler %80 oranında adaptasyon göstermektedir (Romeis vd., 2019). Amerika'da Bt'li mısır hibritlerinin *Spodoptera frugiperda* ile mücadelede yaygın bir şekilde kullanıldığı ve Bt'li ürünlerin pestisit kullanımını azalttığı ve doğal yolla mücadeleyi teşvik ettiği bu yöntemin kullanımının biyolojik ve kültürel mücadele ile entegre bir şekilde kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Li vd., 2021).

### **KİMYASAL MÜCADELE**

Spodoptera türleri ile yapılan kimyasal mücadele çalışmaları Türkiye'de genellikle direnç çalışmaları ve bitkisel preparatlarla ilgilidir. Küçük ve Tunca, (2023), pestisit kullanımının azaltılmasına yönelik olarak düşük riskli pestisit arayışının ortaya çıktığını ve özellikle azadiraktinin kullanılmasının yaygınlaşması gerektiğini belirtmiştir. Bitkisel preparatlarla yapılan çalışmalar incelendiğinde; Çayağacı yağının farklı formülasyonlarının (Şimşek, 2023), ikincil bitki metabolitlerinin (Allyl isothiocyanate, allyl disulfide ve cavaracrol) (Köker, 2011) ve *Satureja boissieri*'nin *S. littoralis* üzerine etkisi incelenmiş (Karakoç vd., 2020) ve her üç çalışmada da bitkisel ekstraktların zararlı ile mücadelede kullanılabileceği saptanmıştır. Bitki allelokimyasallarından olan quarcetin'nin zararlı detoksifikasyon seviyesini artırarak pestisitlere hassasiyetini arttırdığı ile ilgili yapılan çalışmada quarcetin ve lambda cyhalothrine maruziyeti sonucunda *S. exigua* larvalarının ölüm oranının arttığı gözlemlenmiştir (Hafeez vd., 2020). Sarımsak ve limon uçucu yağlarının *S. littoralis*'de beslenmeyi engelleme ve bazı biyokimyasal etkileri incelenmiştir.

### **SONUÇ**

Spodoptera türlerinin hızla yayılması ve istilacı türler olması dolayısıyla bu zararlılar, kısa zamanda yayılıp yoğun zarar neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde *S. littoralis* ve *S. exigua*'nın ülkemizde yaygın bir şekilde varlığı tespit edilmiş olup bu zararlılarla mücadele konusunda birçok çalışma yapılmıştır. *S. frugiperda* ise ülkemizde ilk defa Adana bölgesinde tespit edilmiş ve Şanlıurfa ilinde de varlığı saptanmıştır. Yakın zamanda Türkiye'nin diğer illerine de yayılma ihtimali düşünülerek bu zararlıların popülasyon takibinin bölgesel olarak yapılması gerekmektedir. Ülkemizde Spodoptera türlerinin popülasyon takibinde genellikle gözle kontrol, elle toplama, eşeysel çekici feromon tuzaklar, Robinson tipi tuzakların kullanımı, funnel tipi tuzaklar kullanılmaktadır. Bu zararlılarla mücadelede genellikle kimyasal mücadele tercih edilmekte olup biyolojik mücadele, bitkisel preparatlar ve zararlıların direnç oluşturmaları üzerine yapılan çalışmaların yanında biyoteknik ve biyoteknolojik mücadele çalışmalarının yurt dışında yapılan mücadele yöntemleri ile kıyaslandığında yetersiz olduğu bu konuda gerekli alt yapıların oluşturularak zararlıların

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT  
July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

mücadelesine alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi gerektiği yapılan çalışmaların sonucunda ortaya çıkmıştır.



#### KAYNAKÇA

- Akdaş, A. 2019. Farklı sıklık ve sürede alt kültürü yapılan *Beauveria bassiana* izolatlarının *Spodoptera littoralis* üzerindeki etkinliği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Isparta
- Akinbuluma, MD, van Schaijk, RAH, Roessingh, P., ve Groot, AT. 2024. *Spodoptera frugiperda*'nın (Lepidoptera: Noctuidae) Sentetik Seks Feromonu Bileşiklerine Karşı Elektrofizyolojik Tepkilerindeki Bölgeye Özgü Değişim. Kimyasal Ekoloji Dergisi. <https://doi.org/10.1007/s10886-024-01479-w>
- Altieri, M. 1980. Diversification of corn agroecosystems as a means of regulating fall armyworm [*Spodoptera frugiperda*] populations. Fla. Entomol. 63, 450–456.
- Alvarez, M.d.P.; Miranda Filho, J.B.d. 2002. Diallel crossing among maize populations for resistance to fall armyworm. Sci. Agric. 59, 731–741.69.
- Atakan, E., Pehlivan, S., ve Kaya, C. 2017. Adana ili susam (*Sesamum indicum* L.) üretim alanlarında bulunan zararlı ve faydalı türlerin araştırılması. Türkiye Entomoloji Bülteni, 7(2), 159-168.
- Atlıhan, R., ve Özgökçe, M. S. 2003. Van ili şekerpancarı alanlarındaki zararlı ve yararlı türlerin saptanması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 13(1), 9-14.
- Bayramoğlu, Z., Gençer, D., Demir, İ. 2021. Bioactivity of a betabaculovirus, *hyphantria cunea* granulovirus, in six Lepidopteran insect as potential hosts. Turkish Journal of entomology. 45(4):417-424.
- Cannon, N.D.; Kamalongo, D.M.; Conway, J.S. 2020. The effect of bi-cropping wheat (*Triticum aestivum*) and beans (*Vicia faba*) on forage yield and weed competition. Biol. Agric. Hortic. 36, 1–15.
- Chen, Y.; Ni, X.; Buntin, G.D. 2009. Physiological, nutritional, and biochemical bases of corn resistance to foliage-feeding fall armyworm. J. Chem. Ecol.35, 297–306
- Cırbın, I. 2017. Entomopatojen fungus izolatlarının *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) üzerine etkilerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Isparta.
- Cock, M. J., Beseh, P. K., Buddie, A. G., Cafá, G., ve Crozier, J. 2017. Molecular methods to detect *Spodoptera frugiperda* in Ghana, and implications for monitoring the spread of invasive species in developing countries. Scientific reports. 7(1), 4103.
- Çerçi, F. 2010. Bazı fungus izolatlarının pamuk yaprakkurdu, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera:Noctuidae), larvalarına ölüm etkilerinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- EPPO. 2023. *Spodoptera frugiperda*. EPPO Küresel Veri tabanı. *Spodoptera frugiperda* EPPO Küresel Veritabanı
- Filipjev, I. N. 1934. *Miscellanea nematologica* 1. Eine neue Art der Gattung *Neoplectana* Steiner nebst Bemerkungen über die systematische Stellung der letzteren. *Parasitologicheskii Sbornik Zoologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR*, 4, 229-240.
- Gençer, D. 2023. Türkiye'den *Helicoverpa armigera* single nükleopolihedrovirüs izolatının izolasyonu, karakterizasyonu ve patojenitesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 24(1):187-195.
- Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., ve Tamò, M. 2016. Batı ve Orta Afrika'da Yeni Bir Yabancı İstilacı Zararlı Olan Güz Ordu Kurdu *Spodoptera*

- frugiperda'nın (J E Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) Salgınlarının İlk Raporu.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165632>
- Gözüaçık, C., Mart, C., ve Kara, K. 2009. Parasitoids of several lepidopterous pests in maize plantations in the Southeast Anatolian Region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 33(4), 475-477.
- Gültekin, 2022. *Trichoderma asperellum* uygulanmış pamuk bitkisi üzerindeki *Spodoptera exigua*'nın popülasyon performansının belirlenmesi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Van
- Hadim, N. ve M. O. Gürkan, 2007. "Pamuk yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis* Boisd.) (Lepidoptera:Noctuidae)'nda sentetik pyretroitlere karşı ortaya çıkan direncin biyokimyasal mekanizmaları, 60". Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi (27-29 Ağustos 2007) Bildirileri, Isparta, 342 s.
- Hafeez, M., Qasim, M., Ali, S., Yousaf, H. K., Waqas, M., Ali, E., ... ve Khan, K. A. 2020. Expression and functional analysis of P450 gene induced tolerance/resistance to lambda-cyhalothrin in quercetin fed larvae of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Hübner). *Saudi journal of biological sciences*, 27(1), 77-87.
- Huang, N.-X.; Jaworski, C.; Desneux, N.; Zhang, F.; Yang, P.-Y.; Wang, S. 2020. Long-term, large-scale releases of *Trichogramma promote* pesticide decrease in maize in northeastern China. *Entomol. Gen.* 40, 331–335.
- Kaplan, E., Sabancı Bal, S., Ayçiçek, M. 2018. Bingöl ilinde yetiştirilen bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris*) çeşitlerinde tespit edilen böcek popülasyonları ve *Acanthoscelides obtectus*'a tepkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 55-63.
- Karakoc, O. C., Tufekci, A. R., Gul, F., Koldas, S., ve Alkan, M. 2020. Essential oil composition and insecticidal activity of *Satureja boissieri* against *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Plant Protection Bulletin*, 60(2), 111-117.
- Kasoma, C.; Shimelis, H.; Laing, M.; Shayanowako, A.I.; Mathew, I. 2020. Screening of inbred lines of tropical maize for resistance to fall armyworm, and for yield and yield-related traits.136, 105218.
- Kaya, E., 2019, Ilgın (Konya) İlçesinde Şekerpancarı Alanlarında Çizgili Yaprakkurdu [*Spodoptera Exigua* (Lepidoptera: Noctuidae)]'nın Popülasyon Gelişimi Ve Bulaşıklık Oranının Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- Kenis, M., Benelli, G., Biondi, A., Calatayud, P., Day, R., Desneux, N., Harrison, R., Kriticos, D., Rwomushana, I., ve van den Berg, J. 2023. Invasiveness, biology, ecology, and management of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Entomologia Generalis*.
- Kenis, M.; Benelli, G.; Biondi, A.; Calatayud, P.; Day, R.; Desneux, N.; Harrison, R.; Kriticos, D.; Rwomushana, I.; van den Berg, J. 2022. Invasiveness, biology, ecology, and management of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Entomol. Gen.*
- Khan, Z.R.; Midega, C.A.; Hassanali, A.; Pickett, J.A.; Wadhams, L.J. 2007. Assessment of different legumes for the control of *Striga hermonthica* in maize and sorghum. *Crop Sci.* 47, 730–734.
- Köker, Z. 2011. Bazı ikincil bitki metabolitlerin pamuk yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis* (Boisd.))'na karşı beslenmeyi engelleyici aktivitelerin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.

- Kumar, R. M., Gadratagi, B. G., Paramesh, V., Kumar, P., Madivalar, Y., Narayanappa, N., ve Ullah, F. 2022. Sustainable management of invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Agronomy*, 12(9), 2150.
- Küçük, M. E., Tunca, H. 2023. Azadiraktin üzerine genel bir değerlendirme. *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 2(1):19-30.
- Li, Y.; Wang, Z.; Romeis, J. 2021. Managing the invasive fall armyworm through biotech crops: A Chinese perspective. *Trends Biotechnol.* 39, 105–107.
- Lima, R. K., Cardoso, M. D. G., Moraes, J. C., Andrade, M. A., Melo, B. A., ve Rodrigues, V. G. 2010. Chemical characterization and insecticidal activity of the essential oil leaves of *Ageratum conyzoides* L. On fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797)(Lepidoptera: Noctuidae).
- Molina-Ochoa, J.; Carpenter, J.E.; Heinrichs, E.A.; Foster, J.E. 2003. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean Basin: An inventory. *Fla. Entomol.* 86, 254–289.
- Neves Costa E et al. 2019 Antibiosis Levels to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Cowpea Commercial Cultivars and Landrace Varieties, *Journal of Economic Entomology* 112(4), 1941–1945, <https://doi.org/10.1093/jee/toz096>
- Ni, X.; Chen, Y.; Hibbard, B.E.; Wilson, J.P.; Williams, W.P.; Buntin, G.D.; Ruberson, J.R.; Li, X. 2011. Foliar resistance to fall armyworm in corn germplasm lines that confer resistance to root-and ear-feeding insects. *Fla. Entomol.* 94, 971–981. 68.
- Osmanoğlu, M. 2022. *Trichoderma harzianum* uygulanmış patates ve pamuk bitkisi üzerinde, *Spodoptera exigua*'nın popülasyon performansı ve beslenme kapasitesinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı). Van.
- Ölmez, M., Sertkaya, E., Büyük, M., ve Alaserhat, İ. 2021. Bitlis, Muş ve Van illerilahana ekim alanlarındaki zararlı ve faydalı böcek türleri, önemli zararlı ve faydalı türün popülasyon değişiminin belirlenmesi. *European Journal of Science and Technology*, (31), 256-267.7.
- Özkan, F. 2011. *Spodoptera littoralis*'in kültüre edilebilir bakteriyel florasının belirlenmesi ve bakteriyel mücadele etmeninin araştırılması .Yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Pair, S.; Gross, H., Jr. 2012. Field mortality of pupae of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith), by predators and a newly discovered parasitoid, *Diapetimorpha introita*. *J. Ga. Entomol. Soc.* 19, 22–26.
- Partal, Esra. 2023. Bazı Entomopatojen Nematodların *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera: Noctuidae) Etkinliklerinin Laboratuvar Koşullarında Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Pehlivan, S., ve Atakan, E. 2022. Güz tırtıl kurdu *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)'nin Türkiye'deki ilk kaydı. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri*. 37(2), 139-145.
- Poinar, G. J. 1975. Description and biology of a new insect parasitic Rhabditoid, *Heterorhabditis bacteriophora* N. Gen., N. Sp.(Rhabditida; Heterorhabditidae N. Fam.).
- Ramirez Garcia, L.; Bravo Mojica, H.; Llanderal Cazares, C. (1987) Development of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) under different conditions of temperature and humidity. *Agrociencia, Mexico* 67, 161-171.
- Rişvanlı, A. 2022. *Trichoderma harzianum* uygulanmış patates ve pamuk bitkisi üzerinde, *Spodoptera exigua*'nın popülasyon performansı ve beslenme kapasitesinin belirlenmesi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı.

- Romeis, J.; Naranjo, S.E.; Meissle, M.; Shelton, A.M. Genetically engineered crops help support conservation biological control. *Biol. Control* 2019, 130, 136–154.
- Rwomushana, I. (2019). *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CABI. <https://doi.org/10.1079/ISC.29810.20203373913>
- Shylesha, A.; Jalali, S.; Gupta, A.; Varshney, R.; Venkatesan, T.; Shetty, P.; Ojha, R.; Ganiger, P.C.; Navik, O.; Subaharan, K. 2018. Studies on new invasive pest *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies. *J. Biol. Control* 32, 1–7.
- Sunulu, S., Dumlupınar, Z., Yıldırım, M., ve Karabulut, O. 2020. Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) üretimi için dönemsel bir tehdit; karadrina [*Spodoptera exigua* (Hübner)] (Lepidoptera: Noctuidae). *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(4), 317-323.
- Şimşek, Ş. 2023. Çayağacı (*Melaleuca alternifolia* L.) yağının farklı formülasyonlarının *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Noctuidae: Lepidoptera) üzerindeki toksik ve davranışsal etkileri. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Ana Bilim Dalı, Niğde.
- TAGEM (2015). Bitki zararlıları zirai mücadele teknik talimatları: Mısırdaki çizgili yaprakkurdu (*Spodoptera exigua* Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Ankara: Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- TAGEM, 2020. Güz Tırtılı *Spodoptera frugiperda* Survey Talimatı. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara
- Taşçı, L., ve Can Cengiz, F. 2016. Hatay ilinde yetişen Solanaceae familyasına giren bitki türlerinde zararlı güve (Lepidoptera) türlerinin ve en yaygın olan türün popülasyon gelişiminin belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 309s.
- Teymuroğlu, E., ve Çoruh, S. 2022. Harmful and beneficial insects species determined in sugar beet areas in Çayırılı District of Erzincan Province and short biology of *Spodoptera exigua* (Hbn.)(Lepidoptera: Noctuidae). *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(3), 483-495.
- Tiftikçi, İ., ve Kornoşor, S. 2015. Çanakkale’de Mısırdaki Zararlı Lepidoptera Türleri, Dağılımları ve Yayılışları Üzerinde Araştırmalar. *Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)*, 3(2), 107-118.
- Tonğa, A. 2023. *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)'nin Türkiye'nin güneydoğusuna doğru istilası. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(1), 53-59.
- Ünlü, L., ve Kornoşor, S. 2003. Şanlıurfa ilinde saptanan Noctuidae (Lepidoptera) familyası türleri ve morfolojik özellikleri. *HR. Ü. Z.F. Dergisi*, 7(3-4), 19-28.
- Wang, C., Zhang, S., Guo, M. B., Hou, X. Q., Yang, B., & Wang, G. R. 2022. Optimization of a pheromone lure by analyzing the peripheral coding of sex pheromones in *Spodoptera frugiperda* in China. *Pest Management Science*, 78(7), 2995-3004. <https://doi.org/10.1002/ps.6924>
- Weiser J. 1955. *Neoapectana carpocapsae* n. sp. (Anguillulata, Steinernematinae), novy cizopasník housenek obalece jablecného, *Carpocapsa pomonella* L. *Vestn Cesk Spol Zool* 19:44–52
- Yıldırım, E.M. ve Başpınar, H. 2008. Aydın ili çilek alanlarında saptanan Noctuidae (Lepidoptera) familyası türleri, yayılışı, zararı ve popülasyon dalgalanmaları üzerinde çalışmalar. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (2), 115-121
- Yıldırım, H., Bekircan, Ç., ve Bektaş, E. 2019. Antifeedant Effects of Essential oil of *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* L. HUDSON (Lamiaceae) on *Subcoccinella*

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**

**July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye**

---

- vigintiquatuor punctata L. (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Diversity and Conservation*, 12(2), 103-108.
- Zhang, X.; Wang, H.-C.; Du, W.-M.; Zang, L.-S.; Ruan, C.-C.; Zhang, J.-J.; Zou, Z.; Monticelli, L.S.; Harwood, J.D.; Desneux, N. 2021. Multi-parasitism: A promising approach to simultaneously produce *Trichogramma chilonis* and *T. dendrolimi* on eggs of *Antheraea pernyi*. *Entomol. Gen.* 41, 627–636.
- Zheng XL, Cong XP, Wang XP, Lei CL. 2011. A review of geographic distribution, overwintering and migration in *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Entomol. Res. Soc.* 13(3): 39-48

## **AYDIN İLİNDE İLÇELERE GÖRE MISIR YETİŞTİRİCİLİĞİNİN DURUMU VE POTANSİYELİ**

**İsmail Efe EGE**

Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
**Email:**i.efe.ege@hotmail.com

**Yakup Onur KOCA\***

Doç.Dr. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü  
**Email:**yokoca@adu.edu.tr

**Feride ÖNCAN SÜMER**

Doç.Dr. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü  
**Email:**fsumer@adu.edu.tr

**Osman EREKUL**

Prof.Dr. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü  
**Email:**oerekul@adu.edu.tr

### **Özet**

Mısır yetiştiriciliğinin geliştirilmesi için, su yönetimi ve toprak iyileştirme teknikleri gibi alanlarda ileriye dönük stratejilerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle, sulama tekniklerinin iyileştirilmesi ve toprak verimliliğini artıracak organik ve inorganik düzenlemeler, mısır üretiminin sürdürülebilirliğini artırabilir. Ayrıca, tarla denemeleri ve yerel adaptasyon çalışmaları ile elde edilen veriler, bölgesel tarım uygulamalarının optimizasyonuna önemli katkılar sağlayacaktır. Aydın ili, Ege Bölgesi'nin tarımsal üretim bakımından önde gelen illerinden biridir ve pek çok tarım ürününü yetiştirilmesi için uygun iklim ve toprak koşullarına sahiptir. Bu tarım ürünleri arasında mısır, hem yüksek verim potansiyeli hem de ekonomik değeri ile önemli bir yer tutmaktadır. Aydın ilinin farklı ilçeleri, mikroklimatik koşullar ve toprak yapısı bakımından çeşitlilik göstermektedir. Bu çeşitlilik, mısır yetiştiriciliğinde de kendini göstermekte ve her ilin kendine özgü mısır ekim stratejileri ve yetiştirme teknikleri bulunmaktadır. Bu farklılıklar çeşit tercihinde ve agroteknik uygulamalarda değişikliklere neden olmaktadır. Bölgesel farklılıkların mısır üretimine olan etkilerini ortaya koymak, tarımsal üretimde karşılaşılan sorunlara çözüm önerileri sunmak ve daha verimli üretim tekniklerinin geliştirilmesine katkıda bulunmak amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Aydın ilindeki mısır yetiştiriciliğinin mevcut durumunu ve gelecekteki potansiyelini kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada, Aydın ilinin çeşitli ilçelerinde mısır yetiştiriciliğinin durumu detaylı bir şekilde araştırılmıştır. İlçeler bazında yapılan analizler, bölgenin tarımsal yapısını anlamak ve gelecekteki tarım politikalarına yön vermek açısından önem taşımaktadır. Ayrıca, ekilen mısır çeşitleri ve bu çeşitlerin ilçelere göre dağılımı da ele alınmış, bu çeşitlerin verimlilik ve dayanıklılık özellikleri ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, Aydın ilinde ilçe bazında tarımsal özelliklerin ve potansiyelin doğru anlaşılması, mısır üretiminde verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından kritik bir adımdır. Bu bilgiler, üretim stratejilerinin daha etkili planlanması ve uygulanması için temel teşkil etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mısır, ekim alanı, üretim.

**THE STATUS AND POTENTIAL OF MAIZE CULTIVATION BY DISTRICTS IN  
AYDIN PROVINCE**

**Abstract**

The advancement of sustainable maize cultivation methodologies necessitates a progressive stance, centering on pivotal aspects such as water management and soil amelioration. It is imperative to refine irrigation methods and enforce a mix of organic and inorganic amendments to enhance soil fertility, critical for the sustainability of agricultural systems. Data derived from field trials and localized adaptation studies will significantly contribute to the refinement of agricultural practices within specific regions. Situated in the Aegean Region, Aydın province is recognized as a principal agricultural zone characterized by its conducive climatic and edaphic conditions, which support the cultivation of diverse crops, including maize. Maize holds a significant economic value and potential for high yields, establishing it as a vital crop within the agricultural framework of Aydın. The province's heterogeneous microclimatic conditions and varied soil structures necessitate distinct cultivation strategies across its districts, influencing the selection of maize varieties and the implementation of specific agrotechnical measures. This research aims to elucidate the effects of regional disparities on maize production in Aydın, pinpoint challenges within the current agricultural framework, and foster the development of more efficient cultivation techniques. The goal is to conduct a comprehensive evaluation of the current and prospective states of maize cultivation within the province. By undertaking an in-depth analysis of maize cultivation practices across Aydın's districts, this study yields critical insights into the regional agricultural dynamics, which will serve as a cornerstone for future agricultural policy formulation. Additionally, the investigation explores the distribution and attributes of the maize varieties planted across the districts, emphasizing their productivity and resistance characteristics. The study concludes that a detailed understanding of the agricultural attributes and potentials at the district level is essential for augmenting both the productivity and sustainability of maize production in Aydın. Such knowledge is fundamental to the strategic planning and execution of effective production techniques, thereby securing the future success of maize cultivation in the region.

**Keywords:** Maize, planting area, production.

## GİRİŞ

Aydın ili, Ege Bölgesi'nin tarımsal üretim bakımından önde gelen illerinden biri olarak, çeşitli tarım ürünlerinin yetiştirilmesi için uygun iklim ve toprak koşullarına sahiptir. Bu tarım ürünleri arasında mısır, gerek yüksek verim potansiyeli gerekse ekonomik değeri ile önemli bir yer tutmaktadır. Mısır, hayvan yemi, endüstriyel kullanım ve gıda maddesi olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir. Dolayısıyla, Aydın ilindeki mısır üretimi, hem bölgesel ekonomiye hem de ülke genelindeki tarım ekonomisine ciddi katkılar sağlamaktadır.

Aydın ilinin farklı ilçeleri, mikroklimatik koşullar ve toprak yapısı bakımından çeşitlilik göstermektedir. Bu çeşitlilik, mısır yetiştiriciliğinde de kendini göstermekte ve her ilçenin kendine özgü mısır ekim stratejileri ve yetiştirme teknikleri bulunmaktadır. Örneğin, bazı ilçelerde sulama imkanlarının fazlalığı, daha yüksek verimli mısır çeşitlerinin ekilmesine olanak tanırken, diğer ilçelerde ise kuru tarım koşullarına dayanıklı mısır türleri tercih edilmektedir.

Aydın ilinin tarımsal yapısı oldukça gelişmiş ve zengin bir yapıya sahiptir. İlde birçok tarımsal ürün yetiştirilmekte ve modern tarım teknikleri kullanılarak yüksek kaliteli ürünler elde edilmektedir. Aydın ilinin tarım sektörü hem iç piyasada hem de ihracatta önemli bir yere sahiptir ve bölge ekonomisine katkı sağlamaktadır.

## Aydın İli İklim Koşulları ve Toprak Yapısı

### 1.1.1. İklim Koşulları

Aydın ilinde yaz ayları oldukça sıcak geçer. Temmuz ve Ağustos ayları genellikle en yüksek sıcaklıklara sahiptir ve bu aylarda ortalama sıcaklık 30-35 derece arasında değişir. Kış ayları ise daha ılık geçer ve ortalama sıcaklık 10-15 derece arasındadır.

Yağışlar is Aydın İlinde genellikle kış aylarında düşer. Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları en yağışlı aylardır ve ortalama yağış miktarı 50-150 mm arasında değişir. Yaz ayları ise oldukça kuraktır ve yağış miktarı oldukça azdır. Aydın ilinin bu sıcak ve kurak yazları, zeytin, incir, üzüm ve diğer birçok tarım ürününün yetiştirilmesi için uygun bir iklim sunar. Ancak, kuraklık dönemleri de sık sık yaşandığından dolayı, tarım üreticileri zaman zaman bu durumdan olumsuz yönde etkilenebilmektedir.

### Toprak Yapısı

Aydın ilinin toprak yapısı, farklı iklim koşullarına ve coğrafi bölgelere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Aydın ilinin genel olarak Akdeniz iklimi etkisi altında olduğu ve sıcak ve kurak yazlarla, ılık ve yağışlı kışlarla karakterize olduğu bilinmektedir. İlin toprak yapısı da bu iklim koşullarına uygun olarak şekillenmiştir. Aydın ilinde genel olarak kumlu, killi-kumlu ve killi topraklar görülmektedir. Bu topraklar, bazaltik volkanik kayalıkların ayrışması sonucu oluşmuştur. Aydın ilinin toprak yapısı içerisinde, kırmızı kumlu topraklar, kahverengi orman toprakları, alüvyal topraklar, tuzlu topraklar ve kireçli topraklar gibi farklı türler de yer almaktadır. Aydın ilinde, özellikle kıyı kesimlerinde alüvyal topraklar, verimli ve tarımsal üretim açısından önemli bir yer tutmaktadır. Bu bölgelerde sebzeçilik, narenciye, bağcılık ve zeytincilik gibi tarım faaliyetleri yaygın olarak yapılmaktadır. İlin kuzey ve doğu kesimlerinde ise, kahverengi orman toprakları hakimdir ve bu topraklarda tarımsal faaliyetler daha azdır. Ayrıca Aydın ilinde, tuzlu topraklar da mevcuttur ve bu topraklarda tuzlu bitki türleri yetiştirilebilmektedir. Ancak, tuzlu toprakların tarım için uygunluğu düşüktür ve toprağı verimli hale getirmek için özel işlemler gerekmektedir.

Aydın ilinin tarımsal potansiyeli yüksek olmasına rağmen, toprakların verimliliği konusunda bazı sorunlar da bulunmaktadır. Özellikle yanlış tarım uygulamaları, aşırı sulama, erozyon ve



toprak tuzlanması gibi nedenlerle toprakların verimliliği azalmaktadır. Bu nedenle, Aydın ilinde sürdürülebilir tarım uygulamaları ve toprak yönetimi konusunda çalışmalar yürütülmektedir.

Aydın ilinin toprak yapısı hakkında daha detaylı bilgi edinmek için, Tarım ve Orman Bakanlığı, Toprak Su ve Gübre Kaynaklarını Değerlendirme Genel Müdürlüğü'nün "Aydın İli Topraklarının Sınıflandırılması ve Dağılımı" başlıklı raporu incelenebilir. Ayrıca Aydın ilinde yapılan tarımsal araştırma ve çalışmaların yer aldığı yayınlar da ilgili kaynaklar arasındadır

## AYDIN İLİ MISIR YETİŞTİRİCİLİĞİ

### Mısır Toprak İsteği

Taban suyu yüksek ve kötü drenajlı topraklardan hoşlanmayan mısır bitkisi için en uygun yetiştirme koşulları sıcak, organik madde ve bitki besin maddelerince zengin, iyi drenaj sağlayan ve havalandırılan topraklardır. Toprağın pH seviyesinin 6–7 arasında olması tercih edilirken, aşırı asidik veya alkali topraklar mısır yetiştiriciliği için uygun değildir. Mısır, çimlenme döneminde tuzluluğa dayanıklı olabilir ancak gelişme sürecinde tuzluluğa ve tuzlu sulama suyuna hassasiyet gösterir.

### 2.2. Mısırdaki Toprak Hazırlığı ve Ekim

Mısırın toprak hazırlığı ve ekimi, bitkinin sağlıklı bir şekilde büyümesi ve verimli bir hasat elde etmek için kritik öneme sahiptir. Toprak işleme, tohum yatağını hazırlamak, bitki artıklarını toprağa gömmek, toprağı havalandırmak ve yabancı otları yok etmek gibi amaçlarla gerçekleştirilir.

Mısır ana ürün olarak ekilecekse, toprak hazırlığı genellikle sonbaharda başlar. Önce tarladaki bitki artıkları toprağa karıştırılarak pullukla sürülür. Sonbaharda toprak daha derinlemesine işlenir. İlkbaharda ise toprak işleme işlemi, toprak nemli olduğunda kültivatör ve tırmık kullanılarak yapılır. Pullukla işlemeden kaçınılmalıdır çünkü bu toprak nem ve tavinin kaybına neden olabilir.

Mısır ikinci ürün olarak ekilecekse, ön bitki hasadından sonra tarla sulanır ve toprak tava gelince sürülür. Diskaro ve yaylı tırmık kullanılarak toprak işlenir. Mısır ekimi, ekim zamanı, derinliği ve sıklığı gibi faktörlerin dikkatlice ayarlanmasını gerektirir. Serpme, ocak usulü ve sıraya ekim gibi farklı ekim yöntemleri kullanılabilir. Ancak en uygun ekim yöntemi genellikle ekim makineleri ile sıraya yapılan ekimdir.

Bu bilgiler ışığında, mısırın toprak hazırlığı ve ekimi, bitkinin sağlıklı büyümesi ve verimli bir hasat elde etmek için titizlikle planlanmalı ve uygulanmalıdır.

Mısır ekim derinliği genellikle 5-6 cm olarak tercih edilir. Ancak ağır topraklarda derinlik biraz daha yüzlek, hafif topraklarda ise biraz daha derin olabilir. Ekim işlemi, mümkünse tavlı toprağı yapılmalıdır çünkü bu, tohumun toprakla temasını artırır. Ekim sonrası tohumun toprakla daha sağlam bir şekilde temas etmesini sağlamak için merdane çekmek faydalı olabilir. Özellikle azaltılmış toprak işleme veya direk ekimlerde bu adımın önemi daha da artar

Mısırdaki dekaraya atılacak tohum miktarı, hasat edilen bitki sayısını belirleyen önemli bir faktördür. Bitki sıklığı, çeşidin özellikleri, toprağın verimliliği, sulama koşulları ve yetiştirme amacına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Tane üretimi için seçilmiş orta erkenci çeşitler için, bitki sıklığı genellikle dekarda 8500–10000 bitki sağlayacak şekilde ayarlanabilir. Bu rakam silajlık üretimde 12500 bitkiye kadar çıkabilir. Bunun için sıra arası genellikle 65-70 cm, sıra üzeri ise 14-16 cm olmalıdır. Su kaynağının bol olduğu ve erkenci çeşitlerde, bitki sıklığının biraz daha fazla olması tercih edilirken, suyun kısıtlı olduğu ve geç çeşitlerde bitki sıklığının biraz daha az olması tercih edilir. Bu dengenin sağlanması için dekara 2-3 kg arasında tohum kullanılabilir.

## BAKIM İŞLEMLERİ

### Çapalama

Mısır yetiştiriciliğinde çapalama, yabancı otlarla mücadele, toprağın üst tabakasını kırma ve köklerin gelişimini teşvik etme amacıyla yapılır. İlk çapalama genellikle bitkinin kök bölgesinde havalanma sağlayarak gelişimini teşvik etmek ve yabancı otları yok etmek için gerçekleştirilir. Bu süreç aynı zamanda boğaz doldurma işlemi olarak da bilinir ve asıl köklerin sağlıklı bir şekilde gelişmesini sağlar.

Mısır bitkisinde iki çapalama yapılması, bitkinin gelişimini teşvik eder ve yabancı otlarla mücadelede etkili olur. Yabancı otlarla mücadele, su ve besin maddeleri rekabetini mısır bitkisi lehine çevirerek verim artışına katkı sağlar. Eğer mısır yetiştiriciliği yapılan bir bölgede yabancı otlara karşı ilaçlama yapılmamışsa, genellikle iki çapalama yapılması gerekebilir. Ancak yabancı otlara karşı ilaçlama yapılmışsa, bir çapalama genellikle yeterli olacaktır.

Bu bilgilere dayanarak, mısır yetiştiriciliğinde çapalama işleminin önemi ve uygulanması gereken adımlar hakkında fikir sahibi olabilirsiniz.

### Seyreltme

Mısır bitkisinde, ekim sıklığı fazla veya birden fazla tohumun aynı noktadan çimlenmesi durumunda, genellikle çıkıştan yaklaşık 10–15 gün sonra (yaklaşık olarak mısırın 4–5 yapraklı olduğu dönemde) seyreltme işlemi yapılmalıdır. Bu dönemde bitkinin büyüme konisi genellikle toprak seviyesinin altında olduğundan, seyreltme için bitki kökten çekilerek gerçekleştirilir. Seyreltme işlemi aynı zamanda mısırın ilk çapalama işlemiyle birlikte yapılmalıdır.

### Gübreleme

Mısır yetiştiriciliğinde, azotlu gübrelerin yarısı ekimle birlikte, diğer yarısı ise mısırın gelişme dönemlerine göre sıra aralarına uygulanmalıdır, böylece bitkilerin yaprak ve büyüme noktalarına zarar verilmeden dağılım sağlanır. Ayrıca, sonbaharda dekara 1,5–2,0 ton çiftlik gübresi verilmesi önerilir. Çiftlik gübresi toprağın su tutma kapasitesini artırır, havalanmasını sağlar, kaymak tabakası oluşumunu engeller, toprak işlemlerini kolaylaştırır ve bitki çıkışında problem yaşanmasını önler. Genel olarak mısır her 100 kg dane ürünü için topraktan yaklaşık olarak 2,5 kg saf azot, 1 kg saf fosfor 1,5 kg saf potasyuma ihtiyaç duymaktadır.

### Sulama

Mısır bitkisinin yetişme dönemi genellikle yılın sıcak aylarına denk geldiğinden, su tüketimi oldukça yüksektir. Örneğin, 1 kg mısır dane ürünü için yaklaşık 750–900 litre su tüketilir. Mısırın faydalı su miktarı, yetişme döneminde yağın yağış miktarından toplam buharlaşma, yüzey akışı ve sızan su miktarı çıkarıldıktan sonra kalan su miktarı olarak hesaplanabilir. Mısırdaki iyi bir verim elde etmek için bitkinin su ihtiyacının tam ve zamanında karşılanması gereklidir. Mısır yetiştiriciliği planlanırken, gereken dönemde ve gereken miktarda suyun temin edilip edilemeyeceği dikkatlice hesaplanmalıdır.

Mısır bitkisinin sulama ihtiyacını belirlemek için bitkinin su gereksinimi, yaprak ve toprak kontrolleriyle belirlenir. Sabah erken saatlerde yapraklarda pörsüme veya kıvrılma görülürse sulama yapılmalıdır. Toprak sıklılığını kontrol etmek için ise kök derinliğinden toprak alınır ve elle sıkıldığında dağılıyorsa sulama yapılması gerektiği anlaşılır.

Mısırın farklı dönemlerinde sulama yapılması önemlidir. Çıkış döneminde sulama, ekim yapılmadan önce toprağın nemini artırmak için yapılır. Sapa kalkma döneminde hızlı sap büyümesini ve koçan oluşumunu artırmak için sulama önemlidir. Çiçeklenme döneminde ise

bitkinin su ihtiyacı en üst seviyededir ve sulama bu dönemde verimi artırır. Dane dolum döneminde yapılan sulama ise dane iriliğini ve ağırlığını artırarak verimi yükseltir.

Sulama yöntemleri arasında yağmurlama ve karık sulama önemlidir. Yağmurlama sulaması ilk sulama için uygundur ancak çiçeklenme döneminde tozlaşmayı ve döllemeyi engelleyebilir. Karık sulama ise su kaybını azaltır ve bitkinin toprak üstü kısımlarıyla temas etmez, böylece bitkiye suyun eşit şekilde ulaşmasını sağlar. Karıkların uzunluğu, su miktarına ve toprak yapısına göre ayarlanmalıdır ve bitkinin etkili kök derinliği kadar suyun ulaşmasını sağlar. Ayrıca, sulama yaparken aşırı su vermekten kaçınılmalıdır ve sulama suyunun tarlaya hızlı bir şekilde ulaşması sağlanmalıdır.

### 3.5.Mısırdaki Hasat ve Kurutma

Mısır hasadı ve kurutma yöntemleri oldukça çeşitlidir ve büyük ölçüde çiftçinin tercihlerine, bulunduğu bölgenin iklimine ve kullanılabilir kaynaklara bağlıdır. İşte alternatif bir başlangıç: Mısır hasadı ve kurutma, tarım uygulamalarının önemli bir parçasıdır ve farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Hasat yöntemleri, mısırın kullanım amacına, çiftçinin tercihlerine ve teknik imkanlara göre değişebilir. İşte bunlardan bazıları:

**Elle Hasat ve Kurutma:** Küçük ölçekli üreticiler veya belirli bölgelerde, mısırın elle hasat edilip kurutulması yaygın bir uygulamadır. Hasat, mısır koçanlarının elle kesilmesi ve toplanmasıyla yapılır. Ardından, mısır koçanları güneş altında veya sergilerde kurutulur. Bu yöntem düşük maliyetlidir ancak işgücü yoğun ve zaman alıcı olabilir.

**Biçerdöver Hasadı:** Büyük ölçekli tarım işletmelerinde, biçerdöverler mısır hasadı için yaygın olarak kullanılır. Biçerdöverler, mısır bitkisini keser, koçanları ayırır ve daneleri toplar. Bu yöntem hızlı ve verimli bir hasat sağlar ancak yatma riskine karşı dikkatli olunmalıdır.

**Koçan Toplayıcı Hasat Makineleri:** Koçan toplayıcılar, mısır bitkisinin koçanlarını toplayarak hasadı kolaylaştırır. Bu makineler, koçanları toplar, ayırır ve depoya taşır. Biçerdöverlerle birlikte kullanıldıklarında verimliliği artırabilirler.

Mısırın kurutulması da önemlidir ve farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilir:

**Güneş Kurutması:** Mısır, güneş altında düz bir zeminde serilerek kurutulabilir. Bu yöntem, doğal ve düşük maliyetlidir ancak hava koşullarına bağlıdır ve kuruma süresi uzun olabilir.

**Sergen Kurutma:** Mısır koçanları, sergenlerde düzenli bir şekilde dizilerek kurutulabilir. Sergenler, mısır koçanlarını korumak ve havalandırmak için kullanılır. Bu yöntem, hava akışını kontrol etmek ve mısırın kurummasını hızlandırmak için etkilidir.

**Yapay Kurutucular:** Yapay kurutucular, ısıtılmış hava kullanarak mısır koçanlarını hızla kurutur. Bu yöntem, hava koşullarından bağımsızdır ve kurutma süresini kısaltabilir. Ancak kurutma ekipmanı ve enerji gerektirir.

Her bir yöntemin avantajları ve dezavantajları vardır ve çiftçiler, ihtiyaçlarına ve kaynaklarına göre en uygun olanını seçerler.

### Mısırdaki Depolama

Mısırın muhafaza edileceği depolar, daneyi kuru ve serin tutmalı, aynı zamanda depo zararlılarına karşı koruma sağlamalıdır. İşte mısır depolarında bulunması gereken başlıca özellikler:

**Temizlik:** Depo, düzenli olarak temizlenmeli ve dezenfekte edilmelidir. Bu, zararlı organizmaların ve hastalıkların yayılmasını önler.

**Nem Kontrolü:** Depodaki oransal nem, %50'nin üzerinde olmamalıdır. Yüksek nem, küflenme ve bozulma riskini artırabilir. Bu nedenle, nem ölçümleri düzenli olarak yapılmalı ve gerektiğinde nem alma veya nem eklemesi yapılmalıdır.

Havalandırma: Depo, sürekli kontrol edilebilir ve havalandırılabilir özellikte olmalıdır. Bu, depo içindeki hava akışını sağlayarak serinliği ve havanın taze kalmasını sağlar.

Sıcaklık Kontrolü: Depo içi sıcaklığı 0–20 °C arasında sabit tutulmalıdır. Bu, mısırın kalitesini korur ve bozulmayı önler.

Depo Tabanı: Depo tabanı, tahtadan yapılmış olmalıdır. Bu, depo içine nemin yükselmesini önler ve mısırın alt kısmının çürümesini engeller.

Yığın Yüksekliği: Depoya yapılacak mısır yığınları 10–15 cm'yi geçmemelidir. Yüksek yığınlar, mısırın alt kısımlarının sıkışmasına ve hava akışının engellenmesine neden olabilir.

Yığınların Karıştırılması: Yığın yapılmış mısırlar düzenli olarak karıştırılmalıdır. Bu, mısırın homojen bir şekilde kurummasını ve bozulmanın önlenmesini sağlar.

Bu özellikler, mısırın uzun süreli depolanması için gereklidir ve çiftçilerin depo yönetimi konusunda dikkatli olmalarını sağlar.

### **Mısırdaki Üretim**

Ülkemizde tahıllar içerisinde buğday ve arpadan sonra en geniş ekim alanına sahip olan mısır, ana ürün ve ikinci ürün olarak üretilmektedir. Mısır; ağırlıklı olarak Adana, Konya, Karaman, Sakarya, Osmaniye, Manisa, Diyarbakır, Kahramanmaraş, Eskişehir, Denizli, Bursa, Mersin, İzmir, Hatay, Aydın, Samsun ve Balıkesir’de birinci ürün olarak; en fazla Şanlıurfa ve Mardin illerinde ise ikinci ürün olarak üretilmektedir.

Birinci ürün mısır ekimi öncelikle Çukurova’da Şubat ortalarında başlayıp Mart sonunda tamamlanmakta, diğer illerimizde ise Nisan başında başlamaktadır. İkinci ürün mısır ekimi ise hububat hasadından sonra Haziran-Temmuz aylarında yapılmaktadır. Birinci ürün, hasada paralel olarak Ağustos ayında; ikinci ürün ise Ekim-Kasım ayında piyasaya sunulmaktadır.

Son yıllarda özellikle Akdeniz Bölgesi’nde Adana başta olmak üzere, Ege Bölgesi’nde Denizli hariç diğer illerde ikinci ürün tane mısır ekilişi büyük oranda azalmıştır. Azalışın başlıca nedenleri; koçan ve sap kurdu zararlılarının artışı, hasadın yağışlı dönemlere sarkması sonucu tanelerdeki nemin düşmemesi, hasadın kış aylarına kadar uzaması ve su kaynaklarının aşırı kullanımınıdır.

Mısır ile ekim nöbetine giren pamuk, buğday ve yağ bitkilerine verilen destekler ve fiyatlardaki değişimler nedeniyle üretim yapılan illerin mısır ekim alanlarında yıllara göre dalgalanmalar görülmektedir. 2000’li yılların başında 2.milyon ton olan üretimin son yıllardaki belirgin artışında; yüksek verimli melez çeşitlerin üretime alınması, yetiştirme tekniği uygulamalarındaki olumlu gelişmeler, tane ve silajlık mısırın destekleme kapsamına alınması ve mısır ekilişlerinin Akdeniz, Ege, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri’nde yaygınlaşmasının önemli payı vardır. Ülkemizdeki nüfus artış hızı, hayvan sayısındaki artış ve artan gereksinimlere karşın mısır üretiminin son yıllarda 6 milyon ton düzeylerinde sabit kalması ise bir sorun alanıdır. Mısır için uygun ve geniş arazilere sahip alanlarda sulama yatırımlarının hızlandırılması, mısır ekilişini artıracak gibi, ekim nöbeti uygulamaları sonucu yağ bitkileri ekiliş ve üretimleri de artacaktır.

Ülkemizde piyasaya sunulan mısırın %75’i yem sektöründe kullanılmakta olup, en yüksek pay kanatlı sektörüne aittir. Kalan %20’lik bölümü nişasta-glikoz sanayinde, %5’i ise endüstride, yağ üretiminde ve tohumluk olarak kullanılmaktadır.

**Çizelge 1.** Aydın İli Dane Mısır Ekiliş ve Verimleri

İlçeler	Ekim Alanı (da)	Hasat Alanı (da)	Üretim (ton)	Tane Verim (kg/da)
Efeler	9.996	9.996	9.574	958
Bozdoğan	3.549	3.549	3551	1.001
Buharkent	32	32	21	656
Çine	36.126	36.126	41.844	1.158
Didim	-	-	-	-
Germencik	2.721	2.721	2.194	806
İncirliova	4.831	4.831	4.742	982
Karacasu	231	231	151	654
Karpuzlu	3.602	3.602	3.466	962
Koçarlı	3.581	3.581	3.165	884
Köşk	2.581	2.581	2.624	1.017
Kuşadası	14	14	12	857
Kuyucak	1.813	1.813	1.674	974
Nazilli	10.686	10.686	10.097	945
Söke	1.807	1.807	1.812	1.003
Sultanhisar	7.535	7.535	8.227	1.092
Yenipazar	18.673	18.673	20.283	1.086
<b>TOPLAM</b>	<b>107.778</b>	<b>107.778</b>	<b>113.427</b>	<b>1.052</b>

Kaynak: <http://efeler.ziraatodasi.org.tr/File/Download?guid=d4e0c285-058e-4086-bad126ffb59b1782.doc&category=file> (erişim tarihi 11.07.2024)

Çizelge 1 de görüldüğü üzere Aydın İli ilçelerinde mısır bitkisi ekim alanı hasat alanı, toplam üretim miktarı ve dekara verim değerleri sunulmuştur. İlçeler bazında Çine ekim alanı bakımından 36.126 da olarak öne çıkmaktadır.

### **Aydın İlinde Yetiştirilen Danelik Çeşitler ve Özellikleri**

Aydın İlinde kullanılan çeşitler numaralandırılarak verilmiştir.

#### **Firma A**

Çeşit no 1: Sıcak bölgelere uygun, ana ürün olarak ekime uygun bir çeşittir.

Danelik ve silajlık olarak ekime uygun: Hem danelik hem de silajlık olarak başarıyla yetiştirilebilir. Yüksek verim potansiyeli ve toprak adaptasyonu: Verim potansiyeli yüksektir ve çeşitli toprak tiplerine uyum sağlar. Sık ekime uygun: Sık ekim yapılan alanlarda verimli sonuçlar verir. Yüksek sıcaklık toleransı: Yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklıdır. Koçan enine sıra sayısı 18-22: Koçanlarında 18-22 arasında enine sıra bulunur.

Kök hastalığı (Fusarium) toleransı ve yaprak hastalığı (HT) toleransı yüksek: Kök hastalıklarına, özellikle Fusarium'a ve yaprak hastalıklarına karşı dirençlidir.

Çeşit no 2: Sıcak bölgelere uygun, ana ürün olarak sıcak bölgelere ekime uygun bir çeşittir. Sık ekim yapılan alanlarda başarıyla yetiştirilebilir. Kaliteli ve istikrarlı dane üretimine sahiptir. Rutubeti iyi atar, depolama süresince kalitesini korur. Yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklıdır. Yaprak hastalıklarına karşı yüksek tolerans gösterir. Hasatta yeşil kalma özelliği: Hasat sırasında yeşil kalma özelliği gösterir.

#### **Firma B**

Çeşit no 3: KEFRANCOS: Yüksek hektolitre ağırlığına sahiptir. Çimlenme oranı oldukça yüksektir. Bitki boyu uzundur. Sürme gücü oldukça yüksektir. Çeşitli çevre şartlarına uyum

sağlama yeteneği yüksektir. Yatmaya karşı direnci ve kök mukavemeti yüksektir. Gövde mukavemeti oldukça yüksektir.

Firma C

Çeşit no 4: Çok yüksek verim potansiyeline sahip ana ürün çeşididir. Kök ve gövde yapısı son derece sağlamdır; hasat sırasında yeşil kalma özelliği oldukça iyidir. Toprak seçiciliği yoktur; yapılan denemeler, uygun bakım koşullarında her toprak tipinde yüksek verim potansiyelini sürdürdüğünü göstermiştir. Türkiye’de yaygın olan yaprak hastalıkları ve koçan çürüklüğü etmenlerine karşı yüksek tolerans gösterir. Geniş çevre sayısı ve yüksek tane kalitesi sayesinde yüksek verimlere rahatlıkla ulaşabilirsiniz.

### **Aydın İlinde Yetiştirilen Silajlık Çeşitler**

Firma A

Çeşit no 5: Sık ekime uygun bir çeşittir. Yüksek sıcaklığa toleranslı, koçan yapısı uzundur. Dane ve silaj verimi yüksektir.

Firma B

Çeşit no 6: FAO 700 olum grubundandır. Uzun boylu ve gösterişli bitki yapısına sahiptir. Farklı toprak ve iklim koşullarına adaptasyon kabiliyeti yüksektir. Sıra üzeri ekim önerisi 16 cm'dir. Hasat döneminde alt yaprak kuruması yapmaz. Silaj verimi ve silaj kalitesi oldukça yüksektir. Yüksek nişasta içeriğine sahiptir ve sindirilebilirliği yüksektir.

Çeşit no 7: FAO 700 olum grubunda yer alır. Uzun boylu, yarı dik yapraklı bir yapıya sahiptir. Koçan boyu uzun ve yeşil kalma özelliği yüksektir. Nişasta İçeriği yüksek ve sindirilebilirliği yükseltir. Nişasta içeriği yüksek ve sindirilebilirliği fazla olduğundan süt veriminin artırılmasına katkı sağlar.

Çeşit no 8: FAO 700 olum grubunda yer alır. Silajlık ve danelik olarak yetiştirilebilir. Bitki uzun ve güçlü gövdeye sahiptir; iri koçan yapısına da sahiptir. Toprak seçiciliği yoktur. Sıcaklık stresine dayanımı yüksektir. Dane ve silajlık ekimlerde sıra üzeri 16 cm ekim sıklığı olarak tavsiye edilir.

Firma C

Çeşit no 9: Çok yüksek verim potansiyeline sahip ana ürün ve ikinci ürün çeşididir. Türkiye’de yaygın olan yaprak hastalıklarına yüksek seviyede tolerans gösterir. Çok sağlam sap ve kök sistemi oluşturma yeteneğine sahiptir. Genellikle orta ve hafif bünyeli topraklara ekilmesi tavsiye edilir. Çeşit özelliği nedeniyle çok hızlı nem kaybetme yeteneğine sahiptir, bu da düşük nem ile hasat imkânı sağlar. Silaj verimi ve kalitesi yüksektir.

Çeşit no 10: Dik ve geniş yaprak yapısı sayesinde oldukça geniş fotosentez alanına sahiptir, bu da koçanda sıra sayısının fazla olmasını sağlar. Daneler kaliteli ve hektolitre ağırlığı yüksektir. Toprak seçiciliği yoktur, yapılan denemeler uygun bakım koşullarında her toprak tipinde yüksek verim potansiyelini sürdürdüğünü göstermiştir. Sap yapısı sağlamdır ve yeşil kalma yeteneği yüksektir, bu da hasat anına kadar sağlıklı bitki yapısını muhafaza etmesini sağlar. Türkiye'de yaygın görülen yaprak hastalıklarına toleransı yüksektir.

Çeşit no 11: Silaj verim potansiyeli çok yüksektir. Orta geçişli bir çeşittir. Sap ve kök sistemi çok kuvvetlidir. Değişik toprak şartlarına uyumu iyidir. Gösterişli bir bitki olup, tane ve yaprak kalitesi çok iyidir. Hem ana ürün hem de ikinci ürün olarak silajlık olarak ekilebilir. Silajın hazmedilebilirlik derecesi, enerji ve protein oranı çok yüksektir.

Firma D

Çeşit no 12: FAO 700 grubundadır. Silajlık üretimde olgunlaşma gün sayısı 105-110 gündür. Yarı dik yaprak yapılıdır. Koçan uç doldurması iyi düzeydedir. Koçan çapı yaklaşık 16-18 sıradır. Koçandaki sıra sayısı yaklaşık 45-47 adettir. Yeşil kalma (Staygreen) özelliği olgunluk

aşamasında çok iyidir. Yüksek ve stabil verim gösterir. Ekim Sıklığı: Sıra üzeri 14-16 cm, sıra arası 70 cm olarak önerilir.

Çeşit no 13: Silaj yapım zamanında bitkinin alt yaprakları ve gövdesi yeşil kalma özelliğine sahiptir. Silaj kalitesi sayesinde yapılan silajın silolaması kolay olur ve silaj kalitesi uzun süre korunur. 13 nolu bu çeşit, yüksek verimi sayesinde üreticiler tarafından beğeniyile kullanılmaktadır. Toprak seçiciliği yoktur, uyum kabiliyeti yüksektir. Topraktan çıkışı ve sürme gücü yüksektir, gelişimi hızlıdır.

Çeşit no 14: silajlık kullanımda olgunlaşma gün sayısı 100-110 gün olarak ölçümlenmiştir. Verim potansiyeli çok yüksektir. Bazı bölgelerde tanelik olarak da ekilmektedir. Selüloz oranı düşüktür, bu da hayvanlarda hazmin yüksek olmasını sağlar. Kuru madde oranı çok yüksektir ve süt verimine ciddi katkı sağlar.

### İlçelere Göre Yetiştirilen Mısır Çeşitleri

Aydın ilinde faaliyet gösteren 4 önemli firma bulunmaktadır. Bu firmalara ait tescilli 14 adet çeşidin düzenli ekimleri yapılmaktadır. Çeşit sayısının fazlalığı varyasyonu artırmakta ve farklı çevre koşullarına karşı uyumlu daha fazla sayıda farklı genotiplerin olmasını sağlamaktadır. Firma ve çeşit isimleri reklam olmaması amacıyla gizlenmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde Aydın ilinde 11 ilçede yaklaşık 10.000 da alandan fazla mısır üretimi yapıldığı görülmektedir. Genel olarak ilçelerde silajlık mısır üretiminin yoğunlukla yapıldığı söylenebilir. Bölgede vejetasyon periyodunun uzunluğu sebebiyle silajlık ekimler birinci ya da ikinci ürün olarak yapılabilir. Bazen silaj ya da ot için üçüncü ürün tarımı bile yapılabilir. Özellikle Çine ilçesi hem en yüksek ekim alanı ve ciddi tane üretimi ile öne çıkmaktadır. Bunu sırasıyla Efeler, Nazilli, Bozdoğan ilçeleri izlemektedir. Söz konusu ilçeler ağırlıklı silaj üretimleri ile öne çıkmaktadır. Çizelgeye düşük üretim miktarları sebebiyle alınmayan Kuşadası, Didim gibi bazı ilçelerde bulunmaktadır.

**Çizelge 2.** İlçelere ait silajlık ve tane üretiminde satılan tohum miktarları ve hesaplanan ekim alanları

İlçeler	Silaj		Tane		
	Toplam ekim alanı (da)	Torba	Alan (da)	Torba	Hesaplanan ekim alanı (da)
ÇİNE	54 bin da	4035	18375	7225	36125
EFELER	39 bin da	5783	28915	2000	10000
BOZDOĞAN	36,5 bin da	6550	33000	700	3500
NAZİLLİ	28 bin da	4692	23460	900	4500
KUYUCAK	25 bin da	4518	22590	525	2625
YENİPAZAR	23,5 bin da	3000	15000	1700	8500
KOÇARLI	18 bin da	3250	16250	360	1800
KARPUZLU	16 bin da	2950	14750	270	1350
SÖKE	16 bin da	3300	14700	278	1390
İNCİRLİOVA	11 bin da	1257	6285	967	4831
SULTANHİSAR	11 bin da	1602	8010	650	3250

### SONUÇ

Aydın ilinde mısır yetiştiriciliği, günümüzde önemli bir tarımsal faaliyet olarak öne çıkmakta olup, gelecekte de büyük bir gelişim potansiyeline sahiptir. Bu potansiyelin tam olarak değerlendirilmesi için sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması ve modern tarım tekniklerinin benimsenmesi gerekmektedir. Aydın'ın verimli toprakları ve elverişli iklim

koşulları, mısır üretimini artırmak için önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak, bu avantajların tam anlamıyla kullanılabilmesi için bazı kritik adımların atılması gereklidir. İlk olarak, su kaynaklarının etkin ve verimli kullanımı, mısır yetiştiriciliğinde başarının anahtarıdır. Özellikle yaz aylarında su kıtlığı önemli bir sorun olabilmektedir. Bu nedenle, su tasarrufu sağlayan damla sulama gibi tekniklerin yaygınlaştırılması, üretim maliyetlerini düşürerek verimliliği artırabilir. Ayrıca, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı için çiftçilere yönelik eğitim programları düzenlenmelidir. İkinci olarak, toprak verimliliğinin korunması ve artırılması için düzenli toprak analizleri yapılmalı ve bu analizlerin sonuçlarına göre uygun gübreleme ve toprak işleme yöntemleri uygulanmalıdır. Toprak sağlığının korunması, uzun vadede sürdürülebilir mısır üretimi için kritik bir faktördür. Organik gübrelerin ve kompostun kullanımı, toprak yapısını iyileştirerek verimliliği artırabilir. Üçüncü olarak, zararlı organizmalar ve hastalıklarla mücadelede biyolojik ve entegre mücadele yöntemlerinin kullanılması teşvik edilmelidir. Kimyasal pestisit kullanımının azaltılması, hem çevresel hem de insan sağlığı açısından olumlu sonuçlar doğuracaktır. Biyolojik mücadele yöntemleri, doğal düşmanların kullanımı yoluyla zararlılarla mücadelede etkili bir çözüm sunabilir. Ekonomik açıdan, mısır yetiştiriciliği Aydın ilinde önemli bir gelir kaynağıdır ve yerel ekonomiyi canlandırmaktadır. Mısır üretimi, hem gıda sanayisine hammadde sağlaması hem de hayvan yemi olarak kullanılması nedeniyle çiftçilerin gelirini artırmaktadır. Bu bağlamda, üreticilerin finansal olarak desteklenmesi, kredi imkanlarının artırılması ve tarım sigortalarının yaygınlaştırılması önemlidir. Sosyal açıdan, mısır yetiştiriciliği kırsal kesimde istihdam olanakları yaratarak göçü engelleyebilir ve kırsal kalkınmayı destekleyebilir. Genç çiftçilerin tarımda kalmasını teşvik etmek için çeşitli teşvikler ve eğitim programları düzenlenmelidir. Çevresel boyutta ise, sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi, doğal kaynakların korunmasına ve biyolojik çeşitliliğin devamına katkıda bulunacaktır. İklim değişikliği ve çevresel sürdürülebilirlik konularında farkındalık oluşturmak, uzun vadede tarımın sürdürülebilirliğini sağlamak açısından hayati öneme sahiptir. Sonuç olarak, Aydın ilinde mısır yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve gelecekteki potansiyeli, doğru stratejiler ve sürdürülebilir tarım uygulamaları ile büyük ölçüde geliştirilebilir. Bu makale, Aydın ilinde mısır yetiştiriciliği konusunda daha geniş bir perspektif sunarak, çiftçiler, tarım politikası yapımcıları ve akademisyenler için değerli bilgiler sağlamayı amaçlamaktadır. Aydın ilinin tarım ekonomisine katkı sağlayacak stratejilerin belirlenmesi ve bu alanda yapılacak çalışmaların teşvik edilmesi, bölgenin tarımsal üretim potansiyelinin daha da artırılmasına katkıda bulunacaktır.



## KAYNAKÇA

1. Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, "Aydın İli Tarımsal Durum Analizi Raporu", 2020.
2. Aydın İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, "Aydın Turizm Verileri Raporu", 2021.
3. Smith, J., & Brown, L. (2020). Aydın Bölgesinde Yetiştiriciliği Yapılan Bazı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Tane ve Hasıl Verimlerinin Belirlenmesi. *Ziraat Mühendisliği*, (369), 30-45. DOI: 10.33724/zm.687235
4. Anonim. (2022). DEKALB. DKC6919 Yüksek verim ve yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip ana ürün danelik mısır tohumu. <https://www.dekalb.com.tr/documents/130581/1010295/DKC6919.pdf/240d8b6e-7f4b-49ab-8a5d-34f30f770ece>
5. Anonim. (2024b) KWS. (n.d.). Kefrancos. KWS Türkiye. Retrieved June 27, 2024, from <https://www.kws.com/tr/tr/urunler/misir/m%C4%B1s%C4%B1r-cesitleri/kefrancos/>
6. Anonim. (2024c) Pioneer. (n.d.). P2085. Pioneer Türkiye. Retrieved June 27, 2024, from <https://www.pioneer.com/tr/urunler/misir/p2085.html>
7. Anonim. (2024) Efeler Ziraat Odası. Aydın İli Üretim ve İstatistikleri. Aydın İli Dane Mısır Ekiliş Ve Verimleri. <http://efeler.ziraatodasi.org.tr/File/Download?guid=d4e0c285-058e-4086-bad1-26ffb59b1782.doc&category=file>
8. Anonim.(2024d) DeKalb Türkiye. (nd). DKC6777 mısır bitkileri .<https://www.dekalb.com.tr/urun-katalogu/misir-tohumlari/dkc677>
9. Anonim. (2024e) KWS Türkiye. (nd). KWS 5581 . [Rhttps://www.kws.com/tr/tr/urunler/misir/m%C4%B1s%C4%B1r-cesitleri/kw](https://www.kws.com/tr/tr/urunler/misir/m%C4%B1s%C4%B1r-cesitleri/kw)
10. Anonim. (2024f) KWS Türkiye. (nd). OlympionKWS . [Rhttps://www.kws.com/tr/tr/urunler/mis](https://www.kws.com/tr/tr/urunler/mis)
11. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), "İller Bazında Tarım ve Hayvancılık Verileri", 2020.
12. Anonim. (2024g) KWS Türkiye. (nd). Kilowatt . [Rhttps://www.kws.com/tr/tr/urunler/misir/m%C4%B1s%C4%B1r-cesitleri/](https://www.kws.com/tr/tr/urunler/misir/m%C4%B1s%C4%B1r-cesitleri/)
13. Anonim. (2024h) Öncü. (nd). PR31G98 silajlık mısır . [Rhttps://www.pioneer.com/tr/urunler/silaj/pr31g98.html](https://www.pioneer.com/tr/urunler/silaj/pr31g98.html)
14. Anonim. (2024ı) Öncü. (nd). P2088 silajlık mısır . [Rhttps://www.pioneer.com/tr/urunle](https://www.pioneer.com/tr/urunle)
15. Anonim. (2024i) Öncü. (nd). PR31Y43 silajlık mısır. [Gerihhttps://www.pioneer.com/tr/urunler/silaj/pr31y43.h](https://www.pioneer.com/tr/urunler/silaj/pr31y43.h)
16. Anonim. (2024j) <https://www.may.com.tr/tr/ProductViews/ProductDetail/6e931b87-e458-48c8-8e25->
17. Anonim. (2024k) <https://lgseeds.com.tr/urun/truva>
18. Anonim. (2024l) <https://lgseeds.com.tr/urun/lg>
19. Aydın Ziraat Odası, "Aydın İli Tarım Sektörü Raporu", 2021.
20. Tarım ve Orman Bakanlığı, Toprak Su ve Gübre Kaynaklarını Değerlendirme Genel Müdürlüğü. (2014). Aydın İli Topraklarının Sınıflandırılması ve Dağılımı. Erişim tarihi: 12 Nisan2023, <https://www.tarımsalveriler.gov.tr/TR-36367/aydin-ili-topraklarinin-siniflandirilmasi-ve-dagilimi.html>

21. Uyanık, A., & Karaçalı, İ. (2007). Aydın Ovası'nda Toprakların Kimyasal Özellikleri ve Verimlilik Durumu. Türkiye II. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Kongresi Bildiriler Kitabı, 10- 14 Eylül 2007, Çanakkale, 427-432.
22. Şahin, Ü., & Tekin, S. (2016). Aydın İli Tarım Topraklarında Organik Karbon Stoku ve Dağılımı. Türkiye 11. Tarım Ekonomisi Kongresi Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2016, Konya, 641-649.
23. Özgür, M. A. (2008). Aydın İlinin Toprak ve İklim Özellikleri ile Bitkisel Üretim İmkanları. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
24. Yıldız, A., & Kılıç, H. (2014). Aydın İlinin Toprak Özellikleri ve Kullanımı. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20(5), 21-28. Erişim tarihi: 12 Nisan 2023, [https://www.researchgate.net/publication/282628137\\_Aydin\\_Ilinin\\_Toprak\\_Ozellikleri\\_ve\\_Kullanimi](https://www.researchgate.net/publication/282628137_Aydin_Ilinin_Toprak_Ozellikleri_ve_Kullanimi).
25. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2021). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2021. Erişim tarihi: 12 Nisan 2023, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2021-37210>
26. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2023). İllere Göre Hava Durumu. Erişim tarihi: 12 Nisan 2023, <https://www.mgm.gov.tr/sondurum/iller.aspx?il=AYDIN>
27. Aydın Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2023). Aydın İli. Erişim tarihi: 12 Nisan 2023, <https://www.aydin.gov.tr/ilgili-kurumlar/il-kultur-ve-turizm-mudurlugu>
28. Çelik, B., & Aksoy, E. (2011). Aydın İli Tarımı ve İklimi Üzerine Bir Değerlendirme. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13(1), 11-26.
29. Yıldız, A., & Kılıç, H. (2014). Aydın İlinin Toprak Özellikleri ve Kullanımı. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20(5), 21-28. Erişim tarihi: 12 Nisan 2023, [https://www.researchgate.net/publication/282628137\\_Aydin\\_Ilinin\\_Toprak\\_Ozellikleri\\_ve\\_Kullanimi](https://www.researchgate.net/publication/282628137_Aydin_Ilinin_Toprak_Ozellikleri_ve_Kullanimi).
30. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2021). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2021. Erişim tarihi: 12 Nisan 2023, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2021-37210>
31. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2023). İllere Göre Hava Durumu. Erişim tarihi: 12 Nisan 2023, <https://www.mgm.gov.tr/sondurum/iller.aspx?il=AYDIN>
32. Aydın Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2023). Aydın İli. Erişim tarihi: 12 Nisan 2023, <https://www.aydin.gov.tr/ilgili-kurumlar/il-kultur-ve-turizm-mudurlugu>
33. Çelik, B., & Aksoy, E. (2011). Aydın İli Tarımı ve İklimi Üzerine Bir Değerlendirme. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13(1), 11-26.

## **TARIMDA YAPAY ZEKA KULLANIMI**

**Doç. Dr. Feride ÖNCAN SÜMER\***

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Email:**fsumer@adu.edu.tr

**Doç. Dr. Yakup Onur KOCA**

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Email:**yokoca@adu.edu.tr

**Kaan YILMAZ**

Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

**Email:**kaanyilmaz0064@gmail.com

### **ÖZET**

Tarım sektörü, insanlık tarihinin başlangıcından bu yana gıda üretiminin ve ekonomik kalkınmanın temel direği olmuştur. Ancak, dünya nüfusunun hızla artması, iklim değişiklikleri ve doğal kaynakların sınırlı olması, tarım sektöründe verimlilik ve sürdürülebilirlik arayışlarını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, yapay zeka teknolojilerinin tarımda kullanımı, verimliliği artırma, kaynak kullanımını optimize etme ve çevresel etkileri azaltma potansiyeli ile öne çıkmaktadır. Yapay zeka destekli tarım uygulamaları, bitki sağlığı izleme, hastalık tespiti, otomatik sulama sistemleri, hassas ekim ve hasat gibi alanlarda devrim niteliğinde yenilikler sunmaktadır. Yapay zeka, tarım sektöründe bitkisel ve hayvansal üretimde birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle bitki sağlığı izleme ve hastalık tespitinde kullanılan dronlar ve sensörler, tarımsal verimliliği önemli ölçüde artırmaktadır. Akıllı sulama sistemleri, toprak nem sensörlerinden alınan verilerle otomatik sulama yaparak su kullanımını optimize ederken, otonom tarım makineleri ekim, gübreleme ve hasat işlemlerini otomatikleştirerek iş gücü maliyetlerini azaltmaktadır. Yapay zeka teknolojilerinin tarımda kullanımı, sektörde verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Bu teknolojiler, hem dünya genelinde hem de Türkiye'de tarımsal üretimi daha verimli, sürdürülebilir ve rekabetçi hale getirmektedir. Ancak, Türkiye'nin Yapay zeka teknolojilerini tarımda daha etkili kullanabilmesi için bu alanda daha fazla yatırım yapması ve eğitim faaliyetlerini artırması gerekmektedir. Yapay zeka'nın tarımda yaygınlaşması, sadece tarım sektörünün değil, aynı zamanda küresel gıda güvenliğinin de geleceğini şekillendirecek niteliktedir.

**Anahtar Kelimeler:** Tarım, yapay zeka, tarımsal verimlilik.

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE in AGRICULTURE**

### **ABSTRACT**

The agricultural sector has been the main cornerstone of food production and economic development since the beginning of human history. However, the rapid increase in the world population, climate changes and limited natural resources require the search for efficiency and sustainability in the agricultural sector. In this context, the use of artificial intelligence technologies in agriculture stands out with its potential to increase productivity, optimise resource use and reduce environmental impacts. Artificial intelligence-supported agricultural practices offer revolutionary innovations in areas such as plant health monitoring, disease detection, automatic irrigation systems, precision planting and harvesting. Artificial intelligence is used in many areas of crop and animal production in the agricultural sector. Drones and sensors, especially in plant health monitoring and disease detection, significantly increase agricultural productivity. The use of artificial intelligence technologies in agriculture has great potential for efficiency and sustainability in the sector. Agricultural production is becoming more efficient, sustainable and competitive both globally and in Turkey. However, Turkey needs to invest more in this field and increase its training activities in order to use AI technologies more effectively in agriculture. The spread of artificial intelligence in agriculture will shape the future of not only the agricultural sector but also global food security.

**Keywords:** Agriculture, artificial intelligence, agricultural productivity.

## GİRİŞ

Tarım sektörü, insanlık tarihi boyunca gıda üretiminin ve ekonomik kalkınmanın temel taşı olmuştur. Ancak, hızla artan dünya nüfusu, iklim değişiklikleri ve doğal kaynakların sınırlı olması, tarım sektöründe verimlilik ve sürdürülebilirlik konularında yeni çözümler arayışını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, yapay zeka teknolojilerinin tarımda kullanımı, tarımsal verimliliği artırma, kaynak kullanımını optimize etme ve çevresel etkileri azaltma potansiyeli ile dikkat çekmektedir. Yapay zeka destekli tarım uygulamaları, bitki sağlığı izleme, hastalık tespiti, otomatik sulama sistemleri, hassas ekim ve hasat, veri analitiği ve karar destek sistemleri gibi birçok alanda devrim niteliğinde yenilikler sunmaktadır. Bu dönüşüm, yalnızca tarım sektörünün değil, aynı zamanda küresel gıda güvenliğinin de geleceğini şekillendirecek niteliktedir. Teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan teknik işlemler, bitkisel ve hayvansal üretimin hedefi olan ekonomik, sürdürülebilir ve üretken işletmeciliğin gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır. Yapay zeka teknikleri tarımsal işlemlerin kolaylaştırılmasında ve çözüm veya iyileştirme bekleyen sorunlara alternatif çözümler getirilmesinde önemli bir araç haline gelmiştir. Geliştirilen algoritma ve yazılımlar ile tarımsal üretimde; bitkisel üretim planlamaları, bitkilerin sınıflandırılması, verim tahmini, bitki hastalık, zararlı ve yabancı otlarının tespiti, tarım robotlarında rota belirlenmesi, serada uygun çevre şartlarının belirlenmesi, işletme kararlarının alınması, sulama yönetimi, ürün rotasyonunun belirlenmesi, en uygun gübre ve alet-makine seçimi, hayvan hastalıklarının tespiti, uygun yem rasyonlarının hazırlanması, hayvan davranışlarının belirlenmesi gibi konularda araştırmacılar tarafından çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada özellikle son yıllarda yapılan gelişmeler göz önünde bulundurularak, bitkisel üretimin yanı sıra hayvansal üretimde de başarıyla uygulanmakta olan yapay zeka uygulamaları açıklanmıştır.

## 2.TARIM VE SANAYİNİN GELİŞİMİ

İnsanlık tarihinde, toplumsal ve ekonomik yapıyı köklü bir şekilde değiştiren iki büyük devrim yaşanmıştır. Bunlardan ilki "Tarım Devrimi" olarak adlandırılır. Tarım Devrimi, insanların avcılık ve toplayıcılıktan yerleşik tarım toplumlarına geçişini ifade eder. Bu devrim, insanların bitki ve hayvanları evcilleştirerek tarımsal üretime başlamasıyla, besin kaynaklarının daha güvenli ve düzenli bir şekilde elde edilmesini sağlamıştır. Böylece, topluluklar daha büyük nüfusları destekleyebilecek hale gelmiş, yerleşik yaşamın temelleri atılmış ve şehir devletlerinin oluşumu başlamıştır. Tarım Devrimi, aynı zamanda sosyal yapının, iş bölümünün ve ekonomik sistemlerin gelişmesine de yol açmıştır. İkinci büyük devrim ise "Endüstri Devrimi"dir. 18. yüzyılın sonlarından itibaren başlayan Endüstri Devrimi, dünyadaki tarımla uğraşan nüfusu önemli derecede azaltmış ve insanları artan şekilde hizmet ve mamul mal üreticisi haline getirmiştir. Buhar gücü ve makineleşme, üretim süreçlerini radikal bir şekilde değiştirerek, seri üretim ve fabrikalaşma gibi kavramları hayatımıza sokmuştur. Endüstri Devrimi, ekonomik ve sosyal yapıyı köklü bir şekilde dönüştürmüş, kırsal alanlardan kentlere yoğun göçler yaşanmasına sebep olmuş ve küresel ticaretin hızla artmasını sağlamıştır. Bu devrim, aynı zamanda işçi sınıfının doğuşuna ve çalışma koşullarının yeniden tanımlanmasına yol açmıştır.(Güran, 1990) Bu değişim zincirinin en yeni halkası ise günümüz biliminin ulaştığı son nokta olan yapay zeka teknolojileridir. Yapay zeka, bilgisayar sistemlerinin ve yazılımların insan benzeri öğrenme, problem çözme ve karar verme yeteneklerine sahip olması anlamına gelir. Yapay zeka teknolojileri, tarımdan sanayiye, sağlık hizmetlerinden eğitime kadar pek çok alanda devrim niteliğinde değişiklikler getirmektedir. Otomasyon ve robotik sistemlerin yaygınlaşması, üretim süreçlerinin verimliliğini artırmakta, insan hatasını minimize etmekte ve yeni iş kollarının oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Yapay zeka, veri analizi ve büyük verinin

işlenmesi konusundaki üstün yetenekleri sayesinde, daha önce çözülmesi imkansız görünen problemler için yenilikçi çözümler sunmaktadır. Bu teknoloji, geleceğin toplumunu şekillendirmekte ve insanlığın yeni ufuklara yelken açmasına olanak tanımaktadır.

### 3.YAPAY ZEKA NEDİR?

Yapay zeka, bilgisayar ve robot gibi insan yapımı araçlar kullanarak insanlar ve hayvanlar gibi doğal sistemleri taklit etmekle alakalıdır. Bu yöntem, bilginin bilgisayar hafızasında depolanabilmesi ve bu bilgiden otomatik olarak çıkarımlar yapılabilmesi amacıyla bilginin nasıl temsil edilebileceğini anlamayı içermektedir. Ayrıca depolanan bilgiyi esas alarak kararların nasıl yapılabileceği ve eylem planlarının nasıl oluşturulabileceği ve örnek veriden öğrenerek veya insan uzmanları sorgulayarak bilgisayarda işlenebilir bilginin nasıl edinebileceğini anlamayı da içermektedir (Borgelt and Kruse, 2006). Yapay zekalı sistemler, insanlardaki zeka ile ilgili zihinsel fonksiyonları bilgisayar modelleri ile incelemeye alıp formüle dönüştüren ve bunları farklı sistemlere uygulayarak, bilgi elde etme, algılama, öğrenme, düşünme ve karar verme gibi insan zekasına ait yeteneklerle geliştirilmiş makinelerdir (Bozüyük ve ark., 2005) Yapay zeka uygulamalarında kullanılan yapay zeka yöntemleri aşağıdaki gibi gruplandırılmaktadır (Alpaydın, 2004): Sınıflandırma: Geçmiş verilerin hangi sınıf içerisinde yer aldığı belirtildiği durumda, yeni verinin hangi sınıf içerisinde yer alacağını bulma işlemidir.

Kümeleme: Geçmiş verilerin hangi sınıf içerisinde yer aldığı belirtilmediği veya bilinmediği durumda, verilerin benzerliklerine göre kümelere ayrıştırılması işlemidir.

Regresyon (Eğri Uydurma): Geçmiş verilerin süreklilik gösteren sayısal değerlerden oluştuğu durumlarda, bu değerlerden bir eğri modeli üretme işlemidir.

Özellik Belirleme: Geçmiş verilerin çok fazla olması durumunda, bu verilerin sınıfını belirleyen özellikler belirlenir. Bu belirleme işlemi sırasında mevcut özelliklerden bir alt küme oluşturabileceği gibi bunların birleşiminden yeni özellikler de oluşturulabilir. İlişki

Çıkarımı: Bir veri ile bir başka verinin birlikte yer alma durumunun analiz edilerek en çok birlikte olan verilerin belirlenmesidir.

### 4.TARIMDA YAPAY ZEKA

Tarım sektörü, tarih boyunca insanlık için hayati öneme sahip olmuştur. Ancak günümüzde bu sektör, bir dizi karmaşık ve birbirine bağlı zorluklarla karşı karşıyadır. Bu zorlukların başında, hızla artan dünya nüfusu gelmektedir. Birleşmiş Milletler'in tahminlerine göre, dünya nüfusu 2050 yılına kadar yaklaşık 10 milyara ulaşacaktır. Bu nüfus artışı, gıda talebinde önemli bir artışa yol açacak ve tarımsal üretim kapasitesinin artırılmasını zorunlu kılacaktır. Bu artan gıda talebine rağmen, tarım sektörü sınırlı çevresel kaynaklarla başa çıkmak zorundadır. Toprak, su ve enerji gibi doğal kaynaklar, sürdürülebilir bir şekilde yönetilmediğinde tükenme riski taşır. Özellikle su kaynaklarının sınırlı olması, tarımda verimliliğin artırılmasını ve suyun etkin kullanımını daha da önemli hale getirmektedir. Ayrıca, toprağın verimliliğini korumak ve artırmak için uygun tarım tekniklerinin uygulanması gerekmektedir. Bu zorluklarla başa çıkmak için tarımda verimliliğin artırılması, sürdürülebilirlik ve dirençlilik temel hedefler olarak öne çıkmaktadır. Tarımda verimliliğin artırılması, birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılması anlamına gelir. Bu, modern tarım teknikleri, yüksek verimli tohumlar ve gübre kullanımı gibi yöntemlerle sağlanabilir. Ancak, bu yöntemlerin çevresel sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumlu olması gerekmektedir. Sürdürülebilir tarım, doğal kaynakları koruyan, çevreye zarar vermeyen ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek bir tarım sistemini

ifade eder. Aynı zamanda, tarımın iklim değişikliği ve diğer dış etkenlere karşı daha dirençli hale getirilmesi de büyük önem taşır. Yapay zeka (YZ), tam da bu noktada tarım sektöründe devrim yaratabilecek bir potansiyele sahiptir. YZ, tarımda verimliliği artırmak, sürdürülebilirliği sağlamak ve dirençliliği artırmak için çeşitli yollar sunar. Örneğin, YZ tabanlı veri analiz sistemleri, toprak ve hava koşullarını sürekli olarak izleyerek, çiftçilere en uygun ekim, sulama ve hasat zamanlarını belirleme konusunda yardımcı olabilir. Bu, tarımsal üretimin optimize edilmesini ve su gibi kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar. İşte yapay zeka alanında sunulan en yaygın çözüm teknikleri:

Yapay Zeka Teknikleri	Çalışma Konuları		
Bulanık Mantık	Sulama yönetimi	Uzman Sistemler	Arazi kullanım optimizasyonu
	Su kaynaklarının tespiti		Toprak mekanik direnç tahmini
	Tarımsal potansiyelin belirlenmesi		Otomatik arazi sınıflandırılması
	Üretimde karar destek sistemi		Hastalık tespiti
	Sera sistemleri		Yabancı ot tespiti
Yapay Sinir Ağları	Üretimde enerji tüketimi	Karıncalar Algoritmaları	Yeşillik tanımlama
	Hastalık sınıflandırılması		Tarım makinalarında durum tespiti
	Üretim yönetimi		Hayvansal üretimde sistem analizi
	Tarımsal atık işlenmesi		Arazi tahsis yapılması
Genetik Algoritma	Ürün kurutma işlemi		Tarımda taahhüt işlerini planlama
			Sulama yönetimi
			Hastalık tanıma ve sınıflandırma
			Toprak azot içeriği tahmini

#### 4.1. Bulanık Mantık

Bulanık mantık, genelde insan düşüncesine benzer işlemlerin meydana gelmesini sağlamakla, gerçek hayatta sıklıkla meydana gelen belirsiz ve kesin olmayan verileri modellemede kullanılan ve bulanık küme teorisine dayanan matematiksel bir disiplindir. İnsan mantığında olduğu gibi uzun-kısa, sıcak-soğuk, hızlı-yavaş, siyah-beyaz yerine, uzun-ortadan uzun-orta - ortadan kısa, sıcak-ılık-az soğuk- soğuk-çok soğuk vb. ara değerlere göre çalışmaktadır. Bulanık küme, kesin geçişleri elimine ederek belirsizlik kavramının tanımını yeniden vermekte ve evrendeki tüm bireylere üyelik dereceleri belirlemektedir. Böylece bireyler, bulanık küme içerisinde üyelik dereceleri tarafından gösterilen daha büyük ve daha küçük değerlere ait olabilmektedirler. Bu üyelik dereceleri [0-1] arasında gerçek değerler ile ifade edilmektedir (Nabiyev, 2016; Elmas, 2018). Bulanık mantık sistemlerinde aralarında sıralı ve bağlantılı halde bulunan farklı birimler bulunmaktadır.

Bulanık mantık, belirsizlik ve değişkenlik içeren tarımsal verilerle çalışmada oldukça etkilidir. Bu teknolojiyi kullanarak tarımsal süreçler daha verimli hale getirilebilir, maliyetler düşürülebilir ve sürdürülebilir tarım uygulamaları desteklenebilir.

##### 1. Su Kaynaklarının Tespiti

•Veriler: Su seviyeleri, su kalitesi, yağış miktarı, toprak nemi ve yer altı su kaynakları gibi veriler toplanır.

- Bulanık Mantık Modeli: Toplanan veriler bulanık mantık kurallarıyla işlenir. Örneğin, su seviyesi düşük, orta, yüksek gibi kategorilere ayrılır.
- Sistem Çıktısı: Sistem, su kaynaklarının durumu hakkında tahminler yapar ve su kullanımını optimize etmek için önerilerde bulunur.
- Faydası: Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı sağlanır. Su kıtlığı dönemlerinde verimli su yönetimi yapılır

## 2. Tarımsal Potansiyelin Belirlenmesi

- Veriler: Toprak özellikleri, iklim verileri, bitki türleri ve geçmiş verim bilgileri toplanır.
- Bulanık Mantık Modeli: Toprak verimliliği, iklim uygunluğu ve bitki gelişim potansiyeli gibi parametreler bulanık mantık kurallarıyla değerlendirilir.

## 4.2. Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları sayısal veriler ile hesaplama yapma; bilgileri saklama, sisteme sunulan örnekleri kullanarak problemi öğrenebilme ve bu sayede daha önce karşısına çıkmayan durumlara çözüm üretebilme özelliklerine sahiptir. Bu nedenle yapay sinir ağları, günlük hayatta finansal konulardan, mühendislik ve tıp bilimine, üretim uygulamalarına kadar birçok alanda uygulanabilmektedir (Yılmaz, 2017). Yapay sinir ağları şu özelliklere sahiptir:

- Sayısal verilerle hesaplama yapabilme ve bilgileri saklayabilme
- Sisteme sunulan örnekleri kullanarak problemleri öğrenebilme
- Daha önce karşılaşmadığı durumlara çözüm üretebilme.

Tarım sektöründe yapay sinir ağları (YSA), çeşitli alanlarda önemli faydalar sağlayabilir. İşte tarımda YSA'dan nasıl yararlanılabileceğine dair bazı örnekler:

### 1. Üretimde Enerji Tüketimi

- Veriler: Tarımsal üretimde kullanılan enerji kaynakları (elektrik, yakıt, vb.), enerji tüketim miktarları, zaman dilimleri ve üretim süreçlerindeki enerji kullanımı hakkında veriler toplanır.
- YSA Modeli: Bu veriler, YSA modeline giriş olarak kullanılır. Model, enerji tüketim modellerini öğrenir ve analiz eder.

### 2. Hastalık Sınıflandırılması

- Veriler: Bitki hastalıkları ile ilgili veriler (görüntüler, yaprak renkleri, lezyon tipleri, vb.) toplanır.
- YSA Modeli: Bu veriler kullanılarak YSA eğitilir. Model, hastalık belirtilerini analiz ederek farklı hastalıkları sınıflandırmayı öğrenir.

Sağlanan fayda: Erken teşhis ve hızlı müdahale sağlanır, ürün kayıpları azaltılır ve hastalıkların yayılması önlenir.

## 4.3. Genetik Algoritma

Kötü genlere sahip olan bireylerin ise varlıklarını devam ettirememesine dayanır. Genetik algoritmalarda uygunluk işlevi, yeni çözümler üretmek için çaprazlama ve değiştirme gibi operatörler kullanılarak kendi kendine öğrenme ve karar verme sistemlerinin düzenlenmesini hedef alan bir tekniktir (Elmas, 2018). Genetik algoritmanın çalışma prensibi; belirlenmiş sorunların olası çözümlerini kromozom benzeri veri yapıları şeklinde kodlar. Bu kodlar diziler haline getirilir ve kromozom olarak çağrılır (Özbilen, 2015). Kodlanmış dizi içerisinde bulunan her elemana birey denilmektedir. Bireylerin her biri problem uzayında belirli bir alanı işaret etmektedir. Genetik algoritmaların en güçlü yönleri çok karmaşık olan durumlara uyarlanabilmesi, çok amaçlı optimizasyon metotlarıyla kullanılabilmesi ve kısa zaman içerisinde iyi sonuç üretebilmesidir (Yılmaz, 2017).



Genetik algoritmalar (GA), tarım sektöründe ürün kurutma işlemi gibi karmaşık optimizasyon problemlerinde etkili bir şekilde kullanılabilir. Ürün kurutma işlemi, özellikle enerji tüketimi, kurutma süresi ve ürün kalitesi gibi birçok parametrenin optimize edilmesini gerektirir. Genetik algoritmalar, bu parametrelerin dengelenmesinde ve en uygun kurutma stratejisinin belirlenmesinde faydalı olabilir.

Genetik Algoritmaların Ürün Kurutma İşleminde Kullanımı; Ürün kurutma işlemi, genellikle aşağıdaki hedeflerin optimize edilmesini içerir:

- Enerji Tüketimi: Kurutma işlemi sırasında minimum enerji kullanımı.
- Kurutma Süresi: Ürünlerin belirli bir nem seviyesine inmesi için gereken sürenin minimize edilmesi.
- Ürün Kalitesi: Kurutma işlemi sonrası ürünlerin besin değerleri ve fiziksel özelliklerinin korunması

#### **4.4.Uzman Sistemler**

Uzman sistemler, belirli bir alanda uzman bilgilerini ve deneyimlerini taklit ederek problem çözme ve karar verme süreçlerinde yardımcı olan yapay zeka uygulamalarıdır. Bu sistemler, uzmanların bilgi ve deneyimlerini kullanarak belirli bir konuda soruları yanıtlayabilir, önerilerde bulunabilir ve karmaşık problemleri çözebilirler.

Uzman Sistemlerin Faydaları

- Hız ve Verimlilik: Uzmanların çözmesi uzun zaman alacak problemleri hızlı bir şekilde çözebilir.
- Erişilebilirlik: Uzman bilgisine her zaman ve her yerde erişim sağlar.
- Tutarlılık: Uzmanların kararlarındaki tutarsızlıkları ortadan kaldırarak tutarlı önerilerde bulunur.
- Öğrenme ve Gelişme: Bazı sistemler, yeni bilgiler öğrenerek kendilerini güncelleyebilir ve daha iyi sonuçlar verebilir.

1-Yabancı Ot Tespiti

Nasıl Yapılır?

Uzman sistemler, görüntü işleme ve desen tanıma tekniklerini kullanarak tarlalardaki yabancı otları tespit edebilir. Bu sistemler, tarla görüntülerini analiz eder ve belirli yabancı ot türlerini tanımlamak için bilgi tabanındaki verileri kullanır.

Faydaları:

- Zaman ve İşgücü Tasarrufu: Manuel yabancı ot tespiti yerine hızlı ve otomatik tespit sağlar.
- Doğruluk: Daha hassas ve tutarlı tespit yaparak ilaçlama süreçlerini optimize eder.
- Çevresel Koruma: Sadece ihtiyaç duyulan bölgelere ilaçlama yaparak kimyasal kullanımını azaltır.

2-Yeşillik Tanımlama

Uzman sistemler, bitkilerin sağlığını ve büyüme durumunu izlemek için sensör verilerini (örneğin, görüntüler, spektral analizler) kullanır. Bu veriler, bitkilerin türünü, büyüme aşamasını ve sağlık durumunu belirlemek için analiz edilir.

Faydaları:

- Verim Artışı: Bitkilerin sağlığını ve gelişimini sürekli izleyerek verimliliği artırır.
- Hızlı Müdahale: Hastalık veya besin eksikliği gibi sorunları erken tespit ederek hızlı müdahale imkanı sağlar.

## 5. TARIMSAL ALANLARDA KULLANILAN YAPAY ZEKA EKİPMANLARI

Tarım sektöründe kullanılan yapay zeka aletleri, tarımsal verimliliği artırmak, kaynak kullanımını optimize etmek ve çiftçilerin iş yükünü azaltmak için çeşitli fonksiyonlar sunar. İşte bazı yaygın yapay zeka aletleri ve işlevleri:

### 1. Dronlar:

- Görüntüleme ve Haritalama: Tarla durumunu izler, bitki sağlığını analiz eder, su stresini ve hastalık belirtilerini tespit eder.
- Spreyleme: Hassas ilaçlama yaparak kimyasal kullanımını optimize eder.

### 2. Sensörler:

- Toprak Sensörleri: Toprak nemi, sıcaklığı ve besin maddesi seviyelerini ölçer.
- Hava Sensörleri: Mikro iklim koşullarını izler, hava durumu tahminleri yapar.

### 3. Otonom Tarım Makineleri:

- Traktörler ve Ekim Makineleri: Otomatik ekim, gübreleme ve hasat işlemleri yapar.
- Robotik Ot Kesiciler: Yabancı otları tespit edip temizler.

### 4. Akıllı Sulama Sistemleri:

- Otomatik Sulama: Toprak nem sensörlerinden gelen verilerle sulama zamanlamasını ve miktarını optimize eder.
- Su Yönetimi: Su kaynaklarının verimli kullanımını sağlar.

### 5. GPS ve IoT Cihazları:

- Alan Haritalama ve İzleme: Tarlaların dijital haritalarını oluşturur ve tarımsal makinelerin konumunu izler.

### Tarım Sektöründe Kullanılan En Yaygın Aplikasyonlar

**Agrovisio Uygulaması:** Uydu görüntülerinin, patentli yapay zeka çözümü ile işlenerek sunulduğu bu dijital uygulamada, kullanıcılar tarlalarının güncel durumunu sürekli takip edebiliyor. Üretim sırasında hava durumu ve ürün gelişimi ile ilgili uyarılar sayesinde çiftçiler, üretimin risklerini daha doğru tahmin edip ürün kayıplarının önüne geçebiliyor.

**Orbit uzaktan tarla takibi:** Akıllı tarım için tarla izleme hizmeti ve araçları sağlayan uydu destekli bir mobil uygulamadır. Kullanıcıların uydu tarla takip sistemi ile mahsul sağlığını gözlemlenmelerini ve tarlalarını verimli bir şekilde izlemelerini sağlar. Bu arada kullanıcıları da hava olayları ve bitki hastalığı riskleri konusunda uyarır.

**PlantNet:** 20 bini aşkın bitki türünün tanımlanması yapılabilen Plantnet uygulamasında ilginizi çeken bitki türünü tanımlayabilirsiniz. Bununla birlikte, fotoğrafını çektiğiniz bir bitkinin ismini, türünü ve bitkiye dair diğer bilgileri bu uygulama üzerinden öğrenebilirsiniz.

**Plantix:**Plantix adında ki bir cep telefonu uygulaması ile bitkilerin sağlık durumunun incelenmesi.

**Arppha Akıllı Tarım uygulaması:** Bu uygulama ile dünya çiftçisi ile aynı anda tarımsal ve ekonomik bilgi ve verilere ulaşabilirsiniz. Aynı zamanda uygulama üzerinden tarlalarınızın listelerini görebilir ve hava durumlarını anlık takip edebilirsiniz.

**Tüccarım- Lider Çiftçi Pazarı:**Bu uygulama ile çiftçiler ürünlerini doğrudan alıcı ile buluşturabiliyor, bu sayede tarım ve hayvancılıkta alım satım büyük bir uğraş olmaktan çıkıyor. Bulduğunuz yöreye ait ilanları takip edebilir, hibe teşvikli ilgili uygulamalara ulaşabilirsiniz. Üstelik sektörünüze ait özel videolar oluşturup paylaşabilirsiniz.

## 6. DÜNYA GENELİNDE VE TÜRKİYE'DE TARIM SEKTÖRÜNDE YAPAY ZEKA KULLANIMI

Yapay zekanın tarım sektöründe kullanımı, dünya genelinde ve Türkiye'de önemli ölçüde büyümekte olup, farklı alanlarda dikkate değer sonuçlar elde edilmektedir. İşte bazı dikkat çekici rakamsal sonuçlar ve karşılaştırmalar:

### 6.1. Dünya Genelinde Yapay Zeka Kullanımı

**Verimlilik Artışı:** Küresel ölçekte, yapay zeka ve veri analitiği kullanımı tarımsal verimliliği %20-30 oranında artırdığı görülmüştür. Yapay zeka tabanlı tahmin modelleri, çiftçilere ekim, sulama ve hasat zamanlaması konusunda kritik bilgiler sunarak verimliliği optimize eder.

Akıllı sulama sistemleri, su kullanımını %15-25 oranında azaltırken, mahsul verimliliğini %10-15 oranında artırabilmektedir. Bu sistemler, toprağın nem seviyelerini gerçek zamanlı olarak izleyerek, bitkilerin ihtiyaç duyduğu su miktarını doğru bir şekilde hesaplar ve gereksiz su tüketimini önler.

Yapay zeka destekli tarım makineleri ve robotlar, ekimden hasada kadar tüm süreçleri daha verimli hale getirerek, iş gücü maliyetlerini düşürür ve üretim sürekliliğini sağlar. Bu da genel tarımsal üretkenliği önemli ölçüde artırır.

**Pazar Değeri:** 2024 itibarıyla, tarımda yapay zeka teknolojilerinin küresel pazar değeri yaklaşık 1.2 milyar dolar olarak tahmin edilmektedir ve 2025 yılına kadar yıllık %25'ten fazla büyüme öngörülmektedir. Bu büyüme, tarım sektöründe yapay zeka teknolojilerine olan talebin hızla arttığını göstermektedir.

Tarım teknolojileri yatırımları, yapay zeka ve robotik çözümlerinin tarım sektörüne entegrasyonunu hızlandırmakta ve yenilikçi uygulamaların yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Bu yatırımlar, çiftçilerin yapay zeka tabanlı sistemlere erişimini kolaylaştırmakta ve adaptasyon sürecini hızlandırmaktadır.

**Kullanım Alanları:** ABD ve Avrupa'da, yapay zeka destekli dronlar ve sensörler yaygın olarak kullanılmakta ve hassas tarım uygulamaları ile verimlilik artırılmaktadır. Bu teknolojiler, tarım alanlarını sürekli olarak izleyerek, bitki sağlığını, toprak koşullarını ve zararlıları tespit etmekte ve çiftçilere hızlı ve doğru bilgiler sunmaktadır.

Asya ülkelerinde (özellikle Çin ve Hindistan), robotik sistemler ve makine öğrenimi algoritmaları ile büyük ölçekli tarımda verimlilik sağlanmaktadır. Bu ülkelerde, tarım makinelerinin otomasyonu ve yapay zeka tabanlı tarım yönetim sistemleri, büyük tarım alanlarının etkin bir şekilde yönetilmesine yardımcı olmakta ve üretim kapasitelerini artırmaktadır.

Latin Amerika'da, yapay zeka tabanlı tarım teknolojileri, sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik etmekte ve küçük çiftliklerin verimliliğini artırarak, yerel ekonomilere katkıda bulunmaktadır. Özellikle Brezilya ve Arjantin gibi ülkelerde, yapay zeka ve veri analitiği kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır.

### 6.2. Türkiye ile Dünya Karşılaştırmalı Analizi

#### 1. Teknoloji Kullanım Oranı:

• Dünya genelinde yapay zeka teknolojilerinin benimsenme oranı Türkiye'ye kıyasla daha yüksektir. ABD, Avrupa ve Asya'daki büyük tarım işletmeleri bu teknolojileri daha yaygın ve etkili bir şekilde kullanmaktadır.

• Türkiye'de ise küçük ve orta ölçekli çiftliklerde yapay zeka kullanımı henüz başlangıç aşamasındadır, ancak büyük ölçekli işletmelerde kullanım artmaktadır.

#### 2. Yatırım ve Destek:

- Küresel ölçekte, hükümetler ve özel sektör yapay zeka ve tarım teknolojilerine büyük yatırımlar yapmakta ve bu alanı desteklemektedir. Örneğin, Avrupa Birliği'nin "Dijital Tarım" stratejisi bu alana önemli kaynaklar ayırmaktadır.
- Türkiye'de ise devlet destekleri ve teşvikler artmakla birlikte, bu alandaki yatırımlar hala gelişme aşamasındadır.

### **6.3. Yapay Zeka Kullanımının Geliştirilmesinde Atılabilecek Adımlar**

**Altyapı ve Kaynak Yatırımları:** Türkiye'de tarım sektöründeki teknolojik altyapı ve kaynak yetersizlikleri giderilmeli ve yapay zeka uygulamaları için gerekli yatırımlar yapılmalıdır.

**İş Birlikleri ve Yenilikçi Projeler:** Türkiye'deki üniversiteler, araştırma kurumları, tarım kooperatifleri ve özel sektör firmaları arasında iş birlikleri ve yenilikçi projeler teşvik edilmelidir. Bu sayede tarımda yapay zeka kullanımı daha da geliştirilebilir ve yaygınlaştırılabilir.

**Eğitim ve Bilinçlendirme:** Çiftçiler ve tarım uzmanları, yapay zeka ve diğer dijital teknolojiler hakkında eğitilmeli ve bilinçlendirilmelidir. Bu sayede teknolojinin sağladığı faydalardan daha iyi şekilde yararlanabilirler.

## **SONUÇ**

Her bir yapay zeka uygulaması, belirli bir işletmenin veya tarım işletmesinin ihtiyaçlarına ve koşullarına bağlı olarak farklı faydalar sağlayabilir. Ancak genel olarak, yapay zeka tarımda daha verimli, sürdürülebilir ve rekabetçi bir üretim ortamının oluşturulmasına katkıda bulunabilir.

Yapay zekanın tarım sektöründe kullanımı, hem dünya genelinde hem de Türkiye'de verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından önemli faydalar sağlamaktadır.

1. Verimlilik Artışı
2. Maliyet Tasarrufu
3. Mahsul Kalitesi ve Ürün Güvenliği
4. Risk Yönetimi
5. Çevresel Sürdürülebilirlik
6. Veriye Dayalı Kararlar

Dünya genelinde bu teknolojilerin benimsenme ve uygulama oranı Türkiye'ye kıyasla daha yüksek olup, ülkemizin bu alanda daha fazla yatırım ve eğitim faaliyetlerine ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Bu farkların kapatılması, Türkiye'nin tarım sektöründe yapay zeka kullanımını daha etkin hale getirebilir ve uluslararası rekabet gücünü artırabilir.

**KAYNAKÇA**

1. Alpaydın, E. 2004. Introduction to Machine Learning. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. ISBN 978-0-262-01243-0.
2. Borgelt C. and Kruse, R. 2006. Section 3.4 Artificial Intelligence Methodologies, pp. 153-168 of Chapter 3 Methods, Algorithms, and Software, in CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume VI Information Technology. Edited by CIGR-The International Commission of Agricultural Engineering; Volume Editor, Axel Munack. St. Joseph, Michigan, USA: ASABE. Copyright American Society of Agricultural Engineers. (Çevirmen: Yusuf DİLAY, Çeviri Editörleri: Sefa TARHAN ve Mehmet Metin ÖZGÜVEN).
3. Bozüyük, T., Yağcı, C., Gökçe, İ., Akar, G. 2005. Yapay Zekâ Teknolojisinin Endüstrideki Uygulamaları. Bitirme Ödevi. Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Elektrik Programı, İstanbul.
4. Elmas, Ç. 2018. Yapay Zeka Uygulamaları. Seçkin Yayıncılık, 4. Baskı.
5. Güran, T. (1990). İktisat Tarihi, Damla Ofset, ISBN:9753534567, İstanbul.
6. Nahiye, V. 2016. Yapay Zeka. Stratejili Oyunlar, Örüntü Tanıma, Doğal Dil İşleme. Seçkin Yayıncılık 5. Baskı. Sertifika no: 12416, ISBN: 978-975-02-3727-0.
7. Özbilen, A. 2015. Genetik Algoritma ile İletişim Ağlarında Yönlendirme Optimizasyonu. Elektrik.gen.TR, <http://www.elektrik.gen.tr/2015/08/genetik-algoritmaile-iletisim-aglarinda-yonlendirmeoptimizasyonu/346> (02.04.2019)
8. Yılmaz, A. 2017. Yapay Zeka. Kodlab Yayın Dağıtım Yazılım ve Eğitim Hizmetleri San. ve Tic. Ltd. Şti., 2. Baskı, Sertifika no: 13206, ISBN:978-605-9118-80-4. Bağcılar, İstanbul.

## **HYDRUS-2D'NİN DAMLA SULAMA SİSTEMİ TASARIMINDA KULLANIM OLANAKLARI**

**Assist. Prof. Dr. Safiye Pınar TUNALI \*(ORCID:0000-0001-9698-0987)**  
Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Aydın.  
**Email:**pinar.gulmez@adu.edu.tr

**Instr. Talih GÜRBÜZ (ORCID:0000-0001-8536-6949)**  
Aydın Adnan Menderes University, Koçarlı Vocational School, Aydın.  
**Email:**tgurbuz@adu.edu.tr

### **ÖZET**

Damla sulamada, su uygulama sıklığı, sulama süresi, damlatıcı debisi, damlatıcı aralığı ve lateral aralığı gibi parametrelerin optimize edilmesi sistemin verimli kullanılması açısından önem taşımaktadır. Bu amaçla kullanılan simülasyon yöntemleri hem hızlı hem de ekonomik çözümler sunmaktadır. Ancak bu uygulamaların doğruluğunun teyit edilmesi gerekmektedir. Damla sulama yöntemi kullanılarak elde edilen verileri HYDRUS-2D simülasyon modeliyle karşılaştıran bu çalışma, bulguların tarımsal sulamada büyük önem taşıdığını ortaya koymuştur. Bu amaçla, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde bir tarla denemesi yapılmıştır. Denemede, toprağın 6 cm derinliğine yerleştirilmiş, 25 cm damlatıcı aralıklı, 2 L/h debili ve 0,9 mm et kalınlığına sahip toprakaltı damla sulama boruları kullanılmıştır. 10, 20 ve 30 L/m<sup>2</sup> sulama suyunun uygulandığı denemede, toprak profilinin farklı noktalarından alınan toprak örneklerinin gravimetrik yöntemle nem değerleri belirlenmiştir. Topraktaki nem değişimi bu şekilde belirlendikten sonra tarla denemesinden elde edilen veriler HYDRUS-2D simülasyon modelinden elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Böylece modelin damla sulama uygulamalarında kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Simulasyon, Toprakaltı Damla Sulama, Toprakta Suyun Hareketi

## **POSSIBILITIES OF USING HYDRUS-2D IN DRIP IRRIGATION SYSTEM DESIGN**

### **Abstract**

In drip irrigation, optimizing parameters such as water application frequency, irrigation duration, dripper flow rate, dripper spacing and lateral spacing is important for the efficient use of the system. Simulation methods used for this purpose offer both fast and economical solutions. However, the accuracy of these applications must be confirmed. This study, which compares the data obtained using the drip irrigation method with the HYDRUS-2D simulation model, has revealed that the findings are of great importance in agricultural irrigation. For this purpose, a field trial was conducted at the Research and Application Farm of the Faculty of Agriculture of Aydın Adnan Menderes University. In the trial, subsoil drip irrigation pipes with 25 cm dripper spacing, 2 L/h flow rate and 0.9 mm wall thickness were used. In the trial, where 10, 20 and 30 L/m<sup>2</sup> irrigation water was applied, the moisture values of the soil samples taken from different points of the soil profile were determined by gravimetric method. After the moisture change in the soil was determined in this way, the data obtained from the field trial were compared with the data obtained from the HYDRUS-2D simulation model. Thus, the usability of the model in drip irrigation applications was evaluated.

**Keywords:** Simulation, Subsoil Drip Irrigation, Water Movement in Soil

## **INTRODUCTION**

With the increasing use of water in urban and industrial sectors due to world population growth, there is a pressing need to reduce the amount of water used for agriculture. Pressurized irrigation, especially drip irrigation technology, plays a crucial role in ensuring the effective use of water and introducing inputs, such as fertilizers and pesticides, into the soil along with irrigation water. To maximize the benefits of drip irrigation technology, it is essential to optimize parameters such as irrigation frequency, duration, emitter flow rate, emitter spacing, and lateral spacing.

In recent years, various simulation techniques have begun to be used in agriculture, as in many other fields (Meshkat et al., 1999; Schmitz et al., 2002; Cote et al., 2003; Skaggs et al., 2004; Tunalı and Dağdelen, 2015). In drip irrigation technologies, it is possible to investigate the usage possibilities of these simulation techniques and to determine the usage possibilities of these techniques in practice by verifying the data. HYDRUS-2D, one of these techniques, is a Windows-based program that simulates the movement of water, heat and soluble substances in a two-dimensional, variably saturated porous environment (Simunek et al., 2006). This study aimed to evaluate whether the model can be used in drip irrigation system design by comparing the HYDRUS-2D simulation model with the data obtained from field conditions. The potential of the HYDRUS-2D simulation model to revolutionize drip irrigation system design is promising.

## **2. MATERIALS AND METHOD**

### **2.1. Field Experiment**

In the study conducted at Aydın Adnan Menderes University Faculty of Agriculture Research and Application Farm, subsoil drip irrigation pipes with 16 mm diameter, 25 cm emitter spacing, 2 L/h flow rate and 0.9 mm wall thickness, placed 6 cm deep in the soil, were used. The laterals used in the experiment, which was carried out with two replications, were divided into three equal parts so that a different irrigation application was applied in each section. Irrigation was applied to each plot for 5, 10 and 15 hours, respectively. At the end of the experiment, the soil around 2 different laterals was excavated at the points determined for each parcel, and volumetric water content values were determined using the gravimetric method (Figure 1).





Figure 1. A view from the experimental area

Once each irrigation was completed and approximately 24 hours later, a laterally perpendicular soil profile was opened at the end of the plot. From the opened soil profile, a coordinate system was determined around the lateral, with the starting point being the vertical coordinate (z) soil surface and the point where the lateral pipe is located being the horizontal coordinate (x).

Soil samples were taken from the moist areas in each profile using a 30 cm long, 2 cm inner diameter soil probe. The second profile opened in each trial was revealed by shaving off 30 cm of soil from the first. During the collection of the first and second samples, the profiles were covered with plastic wrap to minimize evaporation.

The soil samples taken were placed in previously tared containers to prevent evaporation, and their wet weights were weighed in the laboratory of the trial area. Then, the soil samples kept in the drying oven at 105<sup>0</sup>C for 24 hours were weighed again, and their dry weights were determined (Güngör et al., 2002). In determining the gravimetric water content values, the 1.35 g/cm<sup>3</sup> value obtained using the Bouyoucos Density Measurement Method (Day, 1965) in previous measurements in the trial area was used (Table 1).

**Table 1.** Physical Properties of Experimental Area Soils

Soil Depth (cm)	Texture Distribution (%)			Soil Texture	Bulk Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Field Capacity (%)*	Wilting Point (%)*	Available Moisture Holding Capacity (%)
	Sand	Clay	Silt					
0-30	58.4	13.6	28.0	Sandy Loam	1.35	23.1	10.1	13.0
30-60	56.4	13.6	30.0	Sandy Loam	1.45	22.9	9.4	13.5
60-90	68.2	13.6	19.2	Sandy Loam	1.52	18.4	7.3	11.1
90-120	49.7	17.5	32.0	Sandy Loam	1.50	20.3	7.2	13.1

\*on a dry weight basis

When Table 1 was examined, it was seen that the soils of the trial area were classified as sandy-loam textured soils. The difference can express the change in the field capacity values in the sand-clay-silt distribution that forms the soil texture towards the lower layers.

## 2.2. Numerical Modeling

In the study, the HYDRUS-2D program was used to simulate the movement of water in the soil (Simunek et al., 2006). HYDRUS-2D uses the 2D Richards equation, which is the fundamental equation for water flow in homogeneous and uniform soil conditions (Equation 1);

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ K(h) \frac{\partial h}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[ K(h) \frac{\partial h}{\partial z} + K(h) \right] \quad (1)$$

where;

$\theta$  = volumetric water content;

$h$  = soil water pressure head;

$t$  = time;

$x$  = horizontal coordinates;

$z$  = vertical coordinates;

$K$  = hydraulic conductivity.

Soil hydraulic properties were determined using the van Genuchten-Mualem equation (Equations 2, 3 and 4);

$$\theta(h) = \begin{cases} \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{(1 + |\alpha h|^n)^m} & h < 0 \\ \theta_s & h \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$K(h) = K_s S_e^l \left[ 1 - (1 - S_e^{1/m})^m \right]^2 \quad (3)$$

where;

$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r}, \quad m = 1 - 1/n \quad (4)$$

and  $\theta_s$  = saturated water content;  $\theta_r$  = residual water content;  $K_s$  = saturated hydraulic conductivity; and  $n$ ,  $\alpha$ , and  $l$  = shape parameters.

The HYDRUS-2D program uses the Galerkin Finite Element Method to calculate Equations 1, 2, 3 and 4. During the simulation, only one side of the soil profile was used, and the lateral pipe was positioned to represent a semicircle. The radius of the semicircle is 0.8 cm (1.6/2) and is located 6 cm below the vertical starting point.

Accordingly, the flow rate value is calculated according to the water application rate and the modelled lateral pipe surface area;

$$q = \frac{\text{Flow rate}}{\text{Surface area}} = \frac{2 \text{ cm}^3/h}{2\pi(0.8\text{cm})(100\text{cm})} = 1.98 \text{ cm/h}$$

Samples were taken after irrigation and 24 hours after irrigation was completed to wait for the water flow in the laterals to stop when irrigation ended. In addition, soil physical properties were used to determine the hydraulic parameters  $\theta_s$ ,  $\theta_r$ ,  $K_s$ ,  $n$ ,  $\alpha$  and  $l$ , which are necessary to run the model.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

In the study, data was entered into the HYDRUS program, and the flow parameters obtained depending on the soil's physical properties are given in **Figure 1**.

Mat	Qr [-]	Qs [-]	Alpha [1/cm]	n [-]	Ks [cm/hour]	l [-]
1	0.043	0.4388	0.0211	1.3433	3.57167	0.5
2	0.041	0.4106	0.0161	1.364	2.54333	0.5
3	0.0336	0.3864	0.0259	1.3625	2.59875	0.5
4	0.0356	0.3881	0.0165	1.3781	2.65792	0.5

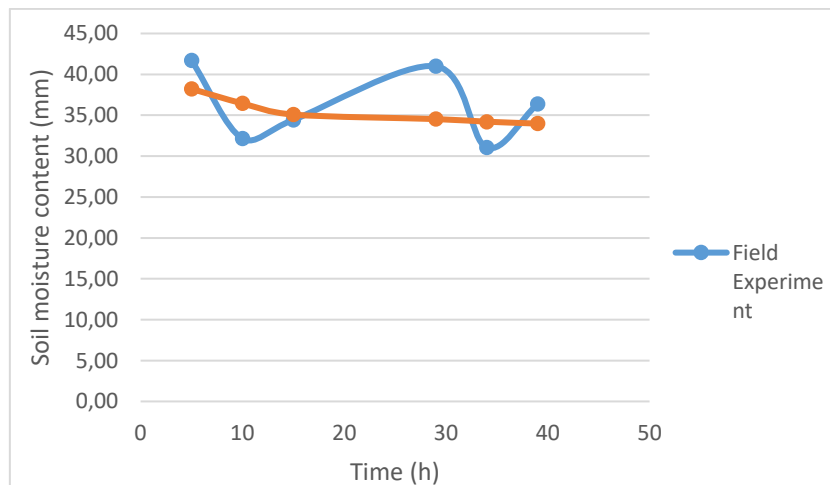
Soil Catalog:  Neural Network Prediction  Temperature Dependence

OK Cancel Previous ... Next ... Help

**Figure 1.** Parameters Obtained Depending on Soil Physical Properties

The average  $K_s$  values were higher than expected compared to the results obtained from studies conducted in pots (Gil et al., 2008) and field trials (Shani et al., 1996; Skaggs et al., 2004). Therefore, smaller  $r_0$  values were reached than the previously calculated  $r_0$  values for soils with similar properties. Similar flow rates and pressure values were obtained in the study of Tunali and Dağdelen (2015) in the same region. Especially in trials carried out in controlled environments, the natural structure of the soil may be disrupted during the sieving process depending on the soil's homogeneity; even if the soil is compressed later, its compressive strength may be less. From this perspective, conducting the study under field conditions rather than a controlled environment is advantageous.

Soil moisture content values in terms of depth obtained from field trials and simulations are given in Figure 2.



**Figure 2.** Measured and Predicted Soil Moisture Content Values

When the data in Figure 2 is evaluated, the approximate value range of moisture content and its changes are close to each other in both methods. A study conducted under California conditions by Skaggs et al. (2004) reported that the predicted wetting pattern was in excellent agreement with the data. Additionally, the depths and widths of the wetted areas were similar, as were the spatial distributions of the soil moisture content.

#### **4. CONCLUSION**

The study determined that HYDRUS-2D simulations were quite accurate in general. HYDRUS-2D can be easily used in the design of subsoil drip irrigation management under the soil conditions examined in the study. However, the limit values of lateral pipes must be determined well in soils with lower permeability.

## REFERENCES

1. Cote, C. M., Bristow, K. L., Charlesworth, P. B., & Cook, F. J. (2003). Analysis of soil wetting and solute transport in sub-surface trickle irrigation. *Irrig. Sci.*, 22 (3-4): 143-156. <https://doi.org/10.1007/s00271-003-0080-8>
2. Day, P.R. (1965) Particle fractionation and particle-size analysis. In: Black CA et al. (eds) *Methods of soil analysis. Part I: Agronomy* 9: 545-567. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.1.c43>
3. Gil, M., Rodri'guez-Sinobas, L., Sanchez, R., Juana, L., and Losada, A. (2008). Emitter discharge variability of subsurface drip irrigation in uniform soils affects water-application uniformity. *Irrig Sc i* 26: 451-458. <https://doi.org/10.1007/s00271-008-0116-1>
4. Güngör, Y., Erözel, A.Z., and Yıldırım, O. (2002) Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1525, Ders Kitabı: 478. Ankara (in Turkish).
5. Meshkat, M., Warner, R. C., & Workman, S. R. (1999). Modelling of evaporation reduction in the drip irrigation system. *J. Irrig. Drain. Eng.*, 125 (6): 315-323. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(1999\)125:6\(315\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1999)125:6(315))
6. Schmitz, G. H., Schutze, N., and Petersohn, U. (2002). New strategy for optimizing water application under trickle irrigation. *J. Irrig. Drain. Eng.*, 128 (5): 287-297. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2002\)128:5\(287\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2002)128:5(287))
7. Shani, U., Xue, S., Gordin-Katz, R., and Warrick, A.W. (1996). Soil limiting from subsurface emitters. I: Pressure measurements. *J Irrig Drain Eng* 122 (5): 291-295. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(1996\)122:5\(291\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1996)122:5(291))
8. Simunek, J., Sejna, M., and van Genuchten, M.Th. (2006). The HYDRUS-2D software package for simulating two and three-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably saturated media Version 1.0 PC Progress. Prague.
9. Skaggs, T. H., Trout, T. J., Simunek, J., & Shouse, P. J. (2004). Comparison of HYDRUS-2D simulations of drip irrigation with experimental observations. *J. Irrig. Drain. Eng.*, 130 (4): 304-310. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2004\)130:4\(304\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2004)130:4(304))
10. Tunalı, S.P, and Dağdelen, N. (2015). Effect of emitter discharge variability of subsurface drip irrigation on water application uniformity under field conditions. *Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty*; 12 (2): 33-43. (in Turkish with English abstract).

## BAKLAGİL YEM BİTKİLERİNİN POLİNASYONDAKİ ÖNEMİ

**Şevval KAYA\***

Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences  
**Email:**sevval\_kaya96@icloud.com

**Assist. Prof. Dr. Emre KARA (ORCID:0000-0002-5535-8398)**

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture  
**Email:**emre.kara@adu.edu.tr

### ÖZET

Baklagil yem bitkileri kaliteli kaba yem kaynakları olmalarının yanında biyoçeşitliliğin korunmasında ekosistem servislerinde yer almalarından dolayı oldukça önemli bitkilerdir. Çiçekleri gösterişli renklere sahip ve çok sayıda polene sahiptirler. Bu polenler nitelikleri ile ekosistemde biyoçeşitliliğin korunması için oldukça önemlidirler. Arılar gibi polinatörler, baklagil çiçeklerine konduklarında polenleri toplar ve taşırlar, böylece bitkiler arasında genetik materyalin aktarılmasını sağlarlar. Bu süreç, bitkilerin çoğalması ve genetik çeşitliliğin artması için hayati öneme sahiptir. Baklagil yem bitkilerinin polinasyona katkısı, tarımsal ekosistemlerde biyolojik çeşitliliğin korunmasına da yardımcı olur. Polinatörler tarafından desteklenen baklagiller, diğer bitki türleri için de sağlıklı bir yaşam alanı sunar. Polinatörler baklagillerden topladıkları polenlerle genetik çeşitliliğin korunması sağlarken aynı zamanda ürettikleri bal, arısütü, vb. gıda ürünleri ile olumlu katkı sağlamaktadırlar. Son yıllarda küresel iklim değişikliği ile birlikte ortaya çıkan koloni kayıpları biyoçeşitliliğin korunması için tehdit oluşturmaktadır. Bu durumu ve ortaya çıkaracağı sonuçları tespit ve tahmin etmek kolay değildir. Ancak ortaya çıkacak pollinator popülasyonundaki azalış ekosistem dengelerini bozucu niteliktedir. Bu açıdan incelendiğinde polinatör – bitki interaksyonu üzerine yapılacak çalışmalar oldukça önemli nitelikte olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Polinasyon, baklagil yem bitkileri, arı, polinatör

## **THE IMPORTANCE OF FORAGE LEGUMES IN POLLINATION**

### **Abstract**

Forage legumes are not only sources of quality forage, but also very important plants because they take part in ecosystem services in the protection of biodiversity. The flowers have flashy colors and lots of pollen. These pollens are very important for the preservation of biodiversity in the ecosystem with their qualities. Pollinators such as bees collect and transport pollen when they land on legume flowers, thus enabling the transfer of genetic material between plants. This process is vital for plant reproduction and increased genetic diversity. The contribution of forage legumes to pollination also helps preserve biodiversity in agricultural ecosystems. Supported by pollinators, legumes also provide a healthy habitat for other plant species. While pollinators ensure the preservation of genetic diversity with the pollen they collect from legumes, they also produce honey, royal jelly, etc. They make a positive contribution to food products. Colony losses that have occurred with global climate change in recent years pose a threat to the conservation of biodiversity. It is not easy to detect and predict this situation and its consequences. However, the decrease in the pollinator population that will emerge will disrupt ecosystem balances. When examined from this perspective, studies on pollinator-plant interaction will be very important.

**Keywords:** Pollination, forage legumes, bee, pollinator

## **INTRODUCTION**

In the world, animal nutrition, roughage and concentrate production are met from agricultural products. However, compared to developed countries, the consumption of animal products in our country is still quite low. The way to obtain sufficient animal food is to increase animal products, and the way to increase animal products is to feed animals with rich and high-quality roughage. For the development of the livestock sector in our country, the production of fodder crops should be increased. Today, the most important forage crops are legumes and wheatgrasses. Among these, forage legumes play an important role in animal nutrition and soil structure improvement. Despite this, production of forage legumes in our total agricultural area is still insufficient. According to the latest data, the cultivation area of fodder crops is approximately 1 million hectares. is quite low compared to the total production of field crops. Fodder crops production forage legumes constitute approximately 3% of total crop production. In summary, forage legumes the development of animal husbandry in our country and the increase in the organic matter content of the soil is of great importance.

The importance of pollination in sustaining nature is also an indicator of the status and importance of bees. Bees are becoming increasingly important both as pollinators for many plants and by filling the gap left by declining wild pollinators (Kekillioğlu, 2005). In addition to fruit and vegetable cultivation, bees also play an important role in the pollination of wild fruits, the most important link in the food chain of wildlife.

## **2. FORAGE LEGUMES**

Forage legumes are cultivated worldwide and used for various purposes. are used. The importance of these plants can be explained as follows.

- 1) Many forage legumes produce high amounts of fodder, especially depending on the harvest period. protein (up to 40% in the grains of some forage legumes).
- 2) The grasses and grains of forage legumes are essential for animal growth. It is rich in elements, minerals and vitamins.
- 3) Rhizobium bacteria living on the roots of legume plants remove free nitrogen from the air. connects it to the earth.
- 4) In soils deficient in organic matter, the content of organic matter can be increased by applying green manure obtained from different legumes.
- 5) Forage legumes, which leave a large amount of root residue in the field where they are grown, enrich the soils in terms of organic matter.
- 6) It can be used in erosion control.
- 7) When forage legumes are grown with wheatgrasses for grazing or hay production, they enrich the grass yield and protein content of the mixtures.
- 8) Some forage legumes such as sainfoin, clover and rock clover are good nectar crops known as honeydew. Honey produced from the flowers of these plants has a unique taste, smell and aroma. (Silici, 2005)

### **2.1. Importance of Forage legumes**

Forage crops are grown for animal nutrition but are also used for soil and conserve water resources, increase the productivity of successive crops in crop rotation are plants that show characteristics. These plants are often used for grazing or harvested and dried or preserved as silage. Being rich in minerals and vitamins, they directly affect the productivity and reproductive performance of animals. Forage crops convert carbon dioxide, salt and other



inorganic substances that cannot be digested by animals and humans into organic matter. function as a part of the ecosystem.

The most critical factor in soil conservation and prevention of soil and water erosion is the soil, which is the main source of agricultural production. Especially forage crops such as clover, sainfoin and vetch, which belong to the legume family, have nodule-shaped structures in their roots.

They serve as a natural fertilization function by converting nitrogen from the atmosphere into soil through the bacteria they harbor. This process is a natural fertilization method that is environmentally harmless and has no negative side effects (Özbek, 2018).

Forage crops provide some nutrients that are insoluble in the deep layers of the soil. (e.g. phosphorus) and transport it to the upper layers of the soil, making it available for future crops. they bring. In addition, fodder crops prevent weed formation and improve the crop rotation system. (alternation). This method improves soil fertility and ensures that subsequent crops They increase both yield and quality.

Enrichment of the soil in terms of organic matter is extremely important in terms of increasing the water retention and nutrient capacity of the soil, especially in areas with low rainfall.

## **2.2. Production of forage legumes**

Forage legumes can be produced by generative and vegetative methods. Generative production, is realized by sowing and growing seeds obtained from the plant. On the other hand, vegetative production is a method using organs of the plant such as stems, stalks and rhizomes. While the production of forage legumes commercially is usually carried out by the generative method, Vegetative propagation is a technique generally used in plant breeding processes (Free, 1992).

## **3. LEGUME SPECIES EFFECTIVE IN POLLINATION**

### **3.1. Alfalfa (*Medicago sativa*)**

Alfalfa is a perennial that can produce a large amount of nutritious feed material.. The purple flowers of alfalfa attract bees. Alfalfa flowers are available throughout the summer, because they can be cut several times before flowering. Otherwise, the plants become too fibrous and the forage quality decreases.

### **3.2. White Clover (*Trifolium repens*)**

The most important pollinator of white clover is honey bees. The plant is highly attractive to bees. Bees visit the flowers for the nectar at the base of the stamen tube and in the process they cause pollination.

### **3.3. Birds'-foot trefoil (*Lotus corniculatus*)**

Birds'-foot trefoil is highly cross-pollinated and requires cross-pollination for seed production by bees and other insects is the most important part of the birds'-foot trefoil their pollinators are bees. The flower is structured in such a way that pollen is released before the flower opens and self-pollination is possible. Flowers bright orange-yellow to lemon-yellow and attracts honeybees.

### **3.4.Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*)**

Sainfoin, like other legumes, is a plant species that needs fertilization and usually the pollination process is carried out by the honey bee. Sainfoin flowers, nectar and is very attractive for bees in terms of pollen.

#### **4. POLLINATION and FERTILIZATION in FORAGE CROPS**

Transport of pollens from the stamens of the flower to the apex of the pistil. The process is called pollination. In some forage crops, such as some cereals and legumes, this pollination takes place within the same flower. This means that the pollen produced in the stamen of the same flower reaches the apex of the pistil. Such plants are known as “self-fertilizing plants”.

Pollen transport is the process by which the stamen of the flower moves to the stigma of the pistil. is called pollination. In some cereals and legumes, this pollination occurs on the same flower. the pollen from the stamen of the same flower is transferred to the stigma of its pistil is carried. Such plants are called self-fertilizing plants.

In forage crops, which constitute the other majority, so-called foreign fertilization, pollen produced in the flower of a plant, usually by vehicles such as insects, wind, water or humans through which it is transported to the apex of the pistil in the flower of another plant.

Since the pollen of legumes is small, it is usually carried by the wind. However, insects are essential for pollination and fertilization in forage legumes. In these plants the pollen is large and sticky. In some plants, such as alfalfa, for example, the flowers are covered with membranes, and these membranes must be torn by insects in order for the pollen to get out. for pollination. The contribution of insects is therefore indispensable for pollination. Research has shown that by increasing the number of honey bees in facilities for forage crops that depend on insect pollination seed yield can be increased up to five times (Brummit et al. 1992)

#### **5. FACTORS AFFECTING POLLINATION**

##### **5.1. Wind**

It is a natural mechanism for pollen transport. However, this method is often is not considered a useful and widespread pollination mechanism.

##### **5.2. Insects**

Pollen is transported by bees, flies and other insects is a common pollination mechanism. The flower's fragrance, attractive appearance and the secretion sugary substances attract insects. When the insects land on the flower. The pollen is carried to these flowers during the insect's visits to other flowers.

##### **5.3. Self-pollination**

Pollen from the stamen of the same flower reaches its pistil is a form of pollination.

##### **5.4. Through Water**

Occurs in aquatic plants.

#### **6. BENEFITS OF POLLINATION**

Plant species reproduce and the natural balance is maintained, ensuring the continuity of the ecosystem. Healthier, more efficient and higher quality products are obtained. Through pollination, fruit and seed ripening occurs earlier and more regularly It happens. Pollination increases the nutritional value of the seeds, especially the oil content.

Regular pollination ensures that the fruit shape does not deteriorate. Pollination diversity results in high quality hybrid seeds, improves plant breeding and genetic diversity is ensured. Plants in the parcel are harvested at the same time, increasing agricultural productivity. With pollination by bees, bee products are diversified, beekeeping is economically supported. These benefits demonstrate the importance of pollination for ecosystems and human societies. emphasizes.

## 7. POSSIBLE NEGATIVE EFFECTS OF POLLINATION

### 7.1. Uncontrolled Foreign Pollination

Bees and other pollinators can also carry pollen to unwanted plant species. This can lead to the spread of weeds in agricultural fields.

### 7.2. Spread of Invasive Species

Some pollinators can contribute to the spread of invasive plant species. This is a natural can affect ecosystems.

### 7.3. Uncontrolled spread of pathogens

Especially pollinators imported from abroad (*Bombus*) can cause diseases in the region they come from. can carry pathogens.

## 8. STUDIES ON POLLINATION

Free (1992) reported that in New Zealand, honey bees contribute to seed production in relation to pollination. million dollars, 797 million dollars for the production of fruit and vegetable products, 797 million dollars for the production of and the enrichment of the soil as fertilizer by binding it, totaling 1746 million dollars. 2553 million dollars was contributed

According to the research, bees that visit pome fruit species 45-90% of stone fruits, 81-97% of pome fruits and 80-88% of sunflowers (Özbek, 1979).

According to the research conducted by Melnichenko (1977), effective pollination in sunflower 45-50%, 50-60% in clover species, apple and pear, 75-90% in cucumber, 95-100% in melon and watermelon, tomato, sainfoin, alfalfa and vetch contributed to 35-40% yield increase is indicated.

Çankaya (2016) examined the relationship between oilseed rape and honey bees in Türkiye and found that the average amount of seed obtained from the closed area was 271.4 kg/ha, the average amount of seed obtained from the caged area where honey bees were present was 373.9 kg/ha and the amount of seed obtained from the area completely open to insect pollination averaged 325.3 kg/ha that he was a member of a group.

Malerbo et al. (2004), in their study on orange trees in Brazil, that honey bees are the most intensive pollinators visiting orange blossoms. Where attractants such as sugar syrup and lemon extract were applied to the trees, these interventions positively affect fertilization and thus increase yield and quality.

Many fruit trees belonging to the *Rosaceae* family, such as apples, pears, plums, almonds and cherries, show intrinsic incompatibility and are completely dependent on cross-pollination. *Rosaceae* within the family, honey bees are known to play an important role as the main pollinators. Research has shown a significant positive correlation between pear and apple trees. in the study. It also showed that fruit set rate and fruit retention in species such as Japanese plum It was observed that the percentage of fruit set was high. In such plants, honey bees emphasized to play a critical role in the cross-pollination process (Altunoğlu, 2017).

Isaac and Kirk (2010), in their study on blueberries, found that honey bees and they studied the effects of bumblebees on habitat areas. Their study showed that bumblebee species can be effective in small areas, but honey bees are effective in more extensive areas.

Klatt et al. (2014) in a study on strawberry in another study, 98.5% of pollinators were bees, of which 33.9% were honey bees and 64.6% were wild pollinators.

Taha and Bayoumi (2009), in their study to determine the effect of honey bee on the pollination of watermelon plants, reported that the highest rate of pollination activity among pollinators was in the Hymenoptera (*Apis mellifera* L.) group with 69.22%, followed by the diptera group

with 19.22%. No fruit was formed in plants without insect visitation in open fields where pollination takes place. They also observed that in plants in open areas where pollination takes place, seeds and emphasized that mature fruit yield is high.

## **9. RESULT**

Forage legumes play a critical role in animal nutrition and agricultural sustainability. in the health and productivity of livestock. These plants are essential for keeping animals healthy and productive. nutrition, but also improves soil structure, prevents erosion and increases the yield of other plants in the crop rotation system. Especially the pollination process The importance of pollination plays a major role in both the reproduction of plants and the maintenance of genetic diversity. Efficient pollination depends on the efficiency of honey bees and other pollinators. depends.

Research shows that the presence of pollinators leads to significant yield increases in agricultural production, resulting in higher quality and higher quantity crops. In particular, the effectiveness of honey bees in pollination increases economic gains by increasing yields in various plant species. In this context, the protection of pollinators and pollination processes improving both agricultural sustainability and maintaining the balance of ecosystems

As a result, the production and pollination processes of forage crops need to be management is essential for livestock development, agricultural productivity and ecosystem health. elements. Investments to be made and policies to be developed in these areas will be essential both in the agricultural sector and will have long-term positive impacts on the overall ecosystem balance. Pollination support not only agricultural productivity, but also biodiversity and ecological It is also critical for maintaining the balance. Therefore, agricultural policies and practices need to be shaped by pollinator-friendly approaches.

## REFERENCES

- Altunoğlu, E. 2017 . 0900 Ziraat Kiraz Çeşidi Polinasyonunda Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Kullanımının Meyve Kalitesi ve verimine Olan Etkisinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Aydın
- Brummit, R.K. , Powell, C.E. (edt.) 1992, “Autors of Plant Names” , Kew: Royal Botanic Gardens.
- Çankaya, N. 2016. Karadeniz Sahil Kuşağında Bal Arıları'nın Yağlık Kolza Bitkisinin Karşılıklı İlişkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi
- Free, J.B. 1992. Insect Pollination of Crops. Academic Press Harcourt Brace
- Isaac, R. Kirk, A.K. 2010. Pollination services provided to small and large highbush blueberry fields by wild and managed bees. *Journal of Applied Ecology*, 47: 841
- Kekillioğlu, A., “Ankara, Kırıkkale Ve Kırşehir İlleri Apidae (Insecta:Hymenoptera) Türleri Üzerine Faunistik, Sistematik Araştırmalar ve Bazı Ekolojik Gözlemler”, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s.1-31, Ankara ,2005
- Klatt, B.K., Holzschuh, A., Westphal, C., Clough, Y., Smit, I., Pawelzik, E., Tschardtke, T. 2014. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences [Electronic Journal]*, Volume 281
- Malerbo Souza, D.T., Nogueira Couto, R.H., Couto, L.A. 2004. Honey bee attractants and pollination in sweet orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. var. Pera-Rio. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases [Electronic Journal]*, 10(2): 144
- Melnichenko, A.N. 1977. Role of insect-pollinators in increasing yields of agricultural plants. In: *Pollination of Agricultural Crops by Bees* (Mel'nichenko, A.N. Ed.) Vol. III., pp.150, Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd, New Delhi, Bombay, Calcutta, New York.
- Özbek H., “Çayır Üçgülü (*Trifolium pratense* L.)'nün Tozlaşmasında Arıların Önemi”, *Uludağ Arıcılık Dergisi – Uludağ Bee Journal*, 18(1): 28-41, 2018.
- Özbek, H. 1979. Erzurum civarında yonca ve korunga'daki polinatör arılar bunların faaliyetleri, meyve ve tohum bağlamaya etkileri. Atatürk Üniv. Yay. No. 516. Zir. Fak. Yay. No. 235. Aras. Serisi No. 152. Erzurum.
- Silici S., “Tozlaşmada Polen ve Nektar Cezbediciliğinin Önemi”, *Alatarım*, 4(2):57 61, 2005
- Taha, A. K., Bayoumi, Y. A. 2009. The Value Of Honey Bees (*Apis Mellifera* L.) As Pollinators Of Summer Seed Watermelon (*Citrullus Lanatus Colothynthoides* L.) in Egypt. *Acta Biol Szeged* 53(1): 33-37

**YAYGIN MÜRDÜMÜK (*Lathyrus sativus* L.) BİTKİSİNDE FOSFORLU GÜBRE  
DOZLARININ BAZI TARIMSAL ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

**Doç. Dr., Mehmet Arif ÖZYAZICI\*(ORCID:0000-0001-8709-4633)**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Email:**arifozyazici@siirt.edu.tr

**Lisans Öğrencisi, Mehmet Anıl SAPAR (ORCID:0009-0000-2149-7202)**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Email:**anilspar.1905@gmail.com

**Dr. Öğr. Üyesi, Semih AÇIKBAŞ (ORCID:0000-0003-4384-3908)**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Email:**semihacikbas@siirt.edu.tr

**ÖZET**

Bu çalışmada, farklı fosfor (P) dozlarının yaygın mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) bitkisinin ot verimi ile bazı tarımsal karakterler üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Türkiye'nin yarı-kurak iklimine sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Siirt ili koşullarında 2023-2024 vejetasyon devresinde kışlık olarak yürütülmüştür. Araştırmada bitkisel materyal olarak "Gürbüz-2001" yaygın mürdümük çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada, fosforun 5 farklı dozu ( $P_0= 0$  kg  $P_2O_5$ /da,  $P_4= 4$  kg  $P_2O_5$ /da,  $P_8= 8$  kg  $P_2O_5$ /da,  $P_{12}= 12$  kg  $P_2O_5$ /da ve  $P_{16}= 16$  kg  $P_2O_5$ /da) araştırmanın konusu olarak ele alınmış olup; tarla denemesi, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Bitkiler 25 cm sıra arası mesafede, 4 sıra halinde,  $m^2$ 'ye 100 adet canlı tohum gelecek şekilde ekilmiştir. Parsel boyu 2 m tutulmuş olup, bir parsel alanı  $1.0\text{ m} \times 2.0\text{ m} = 2.0\text{ m}^2$ ; parsel ve bloklar arası 1.2 m mesafe bırakılmış olup, toplam deneme alanı  $9.8 \times 11.6 = 113.68\text{ m}^2$ 'dir. Toprak analiz sonuçlarına göre ekimle birlikte, 4 kg/da saf azot (N) olacak şekilde amonyum sülfat (% 21 N) formunda azotlu gübre, her parselde homojen şekilde uygulanmıştır. Araştırmanın konusunu teşkil eden fosforlu gübreler ise belirlenen dozlara göre triple süper fosfat (% 43-44  $P_2O_5$ ) formunda ekimle birlikte banda verilmiştir. Ekim işlemi Aralık ayının ilk haftasında (05/12/2023) gerçekleştirilmiştir. Biçim işlemi bitkilerin tam çiçeklenme devresinde yapılmıştır. Araştırmada; doğal bitki boyu, ana sap uzunluğu, ana sap kalınlığı, yeşil ot verimi ve kuru ot verimi parametreleri tespit edilmiştir. Yapılan varyans analizleri sonucunda, doğal bitki boyu, yeşil ve kuru ot verimi yönünden P dozları arasında istatistikî açıdan  $p < 0.01$  düzeyinde önemli farklılık tespit edilirken, ana sap uzunluğu ve ana sap kalınlığına P dozlarının etkisi önemsiz olmuştur. Araştırma sonucunda, P dozlarına göre yaygın mürdümüğün; doğal bitki boyu 57.5-65.3 cm, ana sap uzunluğu 73.5-82.8 cm, ana sap kalınlığı 2.63-2.93 mm, yeşil ot verimi 1243-1762 kg/da ve kuru ot verimi 252.7-363.4 kg/da arasında değişkenlik göstermiştir. Ot verimi ve verime etkili diğer bileşenler de dikkate alındığında yaygın mürdümük bitkisinde saf madde üzerinden dekara 12 kg fosforlu gübre uygulamasının etkili doz olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Fosfor, Yaygın Mürdümük, Bitki Boyu, Kuru Ot Verimi

**EFFECT OF PHOSPHORUS FERTILIZER DOSES ON SOME AGRICULTURAL  
CHARACTERISTICS OF COMMON GRASS PEA (*Lathyrus sativus* L.) PLANT**

**ABSTRACT**

In this study, it was aimed to determine the effect of different phosphorus (P) doses on the forage yield and some agricultural characters of common grass pea (*Lathyrus sativus* L.) plant. The research was conducted in winter in the 2023-2024 vegetation period under the conditions of Siirt province, located in the Southeastern Anatolia Region of Türkiye, which has a semi-arid climate. "Gürbüz-2001" common grass pea variety was used as plant material in the research. In the study, 5 different doses of phosphorus ( $P_0= 0$  kg  $P_2O_5$ /da,  $P_4= 4$  kg  $P_2O_5$ /da,  $P_8= 8$  kg  $P_2O_5$ /da,  $P_{12}= 12$  kg  $P_2O_5$ /da, and  $P_{16}= 16$  kg  $P_2O_5$ /da) were used as the subject of the research. The field experiment was set up according to the randomized block trial design with four replications. Plants were sown in 4 rows, with a row spacing of 25 cm, with 100 seeds per  $m^2$ . The parcel length is kept as 2 m, and the area of a parcel is  $1.0$  m x  $2.0$  m =  $2.0$   $m^2$ ; a distance of 1.2 m was left between parcels and blocks, and the total trial area was  $9.8$  x  $11.6= 113.68$   $m^2$ . According to the soil analysis results, nitrogenous fertilizer in the form of ammonium sulfate (21% N) was applied homogeneously to each plot, at a rate of 4 kg/da of pure N, with sowing. Phosphorus fertilizers, which are the subject of the research, were applied to the band along with sowing in the form of triple super phosphate (43-44%  $P_2O_5$ ) according to the determined doses. The sowing process was carried out in the first week of December (05/12/2023). The harvesting process was carried out during the full flowering period of the plants. In the research, natural plant height, main stem length, main stem thickness, green forage yield and hay yield parameters were determined. As a result of the analysis of variance, a statistically significant difference was detected between P doses at  $p<0.01$  level in terms of natural plant height, green forage and hay yield, while the effect of P doses on main stem length and main stem thickness was insignificant. As a result of the research, according to P doses, common grass pea; natural plant height varied between 57.5-65.3 cm, main stem length 73.5-82.8 cm, main stem thickness 2.63-2.93 mm, green forage yield 1243-1762 kg/da and hay yield 252.7-363.4 kg/da. Considering the forage yield and other components effective on yield, it has been observed that applying 12 kg of phosphorus fertilizer per decare based on pure material in the common grass pea plant is an effective dose.

**Keywords:** Phosphorus, Common Grass Pea, Plant Height, Hay Yield

## GİRİŞ

Leguminosae (Fabaceae) familyasına ait bir baklagil bitkisi olan yaygın mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) (Thakre ve ark., 2023), yüksek kaliteli protein kaynağı olması ve küresel iklim değişikliğine uyum sağlaması nedeniyle *Lathyrus* cinsinin en çok kültürü yapılan türlerinden biridir (Campbell ve ark., 1993). Mürdümüğün kökeni bilinmemekle birlikte, orijin merkezleri Güneybatı ve Orta Asya olarak kabul edilmektedir (Smartt, 1990). Kurak ve yarı kurak iklimler *L. sativus*'un ana yetiştirme alanları olup (Kosev ve ark., 2023); mera bitkisi, yeşil yem, hayvan yemi ve insan gıdası olarak değerlendirilmektedir (Kumar, 1997). *Lathyrus sativus*'un; dayanıklı ve nüfuz eden kök sistemi nedeniyle çok fakir topraklar dahil çok çeşitli toprak türlerinde yetişebilmesi (Lassoued ve ark., 2023), toprağa azot fikse etmesi ve bu yönüyle de toprağın azot dengesini olumlu yönde etkilemesi (Ahlawat ve ark., 1981; Campbell, 1997), nispeten daha yüksek stres toleransı ve elverişsiz hava koşullarına dayanma yeteneği (Majee ve ark., 2023) gibi diğer türlere göre kendine özgü önemli avantajları bulunmaktadır. Kuru ot kalitesi ve otunun mineral içeriği yüksek olan mürdümüğün (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2023), kırılmış veya öğütülmüş tohumları da hayvanların yem rasyonlarına protein kaynağı olarak ilave edilmektedir. Bu anlamda mürdümük tohumu, % 30'a varan protein içeriğiyle yeni bir baklagil protein kaynağı (Mozafarpour ve Koocheki, 2023) olarak nitelendirilmektedir. Mürdümük protein izolatu kolayca sindirilebilir ve yüksek miktarda lizin ile yüksek besin değerine sahiptir (Mehr ve Koocheki, 2020; Mozafarpour ve ark., 2022).

Kurak ve/veya yarı kurak iklim kuşağında yer alan Siirt ili, önemli bir hayvancılık potansiyeline sahiptir. Yem bitkisi ekimine ayrılan alan son derece sınırlı olan yörede, birim alandan elde edilen ot veriminin artırılması, kaba yem açığını kapatılmak için büyük önem taşımaktadır. Yöre yem bitkisi tarımında yetiştirilme potansiyeli bulunan yaygın mürdümük (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019a), çok fazla toprak seçiciliği olmamasına rağmen, bitki besin maddelerinin toprakta yeterince olmasını ister. Bu nedenle, yetiştiriciliğinde dikkat edilmesi gereken agronomik uygulamaların başında gübreleme gelmektedir. Bu anlamda özellikle fosfor (P)'un tarım topraklarında genellikle az düzeyde olması, aynı zamanda fosforun toprak özelliklerine bağlı olarak toprakta bitkilerin yararlanamayacağı formlara dönüşmesi ve/veya toprakta tutulması nedeniyle, toprak analizleri de dikkate alınarak, fosforlu gübre uygulaması özellikle baklagil bitkilerinde önemli bir kültürel işlemdir. Nitekim farklı yem bitkisi türleri ile yapılan birçok çalışmada fosforlu gübrelemenin birim alandan elde edilen verimi artırdığı ve ot kalitesini olumlu yönde etkilediği ortaya konmuştur (Karaca ve Çimrin, 2002; Dumanoglu ve Geren, 2019; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019b; Temel ve Şahin, 2022). Gübre uygulamalarında gübre cinsi, verilme şekli ve zamanı yanında, uygulama miktarı da önemli bir husustur.

Bu çalışmada, farklı fosfor dozlarının yaygın mürdümük (*L. sativus*) bitkisinin ot verimi ile bazı tarımsal karakterler üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

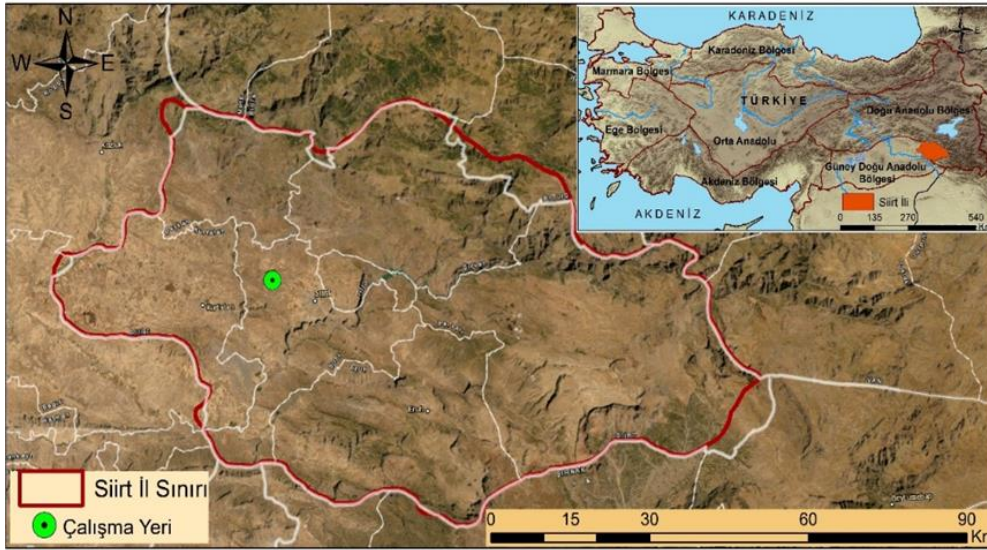
### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Araştırma yerinin genel tanımı ve bazı coğrafik özellikleri

Araştırma, Türkiye'nin yarı-kurak iklimine sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Siirt ili koşullarında 2023-2024 vejetasyon devresinde kışlık olarak yürütülmüştür. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Siirt ilinin; kuzeyinde Batman ve Bitlis, batısında Batman, güneyinde Mardin ve Şırnak, doğusunda Şırnak ve Van illeri bulunmaktadır. Siirt ili, 41° 57' doğu boylamı ve 37° 55' kuzey enlemi üzerinde yer almaktadır (Şekil 1).

Genel olarak karasal iklimin hüküm sürdüğü Siirt ilinde, yazları sıcak ve kurak geçmekte, Haziran ve Ekim ayları arasında neredeyse hiç yağış düşmemektedir.





Şekil 1. Araştırma alanı lokasyon haritası

### 2.1.2. Araştırma yerinin toprak özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde, yaygın mürdümük yetiştirilen topraklar killi-tınlı tekstürlü, tuzsuz, hafif alkalın karakterde olup; kireç içeriği “kireçli”, organik madde içeriği “çok az”, alınabilir P kapsamı “az” ve alınabilir potasyum (K) miktarı ise “fazla” düzeydedir.

**Tablo 1.** Araştırma yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-20 cm)\*

Toprak özelliği	Birim	Değeri
Kil	%	36.30
Silt	%	27.50
Kum	%	36.20
pH		7.80
Elektriksel iletkenlik	dS/m	0.05
Kireç	%	1.98
Organik madde	%	0.60
Alınabilir P	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /da	5.5
Alınabilir K	kg K <sub>2</sub> O/da	44

\*: Analizler, Siirt Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarı’nda yapılmıştır.

### 2.1.3. Araştırmanın bitkisel materyali

Araştırmada bitkisel materyal olarak “Gürbüz-2001” yaygın mürdümük (*L. sativus*) çeşidi kullanılmıştır.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Tarla deneme tekniği ve uygulanan tarımsal işlemler

Deneme alanı ön bitkisi buğday olup, buğday hasadından sonra tarla pulluk ile derin sürülmüş, daha sonra diskaro ve tırmık geçilmek suretiyle tarla ekime hazır hale getirilmiştir.

Çalışmada, fosforun 5 farklı dozu (P<sub>0</sub>= 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da, P<sub>4</sub>= 4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da, P<sub>8</sub>= 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da, P<sub>12</sub>= 12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da ve P<sub>16</sub>= 16 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da) araştırmanın konusu olarak ele alınmış olup; tarla

denemesi, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Parsellerde sıra arası mesafe 25 cm olacak şekilde, 4 sıra halinde, m<sup>2</sup>'ye 100 adet canlı tohum gelecek şekilde ekim yapılmıştır (Anonim, 2019). Parsel boyu 2 m tutulmuş olup, bir parsel alanı 1.0 m x 2.0 m= 2.0 m<sup>2</sup>; parsel ve bloklar arası 1.2 m mesafe bırakılmış olup, toplam deneme alanı 9.8 x 11.6= 113.68 m<sup>2</sup>'dir.

Toprak analiz sonuçlarına göre ekimle birlikte, 4 kg/da saf N olacak şekilde amonyum sülfat (% 21 N) formunda azotlu gübre, her parsele homojen şekilde uygulanmıştır. Araştırmanın konusunu teşkil eden fosforlu gübreler ise belirlenen dozlara göre triple süper fosfat (% 43-44 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) formunda ekimle birlikte banda verilmiştir. Ekim işlemi Aralık ayının ilk haftasında (05/12/2023) gerçekleştirilmiştir. Yaygın mürdümük bitkisinin çıkışından çiçeklenme dönemine kadar geçen süreç içerisinde yabancı otlar görüldüğünde elle çapa yapmak suretiyle mücadelesi yapılmıştır. Biçim işlemi, bitkilerin tam çiçeklenme devresinde (Anonim, 2019), 30/04/2024 tarihinde yapılmıştır. Biçim sırasında parsel başlarından 0.5 m'lik, parsel kenarlarından ise birer sıra kenar tesiri olarak atılmıştır.

### 2.2.2. Araştırmada incelenen özellikler

Araştırmada, Anonim (2019) tarafından bildirilen esaslara göre; doğal bitki boyu, ana sap uzunluğu, ana sap kalınlığı, yeşil ot verimi ve kuru ot verimi parametreleri tespit edilmiştir.

### 2.2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen veriler, tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş; F testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Doğal Bitki Boyu

Fosforlu gübre dozlarının yaygın mürdümük bitkisinin doğal bitki boyuna etkisine ilişkin ortalama değerler Tablo 2'de sunulmuştur. En yüksek doğal bitki boyu 65.3 cm ile P<sub>12</sub> gübre dozunda belirlenmiş olup, bu dozda ölçülen ortalama doğal bitki boyu değeri ile P<sub>8</sub> (63.8 cm) ve P<sub>16</sub> (61.8 cm) dozları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. Çalışmada, en düşük doğal bitki boyu ise 57.5 cm ile fosforun uygulanmadığı kontrol (P<sub>0</sub>) konusunda saptanmıştır. Doğal bitki boyu yönünden P dozları arasındaki bu farklılık istatistiki olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 2).

Araştırma sonuçları, P dozu uygulaması arttıkça yaygın mürdümük bitkisinin doğal bitki boyunda P<sub>12</sub> dozuna kadar artışlar olduğunu göstermiştir. Fosfor uygulamalarının bitki boyuna önemli etkilerinin olduğu; yem bezelyesi (Yılmaz, 2010), koca fiğ (Altıparmak, 2016), horozibiği (Dumanoğlu ve Geren, 2019), nohut (Kulaç ve Bildirici, 2020), burçak (Eken ve Türk, 2021) gibi bazı bitki türlerinde yapılan çalışmalarda da rapor edilmiştir. Fosfor uygulaması özellikle baklagillerde kök gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Artan fosfor uygulamasına bağlı olarak kök gelişiminin de artması kökün topraktaki yüzey alanını genişletmekte ve buna bağlı olarak bitkilerin ihtiyaç duyduğu diğer besin elementlerinden yararlanma oranları dolayısıyla besin maddelerinin alımı da artmaktadır (Marschner, 2008). Fosfor uygulamasına bağlı olarak bitki boyunun artması; artan bu besin maddeleri alımının bitkinin vejetatif gelişmesini olumlu yönde etkilemesiyle, bitki büyümesi ve gelişiminde fosforun düzenleyici ve yapısal bir besin element olması (Yun ve Kaeppler, 2001) ile açıklanabilir.

**Tablo 2.** Yaygın mürdümük bitkisinde farklı P dozlarında belirlenen bazı tarımsal özelliklere ait ortalama değerler\*

P dozları (kg/da)	Doğal bitki boyu (cm)	Ana sap uzunluğu (cm)	Ana sap kalınlığı (mm)	Yeşil ot verimi (kg/da)	Kuru ot verimi (kg/da)
0	57.5 c	73.5	2.63	1243 b	252.7 c
4	60.3 bc	77.8	2.86	1261 b	257.5 bc
8	63.8 ab	79.3	2.90	1458 b	299.6 b
12	65.3 a	80.8	2.92	1762 a	363.4 a
16	61.8 abc	82.8	2.93	1295 b	263.9 bc
Ortalama	61.7	78.8	2.85	1404	287.4
F değeri	9.923**	0.648 <sup>öd.</sup>	1.002 <sup>öd.</sup>	20.432**	22.569**
VK (%)	3.11	11.01	8.61	6.85	6.79

\*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir, \*\*:  $p < 0.01$  hata sınırları içerisinde önemlidir, öd.: Önemli değil, VK: Varyasyon katsayısı

### 3.2. Ana Sap Uzunluğu

Çalışmada, P dozlarının artışına bağlı olarak yaygın mürdümük bitkisinde ana sap uzunluğu değerleri artış göstermiştir. Ancak, bu artış istatistiki yönden önemsiz olmuştur. Fosfor dozu uygulamalarına bağlı olarak ana sap uzunluğu değerleri 73.5-82.8 cm arasında değişkenlik göstermiştir (Tablo 2).

Araştırmada kullanılan Gürbüz-2001 çeşidi ile daha önce aynı koşullarda yürütülen bir araştırmada ortalama ana sap uzunluğu 59.33 cm (Özyazıcı ve Açıkbaz, 2019a), Diyarbakır koşullarında ortalama 86.67 cm (Seydoşoğlu ve ark., 2015) olarak belirlenmiştir.

### 3.3. Ana Sap Kalınlığı

Fosforlu gübre dozlarının yaygın mürdümük bitkisinin ana sap kalınlığına etkisine ilişkin ortalama değerler Tablo 2’de sunulmuştur. Araştırmada, P dozlarının artışına bağlı olarak ana sap kalınlığı değerleri artmasına rağmen, sap kalınlığı bakımından P dozları arasındaki farklılık istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur. Fosfor dozu uygulamalarına bağlı olarak ana sap kalınlığı değerleri 2.63-2.93 mm arasında değişkenlik göstermiştir (Tablo 2).

Farklı yem bitkisi türleri ile yürütülen diğer bazı araştırmalarda fosforlu gübrelemenin bitkilerde sap kalınlıklarını arttırdığı ifade edilmiştir (Mahmud ve ark., 2003; Altıparmak, 2016; Temel ve Şahin, 2022).

### 3.4. Yeşil Ot Verimi

Fosforlu gübre dozlarının yaygın mürdümük bitkisinin yeşil ot verimine etkisine ilişkin ortalama değerler Tablo 2’de sunulmuştur. Araştırmada, istatistiksel olarak anlamlı farklılık ( $p < 0.01$ ) P<sub>12</sub> fosfor dozu ile diğer dozlar arasında gerçekleşmiş olup, P<sub>12</sub> dozunda en yüksek yeşil ot verimi (1762 kg/da) elde edilirken; fosforun, ele alınan diğer dozlarının yeşil ot verimleri istatistiksel olarak ikinci grubu oluşturarak en düşük grupta yer almışlardır (Tablo 2). Fosfor dozlarına bağlı olarak yeşil ot veriminin artması, fosforun bitkilerde başta fotosentez olmak üzere bitkide metabolik olaylarda rol oynaması ve bunun sonucunda da bitki gelişiminin artması ile açıklanabilir.

Farklı baklagil yem bitkisi türleri ile yürütülen bazı araştırmalarda da, fosfor dozlarının yeşil ot verimini önemli ölçüde olumlu yönde etkilediği, bu çalışmalarda, örneğin; Samsun ekolojisinde ak üçgülde 12 kg/da (Acar ve Önal Aşçı, 2006), Siirt ekolojik koşullarında koca fiğde 9 kg

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019b), Eskişehir koşullarında yoncada 6 kg/da (Pehlivan, 2022) dozunun yağ ot verimi yönünden en etkili doz olduğu tespit edilmiştir.

### 3.5. Kuru Ot Verimi

Fosforlu gübre dozlarının yaygın mürdümük bitkisinin kuru ot verimine etkisine ilişkin ortalama değerler Tablo 2'de sunulmuştur. Araştırmada, en yüksek kuru ot verimi, yeşil ot veriminde olduğu gibi dekara 12 kg saf P uygulanan konuda (363.4 kg/da) elde edilmiştir. En düşük kuru ot verimi ise 252.7 kg/da ile P<sub>0</sub> işleminde saptanmıştır. Kuru ot verimi yönünden P dozları arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 2).

Fosforlu gübrelemenin yaygın mürdümük bitkisinde kuru ot veriminde artışlara neden olması; fotosentezde rol oynayan fosforun (Colomb ve ark., 2000; Kacar ve Katkat, 2009), bitki boyu, sap kalınlığı gibi verime etkili unsurları da arttırmasına bağlı olarak, bitkide daha fazla kuru madde birikimine neden olması ile açıklanabilir. Mevcut araştırma bulgularına benzer şekilde, yüksek kuru ot verimi için fosforlu gübrelemeye ihtiyaç duyulduğu, P dozu uygulamalarının çayır üçgülü (Özyazıcı ve Manga, 1996), koca fiğ (Yılmaz, 2008; Türk ve ark., 2007; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019b), tüylü fiğ (Türk ve ark., 2009), yaygın fiğ (Yıldız ve Türk, 2015) gibi baklagil yem bitkilerinde kuru ot verimini arttırdığı bildirilmiştir.

## 4. SONUÇ

Ot verimi ve verime etkili diğer bileşenler de dikkate alındığında yaygın mürdümük bitkisinde saf madde üzerinden dekara 12 kg fosforlu gübre uygulamasının etkili doz olduğu görülmüştür. Araştırma sonucuna göre; Siirt ili yarı kurak iklim koşullarında, fosforun çok az ve/veya az düzeyde olduğu toprak şartlarında, ot üretimi amacıyla yaygın mürdümük yetiştiriciliğinde 12 kg/da P uygulaması önerisi yapılabilir. Ancak, uygun gübre dozu önerisinin en az iki yıllık bir çalışmanın sonucunda yapılabileceği de unutulmamalıdır.

#### KAYNAKÇA

1. Acar, Z., Önal Aşçı, Ö. (2006). Fosfor uygulamasının ak üçgül (*Trifolium repens* L.)'ün ot ve sap verimi üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(3): 323-329.
2. Açıkgöz, N., Açıkgöz, N. (2001). Tarımsal araştırmaların istatistiki değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar: I. Tek faktörlü denemeler. *Anadolu*, 11(1): 135-147.
3. Ahlawat, I.P.S., Singh, A., Saraf, C.S. (1981). Effects of winter legumes on the nitrogen economy and productivity of succeeding cereals. *Exp Agric.*, 17: 57-62.
4. Altıparmak, S. (2016). Fosforlu gübrelemenin bazı koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) hatlarında verim ve verim öğelerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
5. Anonim, (2019). Baklagil Yem Bitkileri Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. Yonca (*Medicago sativa* L.), Korunga (*Onobrychis viciifolia* Scop.), Üçgül Türleri (*Trifolium* L.), Fiğ Türleri (*Vicia* L.), Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* spp. *arvense* L.), Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.), Alaca Taç Otu (*Coronilla varia* L.), Gazal Boynuzu (*Lotus corniculatus* L.). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara, (<https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Duyuru%20Belgeleri/2019/%C3%A7ay%C4%B1r%20mera/baklagil%20yem%20bitkileri.pdf>), (Erişim Tarihi: 20/05/2023).
6. Campbell, C.G. (1997). Grass pea (*Lathyrus sativus* L.) promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. *International Plant Genetic Resources Institute*, Vol. 18, Italy.
7. Campbell, C.G., Mehra, R.B., Agrawal, S.K., Chen, Y.Z., Abd ElMoneim, A.M., Khawaja, H.I.T., Yadov, C.R., Tay, J.U., Araya, W.A. (1993). Current status and future strategy in breeding grass pea (*Lathyrus sativus*). *Euphytica*, 73: 167-175.
8. Colomb, B., Kiniry, R.J., Debaeke, P. (2000). Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field grown maize. *Agronomy Journal*, 92(3): 428-435.
9. Dumanoğlu, Z., Geren, H. (2019). Horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*)'nde farklı azot ve fosfor seviyelerinin ot verimi ve bazı silaj özelliklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(1): 45-52.
10. Eken, M., Türk, M. (2021). Farklı fosfor dozu uygulamalarının burçak (*Vicia ervilia* L.)'ta verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1): 1-6.
11. Kacar, B., Katkat, A.V. (2009). Bitki Besleme. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No: 49, Nobel Yayın No: 849, Fen Bilimleri: 30, 4. Baskı, Ankara, 659s.
12. Karaca, S., Çimrin, M.K. (2002). Adi fiğ (*Vicia sativa* L.)+arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımında azot ve fosforlu gübrelemenin verim ve kaliteye etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(1): 47-52.
13. Kosev, V., Vasileva, V., Popović, V. (2023). Yodai-a new variety of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Genetika*, 55(3): 997-1005.
14. Kulaç, O., Bildirici, N. (2020). Bursa-Gemlik ekolojik koşullarında farklı fosfor dozlarının azkan nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidinin verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(3): 697-704.
15. Kumar, S. (1997). Utilization of *Lathyrus*. *Lathyrus Genetic Resources Network*, New Delhi, India, pp. 57-59.
16. Lassoued, S., Giosafatto, C.V.L., Mariniello, L., Neila, T.F. (2023). Morphological characterization and in vitro digestibility of seven *Lathyrus sativus* (grass pea) accessions

- originating from Eurasia, Africa, and Canada. *European Food Research and Technology*, 249: 2419-2432.
17. Mahmud, K., Ahmad, I., Ayub, M. (2003). Effect of nitrogen and phosphorus on the fodder yield and quality of two sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 5(1): 61-63.
  18. Majee, A., Maji, S., Bhowmick, U.R., Mondal, S., Biswas, P., Mondal, A., Saharoy, A., Paul, A. (2023). Effect of zinc nutrition on *Lathyrus* (*Lathyrus sativus* L.) under varying sowing dates in the gangetic plains. *Legume Research*, (DOI; 10.18805/LR-5152).
  19. Marschner, H. (2008). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Digital Print, Academic Press, 889p.
  20. Mehr, H.M., Koocheki, A. (2020). Effect of atmospheric cold plasma on structure, interfacial and emulsifying properties of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) protein isolate. *Food Hydrocolloids*, 106: 105899.
  21. Mozafarpour, R., Koocheki, A. (2023). Effect of ultrasonic pretreatment on the rheology and structure of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) protein emulsion gels induced by transglutaminase. *Ultrasonics Sonochemistry*, 92: 106278.
  22. Mozafarpour, R., Sani, M.A., Koocheki, A., McClements, D.J., Mehr, H.M. (2022). Ultrasound modified protein colloidal particles: Interfacial activity, gel property and encapsulation efficiency. *Adv. Colloid Interface Sci.*, 102768.
  23. Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S. (2019a). Yaygın mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) genotiplerinin yarı kurak iklim koşullarında bazı tarımsal özellikleri ile verim performanslarının belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17: 1058-1068.
  24. Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S. (2019b). Koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) bitkisinde fosforlu gübre dozlarının ot ve tohum verimine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17: 1031-1036.
  25. Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S. (2023). Forage quality and mineral composition of common grasspea (*Lathyrus sativus* L.) genotypes. *Journal of Elementology*, 28(2): 405-421.
  26. Özyazıcı, M.A., Manga, İ. (1996). Bafra ekolojik şartlarında farklı sıra aralığı ve fosforlu gübrelemenin, çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.)'nün kuru ot ve ham protein verimi ile otun ham protein oranına etkileri üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1): 13-25.
  27. Pehlivan, E. (2022). Fosforlu gübrelemenin yoncanın (*Medicago sativa* L.) verim ve kalitesine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir*.
  28. Seydoşoğlu, S., Saruhan, V., Kökten, K., Karadağ, Y. (2015). Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(3): 98-109.
  29. Smartt, J. (1990). *Grain Legumes: Evolution and Genetic Resources*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, p200.
  30. Temel, S., Şahin, C. (2022). *Atriplex nitens* Schkuhr'in ot verim ve kalite özelliklerine farklı azot ve fosforlu gübre dozlarının etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 8(3): 491-501.
  31. Thakre, V.S., Pardeshi, I.L., Murumkar, R.P. (2023). Different physical properties of *Lathyrus sativus* L. (Grass pea). *Journal of Agriculture Research and Technology*, 48(1): 115-119.

32. Türk, M., Albayrak, S., Yüksel, O. (2007). Effects of phosphorus fertilization and harvesting stages on forage yield and quality of narbon vetch. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 50: 457-462.
33. Türk, M., Albayrak, S., Yüksel, O. (2009). Effects of fertilisation and harvesting stages on forage yield and quality of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 52(3): 269-275.
34. Yıldız, F., Türk, M. (2015). Effects of phosphorus fertilization on forage yield and quality of common vetch (*Vicia sativa* Roth.). *YYU J Agr Sci.*, 25(2): 134-139.
35. Yılmaz, S. (2010). Farklı fosfor dozlarının yem bezelyesi'nin (*Pisum arvense* L.) tohum verimi ve bazı tohum verimi kıstaslarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
36. Yılmaz, Ş. (2008). Effects of increased phosphorus rates and plant densities on yield and yield-related traits of narbon vetch lines. *Turk J Agric For.*, 32: 49-56.
37. Yun, S.J., Kaeppler, S.M. (2001). Induction of maize acid phosphatase activity under phosphorus starvation. *Plant Soil*, 237: 109-115.

**YAPRAKTAN ÇİNKO UYGULAMALARININ ÇEMEN  
(Trigonella foenum-graecum L.)'İN VERİM VE VERİM BİLEŞENLERİNE ETKİSİ**

**Doç. Dr., Gülen ÖZYAZICI\*(ORCID:0000-0003-2187-6733)**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,

**Email:**gulenozyazici@siirt.edu.tr

**Doç. Dr., Mehmet Arif ÖZYAZICI (ORCID:0000-0001-8709-4633)**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,

**Email:**arifozyazici@siirt.edu.tr

**ÖZET**

Bu araştırma, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında 2022-2023 vejetasyon döneminde çinko (Zn) dozlarının (0, 1, 2, 3 g L<sup>-1</sup>) çemen (Trigonella foenum-graecum L.) bitkisinin verim ve bazı verim bileşenlerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, deneme konularına göre Zn, çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme başlangıcı olmak üzere iki dönemde yapraktan uygulanmıştır. Çalışmada, bitki boyu, dal sayısı, bakla sayısı, baklada tane sayısı, biyolojik verim, tohum verimi, hasat indeksi ve bin tane ağırlığı özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, bitki boyu hariç incelenen diğer tüm özellikler Zn dozlarından önemli düzeyde etkilenmiştir. Çinko dozlarına göre, bitki boyu 63.67-68.50 cm, dal sayısı 2.00-2.92 adet bitki<sup>-1</sup>, bakla sayısı 15.40-20.80 adet bitki<sup>-1</sup>, baklada tane sayısı 12.00-15.87 adet, biyolojik verim 764.00-922.33 kg da<sup>-1</sup>, tohum verimi 124.67-160.47 kg da<sup>-1</sup>, hasat indeksi % 15.58-19.98 ve bin tane ağırlığı 16.50-17.67 g arasında değişmiştir. Alınabilir Zn kapsamı az düzeyde olan topraklarda tohum verimi için çemen bitkisine yapraktan 1 g L<sup>-1</sup> Zn uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Trigonella foenum-graecum, Çemen, Çinko, Verim, Bin Tane Ağırlığı



**EFFECT OF FOLIAR ZINC APPLICATIONS ON YIELD AND YIELD  
COMPONENTS OF FENUGREEK (*Trigonella foenum-graecum* L.)**

**ABSTRACT**

This study was conducted to determine the effects of zinc (Zn) doses (0, 1, 2, 3 g L<sup>-1</sup>) on yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) plant in the Siirt University Faculty of Agriculture Field Crops Department experiment area during the 2022-2023 vegetation period. In the study, Zn was applied foliarly in two periods, before flowering and at the beginning of flowering, according to the trial subjects. In research, plant height, branch number, pod number, seed per pod, biological yield, seed yield, harvest index and thousand grain weight characteristics were examined. As a result of the research, the characteristics examined, except plant height efficiency, were significantly affected by Zn doses. According to Zn doses, plant height, branch number, pod number, seed per pod, biological yield, seed yield, harvest index, thousand grain weight were changed between 63.67-68.50 cm, 2.00-2.92 number plant<sup>-1</sup>, 15.40-20.80 number plant<sup>-1</sup>, 12.00-15.87 number, 764.00-922.33 kg da<sup>-1</sup>, 124.67-160.47 kg da<sup>-1</sup>, 15.58-19.98%, and 16.50-17.67 g, respectively. It was concluded that 1 g L<sup>-1</sup> zinc can be applied foliar to fenugreek in soils with low available Zn content.

**Keywords:** *Trigonella foenum-graecum*, Fenugreek, Zinc, Yield, Thousand Grain Weight

## GİRİŞ

Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.), Fabaceae familyasına ait, tıbbi, aromatik ve yem bitkisi olarak kullanılan ve bu özellikleri nedeniyle de dünya çapında yaygın olarak kültürü yapılan bir bitkidir (Abdelhameed ve ark., 2021). Çemen otu, içerdiği sekonder metabolitlere bağlı olarak farmakolojik özellikleri nedeniyle geleneksel tıpta kullanılan (Özyazıcı, 2023), kuru ot, tane ve silaj olarak değerlendirilerek yem bitkisi olarak yetiştirilen (Özyazıcı ve ark., 2022), güçlü tadı ve kokusundan dolayı yaprakları ve tohumları gıda ürünlerinde baharat olarak yaygın bir şekilde kullanılan (Sadak, 2019) çok amaçlı bir üründür. Çemen bitkisi, diğer birçok kültür bitkilerinde olduğu gibi, yetiştiriciliğinde bazı makro ve mikro bitki besin maddelerini toprakta hazır durumda ister. Bu nedenle, toprakta eksikliği görülen besin elementlerinin gübreleme yolu ile karşılanması çemende de önem taşımaktadır.

Bitkilerin gübre ihtiyaçlarını karşılamak için topraktan veya yapraktan farklı türde mikro besinler kullanılır. Demir, mangan, bor ve çinko (Zn) gibi mikro besinlerin kullanılması, özellikle stresli koşullar altındaki bitkilerin iyileştirilmesine yardımcı olabilir (Fatemi ve ark., 2020; Umair Hassan ve ark., 2020). Bu besinlerin yapraktan spreylere uygulanması bitkinin fizyolojisini, büyümesini ve üretimini iyileştirir (Bagale, 2021). Genel olarak, tuzluluk stresi altında çemen otu gelişiminin iyileştirilmesi için bor ve Zn yaprak spreyleri önerilmektedir (Khan ve ark., 2024). Enzim katalizinin gelişmesinde anahtar role de sahip olan Zn (Al-Zahrani ve ark., 2021), bitkilerde büyümeyi desteklemeye yardımcı olan oksin oluşumunda hayati bir rol oynar (Khan ve ark., 2024). Çinko eksikliğinde bitkilerde anormal gelişim, azalmış enzim aktivitesi ve sonuçta metabolizmanın bozulması gibi çeşitli sorunlar ortaya çıkabilir (Khan ve ark., 2022).

Çinko, makro besin maddelerine göre daha az miktarda ihtiyaç duyulan mikro besinlerden biridir (Prabha ve ark., 2024). Ancak, Zn gibi mikro besinlerin miktarı bitkilerde minimum düzeydedir ve bu da ele alınması gereken ciddi bir sorun teşkil etmektedir (Haddad ve ark., 2016). Bitkideki yetersiz Zn seviyesi, fotosentez ve azot metabolizması hızını yavaşlatır, çiçeklerin ve meyvelerin büyümesini engeller ve sonuçta tarımsal verimi düşürür (Mumivand ve ark. 2021; Aayushee ve ark., 2023).

Bu çalışmada, yapraktan uygulanan Zn dozlarının çemen (*T. foenum-graecum*) bitkisinin tohum verimi ve bazı verim bileşenlerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında, 2022-2023 yetiştirme döneminde yürütülmüştür. Çalışmada, Adana yöresine ait çemen genotipi bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Çemen bitkisinin ekim-hayat döneminde (Kasım 2022-Haziran 2023) ortalama sıcaklık değeri 14.9 °C ve toplam yağış miktarı 346.4 mm olarak ölçülmüştür (Anonim, 2023). Deneme kurulmadan önce 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Araştırma toprakları killi-tın tekstürlü, tuzsuz ve nötr karakterde olup; kireç içeriği “az kireçli”, organik madde kapsamı “çok az”, alınabilir fosfor (P) ve Zn kapsamı “az”, alınabilir potasyum (K) içeriği ise “fazla” düzeydedir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Araştırma yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özelliği	Değeri
Kum, %	35.32
Kil, %	38.18
Silt, %	26.50
pH	6.58
Elektriksel iletkenlik, $\mu\text{S}/\text{cm}$	350
Kireç ( $\text{CaCO}_3$ ), %	0.08
Organik madde, %	0.80
Alınabilir P, $\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{da}$	5.2
Alınabilir K, $\text{kg K}_2\text{O}/\text{da}$	80
Alınabilir Zn, ppm	0.61

Tarla denemesi tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çinkonun 0, 1, 2 ve 3  $\text{g L}^{-1}$  dozları araştırmanın konusunu oluşturmuştur.

Bitkiler 30 cm sıra arası mesafede ve 4 sıra olacak şekilde, 3  $\text{kg}/\text{da}$  ekim normu ile ekilmiş olup, parsel büyüklüğü,  $1.2 \times 2 = 2.4 \text{ m}^2$  dir. Ekim öncesi toprak analiz sonuçlarına göre, her parselde homojen olacak şekilde, 7  $\text{kg N}/\text{da}$  azotlu (Amonyum sülfat, % 21 N) ve 5  $\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{da}$  fosforlu (Triple süper fosfat, % 43-44  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) gübre uygulanmıştır. Ekim işlemi, 25 Kasım 2022 tarihinde, hasat ise çemen baklalarının sarımsı kahverengi olduğu dönemde 19 Mayıs 2023 tarihinde yapılmıştır. Yapraktan Zn uygulamaları; çinko sülfat ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) formunda, yarısı çiçeklenme öncesi, kalan diğer yarısı ise çiçeklenme başlangıcı olmak üzere iki kez uygulanmıştır. Çalışmada, bitki boyu, dal sayısı, bakla sayısı, baklada tane sayısı, biyolojik verim, tohum verimi, hasat indeksi ve bin tane ağırlığı özellikleri incelenmiştir.

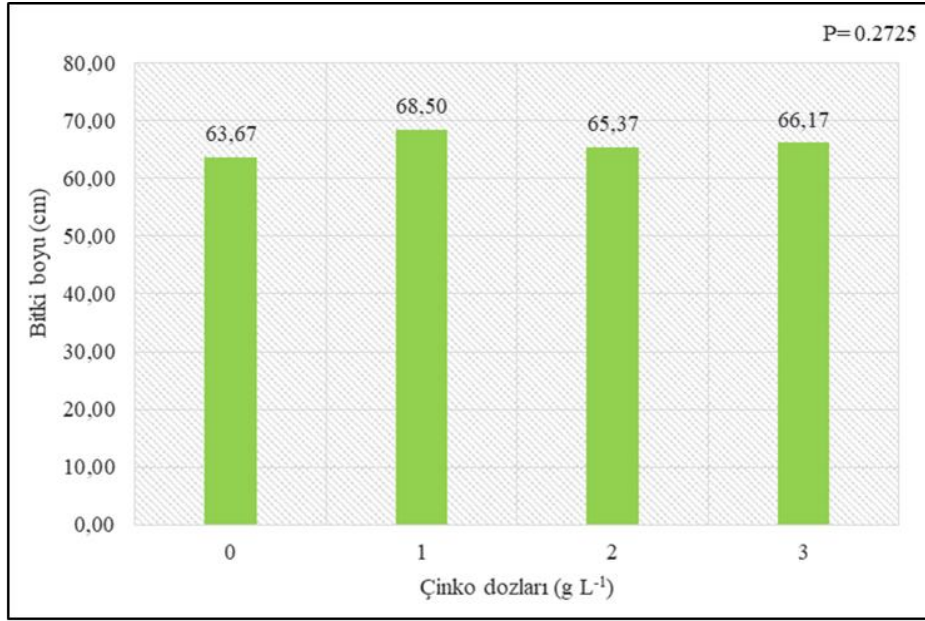
Araştırma sonucunda elde edilen veriler, tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Bitki boyu

Çinko dozlarının çemen bitkisinin bitki boyu üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bitki boyu 63.67-68.50 cm arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 1).

Literatürdeki bazı çalışmalar incelendiğinde, mevcut araştırma bulgularından farklı olarak, örneğin; fasulye (Salehin ve Rahman, 2012), soya (Ramesh ve ark., 2014; Yadav ve ark., 2021) ve yerfıstığı (Radhika ve Meena, 2021) bitkilerinde yapraktan sprey halinde Zn uygulamasının bitki boyunu önemli ölçüde etkilediği rapor edilmiştir.

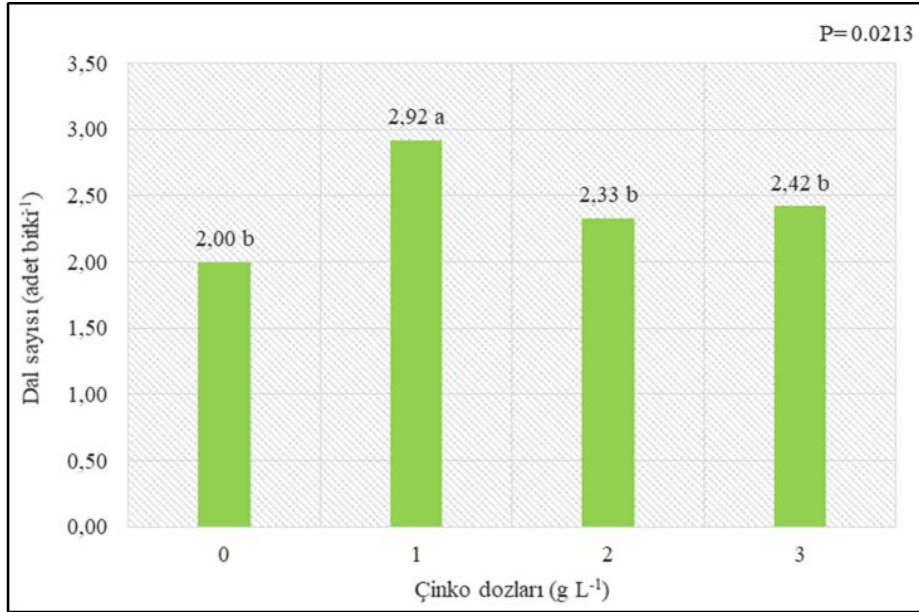


Şekil 1. Çinko dozlarının çemenin bitki boyuna etkisi

### 3.2. Dal sayısı

Çinko dozlarının çemenin dal sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Dal sayısı bakımından bu anlamlı farklılık,  $1 \text{ g L}^{-1}$  Zn konusu ile diğer Zn dozları arasında meydana gelmiştir. Buna göre, en fazla dal sayısı  $2.92 \text{ adet bitki}^{-1}$  ile en düşük Zn dozunda ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ) tespit edilmiştir (Şekil 2).

Pariari ve ark. (2009) çemende dal sayısını % 0.2 Zn dozunda belirlemiş ve Zn dozları arttıkça dal sayısının azaldığını tespit etmişlerdir. Sammauria ve Yadav (2008), yapraktan bir ve iki kez uygulamanın kontrole göre çemende dal sayısını arttırdığını, topraktan ve yapraktan Zn uygulamalarının dal sayısını istatistiki olarak önemli derecede etkilediğini bildirmişlerdir. Waraich ve ark. (2011), çinkonun oksin üretimini etkilediğini ve çinkonun oksin oluşumunun öncüsü olan triptofan üretimi için bir ko-enzim olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, Zn uygulaması sonucunda oksin üretimindeki artış, bitkilerde kök büyümesini arttırdığını rapor etmişlerdir.



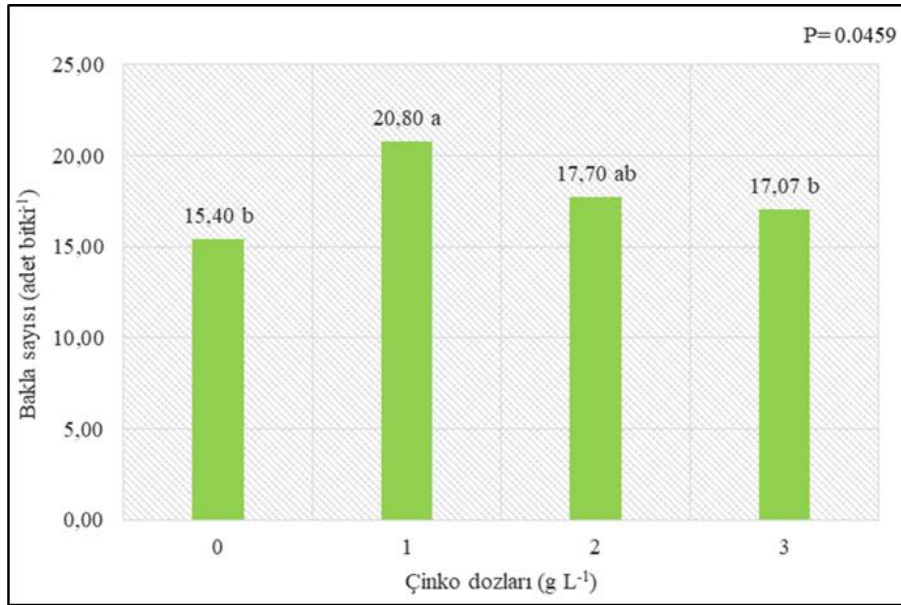
Şekil 2. Çinko dozlarının çemenin dal sayısına etkisi

### 3.3. Bakla sayısı

Çemen bitkisinin bakla sayısı üzerine Zn dozlarının etkileri istatistiksel anlamda  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek bakla sayısı ( $20.80 \text{ adet bitki}^{-1}$ )  $1 \text{ g L}^{-1}$  Zn dozunda belirlenmekle beraber,  $2 \text{ g L}^{-1}$  Zn dozu ( $17.70 \text{ adet bitki}^{-1}$ ) ile aralarında istatistiki olarak farklılık bulunmamaktadır (Şekil 3).

Pariari ve ark. (2009), bu çalışmada olduğu gibi, çinkonun düşük konsantrasyonlarının kontrole göre çemende bakla sayısını, baklada tane sayısını pozitif yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Mahady (1990) bakla bitkisi ile, Salehin ve Rahman (2012) fasülye bitkisi ile yaptıkları çalışmalarda da Zn yaprak uygulamasının bitkide bakla sayısını arttırdığını rapor etmişlerdir.

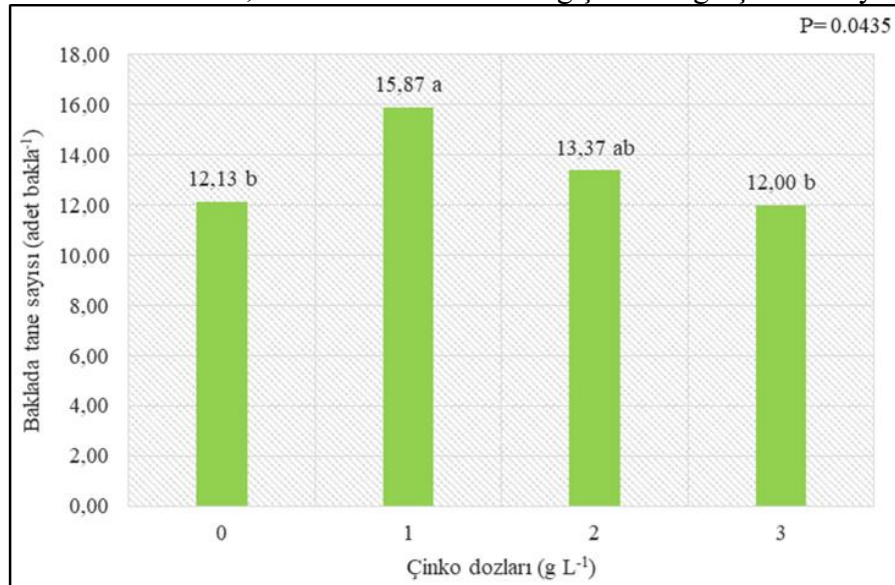
Çemen bitkisi ile yapılan çalışmalarda bitki başına bakla sayısı  $2.50-49.00$  adet arasında değişmiştir (Başbağ ve Tonçer, 2005; Sağlam ve Bayram, 2009; Kakani ve ark., 2011; Zandi ve ark., 2011; Bozdemir ve ark., 2016; Chaichi ve ark., 2015; Güzel ve Özyazıcı, 2021; Akbay ve Erol, 2019; Akbay ve ark., 2023). Mevcut araştırmadan elde edilen bakla sayısı değerleri literatürlerde bildirilen değerler ile uyumludur.



Şekil 3. Çinko dozlarının çemenin bitki başına bakla sayısına etkisi

### 3.4. Baklada tane sayısı

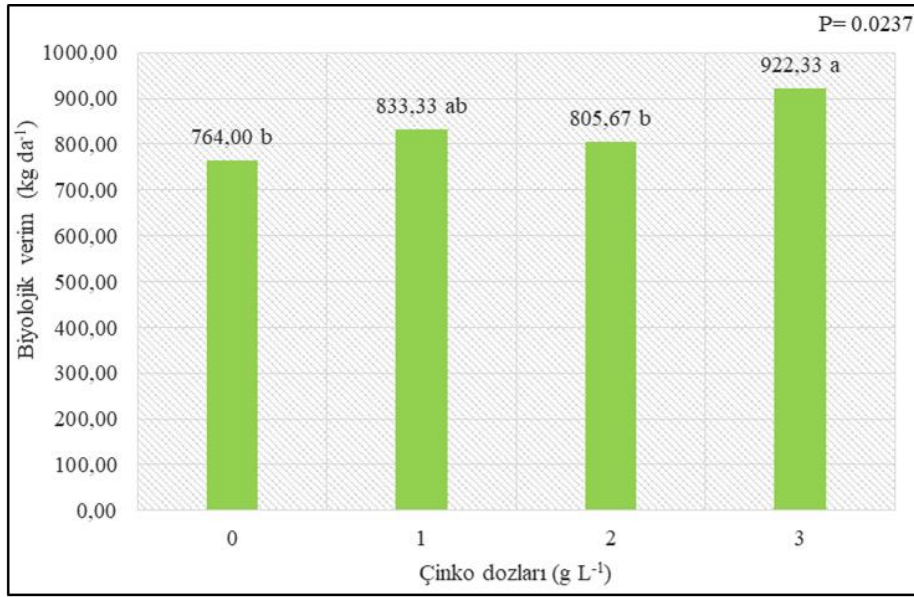
Çinko dozlarının baklada tane sayısına etkisi istatistiksel anlamda  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek baklada tane sayısı 15.87 adet ile 1 g L<sup>-1</sup> Zn uygulamasında elde edilmiştir. Bunu istatistiki olarak ikinci grubu oluşturan 2 g L<sup>-1</sup> (13.37 adet) Zn dozu takip etmiştir (Şekil 4). Mevcut araştırma bulgularına benzer şekilde Salehin ve Rahman (2012) da, yapraktan Zn uygulamalarının fasülyede bakla başına tane sayısını arttırdığını belirlemişlerdir. Baklada tane sayısını, Adana genotipinde; Akbay ve Erol (2019) 13.77 adet, Güzel ve Özyazıcı (2021) 14.66 adet ve Akbay ve ark. (2023) 13.19 adet olarak bildirmişlerdir. Çemen genotipleri ile yapılan diğer bazı çalışmalarda ise, baklada tane sayısının; Başbağ ve Tonçer (2005) 13.3-16.4 adet, Kakani ve ark. (2011) 12.0-37.0 adet, Chauhan ve ark. (2017) 7.84-16.24 adet, Sharanya ve ark. (2018) ise 15.80-17.90 adet arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmada elde edilen veriler, literatürde bildirilen değişim aralığı içerisinde yer almaktadır.



Şekil 4. Çinko dozlarının çemenin baklada tane sayısına etkisi

### 3.5. Biyolojik verim

Çinko dozlarının çemenin biyolojik verimine etkisi istatistiki olarak  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek biyolojik verim  $3 \text{ g L}^{-1}$  Zn dozundan ( $922.33 \text{ kg da}^{-1}$ ) elde edilmiş olmakla beraber,  $1 \text{ g L}^{-1}$  ( $833.33 \text{ kg da}^{-1}$ ) Zn dozu ile aralarında istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır (Şekil 5). Farklı ekolojilerde yürütülen çalışmalarda, çemenin dekara biyolojik verimini Beyzi ve Gürbüz (2020)  $184.81\text{-}872.22 \text{ kg}$ , Yıldız ve Camlıca (2020)  $161.48\text{-}378.44 \text{ kg}$ , Güzel ve Özyazıcı (2021) ise  $512.0\text{-}762.0 \text{ kg}$  arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada elde edilen biyolojik verimlerin literatürdeki değerlerden genel olarak yüksek olduğu söylenebilir. Önceki çalışmalardan farklılıklar ise; genotip ve iklim koşullarının, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ve agronomik uygulamalarının farklı olmasıyla açıklanabilir.



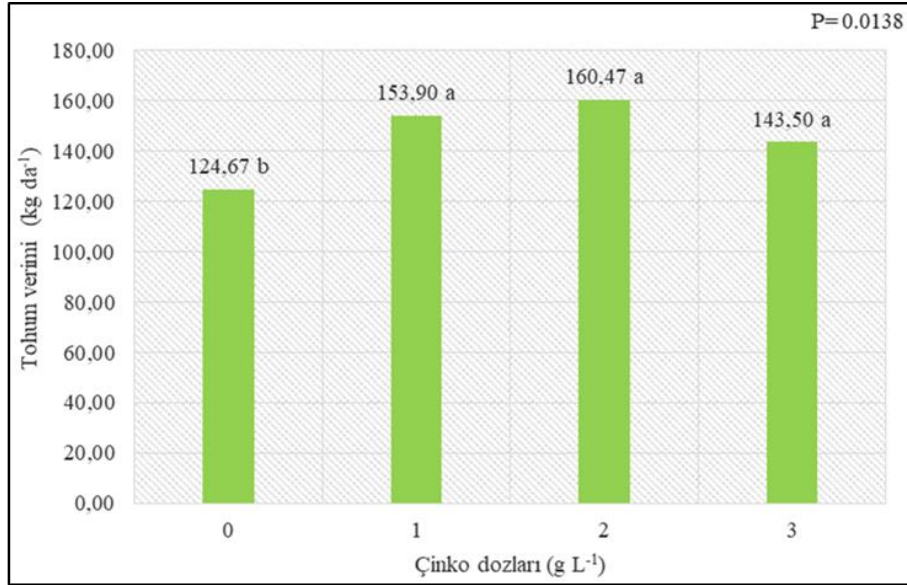
Şekil 5. Çinko dozlarının çemenin biyolojik verimine etkisi

### 3.6. Tohum verimi

Çemen bitkisinin tohum verimi üzerine Zn dozlarının etkileri istatistiki olarak  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Tohum verimi yönünden bu anlamlı farklılık, kontrol konusu ile diğer Zn dozları arasında meydana gelmiştir. Buna göre kontrol konusunda  $124.67 \text{ kg da}^{-1}$  ile en düşük tohum verimi elde edilirken, çinkonun diğer dozları istatistiki olarak aynı grupta yer alarak tohum verimi değerleri  $143.50\text{-}160.47 \text{ kg da}^{-1}$  arasında değişim göstermiştir (Şekil 6).

Yapraktan Zn uygulamalarının bazı baklagil bitkilerinde, örneğin; baklada (Mahady, 1990), fasulyede (Valenciano ve ark., 2007; Salehin ve Rahman, 2012) tohum verimini arttırdığı rapor edilmiştir. Thalooh ve ark. (2005), yapraktan Zn uygulamasının ayçiçeği bitkisinde verimi ve verim özellikleri üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu; Ali ve Mowafy (2003), Zn (%) ile yaprak spreyi uygulamasının yer fıstığı verimini hafifçe iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Adana popülasyonu ile yapılan çalışmalarda dekara tohum verimini Akbay ve Erol (2019)  $131.77 \text{ kg}$ , Güzel ve Özyazıcı (2021)  $126.0 \text{ kg}$  olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada kontrol konusu dışındaki elde edilen tohum verimi değerleri literatürlerde belirlenen değerlerin üzerinde bulunmuştur.

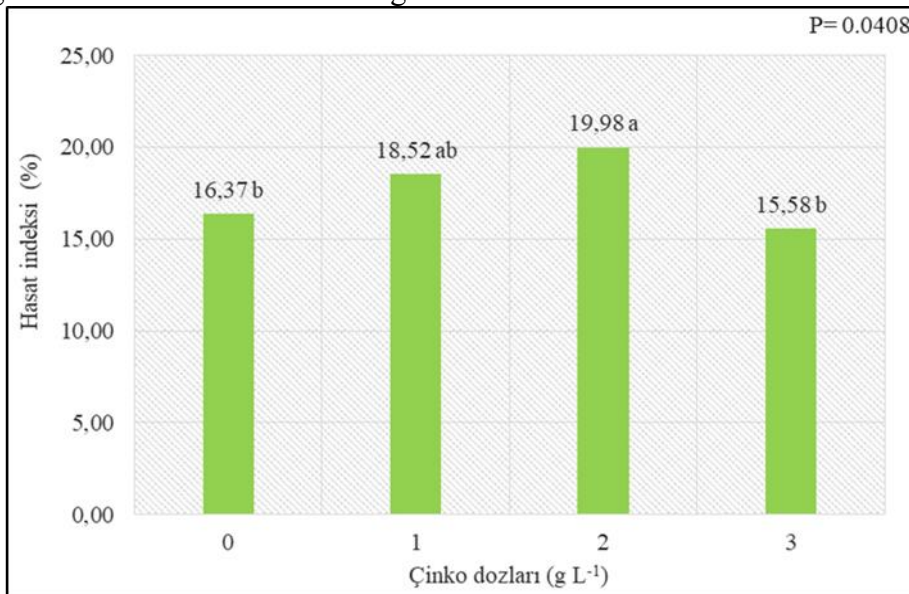


Şekil 6. Çinko dozlarının çemenin tohum verimine etkisi

### 3.7. Hasat indeksi

Çinko dozlarının çemen bitkisinin hasat indeksine etkisi istatistiki olarak  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Hasat indeksini, ilk iki Zn dozları kontrol konusuna göre arttırmış, 3 g L<sup>-1</sup> dozunda kontrol konusundan daha düşük hasat indeksi belirlenmiştir. Çalışmada, 2 g L<sup>-1</sup> Zn dozu % 19,98 hasat indeksi değeri ile istatistiki olarak birinci grubu oluşturmuş; bu dozu, % 18,52 ile 1 g L<sup>-1</sup> Zn dozu takip etmiştir (Şekil 7).

Farklı çemen genotiplerinde yürütülen çalışmalarda hasat indeksinin; Verma ve Ali (2012) % 11,40-30,20, Güzel ve Özyazıcı (2021) % 13,87-17,45, Ceylan (2022) % 18,6-30,26, Özdemir (2023) ise % 20,15-30,30 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmada elde edilen hasat indeksi değerleri literatürler ile benzerlik göstermektedir.



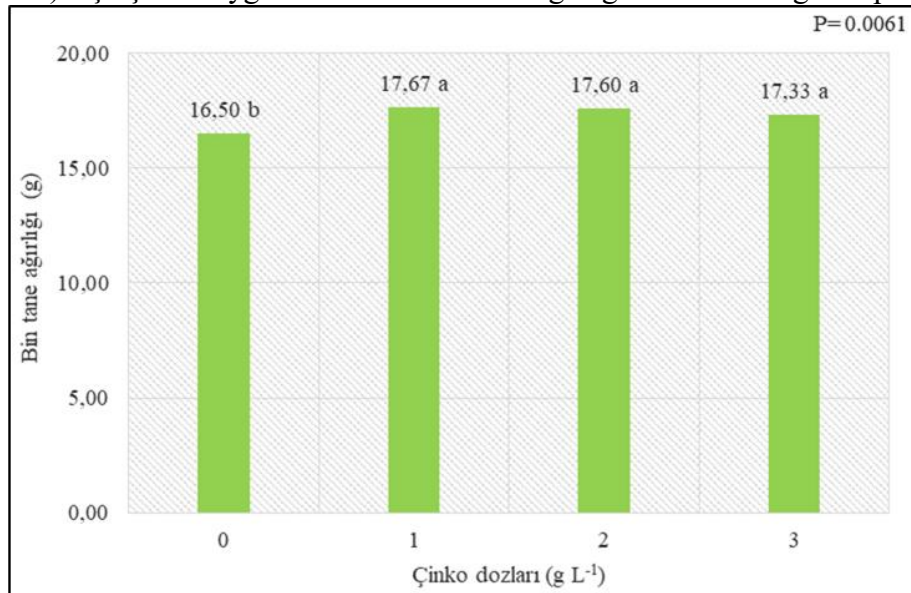
Şekil 7. Çinko dozlarının çemende hasat indeksine etkisi



### 3.8. Bin tane ağırlığı

Çinko dozlarının çemen bitkisinin bin tane ağırlığına etkisi istatistik olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Bin tane ağırlığı yönünden istatistik olarak anlamlı farklılık kontrol konusu ile diğer Zn dozları arasında meydana gelmiştir. Buna göre kontrol konusunun bin tane ağırlığı 16.50 g ile en düşük değeri göstermiştir. Uygulanan Zn dozlarında ise bin tane ağırlığı yönünden en yüksek değerler saptanmıştır (Şekil 8). Mevcut araştırma bulgularına benzer şekilde Salehin ve Rahman (2012) da, yapraktan Zn uygulamalarının fasülyede bin tane ağırlığını arttırdığını belirlemişlerdir.

Güzel ve Özyazıcı (2021), Siirt koşullarında farklı çemen genotipleri ile yürüttükleri iki yıllık çalışmada, Adana genotipinin bin tane ağırlığını 15.58 g olarak belirlemişlerdir. Çinko uygulamalarının diğer bazı kültür bitkilerinde, örneğin; Yılmaz ve Sonkaya (2018) çeltikte, Çınar ve ark. (2019) aspirde, Kutlu ve ark. (2021) yulafta bin tane ağırlığını arttırdığını bildirirken; Aytaç ve ark. (2016) kanolada, Yenikalaycı ve Arslan (2020) yerfıstığında, Özbek ve Beyzi (2021) kişnişte Zn uygulamalarının bin tane ağırlığını etkilemediğini rapor etmişlerdir.



Şekil 8. Çinko dozlarının çemenin bin tane ağırlığına etkisi

### 4. SONUÇ

Araştırma sonucuna göre, çemen bitkisinde incelenen tüm özellikler dikkate alındığında, yapraktan 1 g L<sup>-1</sup> çinko sülfat gübre uygulamasının en etkili Zn dozu olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla beraber çinko dozunun önerilebilmesi için benzer iklim ve toprak koşullarında, çalışmanın birkaç yıl tekrarlanması gerekmektedir.

**KAYNAKÇA**

1. Aayushee, Malviya, T., Prabha, M., Tiwari, P., Singh, V. (2023). Gum Arabic capped Cu/Zn bimetallic nanoparticles for the germination and growth of chickpea. *MaterToday Proc.* (<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.638>).
2. Abdelhameed, R.E., Abdel Latef, A.A.H., Shehata, R.S. (2021). Physiological responses of salinized fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) plants to foliar application of salicylic acid. *Plants*, 10(4): 657.
3. Açıkgöz, N., Açıkgöz, N. (2001). Tarımsal araştırmaların istatistiki değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar: I. Tek faktörlü denemeler. *Anadolu*, 11(1): 135-147.
4. Akbay, F., Erol, A. (2019). Farklı çemen genotiplerinin tarımsal ve morfolojik özellikler yönünden değerlendirilmesi. *International Agricultural Congress of Muş Plain*, 24-27 Eylül, Muş.
5. Akbay, F., Uslu, Ö.S., Khan, H., Hosaflioglu, İ. (2023). Evaluation of agronomic attributes and herbage quality of selected *Trigonella* species. *Gesunde Pflanzen*, 75(6): 2919-2929.
6. Ali, A.A.G., Mowafy, S.A.E. (2003). Effect of different levels of potassium and phosphorus fertilizers with the foliar application of zinc and boron on peanut in sandy soils. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 30: 335-358.
7. Al-Zahrani, H.S., Alharby, H.F., Hakeem, K.R., Rehman, R.U. (2021). Exogenous application of zinc to mitigate the salt stress in *Vigna radiata* (L.) Wilczek-evaluation of physiological and biochemical processes. *Plants*, 10: 1005.
8. Anonim, 2023. Siirt İli İklim Verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
9. Bagale, S. (2021). Nutrient management for soybean crops. *Int J Agron.*, 1-10.
10. Başbağ, M., Tonçer, Ö. (2005). Diyarbakır koşullarında bazı çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) hatlarının verim ve verim kriterlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, 5-9 Eylül, Antalya, s. 1117-1122.
11. Beyzi, E., Gürbüz, B. (2020). Influence of sowing date and humic acid on fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 16: 100234.
12. Bozdemir, Ç., Çinkaya, N., Bahtiyarca, Bağdat R. (2016). Ankara ekolojik şartlarında kışlık çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) yetiştirme çalışmaları. *Ziraat Mühendisliği*, Sayı: 363.
13. Ceylan, E. (2022). Erzurum sulu koşullarda yetiştirilen farklı çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) genotiplerinin agronomik performanslarının belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
14. Chaichi, M.R., Dadresan, M., Pourbabaie, A., Hosseini, M.B., Yazdani, D., Zandvakili O.R. (2015). Effect of bio fertilizers on the growth, productivity and nutrient absorption of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 3(5): 1628-1633.
15. Chauhan, J, Singhal, K.R., Kakralya, L.B., Kumar, S., Sodani, R. (2017). Evaluation of yield and yield attributes of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) genotypes under drought conditions. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 5(3): 477-484.
16. Çınar, V.M., Arpaç, Y., Yavaş, İ, Ünay, A. (2019). Aspirde (*Carthamus tinctorius* L.) farklı çeşit ve çinko doz uygulamalarının verim ve verim komponentleri üzerine etkisi. *2. Uluslararası Tarım, Çevre ve Sağlık Kongresi*, 18-19 Ekim, Aydın.

17. Fatemi, H., Carvajal, M., Rios, J.J. (2020). Foliar application of Zn alleviates salt stress symptoms of pak choi plants by activating water relations and glucosinolate synthesis. *Agronomy*, 10: 1528.
18. Güzel, Y., Özyazıcı, G. (2021). Adoption of promising fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) genotypes for yield and quality characteristics in the semiarid climate of Turkey. *Atmosphere*, 12(9): 1199.
19. Haddad, L., Hawkes, C., Webb, P., Thomas, S., Beddington, J., Waage, J., Flynn, D. (2016). A new global research agenda for food. *Nature*, 540(7631): 30-32.
20. Kakani, R.K., Singh, S.K., Pancholy, A., Meena, R.S., Pathak, R., Raturi, A. (2011). Assessment of genetic diversity in *Trigonella foenum-graecum* based on nuclear ribosomal DNA, internal transcribed spacer and RAPD analysis. *Plant Molecular Biology Reporter*, 29(2): 315-323.
21. Khan, A., Bibi, S., Javed, T., Mahmood, A., Mehmood, S., Javaid, M.M., Ali, B., Yasin, M., Ul Abidin, Z., Al-Sadoon, M.K., Hussain, B., Iqbal, R., Malik, T. (2024). Effect of salinity stress and surfactant treatment with zinc and boron on morpho-physiological and biochemical indices of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *BMC Plant Biology*, 24: 138.
22. Khan, S.T., Malik, A., Alwarthan, A., Shaik, M.R. (2022). The enormity of the zinc deficiency problem and available solutions: An overview. *Arab J Chem.*, 15(3): 103668.
23. Kutlu, İ., Karaduman, Y., Gülmezoğlu, N. (2021). Yulafın (*Avena sativa* L.) verim ve kalitesine çinko uygulaması ve ekim zamanının etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(1): 137-145.
24. Mahady, A.E.M. (1990). Effect of phosphorus fertilizer, some micronutrients and plant density on growth and yield of broad beans. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Moshtohor, Zagazig University, Egypt.
25. Mumivand, H., Khanizadeh, P., Morshedloo, M.R., Sierka, E., ŻukGołaszewska, K., Horacek, T., Kalaji, H.M. (2021). Improvement of growth, yield, seed production and phytochemical properties of *Satureja khuzistanica* jamzad by foliar application of boron and zinc. *Plants*, 10(11): 2469.
26. Özdemir, E. (2023). Kuru koşullarda yetiştirilen farklı çemen (*Trigonella foenum-graceum* L.) genotiplerinin tarımsal performanslarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
27. Özyazıcı, M.A. (2023). Legume forage crops with medicinal value and their secondary metabolite contents: *Vicia* sp., *Trifolium* sp., *Trigonella foenum-graecum* L., *Lathyrus* sp. In: G. Özyazıcı (Ed.), *Current Studies on Medicinal Plants-I*, İKSAD Publishing House, Ankara, Türkiye, pp. 57-94.
28. Özyazıcı, M.A., Seydoşoğlu, S., Açıkbaz, S. (2022). Determination of silage quality of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) with oat (*Avena sativa* L.) and rye (*Secale cereale* L.) mixtures. *Turkish Journal of Nature and Science*, 11(3): 102-109.
29. Pariari, A., Khan, S., Imam, M.N. (2009). Influence of boron and zinc on increasing productivity of fenugreek seed (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of crop and weed*, 5(2): 57-58.
30. Prabha, M., Malviya, T., Shehala, Kumar, A., Tiwari, P., Singh, V. (2024). Carboxymethylcellulose stabilized ZnO nanoparticles: an efficient nano-nutrient for the growth and development of *Trigonella foenum-graecum* (fenugreek) seeds. *Chemical Papers*, (<https://doi.org/10.1007/s11696-024-03584-2>).

31. Radhika, K., Meena, S. (2021). Effect of zinc on growth, yield, nutrient uptake and quality of groundnut: A review. *J. Pharm. Innov.*, 10(2): 541-546.
32. Ramesh, A., Sharma, S.K., Sharma, M.P., Yadav, N., Joshi, O.P. (2014). Inoculation of zinc solubilizing *Bacillus aryabhatai* strains for improved growth, mobilization and biofortification of zinc in soybean and wheat cultivated in Vertisols of central India. *Applied Soil Ecology*, 73: 87-96.
33. Sadak, M.S. (2019). Impact of silver nanoparticles on plant growth, some biochemical aspects, and yield of fenugreek plant (*Trigonella foenum-graecum*). *Bull. Natl. Res. Cent.*, 43: 1-6.
34. Sağlam, A.C., Bayram, E. (2009). Trakya koşullarında yetiştirilen çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.)'in verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, Tekirdağ*, s. 19-22.
35. Salehin, F., Rahman, S. (2012). Effects of zinc and nitrogen fertilizer and their application method on yield and yield components of *Phaseolus vulgaris* L. *Agricultural Sciences*, 3(1): 9-13.
36. Sammauria, R., Yadav, R.S. (2008). Effect of phosphorus and zinc application on growth and yield of fenugreek. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 78(1): 61-64.
37. Sharanya, B.R., Naruka, I.S., Shaktawat, R.P.S., Kushwah, S.S., Singh, O.P., Singh, D. (2018). Effect of plant geometry on growth, yield and quality of different varieties of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 52(3): 323-326.
38. Thalooh, A.T., Badr, N.M., Mohamed, M.H. (2005). Effect of foliar spraying with Zn and different levels of phosphatic fertilizer on growth and yield of sunflower plants grown under saline condition. *Egyptian Journal of Agronomy*, 27: 11-22.
39. Umair Hassan, M., Aamer, M., Umer Chattha, M., Haiying, T., Shahzad, B., Barbanti, L., Nawaz, M., Rasheed, A., Afzal, A., Liu, Y., Guoqin, H. (2020). The critical role of zinc in plants facing the drought stress. *Agriculture*, 10: 396.
40. Valencianoa, J.B., Miguélez-Fradeb, M.M., Marcelob, V., Reinoso, B. (2007). Response of irrigated common bean (*Phaseolus vulgaris*) yield to foliar zinc application in Spain. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 35: 325-330.
41. Verma, P., Ali, M. (2012). Genetic variability in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) assessed in South Eastern Rajasthan. *International Journal Seed Spices*, 2(1): 56-58.
42. Waraich, E.A., Amad, R., Ashraf, M.Y., Saifullah Ahmad, M. (2011). Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. *Acta Agri Scandi, Section B-Soil and Plant Sci.*, 61(4): 291-304.
43. Yadav, S.L., Rai, H.K., Yadav, I.R., Kumar, A., Choudhary, M. (2021). Effect of zinc application strategies on growth and yield of soybean in central India. *International Journal of Plant & Soil Science*, 33(24): 490-497.
44. Yıldız, G., Camlıca, M. (2020). Yield, yield components and some quality properties of fenugreek cultivar and lines. *Banat's Journal of Biotechnology*. XI, (22): 40-47.
45. Yenikalaycı, A., Arslan, M. (2020). Yerfıstığında çinko yaprak gübresi uygulamasının verim üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 10(2): 60-64.
46. Yılmaz, N., Sonkaya, M.C. (2018). Çinko uygulamasının çeltik (*Oryza sativa* L.) çeşitlerinde bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(1): 35-40.

47. Zandi, P., Rad, A.H.S., Khatibani, L.B. (2011). Agronomic study of fenugreek grown under different in-row spacing and nitrogen levels in a paddy field of Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 10(4): 544-550.

## İLAÇLAMA SUYU pH' SININ BAZI PESTİSİTLERİN BOZUNMASINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**Fatma OĞUZ (ORCID:0009-0000-6453-0674)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Aydın  
**Email:fatmaaoguz9@gmail.com**

**Cafer TURGUT (ORCID:0000-0002-6450-5361)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Aydın  
**Email:cturgut@adu.edu.tr**

### ÖZET

Tarımsal ürünleri hastalık, yabancı ot ve zararlılardan korunmak için birçok farklı yöntem uygulanmasına rağmen en fazla tercih edilen mücadele yöntemi kimyasal mücadeledir. Pestisit kullanımıyla birlikte kullanım hatalarının ortaya çıkması, pestisitlerin ilk başta hazırlanması esnasında daha uygulanmadan yok olmasına, ilaçlama tankındaki konsantrasyonunun azalmasına sebep olabilmektedir. Bunun önlenmesi için ilaçlama tankındaki suyun pH'sının hangi ilaçlara uygun olduğu ve hangi seviyelerde olması gerektiği belirlenmelidir. Bu çalışmanın amacı pestisitler için en uygun su pH'sının belirlenerek ilacın ilaçlama tankında yok olmasının engellenmesidir. Bu çalışmada Deltamethrin, Isoxaflutole ve Azoxystrobin etkili maddeli pestisitler kullanılmıştır. Pestisitler tavsiye edilen dozlarda tank karışımı hazırlanmış ve karışımlarda suyun pH değerleri 5, 6, 7, 8, 9 olarak ayarlanmıştır. Çalışmalar 25 °C'de karanlık ortamda inkübatörde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın başlamasıyla birlikte olmak üzere sırasıyla 1, 2, 3, 24, 48, 72 saat ve 7, 14. günlerde örneklemeler yapılarak analize kadar -20 °C'de dondurucuda saklanmıştır. Örnekler QuEChERS metodu ile ekstrakte edildikten sonra analizler LC/MS/MS cihazında gerçekleştirilmiştir. Pestisitler için en uygun tank suyunun pH belirlemesinde, deltamethrin etkili maddesi için en uygun ilaçlama suyu pH'sının 8 olduğu tespit edilmiştir. deltamethrin için en hızlı hidrolizin ve en düşük yarılanma ömrünün pH 7'de gerçekleştiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan diğer bir etkili madde olan isoxaflutole'ün ise en hızlı pH 7'de hidrolize olduğu ve en uygun pH seviyesinin pH 5 olduğu tespit edilmiştir. Sıklıkla tercih edilen azoxystrobin etkili maddesinin ise pH 8'de en kısa yarılanma ömrüne, pH 7'de ise en uzun yarılanma ömrüne sahip olduğu belirlenmiştir. Her etkili madde, farklı kimyasal yapılara sahiptir ve bu yapılar su molekülleri ile karşılaştıklarında çeşitli çevresel faktörlerden etkilenirler. Bu tür çalışmaların artırılarak, her etkili madde için arazi şartlarında uygulama yapılarak etkinlik çalışmaları yapılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** pH, İlaçlama suyu, Pestisit, Hidroliz

## INVESTIGATION OF THE EFFECT OF pH OF SPRAYING WATER ON THE DEGRADATION OF SOME PESTICIDES

### ABSTRACT

Although many different methods are used to protect agricultural products from diseases, weeds and pests, the most preferred method of control is chemical control. Mistakes in the use of pesticides can cause the pesticide to disappear before it is applied during the initial preparation of the pesticide, and its concentration in the spray tank can decrease. To prevent this, the pH of the water in the spray tank should be determined to determine which pesticides are suitable and at what levels. The aim of this study is to determine the optimum pH of water for pesticides and to prevent the pesticide from disappearing in the spray tank. The pesticides used in this study were deltamethrin, isoxaflutole and azoxystrobin. Tank mixtures were prepared at the recommended doses and the pH of the water in the mixtures was adjusted to 5, 6, 7, 8, 9. The study was conducted in an incubator at 25 °C in a dark environment. Samples were collected at 1, 2, 3, 24, 48, 72 hours and 7, 14 days after the start of the study and stored in a freezer at -20 °C until analysis. Samples were extracted using the QuEChERS method and analyzed by LC/MS/MS. In determining the pH of the most suitable tank water for pesticides, it was found that the most suitable pH of spray water for deltamethrin was 8. The fastest hydrolysis and lowest half-life for deltamethrin was determined at pH 7. Isoxaflutole, another active ingredient used in the study, was hydrolyzed fastest at pH 7 and the most suitable pH was found to be pH 5. Azoxystrobin, often preferred, was found to have the shortest half-life at pH 8 and the longest half-life at pH 7. Each active ingredient has a different chemical structure and these structures are affected by different environmental factors when they encounter water molecules. Such studies can be extended and efficacy studies can be conducted for each active ingredient by applying it under field conditions.

**Keywords:** pH, Spraying water, Pesticide, Hydrolysis

## GİRİŞ

Bitkisel üretim ve bu üretimden elde edilen verim, artan dünya nüfusuyla birlikte önemini giderek arttırmaktadır. Üretimin devamlılığı ve ürünlerin kalitesi de birçok etkene bağlıdır. Bu üretimi sınırlayan hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadele üretimde verimin artmasını sağlamaktadır. Bu zararlarla en etkili mücadele yöntemi de uygulaması kolay olan pestisitlerle yapılabilir. Pestisitler FAO'ya göre "Gıda ve tarımsal ürünlerin işlenmesi, taşınması, depolanması veya pazarlanması durumunda oluşabilecek her türlü zararlının önlenmesi, azaltılması veya kontrol altına alınmasını sağlayan kimyasal maddelerdir." şeklinde tanımlanmıştır (FAO, 2002).

Pestisitler dünyada tarımın vazgeçilmez bir parçasıdır. Artan nüfusla birlikte dekara alınan verimin artması önemli hale gelmiştir. Dekar alanda daha fazla verim alabilmenin yükünü de kuşkusuz pestisitler üstlenmektedir. Pestisitlerin hızlı ve etkili sonuç vermesi de kullanımının neden çok olduğunu kanıtlar niteliktedir (WHO, 2022).

Dünyada pestisit pazarı giderek artmaktadır. 2021 yılı verilerine göre pestisit pazarı 217.72 milyon \$ olmuştur. 2030 yılına kadar ise bu pazarın %26 büyüyerek 280.87 milyon \$ olması bekleniyor (Anonim, 2021).

Türkiye'de pestisit kullanım miktarı giderek artış göstermektedir. Son 12 yılın verileri incelendiğinde 2010 yılında pestisit kullanımı 38555 ton olurken, 2018 yılında grafiğe göre zirvesini yaşayarak 60020 ton olmuştur (Şekil 1.1). 2019 yılında bir önceki yıla göre kullanımı 51297 tona gerilemiş olsa da 2022 yılında bu kullanım 55374 tona yükselmiştir (TÜİK, 2022)

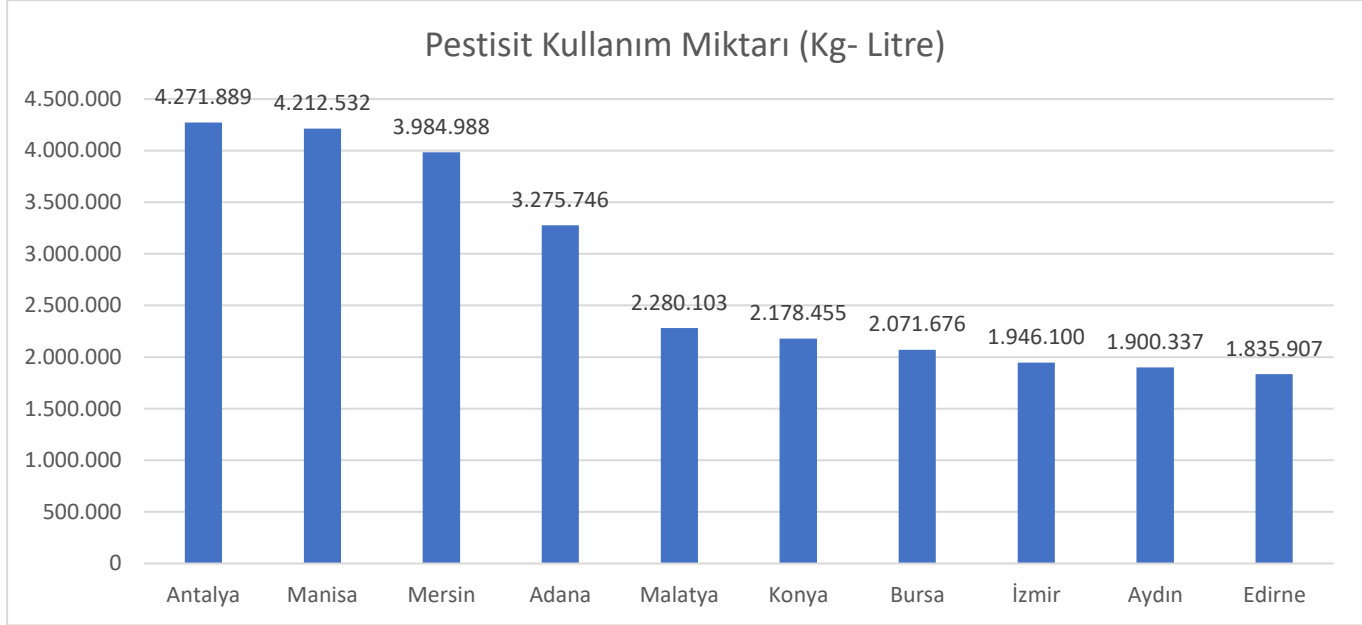


Şekil 1.1 Türkiye'de Pestisit Kullanım Miktarı (Ton) (TÜİK, 2022)

Türkiye'de pestisit kullanımı tarım ülkesi olası sebebiyle oldukça fazladır. Pestisit uygulamasından çiftçinin daha hızlı sonuç alması pestisite olan ilginin artmasına ve giderek daha fazla kullanılmasına sebep olmaktadır. Türkiye'deki pestisit kullanım miktarı açısından incelendiğinde en çok pestisit kullanımı Ege ve Akdeniz Bölgelerinde bulunan illeri kapsamaktadır (Şekil 1.2). En çok kullanım da 4.271.889 kg-litreyle ilk sıraya Antalya şehri yerleşmektedir. Antalya'dan sonra Manisa 4.212.532 kg-litre ile, Mersin de 3.984.988 kg-litre



ile çok az farklarla birbirlerini takip etmektedir. Aydın ise 1.835.907 kg-litre ile pestisit kullanımında Türkiye’de 9. il olmuştur (GKGM, 2022).



Şekil 1.2 Türkiye’de En Çok Pestisit Kullanılan İlk On İl (GKGM, 2022)

Pestisiti hedef noktaya istenilen dozda ulaştırmak, birçok koşula bağlıdır. Bu koşullar pestisit paketlenip taşınması, ilaçlama öncesi hazırlık, ilaçlama sırasında ve ilaçlama sonrası aşamalarındaki durumları kapsar. İlaçlama öncesi hazırlık aşamasında pestisitlerin birbirleriyle karışım durumları, ilaçlama suyu pH’sı, sıcaklık gibi durumlarla pestisitler karşılaşılır ve bu da pestisitlerin hidroliz olarak bozulmalarına sebep olur (Schilder, 2008). Bu olumsuz durumlarda pestisit bozulmasında en çok etkili olan durum pH’dır. pH bir çözeltideki hidrojen (H<sup>+</sup>) veya hidroksil (OH<sup>-</sup>) iyonlarının bulunma oranlarına göre çözeltinin asidik veya bazik olduğunu ifade eden bir terimdir. 1 ile 14 arasında farklı logaritmik değerlere sahiptir. 1 ve 7 arasındaki değerler asitliği, 7 ve 14 arasındaki değerler bazlığı, 7 ise nötrü temsil eder yani çözeltide eşit sayıda hidrojen ve hidroksil var demektir. Çözeltinin asitlik veya bazlık derecesi 1’e veya 14’e yaklaştıkça artmaktadır. pH logaritmik bir değer olduğu için 1 birim değişimde dahi 10 kat fark oluşmaktadır (Fishel, 2007). İlaçlama suyu pH’sının ne kadar 5,5 – 6,5 olması istense de bu değer aralığı farklı pestisitler için değişiklik gösterebilir (Schilder, 2008). pH’ın yanında ilaçların pKa değerleri de yine ilaç bozunmalarında etkilidir. pKa değeri bir maddenin asitlik veya baziklik kuvvetini, karakterini ölçen bir özelliktir. pKa değerinin düşük olması bileşiğin güçlü bir asit olmasını işaret ederken pKa değerinin yüksek olması güçlü bir baziklik olduğunu belirtir. Ayrıca pKa değeri ilaç uygulamalarından sonra ilacın bitkiye alınımını da etkileyen bir değerdir (Uyar, 2001). Bütün iki etmenlerin yanında pestisit bozunmasında Log Kow değerinin etkisi oldukça yüksektir. Log Kow değeri maddenin suda veya yağda ne derece çözünebileceğini belirleyen logaritmik bir değerdir. Log Kow değerinin büyük olması maddenin lipofilik (yağda çözünen) olduğunu gösterir. Değerin negatif olması ise maddenin hidrofilik olduğunu yani su ile etkileşime girme eğiliminde olduğunu göstermektedir (Öncüer vd. 2008). Bütün bu etkenler bir araya geldiğinde pestisitlerde hidroliz olayı meydana gelir. Hidroliz kelime anlamı olarak suyla parçalanma demektir. Tank karışımında su pH’ı ve pestisit arasında olabildiği gibi farklı pH’lara sahip pestisitlerin karışırken birbirleri arasında da

gerçekleşebilmektedir. Örnek olarak zayıf asit bir pestisit su ile karıştırıldığında çözeltide hidroksil iyonları artmaktadır. Bu da doğrudan pestisit kimyasal yapısını bozarak onun hidroliz olmasını sağlar (Altınata, 1999).

Hidroliz olayları farklı koşullarda gerçekleştiğinde farklı isimlendirmeler alabilir. Bunlardan biri de alkali hidrolizdir. Alkali hidroliz genellikle pestisitlerde çok fazla görülen bir hidroliz çeşididir. Alkali koşullar altında pestisit inaktif olmasını sağlar. Alkali hidrolize en duyarlı ilaç grupları incelendiğinde özellikle İnsektisitler (organik fosforlu ve karbamatlılar) başta olmak üzere, fungusitler, herbisitler ve büyüme düzenleyiciler olarak bilinmektedir. Bu pestisitler alkali ortamda uygulandıklarında hedef noktaya ulaşması istenen pestisit miktarı ve performansı çok düşük olur (Seaman, 1986). pH'ın pestisitler üzerindeki etkisi etkili maddeden etkili maddeye değişiklik göstermektedir. Birden fazla pestisit tankta karıştırılması da yine tank içerisindeki pH'ı değiştirmektedir (Schilder, 2008).

### **Pestisitlerde Yarılanma Ömrü (DT 50):**

Dünyada kullanılmakta olan pestisitlerin bozunmaları yarılanma ömürleri açısından ölçülebilir. Yarılanma ömrünün uzun olması pestisit bozunmasının uzun sürede gerçekleşeceği anlamına gelmektedir. Yarılanma ömrü DT50 olarak gösterilir. Yarılanma ömrü pestisit miktarının yarısının bozunması için geçen süreyi temsil eder. Bir pestisit yarılanma ömrü 1 saat ise aktif bileşen miktarı 1 saatte %50'ye, 2. saatte %25'e ve 3. saatte ise %12,5'a düşer. Sonunda pestisit neredeyse etkisiz hale gelmektedir (Öncüer vd. 2008).

## **2. KAYNAK ÖZETLERİ**

2007 yılında yapılmış olan bir derleme çalışmasında daha önceden yarılanma ömürleri farklı çalışmalarda belirlenmiş bazı pestisitler incelenmiştir. Toplanan veriler tek bir tabloda bir araya getirilmiştir (Çizelge 2.1). Carbaryl etken maddesi pH 6'da 100 – 150 günde yarılanma ömrüne ulaşırken pH 9'da bu süre 1 – 3 gün olarak değişmektedir. Carbofuran içinse pH 6'da 200 günde yarılanma ömrüne ulaşmışken pH 9'da 3 günde yarılanma ömrüne gelmiştir. Çizelgede dikkat çekici maddelerden olan Propargite'e bakıldığında ise pH 6'da 331 gün yarılanma ömrüne sahipken ilaçlama suyu pH'ı 9'a yükseldiğinde 1 günde yarılanma ömrüne ulaşmaktadır. Çizelgedeki bir başka dikkat çekici etkili madde de Phosmet'tir. Phosmet pH 7'deki ilaçlama suyunda 1 günde yarılanma ömrüne ulaşırken pH 10'da 1 dakikada yani daha ilaç bitkiye ulaşmadan yarılanma ömrünü tamamlamış bulunmaktadır (Fisel, 2007).

**Çizelge 2.1.** Bazı Pestisitlerin Yarılanma Ömrü (Fisel, 2007)

AKTİF MADDE	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
Azinphos- methyl		10 gün		12 saat
Captan		8 saat	10 dakika	2 dakika
Carbaryl	100 – 150 gün	24 – 30 gün	2 – 3 gün	1 – 3 gün
Carbofuran	200 gün	40 gün	5 gün	3 gün
Klorpirifos		35 gün	22 gün	
Diazinon		70 gün		29 gün
Dimetoat	12 saat			1 saat
Disülfoton	32 saat			7 saat
Malathion	8 gün	3 gün	19 saat	
Metomyl	54 hafta	38 hafta	20 hafta	
Phosmet		1 gün	4 saat (pH: 8,3)	1 dakika (pH: 10)
Propargite	331 gün			1 gün
Trichlorfon	4 gün	6 saat	1 saat	

Yapılan bir derleme çalışmasında ruhsatlı bütün pestisitleri pKa, Log Kow ve uygulama suyu pH'sı açısından ilişkilendirmiştir. Pestisitlerin yarılanma ömürlerini incelemiştir. Saptadığı bulgularda uygulama suyu alkali olması gereken pestisitleri (Dicamba, Amidosulfuron, Benomyl, Dioxacarb), uygulama suyu asidik olması gereken pestisitleri ve uygulama suyu pH'sının spesifik olarak incelenmesi gereken pestisitleri listelemiştir. Yapılan çalışmada farklı pH'lar denenmiş ve doğru sonuçlara tam olarak ulaşılamamıştır. Bu çalışmaların tek bir deneme altında toplanarak daha doğruya yakın sonuçların elde edilmesi gerektiğini vurgulamıştır (Usluy, 2007).

2021 yılında yapılan bir çalışmada Malathion, Asetomiprid ve Spiromesifen etkili maddelerinin farklı su pH'larında kullanarak *Bemisia tabaci* üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Bu pH değerleri 6, 7, 9 olarak belirlenmiştir. Kullanılan etken maddelerin etkinliği değerlendirildiğinde ilaçlama suyu pH'sı 6 ve 7'deki etki, ilaçlama suyu pH'sı 9 olana göre daha etkili olduğu saptanmıştır. Yani Malathion, Asetomiprid ve Spiromesifen etkili maddeleri için kullanılabilir ilaçlama suyunun asidik veya nötr olabileceği tespit edilmiştir (Ranjbar vd 2021).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Deneme, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toksikoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Toplamda 3 pestisit olmak üzere 1 tane insektisit, 1 tane herbisit ve 1 tane fungusit kullanılmıştır. Bu etkili maddeler azoxystrobin, isoxaflutole ve deltamethrin etkili maddeleridir. Deneme her örnekten 3 tekrerrül olacak şekilde yapılmıştır. Örnekler toksikoloji laboratuvarı derin dondurucularında muhafaza edilmiştir.

#### 3.2 Yöntem

Çalışmada pH 5, 6, 7, 8 ve 9 olmak üzere toplamda 5 farklı pH skalası kullanılmıştır. İlaçlama suları örnek tüplerine doldurularak, pH'ları Potasyum Hidroksit (KOH) ve Asetik asit

(CH<sub>3</sub>COOH) kullanılarak ayarlanmıştır. Suların pH'ı pH metre yardımı ile ölçülmüştür. Çalışmada her etkili madde için ayrı ayrı deneme kurulmuştur.

Denemedeki pestisitlerin tavsiye dozları BKÜ baz alınarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama sonrasında gerekli ilaç miktarı, pH'sı ayarlanmış olan suya pipet yardımıyla çeker ocak altında aktarılmıştır. Vorteks işlemi yapılarak ilaç ve suyun karışması sağlanmıştır. Karıştırma işlemi sonrası örnekler 25 °C karanlık ortamda inkübatörde bekletilmiştir.

25 °C inkübatörde bekletilmekte olan örnekler çıkartılarak belirli saatlerde örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme Başlangıç örnekleme; 1, 2, 3, 24, 48, 72 saat ve 7, 14. günde yapılmıştır. Örnek alımı sonrası, daha sonra ekstraksiyon işlemine tabi tutulmak üzere su örnekleri -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Örnekler QuEChERS metoduna göre ekstrakte edilmiştir.

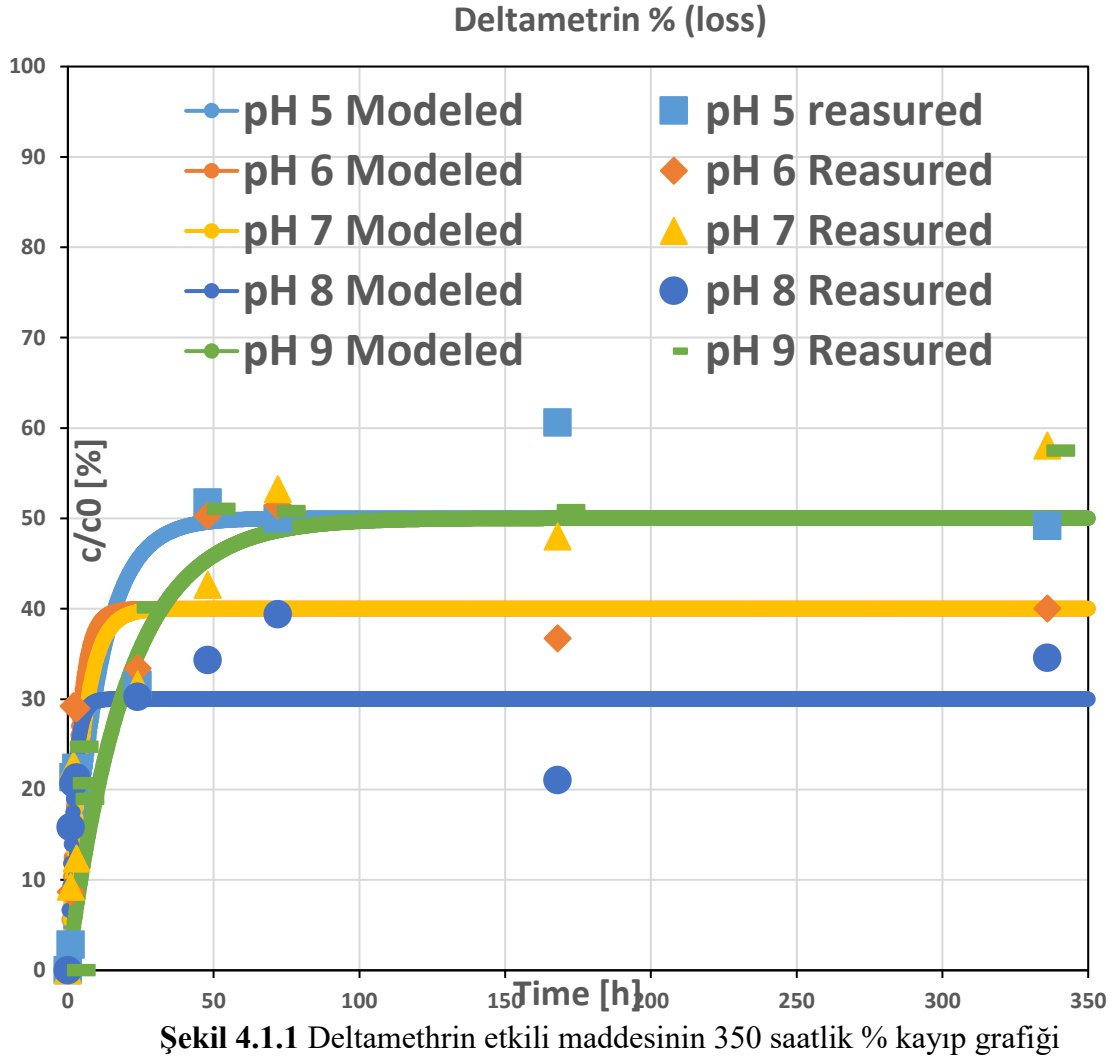
Örnekler LC/MS/MS (Sıvı Kromatografisi/Kütle/Kütle Spektrometresi) cihazında analiz edilmiştir.

#### **4. BULGULAR**

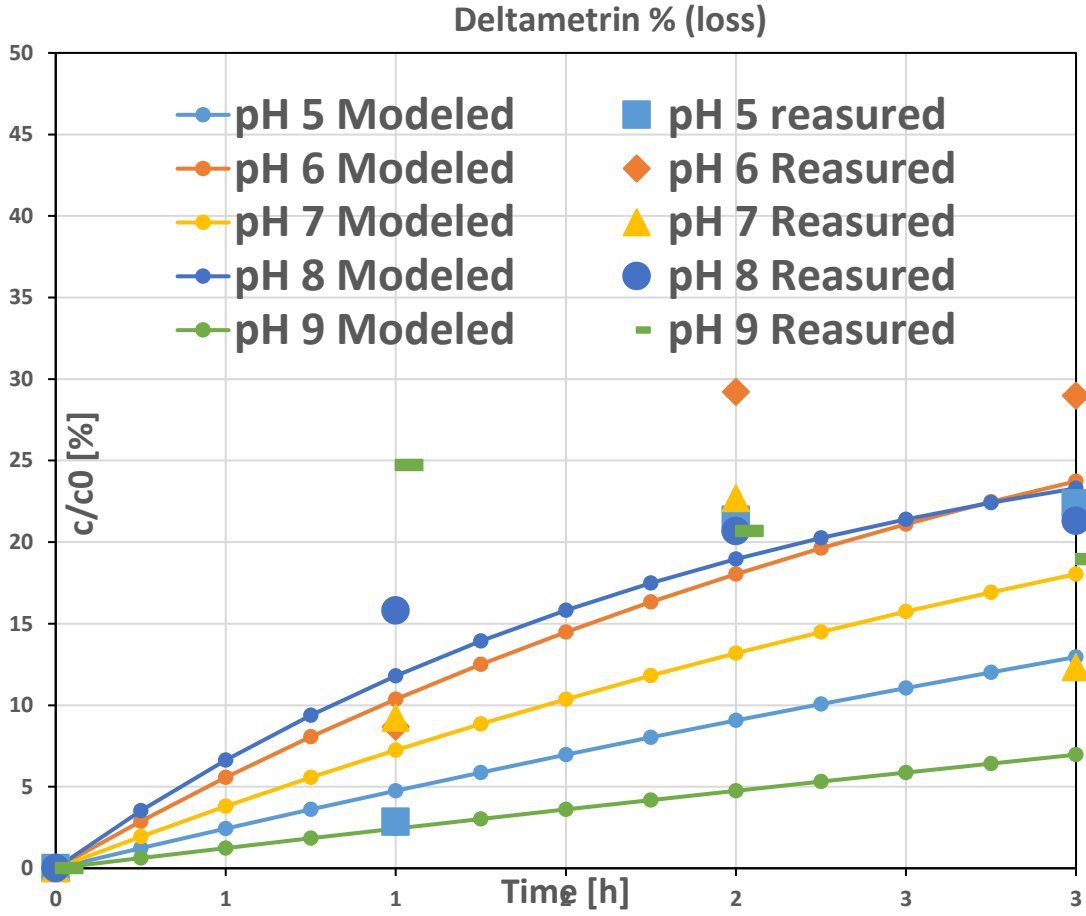
##### **4.1 Deltamethrin**

Deltamethrin etkili maddesinin 350 saatlik grafiği Şekil 4.1.1'de verilmiştir. Grafiğe göre uzun vadede en az kaybın pH 8'de olduğu tespit edilmiştir. En çok kayıp ise pH 5 ve pH 7'de olduğu tespit edilmiştir.

Grafiğe göre etkili maddenin yarılanma ömürleri hesaplandığında pH 5 için yarılanma ömrünün 92,25 saat olduğu; pH 6, pH 7, pH 8'in yarılanma ömürlerinin 350 saatten daha fazla olduğu ve pH 9'un yarılanma ömrünün 184,3 saat olduğu tespit edilmiştir. Deltamethrin etkili maddesinin en kısa yarılanma ömrünün pH 5'te en kısa olduğu tespit edilmiştir.



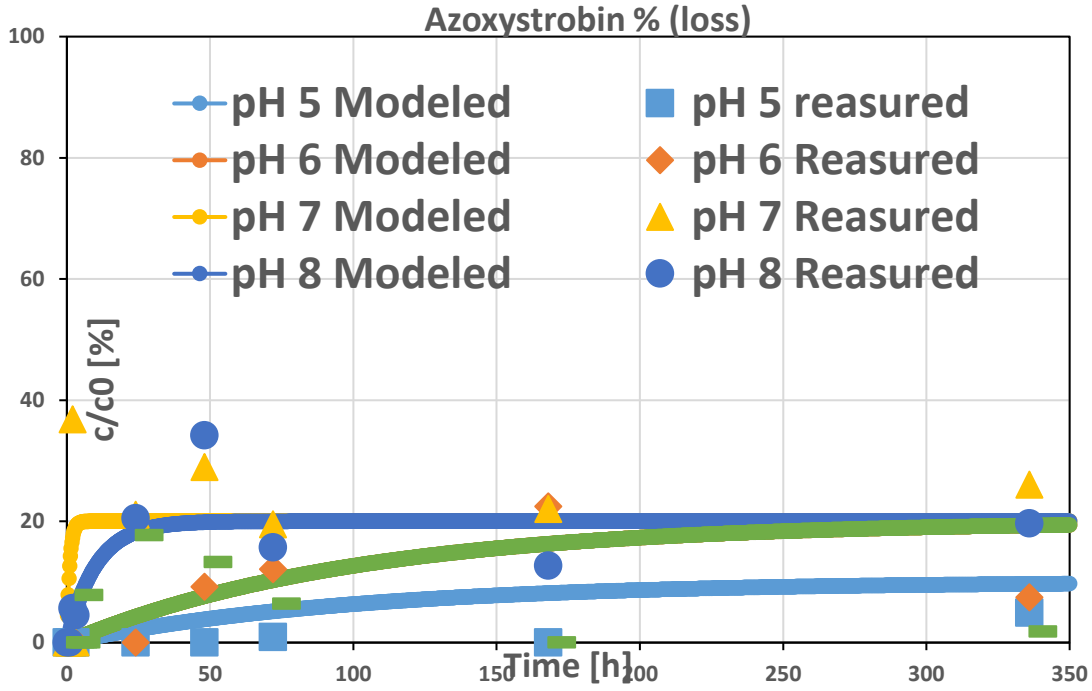
Etkili maddeler arazi şartlarında ilaçlama suyu ile karıştıktan sonra yaklaşık olarak 3 saat içerisinde ilaçlama gerçekleşir. Bu açıdan ilk 3 saatteki değişim grafiği ilacın kaybı açısından büyük önem teşkil etmektedir. Deltamethrin etkili maddesinin 3 saatlik kayıp grafiği Şekil 4.1.2’de verilmiştir. Grafiğe göre etkili maddenin pH 8’de ilk 3 saat içerisinde daha fazla kayba uğradığı bunu pH 6’nın takip ettiği ve pH 9’da en az kayba sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.1.2 Deltamethrin etkili maddesinin 3 saatlik % kayıp grafiği

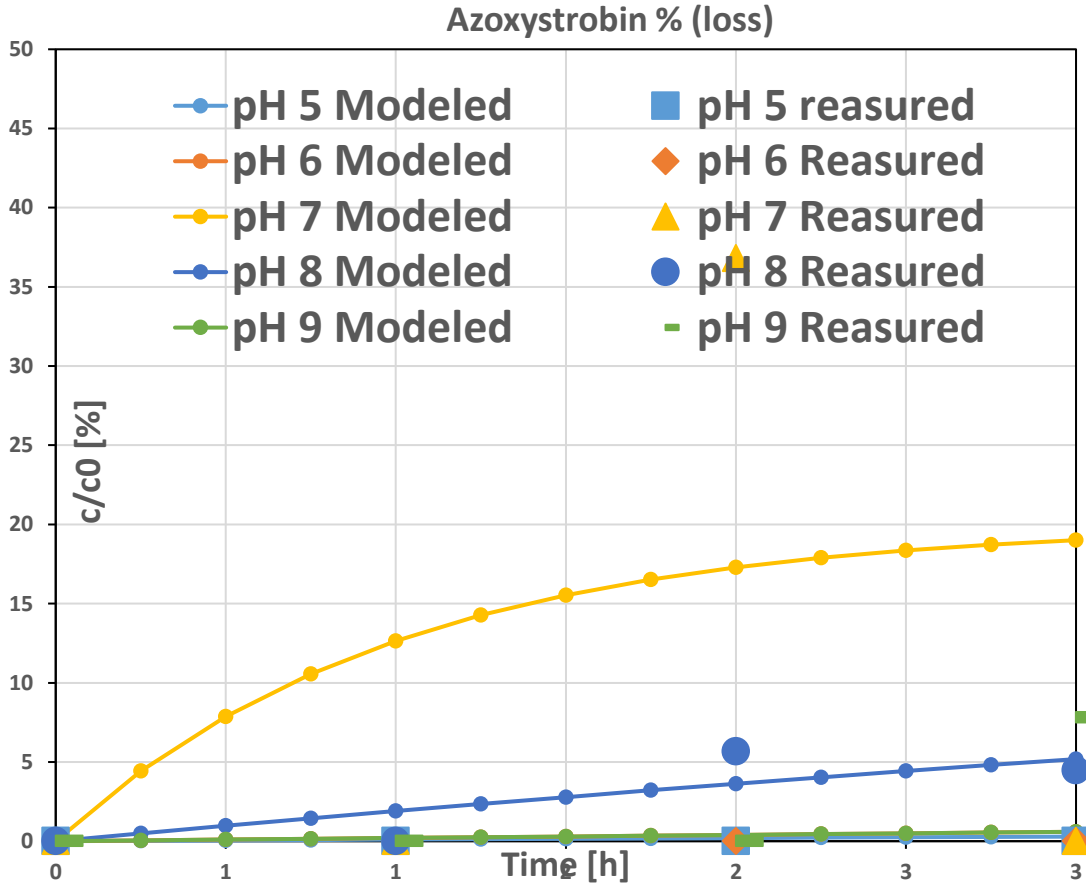
#### 4.2 Azoxystrobin

Azoxystrobin etkili maddesinin 350 saatlik grafiği 4.2.1'de verilmiştir. Grafiğe göre en fazla etkili madde kaybının pH 7 ve pH 8'de olduğu tespit edilmiştir. Grafiğe göre en az kaybın ise pH 5'te olduğu saptanmıştır. Grafiğe göre bütün pH'larda yarılanma ömrü 350 saatten büyük olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.2.1 Azoxystrobin etkili maddesinin 350 saatlik % kayıp grafiği

Azoxystrobin etkili maddesinin 3 saatlik grafiği Şekil 4.2.2’de verilmiştir. Bu grafiğe göre en fazla kaybın pH 7’de olduğu onu pH 8’in takip ettiği saptanmıştır. Diğer pH seviyelerinde ise etkili maddenin çok fazla kayba uğramadığı tespit edilmiştir.

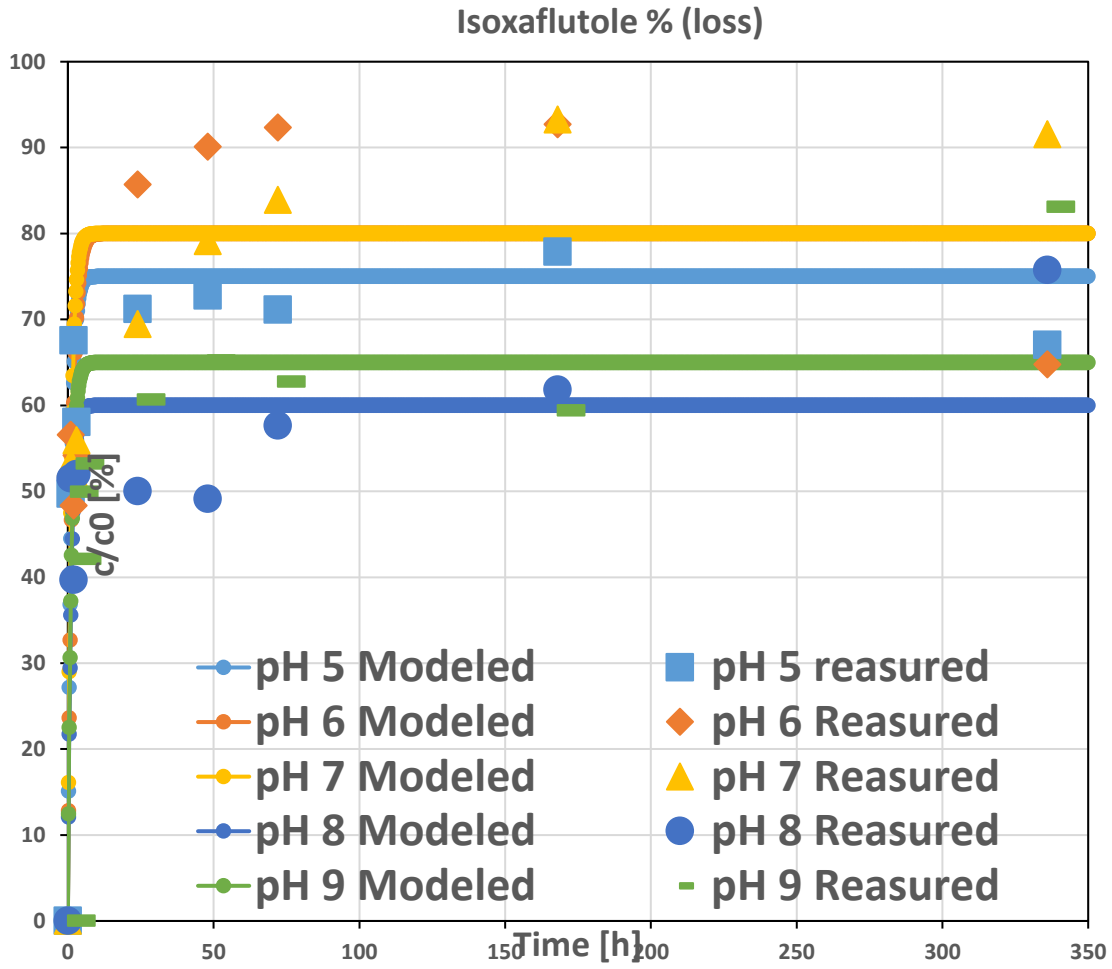


Şekil 4.2.2 Azoxystrobin etkili maddesinin 3 saatlik % kayıp grafiği

#### 4.3 Isoxaflutole

Isoxaflutole etkili maddesinin 350 saatlik kayıp grafiği Şekil 4.3.1'de verilmiştir. Bu grafiğe göre en hızlı kaybın Ph 6 ve pH 7 da olduğu en yavaş kaybın ise pH 8'de olduğu tespit edilmiştir.

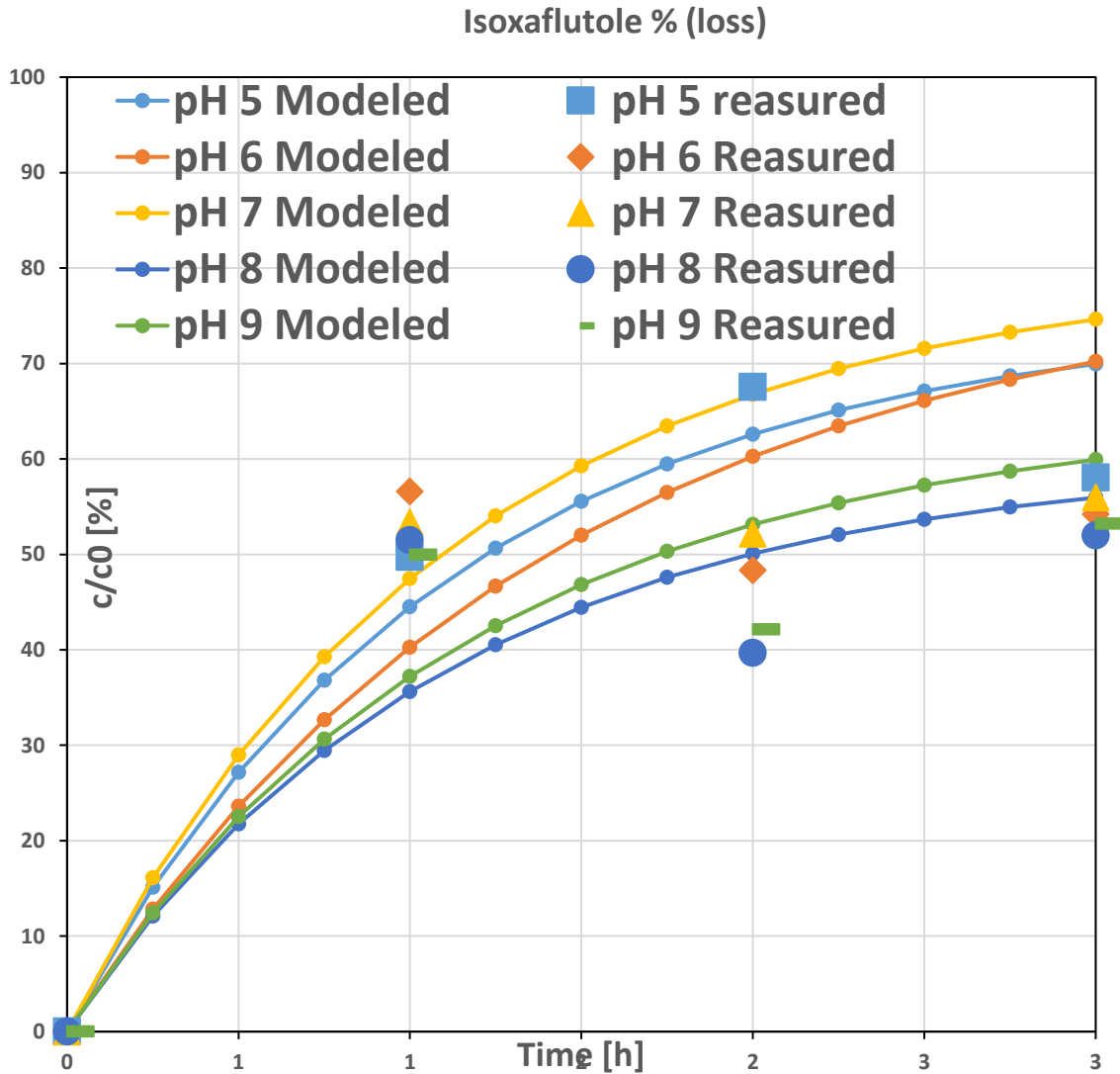




**Şekil 4.3.1** Isoxaflutole etkili maddesinin 350 saatlik % kayıp grafiği

Isoxaflutole etkili maddesinin 3 saatlik kayıp grafiği Şekil 4.3.2’de verilmiştir. Bu grafiğe göre en fazla kaybın pH 7’de görüldüğü ve onu pH 5’in takip ettiği saptanmıştır. En az kayıp ise pH 8’de olmaktadır.

Grafiğe göre yarılanma ömürleri hesaplandığında pH 8’de yarılanma ömrünün 2 saat ile en uzun yarılanma ömrünün pH’8e ait olduğu tespit edilmiştir. En hızlı yarılanma ömrü ise 1 saat ile pH 7’dir.



Şekil 4.3.2 Isoxaflutole etkili maddesinin 3 saatlik % kayıp grafiği

## 5.SONUÇ

Pestisitler için en uygun tank suyunun pH belirlemesinde, deltamethrin etkili maddesi için en uygun ilaçlama suyu pH'sının 8 olduğu tespit edilmiştir. Delthametrin için en hızlı hidrolizin ve en düşük yarılanma ömrünün pH 7'de gerçekleştiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan diğer bir etkili madde olan isoxaflutole'ün ise en hızlı pH 7'de hidrolize olduğu ve en uygun pH seviyesinin pH 5 olduğu tespit edilmiştir. Sıklıkla tercih edilen azoxystrobin etkili maddesinin ise pH 8'de en kısa yarılanma ömrüne, pH 7'de ise en uzun yarılanma ömrüne sahip olduğu belirlenmiştir.

Her etkili madde, farklı kimyasal yapılara sahiptir ve bu yapılar su molekülleri ile karşılaştıklarında çeşitli çevresel faktörlerden etkilenirler. Pestisitlerin uygun pH aralıklarında kullanılması hem etkinliklerini korumak hem de çevresel etkilerini minimize etmek açısından büyük önem taşımaktadır. Çiftçilerin, suyun pH seviyesini düzenli olarak kontrol etmeleri ve kullanılan kimyasalların pH duyarlılıklarını göz önünde bulundurarak uygulama yapmaları, sürdürülebilir tarım uygulamaları için kritik bir adımdır.

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

Sonuç olarak, tarımda kullanılan kimyasalların bozunma hızları ve etkinlik süreleri, suyun pH seviyesinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu nedenle, su pH'sının yönetimi ve kontrolü, tarımsal verimliliği ve çevre sağlığını korumak açısından önemli bir faktördür.

Bu tür çalışmaların artırılarak, her etkili madde için arazi şartlarında uygulama yapılarak etkinlik çalışmaları yapılabilir.

**KAYNAKÇA**

- Anonim, (2021). (<https://www.precedenceresearch.com/insighting/Agrochemicals-Market-Size-2021-to-2030.jpg>) Erişim Tarihi: 11/08/2023.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), (2002). International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Erişim Tarihi : 19/08/2023
- Fishel, F. M., Ferrell, J.A., (2007). Water pH and the Effectiveness of Pesticides, University of Florida Ifas Extension, Florida.
- GKGM, (2022). Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü, 2 İl Düzeyinde Bitki Koruma Ürünlerinin Kullanım (Zirai Mücadele Uygulamalarında) Miktarları ([https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB\\_Bitki\\_Koruma\\_Urunleri/Istatistik/Il\\_Duzeyinde\\_BKU\\_Kullanim\\_Miktar\\_2022.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Bitki_Koruma_Urunleri/Istatistik/Il_Duzeyinde_BKU_Kullanim_Miktar_2022.pdf)) Erişim Tarihi : 19/08/2023
- Öncüler, C., Durmuşoğlu, E., (2008). Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, 472, Aydın.
- Ranjbar, J., Allahyari, H., (2021). The influence of water hardness and pH on the toxicity of insecticides on Bemisia tabaci, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
- Schilder, A., 2008. Effect of water pH on the stability of pesticides, Michigan State University.
- Seaman, A., Riedl, H., (1986). Preventing Decomposition of Agricultural Chemicals by Alkaline Hydrolysis in the Spray Tank, New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, a Division of the New York State College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, 118, Ithaca.
- TÜİK, (2022). Türkiye’de Pestisit Kullanım Miktarı, (<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>) Erişim Tarihi : 8/08/2023
- Usluy, M., (2007). İlaçlama Suyu Asitliğinin İlacın Yok Olma Süresine Etkisi, Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın
- Uyar, T., 2001. Organik Kimya. Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, 35, Ankara.
- WHO (World Health Organization), (2022). (<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/chemical-safety-pesticides>) Erişim Tarihi: 10/08/2023.

## AŞILAMANIN SCHMALLEMBERG HASTALIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

**Assoc. Prof. Murat ŞEVİK (ORCID:0000-0002-9604-3341)**

Department of Virology, Veterinary Faculty, Necmettin Erbakan University, Konya, Türkiye

**Email:**murat.sevik@erbakan.edu.tr

### ÖZET

Schmallenberg virusu (SBV), evcil geviş getiren hayvanları etkileyen teratojenik bir arbovirustur ve ilk olarak 2011 yılında Orta Avrupa'da ortaya çıkmış, kıtaya hızla yayılmış ve şimdi Orta Avrupa'da enzootik bir durum haline gelmiştir. SBV öncelikli olarak Culicoides ısırıcı tatarcıkları (Diptera: Ceratopogonidae) tarafından bulaştırılmaktadır. Yetişkin hayvanlarda SBV enfeksiyonu, asemptomatik veya birkaç gün içinde ateş, ishal ve süt veriminde azalma gibi spesifik olmayan klinik belirtilere neden olabilir. Gebeliğin kritik bir aşamasında yeni doğum yapan annelerin enfeksiyonları sonucu abort, erken doğum, ölü doğum veya ileri derecede sakat kuzu ve buzağların doğumu görülebilir. Artrogripozis-hidranensefali sendromu, kuzu ve buzağlarda merkezi sinir ve kas-iskelet sistemini etkileyen malformasyonları tanımlamak için kullanılan terimdir. SBV ile enfekte hayvanlar için doğrudan uygun bir tedavi seçeneği mevcut değildir. Yönetim stratejileri ve aşılama, SBV gibi vektörler ile bulaşan patojenlere karşı iki ana önleyici tedbirdir. Bu çalışmanın amacı, aşılanmanın SBV enfeksiyonu üzerindeki etkisine ilişkin mevcut bilimsel bilgileri özetlemektir. Mavi dil virusu ile ilgili daha önceki deneyimlerin de gösterdiği gibi, çiftlik hayvanlarının vektörle bulaşan bir hastalığa karşı aşılanması, virus dolaşımının azaltılmasında ve hatta durdurulmasında önemli bir rol oynayabilir. SBV için inaktif tam virus, canlı zayıflatılmış ve alt unite (subunit) aşılar geliştirilmiştir. Günümüzde inaktif aşılar çok az oranda kullanılmaktadır. SBV'nin dalga benzeri dolaşım modeli, virusun yeniden ortaya çıktığı yıllar boyunca ortaya çıkan yüksek seroprevalans oranlarının bir sonucudur. Aşıların süresi ve maliyetinin yanı sıra aşılama isteğinin de bu durumdan etkilenmesi muhtemeldir. Ancak gebelik sırasında seronegatif genç hayvanların enfeksiyonu sonucu oluşan fetal malformasyon vakalarının daha fazla olabileceği akıld tutulmalıdır. Etkilenen tüm türlerdeki saf dişi hayvanların üreme çağına ulaşmadan önce aşılanması uygun ve düşük maliyetli bir strateji olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Schmallenberg virusu, aşılama, evcil geviş getiren hayvanlar, gebelik

## THE IMPACT OF VACCINATION ON THE SCHMALLENBERG DISEASE

### ABSTRACT

Schmallenberg virus (SBV) is a teratogenic arbovirus that primarily infects domestic ruminants, and it first emerged in Central Europe in 2011, spread rapidly throughout the continent, and has now become an enzootic status in Central Europe. SBV is mainly transmitted by *Culicoides* biting midges (Diptera: Ceratopogonidae). SBV infection in adult animals can result in either asymptomatic or unspecific clinical signs, such as fever, diarrhoea, and a decline in milk yield over a few days. Abortion, premature birth, stillbirth, or the birth of severely malformed lambs and calves may be the outcome of infections of dams during a critical phase of gestation. Arthrogryposis-hydranencephaly syndrome is the term used to describe malformations in lambs and calves that affect the central nervous and musculoskeletal systems. There are no direct treatment options available for SBV-infected animals. Management strategies and vaccination are the two main preventive measures for insect-transmitted pathogens like SBV. The objective of this study was to summarize the current scientific knowledge on the effect of vaccination on SBV infection. Vaccination of livestock against a vector-transmitted disease can play a significant role in reducing or even stopping virus circulation, as demonstrated by previous experiences with bluetongue virus. For SBV, inactivated whole-virus, live attenuated, and subunit vaccines have been developed. Currently, inactivated vaccines are used to a very small extent. The wave-like circulation pattern of SBV is a result of high seroprevalence rates that occur during years of virus re-emergence. The time and cost of vaccinations, as well as the willingness to vaccinate, are likely to be affected by this situation. However, it should be kept in mind that there may be more cases of foetal malformations resulting from the infection of seronegative young animals during pregnancy. Vaccinating naive female animals from all affected species before they reach reproductive age may be a suitable and cost-effective strategy.

**Keywords:** Schmallenberg virus, vaccination, domestic ruminants, pregnancy

## INTRODUCTION

The Schmallenberg virus (SBV) was discovered in Germany in late summer 2011 (Hoffmann et al., 2012). The virus rapidly spread throughout Europe and twenty nine European countries reported its presence in less than two years, causing outbreaks of congenital malformation during the winter and spring of 2011-2012 and 2012-2013 (Afonso et al., 2014). SBV infects ruminants and results in a mild disease that may have symptoms like diarrhoea, fever, and a decrease in milk production. Miscarriages, stillbirths, or severe deformations (arthrogryposis hydranencephaly syndrome) of the unborn can be caused by infection of the pregnant animals (Hoffmann et al., 2012; Muskens et al., 2012).

Domestic ruminants (such as goats, sheep and cattle) and wild ruminants (such as water buffalo, elk, and roe deer) are the main target of SBV infection. In addition, SBV has been detected in pigs, dogs and camelids (Sailleau et al., 2012; Poskin et al., 2014; Schulz et al., 2015; Brülisauer et al., 2017; Poskin et al., 2017). A primer infection is believed to be the cause of immune development for hosts (Conraths et al., 2013). The absence of evidence for zoonotic transmission is indicated by the absence of syndromic monitoring or serologic studies suggest that there is no public health risk for SBV, which is absent or extremely low (Reusken et al., 2012).

SBV is a member of the *Orthobunyavirus* genus within the *Peribunyaviridae* family. The SBV, Akabane and Aino viruses are closely related, and they are part of the Simbu serogroup of the *Orthobunyavirus* genus (De Regge, 2017). SBV is an enveloped virus consisting of a three segmented negative-stranded RNA genome: large (L), medium (M), and small (S). The nucleocapsid (N) protein and an unstructuring (NS) protein are encoded by the S RNA segment. The medium (M) RNA segment is responsible for encoding a polyprotein precursor, which is eventually broken down into the non-structured (NS) protein and two envelope glycoproteins named Gn and Gc. The RNA-dependent RNA polymerase is encoded by the large (L) RNA segment (Elliott, 2014).

SBV can cause mild unspecific clinical signs for a few days in goats, sheep and cattle, which are connected to a temporary viremia lasting 2 to 6 days (Wernike et al., 2013a; Wernike et al., 2013b; Laloy et al., 2015). However, when naive pregnant animals are infected, the virus can pass through the placenta barrier and lead to abortion, premature birth, stillbirth, or foetal malformation. Arthrogryposis, kyphosis, lordosis, torticollis, scoliosis, ankylosis, porphyria, and mild to severe hypoplasia of the central nervous system are among the malformations that can occur in varying degrees of severity (Herder et al., 2012; Peperkamp et al., 2012; van den Brom et al., 2012). The critical timeframe for malformation in small ruminants is about 30 to 60 days after conception, whereas in cattle from about 30 to 150 days of pregnancy (Martinelle et al., 2015; König et al., 2019).

It has been suggested that *Culicoides* biting midges, small hematophagous flies belonging to the *Ceratopogonidae* family, are the possible vectors of SBV (Mellor et al., 2000; Sick et al., 2019). In addition, vertical transmission in sheep, cattle and goats has been demonstrated by the detection of SBV RNA in congenitally malformed neonates and aborted fetuses (Garigliany et al., 2012; van den Brom et al., 2012, Bayrou et al., 2013). Direct treatment options are not available for animals with SBV infection. Preventing SBV infection is primarily done through management strategies and vaccination. Virus circulation can be significantly reduced or stopped by vaccination of livestock against a vector-transmitted disease, as demonstrated by previous experiences with bluetongue virus. This systematic review is focused on the effect of vaccination on SBV infection.

## **2. MATERIALS AND METHODS**

### **2.1. LITERATURE SEARCH STRATEGY**

The Preferred Reporting Elements for Systematic Reviews and Meta-analysis were used to structure this systematic review and meta-analysis (Moher et al., 2009). The study was limited to articles published in English that examined the impact of vaccination on SBV infection. Five literature databases were utilized for the search, including Google Scholar, Scopus, Thomson Reuters, ScienceDirect, and PubMed. The search criteria were established in advance and executed on January 1, 2012. The most recent update was on March 28, 2024. Different combinations of the following keywords were used during the search: “Schmallenberg disease vaccination”, “Schmallenberg virus vaccine”, “preventing Schmallenberg virus infection”, and “prevention and control measures of Schmallenberg disease”.

### **2.2. STUDY ELIGIBILITY CRITERIA**

To eliminate duplicates, the collected bibliographic references were carefully screened. All primary descriptive studies in English that document the effect of vaccination on SBV infection are included in this meta-analysis. Articles that clearly described the effect of vaccination on SBV were included in the inclusion criteria. The study that lacks clear and detailed estimates of the effect of vaccination on SBV was excluded.

## **3. RESULTS**

A total of 129 articles were searched in various electronic databases, from which 19 were excluded after assessing article duplication. Automation tools identified 43 records as not eligible, and 31 records were removed for other reasons. Fourteen articles were eliminated from the 36 articles through article title and abstract screening, and only 22 studies were searched for reports, with 2 articles not being retrieved. Finally, twenty papers that were published between 2012 and 2024 were determined to be eligible for our systematic review and meta-analysis study after conducting this search.

## **4. DISCUSSION**

The main reason for the negative economic impact of SBV is stillbirth or foetal malformation, as well as trade restrictions implemented in several non-affected countries (van den Brom et al., 2012; Garigliany et al., 2012; EFSA, 2014). The overall impact on adult animals is deemed limited, with the majority of it being caused by dystocia, costly treatment for birth complications, and a slight decrease in fertility parameters, more frequent milk loss and early embryonic deaths (Saegerman et al., 2014; Veldhuis et al., 2014). In France, an estimated 3% rate was calculated for cattle in the 2012/2013 calving season, and in contrast, an average of 8% of lambs was born with congenital malformations during the same period (Dominguez et al., 2014).

Animal welfare should be taken into account when deciding on approaches for prophylaxis in animal production and the export of animals and their products. Management strategies and vaccination are the two main preventive measures for insect-transmitted pathogens like SBV. SBV has established a practice of switching between low-level circulation and re-circulation to a greater extent every 2-3 years (Delooz et al., 2017; Wernike and Beer, 2020a). Vaccination could be a more reliable prophylaxis than exposure to the bites of potentially infected insect vectors (Wernike and Beer, 2020b).

A Japanese multivalent vaccine against Aino virus, Akabane virus, and Chuzan virus was used in ruminants, but it did not confer cross-protection against SBV (Hechinger et al.,



2013). Therefore, SBV-specific chemically inactivated vaccines have been developed and successfully tested in cattle and sheep, the most important targets species (Wernike et al., 2013c; Hechinger et al., 2014). In 2013, the vaccines were granted licenses for the British and French markets, and in May 2015, it was granted marketing authorization for the entire European Union (Anonymous, 2013). The absence of DIVA capability, which allows for field-infected and vaccinated animals to be differentiated, is a major drawback of these safe and stable inactivated whole-virus preparations. Marker vaccines can demonstrate the freedom of disease by serological methods. Vaccines that are DIVA-compatible and can deliver antigens include live attenuated vaccines, DNA-mediated, subunit, or live-vectored vaccines. There are preparations available for SBV infection (Table 1).

**Table 1.** SBV-specific vaccines were tested with success in the targeted animal species.

Vaccine type	Description	Targeted animal species
Inactivated	Inactivated whole-virus preparations	Sheep, cattle
Subunit	Mammalian cells express either Gc's N-terminal domain or Gn and Gc's linked ectodomains.	Cattle
Vector vaccine	The N terminus of Gc that was delivered by recombinant equine herpesvirus type 1	Cattle
Modified-live	NSs or combined NSs/NSm deletion mutant viruses that were generated through reverse genetics	Cattle

The generation of SBV mutant viruses that lack either NSs, NSm, or both non-structural proteins in combination was done through reverse genetics and then tested in a vaccination/challenge trial in cattle. Detectable virus replication was not observed during the vaccination with the NSs and the combined NSs/NSm deletion mutant viruses. Furthermore, the live-attenuated virus that lacks NSm and NSs deficiency protected all immunized cattle from virulent virus challenges. The lack of discriminatory diagnostic test systems means that this candidate vaccine is not currently DIVA-capable (Kraatz et al., 2015). The basis of Gc is being used in the development of both DNA-mediated subunit vaccines and live-vectored vaccines. Subunit or viral vector vaccines have demonstrated their effectiveness against SBV, while DNA-mediated vaccines have only been tested in small animal models (Wernike et al., 2017; Wernike et al., 2018a).

Equine herpesvirus type 1 and the poxvirus modified Vaccinia virus Ankara have been used to design of the SBV-specific vector vaccines. The N-terminal domain of Gc was inserted into the viral vectors. The protective effect of viral vector vaccines was the same as that of earlier inactivated vaccines or a live-attenuated vaccine (Kraatz et al., 2015; Wernike et al., 2018a).

Antibodies that were acquired after an earlier SBV infection prevent re-infection (Wernike et al., 2013a). Vaccinating the animals was not considered necessary once the vaccines were available. The licensed inactivated vaccines are currently only being used to a very limited extent. The high seropositivity rate acquired from natural infections in the ruminant population is likely the reason for the only sporadic virus detections, which are concentrated in young stock. Due to the dynamics of the livestock population, the duration of herd immunity declined in the following years (Wernike et al., 2018b). The renewed virus circulation observed in Germany in 2014, 2016, and 2019 may have been facilitated by the decline in herd immunity (Wernike et al., 2015; Wernike and Beer, 2020a). Foetal malformations caused by infection of

naive dams during gestation may increase as a result of regularly renewing virus circulation. Thus, this animal group, which is young females, may be one of the targets of SBV vaccination programs. In addition to protecting animals from infection, vaccination could be employed by farmers to break the transmission chain and decrease the virus's overall spread (Bessell et al., 2014).

Vaccination was the most effective veterinary measure to respond to the European bluetongue virus (BTV) outbreak. *Culicoides* biting midges are responsible for transmitting BTV and it mainly affects ruminants (Maclachlan, 2011). The incidence of BTV infections decreased rapidly due to the vaccination of more than 100 million animals throughout Europe, demonstrating that vaccination campaigns are highly successful in eliminating vector-transmitted viruses (Zientara et al., 2010). For vector-transmitted viruses, it may be cost-effective to vaccinate animals raised on pastures (Græsbøll et al., 2014).

In conclusion, SBV is recirculating to a greater extent every 2 to 3 years. Unless countermeasures, like vaccinations, are implemented, the threat to the ruminant population remains constant. The willingness to vaccinate is likely affected by the intermittent nature of SBV circulation and the time and cost of vaccinations. However, it should be kept in mind that there may be more cases of foetal malformations resulting from the infection of seronegative young animals during pregnancy. Vaccinating naive female animals from all affected species before they reach reproductive age may be a suitable and cost-effective strategy.

## REFERENCES

1. Afonso A, Abrahantes JC, Conraths F, Veldhuis A, Elbers A, Roberts H, Van der Stede Y, Méroc E, Gache K, Richardson J. The Schmallenberg virus epidemic in Europe-2011-2013. *Prev Vet Med.* 2014;116(4):391-403. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.02.012>.
2. Anonymous. VMD authorises SBV vaccine for use in the UK. *Vet. Rec.* 2013, 172, 543.
3. Bayrou C, Garigliany MM, Cassart D, Jolly S, Desmecht D. Schmallenberg virus circulation in Belgium in 2012. *Vet Rec.* 2013;172(11):296. <https://doi.org/10.1136/vr.f1637>.
4. Bessell PR, Auty HK, Searle KR, Handel IG, Purse BV, de C Bronsvooort BM. Impact of temperature, feeding preference and vaccination on Schmallenberg virus transmission in Scotland. *Sci Rep.* 2014;4:5746. <https://doi.org/10.1038/srep05746>.
5. Brülisauer F, Scholes S, Caldow GL, Rocchi M, Dagleish MP, Chianini F. Role of Schmallenberg virus infection in congenital malformations in ruminants in Scotland in spring 2017. *Vet Rec.* 2017;181(13):341-343. <https://doi.org/10.1136/vr.j4503>.
6. Conraths FJ, Peters M, Beer M. Schmallenberg virus, a novel orthobunyavirus infection in ruminants in Europe: potential global impact and preventive measures. *N Z Vet J.* 2013;61(2):63-67. <https://doi.org/10.1080/00480169.2012.738403>.
7. Delooz L, Saegerman C, Quinet C, Petitjean T, De Regge N, Cay B. Resurgence of Schmallenberg Virus in Belgium after 3 Years of Epidemiological Silence. *Transbound Emerg Dis.* 2017;64(5):1641-1642. <https://doi.org/10.1111/tbed.12552>.
8. De Regge N, Akabane, Aino and Schmallenberg virus-where do we stand and what do we know about the role of domestic ruminant hosts and Culicoides vectors in virus transmission and overwintering? *Curr Opin Virol.* 2017;27:15-30. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2017.10.004>.
9. Dominguez M, Gache K, Touratier A, Perrin JB, Fediaevsky A, Collin E, Bréard E, Sailleau C, Viarouge C, Zanella G, Zientara S, Hendrikx P, Calavas D. Spread and impact of the Schmallenberg virus epidemic in France in 2012-2013. *BMC Vet Res.* 2014;10:248. <https://doi.org/10.1186/s12917-014-0248-x>.
10. EFSA. Schmallenberg virus: State of Art. *EFSA J.* 2014, 12, 54.
11. Elliott RM. Orthobunyaviruses: recent genetic and structural insights. *Nat. Rev. Microbiol.* 2014;12(10):673-685. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3332>.
12. Garigliany MM, Hoffmann B, Dive M, Sartelet A, Bayrou C, Cassart D, Beer M, Desmecht D. Schmallenberg virus in calf born at term with porencephaly, Belgium. *Emerg Infect Dis.* 2012;18(6):1005-1006. <https://doi.org/10.3201/eid1806.120104>.
13. Græsbøll K, Enøe C, Bødker R, Christiansen LE. Optimal vaccination strategies against vector-borne diseases. *Spat Spatiotemporal Epidemiol.* 2014;11:153-62. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2014.07.005>.
14. Hechinger S, Wernike K, Beer M. Evaluating the protective efficacy of a trivalent vaccine containing Akabane virus, Aino virus and Chuzan virus against Schmallenberg virus infection. *Vet Res.* 2013;44(1):114. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-114>.
15. Hechinger S, Wernike K, Beer M. Single immunization with an inactivated vaccine protects sheep from Schmallenberg virus infection. *Vet Res.* 2014;45(1):79. <https://doi.org/10.1186/s13567-014-0079-6>.
16. Herder V, Wohlsein P, Peters M, Hansmann F, Baumgärtner W. Salient lesions in domestic ruminants infected with the emerging so-called Schmallenberg virus in Germany. *Vet Pathol.* 2012;49(4):588-591. <https://doi.org/10.1177/0300985812447831>.

17. Hoffmann B, Scheuch M, Höper D, Jungblut R, Holsteg M, Schirrmeier H, Eschbaumer M, Goller KV, Wernike K, Fischer M, Breithaupt A, Mettenleiter TC, Beer M. Novel orthobunyavirus in Cattle, Europe, 2011. *Emerg Infect Dis.* 2012;18(3):469-472. <https://doi.org/10.3201/eid1803.111905>.
18. König P, Wernike K, Hechinger S, Tauscher K, Breithaupt A, Beer M. Fetal infection with Schmallenberg virus - An experimental pathogenesis study in pregnant cows. *Transbound Emerg Dis.* 2019;66(1):454-462. <https://doi.org/10.1111/tbed.13045>.
19. Kraatz F, Wernike K, Hechinger S, König P, Granzow H, Reimann I, Beer M. Deletion mutants of Schmallenberg virus are avirulent and protect from virus challenge. *J Virol.* 2015;89(3):1825-1837. <https://doi.org/10.1128/JVI.02729-14>.
20. Laloy E, Riou M, Barc C, Belbis G, Bréard E, Breton S, Cordonnier N, Crochet D, Delaunay R, Moreau J, Pozzi N, Raimbourg M, Sarradin P, Trapp S, Viarouge C, Zientara S, Ponsart C. Schmallenberg virus: experimental infection in goats and bucks. *BMC Vet Res.* 2015;11:221. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0516-4>.
21. Maclachlan NJ. Bluetongue: history, global epidemiology, and pathogenesis. *Prev Vet Med.* 2011;102(2):107-111. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.04.005>.
22. Martinelle L, Poskin A, Dal Pozzo F, De Regge N, Cay B, Saegerman C. Experimental Infection of Sheep at 45 and 60 Days of Gestation with Schmallenberg Virus Readily Led to Placental Colonization without Causing Congenital Malformations. *PLoS One.* 2015;10(9):e0139375. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139375>.
23. Mellor PS, Boorman J, Baylis M. Culicoides biting midges: their role as arbovirus vectors. *Annu Rev Entomol.* 2000;45:307-340. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.307>.
24. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.
25. Muskens J, Smolenaars AJ, van der Poel WH, Mars MH, van Wuijckhuise L, Holzhauer M, van Weering H, Kock P. Diarrhea and loss of production on Dutch dairy farms caused by the Schmallenberg virus [Diarrée en productiedaling op Nederlandse melkveebedrijven door het Schmallenbergvirus] *Tijdschr Diergeneeskd.* 2012;137:112-115.
26. Peperkamp K, Dijkman R, van Maanen C, Vos J, Wouda W, Holzhauer M, van Wuijckhuise L, Junker K, Greijdanus S, Roumen M. Polioencephalo-myelitis in a calf due to infection with Schmallenberg virus. *Vet Rec.* 2012;170(22):570. <https://doi.org/10.1136/vr.e3795>.
27. Poskin A, Van Campe W, Mostin L, Cay B, De Regge N. Experimental Schmallenberg virus infection of pigs. *Vet Microbiol.* 2014;170(3-4):398-402. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2014.02.026>.
28. Poskin A, Méroc E, Behaeghel I, Riocreux F, Couche M, Van Loo H, Bertels G, Delooz L, Quinet C, Dispas M, Van der Stede Y. Schmallenberg Virus in Belgium: Estimation of Impact in Cattle and Sheep Herds. *Transbound Emerg Dis.* 2017;64(1):264-274. <https://doi.org/10.1111/tbed.12367>.
29. Reusken C, van den Wijngaard C, van Beek P, Beer M, Bouwstra R, Godeke GJ, Isken L, van den Kerkhof H, van Pelt W, van der Poel W, Reimerink J, Schielen P, Schmidt-Chanasit J, Vellema P, de Vries A, Wouters I, Koopmans M. Lack of evidence for zoonotic transmission of Schmallenberg virus. *Emerg Infect Dis.* 2012;18(11):1746-1754. <https://doi.org/10.3201/eid1811.120650>.
30. Saegerman C, Martinelle L, Dal Pozzo F, Kirschvink N. Preliminary survey on the impact of Schmallenberg virus on sheep flocks in South of Belgium. *Transbound Emerg Dis.* 2014;61(5):469-72. <https://doi.org/10.1111/tbed.12047>.

31. Sailleau C, Boogaerts C, Meyrueix A, Laloy E, Bréard E, Viarouge C, Desprat A, Vitour D, Doceul V, Boucher C, Zientara S, Nicolier A, Grandjean D. Schmallenberg virus infection in dogs, France, 2012. *Emerg Infect Dis.* 2013;19(11):1896-1898. <https://doi.org/10.3201/eid1911.130464>.
32. Schulz C, Beer M, Hoffmann B. Schmallenberg virus infection in South American camelids: Field and experimental investigations. *Vet Microbiol.* 2015;180(3-4):171-9. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.08.024>.
33. Sick F, Beer M, Kampen H, Wernike K. Culicoides Biting Midges-Underestimated Vectors for Arboviruses of Public Health and Veterinary Importance. *Viruses.* 2019;11(4):376. <https://doi.org/10.3390/v11040376>.
34. van den Brom R, Lutikholt SJ, Lievaart-Peterson K, Peperkamp NH, Mars MH, van der Poel WH, Vellema P. Epizootic of ovine congenital malformations associated with Schmallenberg virus infection. *Tijdschr Diergeneeskd.* 2012;137(2):106-111.
35. Veldhuis AM, Carp-van Dijken S, van Wuijckhuise L, Witteveen G, van Schaik G. Schmallenberg virus in Dutch dairy herds: potential risk factors for high within-herd seroprevalence and malformations in calves, and its impact on productivity. *Vet Microbiol.* 2014;168(2-4):281-293. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.11.021>.
36. Wernike K, Eschbaumer M, Schirrmeier H, Blohm U, Breithaupt A, Hoffmann B, Beer M. Oral exposure, reinfection and cellular immunity to Schmallenberg virus in cattle. *Vet Microbiol.* 2013a;165(1-2):155-159. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.01.040>.
37. Wernike K, Hoffmann B, Bréard E, Bötner A, Ponsart C, Zientara S, Lohse L, Pozzi N, Viarouge C, Sarradin P, Leroux-Barc C, Riou M, Laloy E, Breithaupt A, Beer M. Schmallenberg virus experimental infection of sheep. *Vet Microbiol.* 2013b;166(3-4):461-466. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.06.030>.
38. Wernike K, Nikolin VM, Hechinger S, Hoffmann B, Beer M. Inactivated Schmallenberg virus prototype vaccines. *Vaccine.* 2013c;31(35):3558-3563. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2013.05.062>.
39. Wernike K, Hoffmann B, Conraths FJ, Beer M. Schmallenberg Virus Recurrence, Germany, 2014. *Emerg Infect Dis.* 2015;21(7):1202-4. <https://doi.org/10.3201/eid2107.150180>.
40. Wernike K, Aebischer A, Roman-Sosa G, Beer M. The N-terminal domain of Schmallenberg virus envelope protein Gc is highly immunogenic and can provide protection from infection. *Sci Rep.* 2017;7:42500. <https://doi.org/10.1038/srep42500>.
41. Wernike K, Mundt A, Link EK, Aebischer A, Schlotthauer F, Sutter G, Fux R, Beer M. N-terminal domain of Schmallenberg virus envelope protein Gc delivered by recombinant equine herpesvirus type 1 and modified vaccinia virus Ankara: Immunogenicity and protective efficacy in cattle. *Vaccine.* 2018a;36(34):5116-5123. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2018.07.047>.
42. Wernike K, Holsteg M, Szillat KP, Beer M. Development of within-herd immunity and long-term persistence of antibodies against Schmallenberg virus in naturally infected cattle. *BMC Vet Res.* 2018b;14(1):368. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1702-y>.
43. Wernike K, Beer M. Re-circulation of Schmallenberg virus, Germany, 2019. *Transbound Emerg Dis.* 2020a;67(6):2290-2295. <https://doi.org/10.1111/tbed.13592>.
44. Wernike K, Beer M. Schmallenberg Virus: To Vaccinate, or Not to Vaccinate? *Vaccines (Basel).* 2020b;8(2):287. <https://doi.org/10.3390/vaccines8020287>.
45. Zientara S, MacLachlan NJ, Calistri P, Sanchez-Vizcaino JM, Savini G. Bluetongue vaccination in Europe. *Expert Rev Vaccines.* 2010;9(9):989-91. <https://doi.org/10.1586/erv.10.97>.

## TÜRKİYE'DE AKABANE VİRUS ENFEKSİYONU

**Assoc. Prof. Murat ŞEVİK (ORCID:0000-0002-9604-3341)**

Department of Virology, Veterinary Faculty, Necmettin Erbakan University, Konya, Türkiye

**Email:**murat.sevik@erbakan.edu.tr

### ÖZET

Bir arbovirus olan Akabane virusu (AKAV), ilk kez 1959 yılında Japonya'da keşfedilmiş olup Peribunyaviridae familyasının Orthobunyavirus cinsinin bir üyesidir. AKAV'dan çeşitli evcilleştirilmiş geviş getiren hayvanlar ve yaban hayvan türleri etkilenmektedir. AKAV'ın bulaşması, Culicoides ısırın tatarcıklar gibi hematofag artropod vektörler aracılığıyla gerçekleşmektedir. Hamile geviş getiren hayvanlar herhangi bir semptom göstermeden AKAV ile enfekte olabilirler, ancak abort, ölü doğum ve artrogripozis-hidranensefali sendromu gibi fetüsün konjenital anormallikleriyle sonuçlandığı enfeksiyon durumları da gerçekleşebilir. Hamilelik evresi bu konjenital defektlerin çeşitliliğini etkilemektedir. Ayrıca sığır ve buzağılarda tremor, ataksi ve astigmatizma gibi nörolojik semptomlara neden olabilen postnatal AKAV enfeksiyonunun da görüldüğü rapor edilmiştir. AKAV genomu 3 segment (büyük (L), orta (M) ve küçük (S)) içerir ve S ve M segmentlerine göre filogenetik olarak dört farklı genogruba (I-IV) ve iki alt gruba (Ia ve Ib) ayrılır. Genogrup Ia, genogrup II'ye göre daha nörovirulent olma eğilimindedir. Afrika kıtası, Orta Doğu, Güneydoğu Asya ve Avustralya'da, AKAV varlığı bildirmiştir. Türkiye'de geviş getiren hayvanlarda AKAV enfeksiyonu son yıllarda rapor edilmiştir. Bu çalışmanın amacı Türkiye'de AKAV enfeksiyonuna ilişkin güncel bilimsel bilgilerin özetlenmesidir. Türkiye'de AKAV'ın varlığı serolojik ve moleküler teknikler kullanılarak tespit edilmiştir. AKAV enfeksiyonunun rapor edilen seroprevalansı Türkiye'deki sığır, koyun ve keçilerde %2,1-44,7, %0,08-44,9 ve %2,1-39 arasında değişmektedir. Ayrıca Türkiye'de AKAV genotipleri II ve Ib rapor edilmiştir. AKAV enfeksiyonuna karşı herhangi bir kontrol veya aşı programı mevcut değildir ve Türkiye'de 3-5 yılda bir epizootik siklusların meydana geldiği bildirilmektedir. Bu nedenle Türkiye'de AKAV enfeksiyonuna karşı bir kontrol programına ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Akabane virusu, evcil geviş getiren hayvanlar, Türkiye

## AKABANE VIRUS INFECTION IN TÜRKIYE

### Abstract

Akabane virus (AKAV), an arbovirus, was first discovered in Japan in 1959, and it is a member of the Orthobunyavirus genus of the family Peribunyaviridae. A variety of domesticated ruminants and wildlife species are affected by AKAV. The transmission of AKAV occurs through hematophagous arthropod vectors, such as *Culicoides* biting midges. Pregnant ruminants can become infected with AKAV without displaying any symptoms, but there are cases where it results in abortion, stillbirth, and congenital abnormalities of the foetus, like arthrogryposis-hydranencephaly syndrome. The stage of pregnancy affects the variation of these congenital defects. Furthermore, postnatal AKAV infection, which can cause neurological symptoms like tremor, ataxia, and astigmatism, has also been reported in cattle and calves. The AKAV genome contains 3 segments (large (L), medium (M), and small (S)), and based on the S and M segments, it is phylogenetically subdivided into four distinct genogroups (I-IV) and two subgroups (Ia and Ib). Genogroup Ia tends to be more neurovirulent than genogroup II. The African continent, Middle East, Southeast Asia, and Australia have reported the presence of the AKAV. AKAV infection in ruminants in Türkiye has been reported in recent years. The objective of this study was to summarize the current scientific knowledge on AKAV infection in Türkiye. In Türkiye, the presence of AKAV has been identified using serological and molecular techniques. The reported seroprevalence of the AKAV infection ranged from 2.1-44.7%, 0.08-44.9%, and 2.1-39% in cattle, sheep, and goats in Türkiye. Furthermore, AKAV genotypes II and Ib have been reported in Türkiye. There is no control or vaccination program against AKAV infection, and epizootic cycles are reported to occur every 3-5 years in Türkiye. Therefore, a control program is needed against the AKAV infection in Türkiye.

**Keywords:** Akabane virus, domestic ruminants, Türkiye

## INTRODUCTION

The Akabane virus (AKAV) is an arbovirus and is classified as a member of the Peribunyaviridae family and the Simbu serogroup of the genus Orthobunyavirus (Elliott and Blakqori, 2011). Akabane disease (AD) is caused by AKAV, which is an enzootic arthrogryposis-hydranencephaly condition that affects cattle, sheep, and goats (Kirkland, 2015; Yanase et al. 2020). Since the virus was discovered in Japan in 1959, the term AD has been used to categorize the clinical state caused by an AKAV infection in utero (Oya et al., 1961; Akashi et al., 1997). Adult cattle with AKAV infection typically have no symptoms after a short period of transient fever. However, abortion and several abnormalities in the developing foetus can occur when AKAV strains cross the placenta of pregnant animals (Kurogi et al., 1976; Parsonson et al., 1977; Akashi et al., 1997). Stillbirths, premature births, and other abnormalities of the central nervous system, such as microcephaly and porencephaly, are among the congenital defects that vary depending on the stage of pregnancy (Bryant et al., 2005; Kirkland, 2015). Between 1972 and 1975, AKAV caused the birth of over 42,000 deformed calves in Japan (Kurogi et al., 1975). Infection with AKAV in dairy farms results in early pregnancy abortions, infertility, dystocia during birth, and a significant decrease in milk production of infected cows (Horikita et al., 2005; Givens and Marley, 2008; Elhassan et al., 2014). The Akabane, Schmollenberg and Aino viruses are closely related, and they are part of the Simbu serogroup of the *Orthobunyavirus* genus (De Regge, 2017). Three segments, the short (S), medium (M), and large (L), are present in the AKAV genome, which is a single-stranded negative-sense RNA (Elliott, 2014). The S RNA segment is responsible for coding for a non-structural protein and the nucleocapsid protein. A polyprotein precursor is encoded in the M RNA segment and it is cleaved post-translationally into Gn and Gc, as well as a non-structural protein (NSm). The L-RNA segment contains an open-reading frame that encodes an RNA-dependent RNA polymerase (Yanase et al., 2003; Kobayashi et al., 2007; Ogawa et al., 2007, Yanase et al., 2020). Genetic investigations have classified AKAVs into four groups (genogroups I-IV), with genogroup I being further subdivided into two subgroups (Ia and Ib) (Akashi et al., 1997; Kobayashi et al., 2007; Oem et al., 2012). Genogroups III and IV have been assigned to all strains isolated from Australia and Africa, while isolates from East Asia fall under genogroups I and II (Yanase et al., 2020). AKAV transmission is most effectively spread by the biting *Culicoides* midge species. Even though AKAV has been isolated from mosquitoes, they are not believed to be the main vectors of the virus (Bryant et al., 2005; Kirkland, 2015; Yanase et al., 2019). Insect vector activity plays a key role in the control measures for AKAV infection, which is a seasonal condition (Alsaad et al., 2017; De Regge, 2017). Preventing AKAV outbreaks can be achieved by controlling insects in animal breeding sites and changing the calving season. Strategic control methods include using vaccines for susceptible animals before vector activity and emergency vaccination of pregnant animals (Kirkland, 2015). AKAV infection has been reported in many countries in the Middle East, Asia, Africa and Australia (Jagoe et al., 1993; Taylor and Mellor, 1994; Oem et al., 2012; Oluwayelu et al., 2016; Yanase et al., 2018). AKAV infection has also been reported in Türkiye (Urman et al., 1980; Oğuzoğlu et al., 2015). The objective of this study was to summarize the current scientific knowledge on AKAV infection in Türkiye.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. LITERATURE SEARCH

The structure of this systematic review and meta-analysis was based on the Preferred Reporting Elements for Systematic Reviews and Meta-analysis (Moher et al., 2009). The study was



limited to articles published in English that examined the AKAV infection in Türkiye. The search was conducted using five literature databases, including Google Scholar, Scopus, Thomson Reuters, ScienceDirect, and PubMed. The search for literature was carried out between January 1, 2010 and June 1, 2024. Different combinations of the following keywords were used during the search: “Akabane disease Turkey”, “Akabane virus Turkey”, “Prevalence of Akabane virus in Turkey”, “epidemiology of Akabane virus in Turkey”, “Akabane virus in cattle in Turkey”, “Akabane virus in sheep in Turkey”, “Akabane virus in goats in Turkey”, “Akabane disease in Türkiye”, “Akabane virus genetic characterization in Turkey”, “Genetic analysis of Akabane virus in Turkey”, and “Molecular Detection of Akabane virus in Turkey”.

## **2.2. STUDY ELIGIBILITY CRITERIA**

To avoid duplicates, the bibliographic references that were collected were carefully reviewed. This meta-analysis includes all primary descriptive studies in English that document the AKAV infection in Türkiye. Articles that clearly described the AKAV infection in Türkiye were included in the inclusion criteria. The study that did not provide clear and detailed estimates of the AKAV infection in Türkiye was removed.

## **3. RESULTS**

A total of 39 articles were examined in different electronic databases, but 9 were eliminated after assessing article duplication. The automation tools determined that 8 records were not eligible, and 4 records were removed due to other reasons. Article title and abstract screening resulted in the elimination of two articles from the 18 articles, and only 16 studies were searched for reports, with one article not being retrieved. The search resulted in fifteen papers published between 2010 and 2024 being considered for the systematic review and meta-analysis study.

## **4. DISCUSSION**

Akabane disease is prevalent throughout most tropical and subtropical areas situated between latitudes 35°N and 35°S due to the existence of the insect vector (Kirkland, 2015). Türkiye is situated in the subtropical climate zone between latitudes 36° N and 42° N, where the climatic conditions are favourable for the habitat of the insect vector (Dik et al., 2012; Muz et al., 2023). Therefore, the presence of arboviral diseases has been reported in Türkiye (Ozkul et al., 2009; Yilmaz et al., 2014; Şevik, 2017a). Furthermore, the presence of AKAV has been identified in Türkiye using serological and molecular techniques (Oğuzoğlu et al., 2015; Yildirim et al., 2015). There is no control or vaccination program against AKAV infection, and epizootic cycles are reported to occur every 3-5 years in Türkiye (Taylor and Mellor, 1994; Oğuzoğlu et al., 2015; Özsoy and Yildirim, 2021).

At the end of 1979, AKAV infection was reported in affected calves from Aydın Province, characterized by hydranencephaly, torticollis, and arthrogryposis (Urman et al., 1980). Numerous studies have been carried out in subsequent years to assess the status and prevalence of Akabane infection. Different AKAV seropositivity rates have been detected in domestic ruminants in different regions of Türkiye.

The seropositivity of cattle in the AKAV was reported at 9.24% in Aydın Province, in the Aegean region of Türkiye, whereas AKAV seropositivity in cattle in Kars Province, in the northeastern part of the country, was reported at 2.1% (Özgünlük et al., 2013; Yildirim et al., 2015). Moreover, the Black Sea region had a 25% rate of AKAV seropositivity (Albayrak and Ozan, 2010). A study conducted by Koç and Erol (2017) could not find AKAV-specific antibodies in sampled cattle, sheep, goats, and camels in Aydın and Muğla Provinces. The

presence of Akabane infection was found to be 0.08% in sheep in the Marmara region, while it was 44.9% in sheep in the Mediterranean region (Pestil, 2014; Şevik, 2017b). AKAV seropositivity rate in sheep in Burdur Province was found 3.9% by Hasircioglu et al. (2023), whereas AKAV seropositivity rate in goats in same province was found 2.1% (Özsoy and Yıldırım, 2021; Hasircioglu et al., 2023). The seropositivity rates in cattle, sheep, and goat were 44.7%, 22.9%, and 14.5%, respectively, according to a study which was conducted in Hatay, Kahramanmaraş and Osmaniye Provinces in the Eastern Mediterranean region of Türkiye (Dağalp et al., 2021). Another study from Adana and Hatay Province was found that AKAV seropositivity in sheep and goats were 31.6% and 39%, respectively (Arnabat and Doğan, 2023). The AKAV seropositivity rate in camels was determined at 51.2% in Türkiye by Pestil et al. (2021). The detection method, sample size, and management conditions are possible causes for the difference in seropositivity rates in different regions. Moreover, the seropositivity rate may vary depending on the location and season.

Few studies have analysed the molecular characterization and genetic variations in local AKAV strains in Türkiye (Oğuzoğlu et al., 2015; Şevik, 2017a; Dağalp et al., 2021; Çağırğan et al., 2022). AKAV genotypes II and Ib have been reported in Türkiye (Oğuzoğlu et al., 2015; Şevik, 2017a). AKAV was detected in a lamb from Aydın Province, characterized by stagnation, diarrhoea, and congenital paralysis of the legs and it has been reported that field AKAV isolates belonged to genogroup II (Oğuzoğlu et al., 2015). Another study which was conducted in Antalya Province of Türkiye found that AKAV genogroup Ib strains were circulated among small ruminants (Şevik, 2017a). Furthermore, AKAV genogroup Ib strains have been detected in sheep and goats in the Aegean region of Türkiye (Çağırğan et al., 2022). Dağalp et al. (2021) reported that AKAV genogroups Ib and genogroups II were circulated among cattle and sheep in the Eastern Mediterranean region of Türkiye. Results of the previous studies suggest that AKAV genotypes II and Ib are circulating among cattle and small ruminants in Türkiye.

In conclusion, Türkiye has not given enough attention to the AKAV infection. The livestock industry suffers significant economic losses due to AKAV infection. Akabane disease outbreaks are typically seen at 3-5 year intervals, probably due to a decline in immunity to previous viruses. An effective prevention and control program that incorporates control of haematophagous insects, vaccination, and quarantine should be implemented in cattle and small ruminants in Türkiye. To obtain a deeper understanding of the epidemiology of AKAV, it is important to study the antigenic characteristics of AKAVs detected in cattle, small ruminants and haematophagous insects.

## REFERENCES

1. Akashi H, Kaku Y, Kong XG, Pang H. Sequence determination and phylogenetic analysis of the Akabane bunyavirus S RNA genome segment. *J Gen Virol.* 1997;78 (Pt 11):2847-2851. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-78-11-2847>.
2. Albayrak H, Ozan E. 2010. Orta karadeniz bölgesinde ruminant ve tek tırnaklılarda kan emici sineklerle nakledilen bazı arboviral enfeksiyonların seroprevalansı. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 2010;16:33-36.
3. Alsaad KM, Alautaish HHN, Alamery MAY. Congenital arthrogryposis-hydranencephaly syndrome caused by Akabane virus in newborn calves of Basrah Governorate, Iraq. *Vet World.* 2017;10(9):1143-1148. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.1143-1148>.
4. Arnabat A, Doğan F. Hatay ve Adana İllerinde Koyun ve Keçilerde Akabane Virus Enfeksiyonunun Serolojik Olarak Araştırılması. *Antakya Vet Bil Derg.* 2023;2(1):30-36.
5. Bryant JE, Crabtree MB, Nam VS, Yen NT, Duc HM, Miller BR. Isolation of arboviruses from mosquitoes collected in northern Vietnam. *Am J Trop Med Hyg.* 2005;73(2):470-473.
6. Çağırğan AA, Pekmez K, Kaplan M, Arslan F, Kalaycı G. Molecular investigation of most important viruses causing abortion in small ruminants: the importance of akabane virus. *Journal MVZ Cordoba* 2022; 27(1):e2356. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2356>.
7. Dağalp SB, Dik B, Doğan F, Farzani TA, Ataseven VS, Acar G, Şahinkesen İ, Özkul A. Akabane virus infection in Eastern Mediterranean Region in Turkey: *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) as a possible vector. *Trop Anim Health Prod.* 2021;53(2):231. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02661-y>.
8. De Regge N. Akabane, Aino and Schmallenberg virus-where do we stand and what do we know about the role of domestic ruminant hosts and *Culicoides* vectors in virus transmission and overwintering? *Curr Opin Virol.* 2017;27:15-30. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2017.10.004>.
9. Dik B, Yavru S, Uslu U, Yapıcı O, Esin E. Determination of *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae) as suspect vectors of Epizootic Haemorrhagic Disease and Bluetongue viruses in southern and western Anatolia by RT-PCR. *Revue Méd. Vét.*, 2012, 163, 505-510.
10. Elhassan AM, Mansour ME, Shamon AA, El Hussein AM. A serological survey of akabane virus infection in cattle in Sudan. *ISRN Vet Sci.* 2014;2014:123904. <https://doi.org/10.1155/2014/123904>.
11. Elliott R.M., Blakqori G. *Molecular Biology of Orthobunyaviruses. Bunyaviridae: Molecular and Cellular Biology.* Caister Academic Press; Norfolk, UK: 2011. pp. 1-39.
12. Elliott RM. Orthobunyaviruses: recent genetic and structural insights. *Nat Rev Microbiol.* 2014;12(10):673-685. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3332>.
13. Givens MD, Marley MS. Infectious causes of embryonic and fetal mortality. *Theriogenology.* 2008;70(3):270-285. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.04.018>.
14. Hasircioglu S, Kale M, Orta YS. Searching akabane and pestivirus infections in native breed sheep with abortion history. *Agricultural Science Digest.* 2023;43:852-857.
15. Horikita T, Yoshinaga S, Okatani AT, Yamane I, Honda E, Hayashidani H. Loss of milk yield due to Akabane disease in dairy cows. *J Vet Med Sci.* 2005;67(3):287-290. <https://doi.org/10.1292/jvms.67.287>.

16. Jagoe S, Kirkland PD, Harper PA. An outbreak of Akabane virus-induced abnormalities in calves after agistment in an endemic region. *Aust Vet J.* 1993;70(2):56-58. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1993.tb15139.x>.
17. Kirkland PD. Akabane virus infection. *Rev Sci Tech.* 2015;34(2):403-410. <https://doi.org/10.20506/rst.34.2.2366>.
18. Kobayashi T, Yanase T, Yamakawa M, Kato T, Yoshida K, Tsuda T. Genetic diversity and reassortments among Akabane virus field isolates. *Virus Res.* 2007;130(1-2):162-171. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2007.06.007>.
19. Koç BT, Erol N. Aydın ve Muğla İllerindeki Sığır, Koyun, Keçi ve Develerde Akabane Virus AKAV Enfeksiyonunun Serolojik Olarak Araştırılması. *Animal Health Prod and Hyg.* 2017; 6(1):459-462.
20. Kurogi H, Inaba Y, Goto Y, Miura Y, Takahashi H. Serologic evidence for etiologic role of Akabane virus in epizootic abortion-arthritis-hydranencephaly in cattle in Japan, 1972-1974. *Arch Virol.* 1975;47(1):71-83. <https://doi.org/10.1007/BF01315594>.
21. Kurogi H, Inaba Y, Takahashi E, Sato K, Omori T, Miura Y, Goto Y, Fujiwara Y, Hatano Y, Kodama K, Fukuyama S, Sasaki N, Matumoto M. Epizootic congenital arthrogryposis-hydranencephaly syndrome in cattle: isolation of Akabane virus from affected fetuses. *Arch Virol.* 1976;51(1-2):67-74. <https://doi.org/10.1007/BF01317835>.
22. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.
23. Muz D, Dik B, Muz MN. The investigation of Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) species and Bluetongue virus and Schmallenberg virus in Northwest Türkiye. *Trop Anim Health Prod.* 2023;55(1):39. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03454-1>.
24. Oem JK, Yoon HJ, Kim HR, Roh IS, Lee KH, Lee OS, Bae YC. Genetic and pathogenic characterization of Akabane viruses isolated from cattle with encephalomyelitis in Korea. *Vet Microbiol.* 2012;158(3-4):259-266. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2012.02.017>.
25. Ogawa Y, Sugiura K, Kato K, Tohya Y, Akashi H. Rescue of Akabane virus (family Bunyaviridae) entirely from cloned cDNAs by using RNA polymerase I. *J Gen Virol.* 2007;88(Pt 12):3385-3390. <https://doi.org/10.1099/vir.0.83173-0>.
26. Oğuzoğlu TÇ, Toplu N, Koç BT, Doğan F, Epikmen ET, İpek E, Akkoç AN. First molecular detection and characterization of Akabane virus in small ruminants in Turkey. *Arch Virol.* 2015;160(10):2623-2627. <https://doi.org/10.1007/s00705-015-2536-6>.
27. Oluwayelu DO, Aiki-Raji CO, Umeh EC, Mustapha SO, Adebisi AI. Serological Investigation of Akabane Virus Infection in Cattle and Sheep in Nigeria. *Adv Virol.* 2016;2016:2936082. <https://doi.org/10.1155/2016/2936082>.
28. Oya A, Okuno T, Ogata T, Kobayashii, Matsuyama T. Akabane, a new arbor virus isolated in Japan. *Jpn J Med Sci Biol.* 1961;14:101-108. <https://doi.org/10.7883/yoken1952.14.101>.
29. Ozkul A, Erturk A, Caliskan E, Sarac F, Ceylan C, Mertens P, Kabakli O, Dincer E, Cizmeci SG. Segment 10 based molecular epidemiology of bluetongue virus (BTV) isolates from Turkey: 1999-2001. *Virus Res.* 2009;142(1-2):134-139. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2009.02.007>.
30. Özgünlük İ, Yıldırım Y, Gür S, Tan MT. Aydın Yöresindeki Sığırlarda Akabane Virus (AKAV) ve İbaraki Virus (IBAV) Enfeksiyonlarının Seroprevalansı. *Harran Univ Vet Fak Derg.* Ocak 2013;2(1):36-41.

31. Özsoy M, Yildirim Y. Seroepidemiology of Akabane Virus Infection in Honamlı Goat Breed. MAKU J. Health Sci. Inst., 2021;9(3):53-61.
32. Parsonson IM, Della-Porta AJ, Snowdon WA. Congenital abnormalities in newborn lambs after infection of pregnant sheep with Akabane virus. Infect Immun. 1977;15(1):254-262. <https://doi.org/10.1128/iai.15.1.254-262.1977>.
33. Pestil Z. Marmara bölgesinde koyunlardan alınan abort ve postnatal örneklerde viral etkenlerin (Pestivirus, Mavidil ve Akabane Virus) araştırılması. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü, 2014, Elazığ.
34. Pestil Z, Dogan F, Gürel K, Ataseven VS. Antibodies to Bluetongue, Akabane and Schmallenberg viruses in native dromedary camels in Turkey. Veterinarski Arhiv. 2021;91(5):495-501.
35. Şevik M. Molecular detection and genetic analysis of Akabane virus genogroup Ib in small ruminants in Turkey. Arch Virol. 2017a;162(9):2769-2774. <https://doi.org/10.1007/s00705-017-3398-x>.
36. Şevik M. Molecular and serological survey of Akabane virus infection in sheep in the Mediterranean Region of Turkey. Small Rumin Res. 2017b;156:1-6.
37. Taylor WP, Mellor PS. The distribution of Akabane virus in the Middle East. Epidemiol Infect. 1994;113(1):175-185. <https://doi.org/10.1017/s0950268800051591>.
38. Urman HK, Berkin S, Yuce H, Milli U, Mert N, Kahraman MM, Avvuran H. Türkiye’de buzağılarda konjenital epizootik arthrogryposis ve hydranencephalie olayları. Ankara Univ Vet Fak Derg. 1980;26:287-292.
39. Yanase T, Yoshida K, Ohashi S, Kato T, Tsuda T. Sequence analysis of the medium RNA segment of three Simbu serogroup viruses, Akabane, Aino, and Peaton viruses. Virus Res. 2003;93(1):63-69. [https://doi.org/10.1016/s0168-1702\(03\)00066-2](https://doi.org/10.1016/s0168-1702(03)00066-2).
40. Yanase T, Kato T, Hayama Y, Akiyama M, Itoh N, Horiuchi S, Hirashima Y, Shirafuji H, Yamakawa M, Tanaka S, Tsutsui T. Transition of Akabane virus genogroups and its association with changes in the nature of disease in Japan. Transbound Emerg Dis. 2018;65(2):e434-e443. <https://doi.org/10.1111/tbed.12778>.
41. Yanase T, Hayama Y, Shirafuji H, Tsutsui T, Terada Y. Surveillance of Culicoides biting midges in northern Honshu, Japan, during the period of Akabane virus spread. J Vet Med Sci. 2019;81(10):1496-1503. <https://doi.org/10.1292/jvms.19-0303>.
42. Yanase T, Murota K, Hayama Y. Endemic and Emerging Arboviruses in Domestic Ruminants in East Asia. Front Vet Sci. 2020;7:168. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00168>.
43. Yildirim Y, Gökce G, Kirmizigül AH, Erkilic EE, Yılmaz V, Tan MT, Ozgunluk I. Molecular and Serological Investigation of Akabane Virus Infection in Cattle in Kars-Turkey. Isr. J. Vet. 2015;70(3):52-57.
44. Yılmaz H, Hoffmann B, Turan N, Cizmecigil UY, Richt JA, Van der Poel WH. Detection and partial sequencing of Schmallenberg virus in cattle and sheep in Turkey. Vector Borne Zoonotic Dis. 2014;14(3):223-225. <https://doi.org/10.1089/vbz.2013.1451>.

## KEDİLERDE ABDOMİNAL TRAVMANIN YÖNETİMİ

**Arş. Gör. Barış ÖNÜN (ORCID:0000-0002-7039-5277)**  
Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Cerrahisi, BİNGÖL  
**Email:**bonun@bingol.edu.tr

**Dr. Öğr. Üyesi Berna ERSÖZ KANAY (ORCID:0000-0001-5165-0618)**  
Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Cerrahisi, DİYARBAKIR  
**Email:**bersoz@dicle.edu.tr

### Özet

Mekanik, kimyasal, termal veya diğer çevresel enerji değişikliklerinin vücudun tolerans sınırlarını aşarak fiziksel bir zarara yol açmasına travma denmektedir. Travma, birçok hayvan türünde olduğu gibi kedilerin de sağlığını tehdit eden çok önemli bir durumdur. Travma sonrası gelişen bir dizi olayın ardından kedilerin ölmesi araştırma konusu olmuştur. Kedi ve köpeklerde travmaya sebep olan en önemli unsurların başında; motorlu taşıt kazaları, yüksekte düşme, ateşli silah yaralanmaları, ısırık ve kesik yaraları yer alır. Travmalarda en çok etkilenen bölgeler kafa, ekstremiteler ve toraks bölgesi olduğundan dolayı, abdominal travma çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Abdomende ciddi yaralanmalarda, karaciğer, dalak, böbrek, barsaklar gibi abdomen organlarının detaylı muayenesi zorunludur ve bununla birlikte cerrahi girişimin hemen yapılması önemlidir. Abdominal travmalarda tanıyı hızlı koymak ve abdominal travmada abdominal organların ne derecede etkilendiğinin belirlenmesinin yanısıra prognoz üzerine etkili olan faktörlerin değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Bu doğrultuda uygun cerrahi veya medikal sağaltım yapılarak abdominal travmalı hastaların kısa sürede vital bulgularının düzeltilmesi ve iyileştirilmesi, abdominal travmaya bağlı morbidite ve mortalitenin düşürülmesi hedeflenmektedir. Travmalı hastalar geldiği zaman hekim temel travma triyaj skorlama sistemini gerçekleştirmeli ve tıbbi ihtiyaca göre sağaltıma başlamalıdır. Triyajda hasta stabilitesi hızla değerlendirilir ve hayatı tehdit eden sorunlar anında belirlenerek müdahale edilir. Bu prosedür 30-60 sn'den fazla sürmemelidir. Travmalı hastalarda önlenebilir mortalitenin en yaygın nedeni kanamadır. Kanamayı gösteren en objektif laboratuvar bulgusu hemogramda bakılan hemoglobin miktarıdır. Hemoglobin miktarı, özellikle henüz klinik bulgu vermeye başlamamış hafif hemorajik şokta daha önemli olup hemoglobin miktarındaki düşüş kanamanın varlığını destekler. Ciddi kanamalarda ise hastanın vital bulgularında değişiklikler saptanır; kalp hızı artar ve kan basıncı azalır. Bunları önlemek travmanın yönetimi için oldukça elzemdir.

**Anahtar Kelimeler:** Abdomen, Travma, Yüksekten düşme, Trafik kazası

## MANAGEMENT OF ABDOMINAL TRAUMA IN CATS

### **Abstract**

Trauma is when mechanical, chemical, thermal or other environmental energy changes exceed the body's tolerance limits and cause physical damage. Trauma is a very important situation that threatens the health of cats, as in many animal species. The death of cats following a series of post-traumatic events has become a subject of research. One of the most important factors that cause trauma in cats and dogs is; motor vehicle accidents, falls from height, gunshot wounds, bite and cut wounds. Since the most affected areas in trauma are the head, extremities and thorax, abdominal trauma is often ignored. In case of serious injuries to the abdomen, detailed examination of abdominal organs such as liver, spleen, kidneys and intestines is mandatory and it is important to perform surgical intervention immediately. It is very important to make a rapid diagnosis in abdominal trauma and to determine to what extent the abdominal organs are affected in abdominal trauma, as well as to evaluate the factors that affect prognosis. In this regard, it is aimed to correct and improve the vital signs of patients with abdominal trauma in a short time by providing appropriate surgical or medical treatment and to reduce the morbidity and mortality due to abdominal trauma. When patients with trauma arrive, the physician should perform the basic trauma triage scoring system and start treatment according to medical need. In triage, patient stability is quickly assessed and life-threatening problems are immediately identified and intervened. This procedure should not take more than 30-60 seconds. The most common cause of preventable mortality in trauma patients is bleeding. The most objective laboratory finding indicating bleeding is the amount of hemoglobin on the hemogram. The amount of hemoglobin is more important, especially in mild hemorrhagic shock that has not yet started to show clinical signs, and the decrease in the amount of hemoglobin supports the presence of bleeding. In severe bleeding, changes are detected in the patient's vital signs; heart rate increases and blood pressure decreases. Preventing these is essential for the management of trauma.

**Keywords:** Abdomen, Trauma, Fall from height, Traffic accident

## GİRİŞ

Mekanik, kimyasal, termal veya diğer çevresel enerji değişikliklerinin vücudun tolerans sınırlarını aşarak fiziksel bir zarara yol açmasına travma denmektedir (1). Kedi ve köpeklerde travmaya sebep olan en önemli unsurların başında; motorlu taşıt kazaları, yüksekten düşme, ateşli silah yaralanmaları, ısırık ve kesik yaraları yer alır. Şekillenen bu travmaların içerisinde abdominal travma, toraks travması kadar önemli bir yere sahiptir (2). Travmalı hastalar geldiği zaman hekim temel travma triyaj skorlama sistemini gerçekleştirmeli ve tıbbi ihtiyaca göre sağaltıma başlamalıdır. Triyajda hasta stabilitesi hızla değerlendirilir ve hayatı tehdit eden sorunlar anında belirlenerek müdahale edilir. Bu prosedür 30-60 sn'den fazla sürmemelidir (3).

## TRAVMALI HASTAYA YAKLAŞIM

Travmalı her hastaya iki aşama şeklinde yaklaşılmalıdır. Birincil aşamada ani gelişen ve yaşamı tehdit eden durumlara engel olunması ve bunların ortadan kaldırılması gerekir. Birincil aşamada;

- A (Airway): Hava yolu ve boynun güvenliğinin sağlanması
- B (Breathing): Solunum ve ventilasyonun değerlendirilmesi
- C (Circulating): Dolaşım ve kanama kontrolü
- D (Disability): Kısa nörolojik değerlendirme
- E (Exposure): Hastanın detaylı deri muayenesi değerlendirilerek travmanın şiddeti hakkında bilgi edinilmesi. (4).

Travmalı hastalarda önlenebilir mortalitenin en yaygın nedeni kanamadır. Kanamayı gösteren en objektif laboratuvar bulgusu hemogramda bakılan hemoglobin miktarıdır. Hemoglobin miktarı, özellikle henüz klinik bulgu vermeye başlamamış hafif hemorajik şokta daha önemli olup hemoglobin miktarındaki düşüş kanamanın varlığını destekler. Ciddi kanamalarda ise hastanın vital bulgularında değişiklikler saptanır; kalp hızı artar ve kan basıncı azalır (3). Abdomen yaralanmalarında kanama önemlidir.

Birincil aşamada hasta monitörize edilmelidir. Vital bulgularının yanında kapnografi ve arteriyel kan gazı analizi ile hastanın oksijenasyonu takip edilir. Travmalarda genellikle dakikalar hatta saniyeler içerisinde; beyin, beyin sapı, medulla spinalis, kalp ve aort gibi büyük damarların yıkımlanmalarına bağlı olarak ölüm meydana gelebilir. Epidural veya subdural kanamalar, hemopnömotoraks, dalak rupturu, karaciğer laserasyonu, pelvik kırıklar veya belirgin kan kaybına yol açan travmalar ise ölümlerin dakikalar veya birkaç saat içinde görülebilir. Ölümlerin geri kalan nedenleri arasında ise gelişen sepsis ve çoklu organ yetmezliği yer alır (5).

İkincil aşama (Tepeden tırnağa prensibi): Birincil aşama (ABC) tamamlanmadan ikincil aşama başlamaz. İkincil aşamada mümkünse anamnez alınmalıdır. İkincil aşamada vital bulguların sürekli yakın takibi dahil, tepeden tırnağa prensibi vardır. Ayrıca tam bir nörolojik muayene yapılmalıdır. Hayatı tehdit eden yaralanmalar sonradan da ortaya çıkabileceği için travma hastaları sürekli olarak değerlendirilmelidir. Vital bulguların ve idrar çıkışının sürekli monitorizasyonu gereklidir. Hastanın stabil olmayan durumunun devamı veya durumunun giderek kötüleşmesi ABC'den başlayarak tekrar değerlendirmeyi gerektirmektedir (5).

## Acil Hastaya Ultrason İle Yaklaşım

Yapılan ilk acil müdahalelerden hemen sonra peritoneal, retroperitoneal, pleural ve perikardiyal efüzyonların varlığını tespit etmek ve tedaviye yön vermek için AFAST ve TFAST ultrason taraması yapılır (6). Bunun için kedi sağ lateral veya sol lateral pozisyonda



yatırılmakla birlikte abdominosentez için daha uygun olacağı için sağ lateral pozisyonda yatırılır (7). AFAST görüntüleme tekniğinde taranması gereken 4 ayrı pencere vardır ve buna ek olarak 5. bir pencere de bu protokole dahil edilebilir (7). Bunlar;

1. Diaframatik-Hepatik pencere veya Xsiphoidal pencere (DH)
2. Spleno-Renal pencere (SR)
3. Cisto-Colic pencere (CC)
4. HepatoRenal-Umbilical pencere (HRU)
5. Hepatorenal pencere olarak tanımlanmıştır.

Fakat 5. pencere AFAST skorlamaya dahil değildir (5). Sıvı tespitinin abdominal sıvı skoruna göre yüksek olması kan nakli veya operatif müdahaleyi gerektirmektedir (7).

Ultrasonografik muayene, kolay bir şekilde uygulamasının yapılabilmesi, hem parankim hem vasküler yapıların aynı anda görüntülenebilmesi özelliğinden dolayı abdomen travmalarında düşünülebilecek bir değerlendirme yöntemidir. Travmaya bağlı damar yaralanmalarının karar verme sürecinde ultrason kadar renkli doppler ultrasonun incelemesi giderek daha fazla artmaktadır (8). Renkli Doppler, periferik vasküler yaralanmaların değerlendirilmesinde yüksek hassasiyet (%95-97), özgüllük (%95-98) ve doğruluk (%98) ile yaygın olarak bulunabilen, noninvaziv ve güvenilir bir yöntemdir (9).

Ultrasonografik muayeneden sonra stabil haldeki hastalara röntgen muayenesi yapmak olası lezyonları görmek için gereklidir (8).

**KAYNAKÇA**

1. Aydın MO, Durak VA, Armağan E. Acil Servise Başvuran Künt Travmalı Olgularda Fizik Muayene ve Travma Mekanizmasının Tomografi Sonuçlarıyla Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi. *STED/Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*. 2019; 28(1): 54-60.
2. Parlak K, Arıcan M. Kedi ve Köpeklerde Travma Hastalarında Acil Yaklaşım. *Türkiye Klinikleri J Vet Sci Surg-Special Topics*. 2015; 1(3): 82-87.
3. Pınar O, Arıcan M. Evaluation of Triage and Glasgow Coma Scale Findings in Cats in Trauma Emergencies. *Kocatepe Veterinary J*. 2022; 15(3) 285-296.
4. Donnelly E, Leawis D. Triage of the veterinary patient, In *Practise* .2016: p: 6-11.
5. Lyons BM, Ateca LB, Otto CM. Clinicopathological abnormalities associated with increased animal triage trauma score in cats presenting for vehicular trauma: 75.
6. Altıntaş A ve ark. Kronik Böbrek Yetmezliği Gösteren Kedilerde Biyokimyasal ve Hematolojik Değişiklikler. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2006 (53) 97-102.
7. Lisciandro, G. R. (2016). The use of the diaphragmatico-hepatic (DH) views of the abdominal and thoracic focused assessment with sonography for triage (AFAST/TFAST) examinations for the detection of pericardial effusion in 24 dogs (2011–2012). *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 26(1), 125-131.
8. Montorfano ve ark., Point-of-care ultrasound and Doppler ultrasound evaluation of vascular injuries in penetrating and blunt trauma (2017). *The ultrasound journal*.
9. Drobatz K.J. ve ark. *Feline Emergency and Critical Care Medicine* (2023).

**KEDİLERİN VE KÖPEKLERİN ABDOMİNAL TRAVMALARINDA ACİL  
ULTRASON KULLANIMI (afast)**

**Arş. Gör. Barış ÖNÜN (ORCID:0000-0002-7039-5277)**

Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Cerrahisi, BİNGÖL

**Email:**bonun@bingol.edu.tr

**Dr. Öğr. Üyesi Berna ERSÖZ KANAY (ORCID:0000-0001-5165-0618)**

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Cerrahisi, DİYARBAKIR

**Email:**bersoz@dicle.edu.tr

**ÖZET**

FAST-Focused Assessment With Sonography For Trauma (sonografi ile odaklanmış değerlendirme) beşeri hekimlikte kapsamlı bir şekilde incelenmiştir ve peritoneal, pleural, perikardiyal serbest sıvının değerlendirilmesi için ilk tercih edilen tanısal test haline gelmiştir. FAST, özellikle künt ve penetran yaralanmaları olan hastaları değerlendirmek için kullanılır. Veteriner Hekimliği alanında; karın içi yaralanmaların teşhisinde, tedavisinde ve belirlenen serbest sıvı miktarının ölçülmesinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Bununla birlikte veteriner hekimlikte abdominal travmalarda ultrasonografi ile odaklanmış değerlendirme yöntemi (AFAST) ve torasik travmalarda ultrasonografi ile odaklanmış değerlendirme yöntemi (TFAST), acil hastaların değerlendirilmesinde ilk tercih edilen görüntüleme metodudur. AFAST, hızlı, noninvaziv, güvenilir ve tekrar edilebilir bir yöntem olduğu için intraperitoneal kanamayı erken belirlemede ideal bir görüntüleme metodu olarak kullanılır. Seri AFAST uygulamasının yapılması ve abdominal sıvı skorunun belirlenmesi (AFS), hastanın aciliyetini değerlendirmede ciddi katkı sağladığını göstermiştir. Künt travmalı köpeklerde yapılan AFS karın içi kan kaybının derecesini yarı yarıya azaltmaktadır. Bir veya iki defa yapılan AFS değerlendirmesinin köpeklerde herhangi bir anemi durumu oluşturmadığı, fakat bu uygulamanın üç veya dört kez tekrarlandığında vakaların %25'inde anemi geliştiği belirtilmektedir. Abdominal travma geçiren köpeklerde damar ve idrar kesesi rupturu sonucu en sık gözlenen karın içi problemler hemoabdomen ve üroabdomendir. Bu ise AFAST incelemesi ve alınan sıvının analiziyle kolayca tespit edilmektedir. Abdominal ultrasonografi ile kanın, idrarın ve diğer sıvı türlerinin birbirinden ayırt edilmesi oldukça zordur. Bu yüzden AFAST incelemesinde abdominal sıvısı olan hastalarda ultrason rehberliğinde sıvı alınarak analiz edilmelidir. Dalak ve karaciğer yaralanmaları intraperitoneal kanamanın en sık nedenleri arasındadır. Kesici ve delici aletle yaralanma durumlarında ultrasonografik muayene ile karın içi hasarı tespit etmek güçtür. Bu tip yaralanmalarda bağırsak yaralanmaları sık gelişir ve ilk yapılan ultrasonografik değerlendirmede kolayca tespit edilemeyebilir. Bunun için deneysel laparotomi yapmak gerekir.

**Anahtar Kelimeler:** Kedi, Köpek, AFAST, Ultrason, Travma

**EMERGENCY ULTRASOUND USE IN ABDOMINAL TRAUMA OF CATS AND  
DOGS (afast)**

**Abstract**

FAST-Focused Assessment With Sonography For Trauma has been extensively studied in human medicine and is used for peritoneal, pleural. It has become the first choice diagnostic test for the evaluation of pericardial free fluid. FAST is used specifically to evaluate patients with blunt and penetrating injuries. In the field of Veterinary Medicine; It is used effectively in the diagnosis and treatment of intra-abdominal injuries and in measuring the determined amount of free fluid. However, in veterinary medicine, the focused evaluation method with ultrasonography in abdominal traumas (AFAST) and the focused evaluation method with ultrasonography in thoracic traumas (TFAST) are the first preferred imaging methods in the evaluation of emergency patients. AFAST is used as an ideal imaging method for early detection of intraperitoneal bleeding because it is a fast, noninvasive, reliable and repeatable method. Performing serial AFAST and determining the abdominal fluid score (AFS) has shown that it makes a significant contribution to assessing the urgency of the patient. AFS performed in dogs with blunt trauma reduces the degree of intra-abdominal blood loss by half. It is stated that AFS evaluation performed once or twice does not cause any anemia in dogs, but when this application is repeated three or four times, anemia develops in 25% of the cases. The most common intra-abdominal problems resulting from vascular and bladder rupture in dogs that have suffered abdominal trauma are hemoabdomen and uroabdomen. This is easily detected by AFAST examination and analysis of the fluid taken. It is very difficult to distinguish between blood, urine and other types of fluid with abdominal ultrasonography. Therefore, in patients with abdominal fluid in the AFAST examination, fluid should be collected and analyzed under ultrasound guidance. Spleen and liver injuries are among the most common causes of intraperitoneal bleeding. It is difficult to detect intra-abdominal damage by ultrasonographic examination in cases of injuries caused by cutting or stabbing instruments. Intestinal injuries occur frequently in these types of injuries and may not be easily detected during the initial ultrasonographic evaluation. For this, it is necessary to perform an experimental laparotomy.

**Keywords:** Cat, Dog, AFAST, Ultrasound, Trauma

## GİRİŞ

FAST-Focused Assessment With Sonography For Trauma (sonografi ile odaklanmış değerlendirme) beşeri hekimlikte kapsamlı bir şekilde incelenmiştir ve peritoneal, pleural, perikardiyal serbest sıvının değerlendirilmesi için ilk tercih edilen tanısal test haline gelmiştir. FAST, özellikle künt ve penetran yaralanmaları olan hastaları değerlendirmek için kullanılır. Veteriner Hekimliği alanında; karın içi yaralanmaların teşhisinde, tedavisinde ve belirlenen serbest sıvı miktarının ölçülmesinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır.

## AFAST

Yapılan ilk acil müdahalelerden hemen sonra peritoneal, retroperitoneal efüzyonların varlığını tespit etmek ve tedaviye yön vermek için AFAST ultrason taraması yapılır (1). Bunun için kedi sağ lateral veya sol lateral pozisyonda yatırılmakla birlikte abdominosentez için daha uygun olacağı için sağ lateral pozisyonda yatırılır (2). AFAST görüntüleme tekniğinde taranması gereken 4 ayrı pencere vardır ve buna ek olarak 5. bir pencere de bu protokole dahil edilebilir (2). Bunlar;

6. Diyaframatik-Hepatik pencere veya Xsiphoidal pencere (DH)
7. Spleno-Renal pencere (SR)
8. Cisto-Colic pencere (CC)
9. HepatoRenal-Umbilical pencere (HRU)
10. Hepatorenal pencere olarak tanımlanmıştır.

Fakat 5. pencere AFAST skorlamaya dahil değildir (3). Sıvı tespitinin abdominal sıvı skoruna göre yüksek olması kan nakli veya operatif müdahaleyi gerektirmektedir (2).

Ultrasonografik muayene, kolay bir şekilde uygulamasının yapılabilmesi, hem parankim hem vasküler yapıların aynı anda görüntülenebilmesi özelliğinden dolayı abdomen travmalarında düşünülebilecek bir değerlendirme yöntemidir.

Travmaya bağlı damar yaralanmalarının karar verme sürecinde ultrason kadar renkli doppler ultrasonun incelemesi giderek daha fazla artmaktadır (4). Renkli Doppler, periferik vasküler yaralanmaların değerlendirilmesinde yüksek hassasiyet (%95-97), özgüllük (%95-98) ve doğruluk (%98) ile yaygın olarak bulunabilen, noninvaziv ve güvenilir bir yöntemdir (5).

Ultrasonografik muayeneden sonra stabil haldeki hastalara röntgen muayenesi yapmak olası lezyonları görmek için gereklidir (4).

## Künt Travmalar İçin AFAST Yöntemi ve Serbest Sıvının Belirlenmesi

Kedi ve köpeklerde abdomen ve toraksın ultrasonografik muayenesi için konveks ve mikro konveks prob kullanmak gerekir ve mutlaka kiloya dikkat etmek gerekir.

- HASTA 35 kg'dan daha ağırsa 5 MHz
- 10kg -35 kg arasında ise 6-7,5 MHz
- 10 kg'dan daha hafif ise 7,5-10 MHz'lik problar tercih edilmelidir.

AFAST, hızlı, noninvaziv, güvenilir ve tekrar edilebilir bir yöntem olduğu için intraperitoneal kanamayı erken belirlemede ideal bir görüntüleme metodu olarak kullanılır (6). Amaç özellikle travma sonucu hastaların; peritoneal, pleural, ve perikardiyal boşluklarında oluşan serbest sıvıyı hızlı bir şekilde belirlemektir (6). Seri AFAST uygulamasının yapılması ve abdominal sıvı skorunun belirlenmesi (AFS), hastanın aciliyetini değerlendirmede ciddi katkı sağladığını göstermiştir. Künt travmalı köpeklerde yapılan AFS karın içi kan kaybının derecesini yarı yarıya azaltmaktadır. Bir veya iki defa yapılan AFS değerlendirmesinin köpeklerde herhangi bir anemi durumu oluşturmadığı, fakat

bu uygulamanın üç veya dört kez tekrarlandığında vakaların %25'inde anemi geliştiği belirtilmektedir (7).

### **Künt Travmada AFAST İle Yaralanma Nedeninin Belirlenmesi**

Abdominal travma geçiren köpeklerde damar ve idrar kesesi rupturu sonucu en sık gözlenen karın içi problemler hemoabdomen ve üroabdomendir. Bu ise AFAST incelemesi ve alınan sıvının analiziyle kolayca tespit edilmektedir. Safra kesesi, safra kanalları, hepatik venler, kaudal vena kava, gastrointestinal duvar ve içerikleri gibi normal anekoik ve hipoeoik abdominal yapıların varlığında, bu yapılar serbest sıvı gibi yorumlanarak yanlış AFAST değerlendirmesine olanak sağlayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Abdominal ultrasonografi ile kanın, idrarın ve diğer sıvı türlerinin birbirinden ayırt edilmesi oldukça zordur. Bu yüzden AFAST incelemesinde abdominal sıvısı olan hastalarda ultrason rehberliğinde sıvı alınarak analiz edilmelidir (8). Dalak ve karaciğer yaralanmaları intraperitoneal kanamanın en sık nedenleri arasındadır. Kontrastlı ultrason ile travmalı insanlarda solid organ yaralanmaları %98 tespit edilebilirken ; veteriner hekimlik alanında kontrastlı ultrasonografi kullanımına rastlanılmamıştır. Kesici ve delici aletle yaralanma durumlarında ultrasonografik muayene ile karın içi hasarı tespit etmek güçtür. Bu tip yaralanmalarda bağırsak yaralanmaları sık gelişir ve ilk yapılan ultrasonografik değerlendirmede kolayca tespit edilemeyebilir. Bunun için deneysel laparotomi yapmak gerekir (8).

#### KAYNAKÇA

- Altıntaş A ve ark. Kronik Böbrek Yetmezliği Gösteren Kedilerde Biyokimyasal ve Hematolojik Değişiklikler. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 2006 (53) 97-102.
- Lisciandro, G. R. (2016). The use of the diaphragmatico-hepatic (DH) views of the abdominal and thoracic focused assessment with sonography for triage (AFAST/TFAST) examinations for the detection of pericardial effusion in 24 dogs (2011–2012). Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 26(1), 125-131.
- Lyons BM, Ateca LB, Otto CM. Clinicopathological abnormalities associated with increased animal triage trauma score in cats presenting for vehicular trauma: 75.
- Montorfano ve ark., Point-of-care ultrasound and Doppler ultrasound evaluation of vascular injuries in penetrating and blunt trauma (2017). The ultrasound journal.
- Drobatz K.J. ve ark. Feline Emergency and Critical Care Medicine (2023).
- Lisciandro GR, Fulton RM, Fosgate GT, Mann KA. Frequency and number of B-Lines using a regionally based lung ultrasound examination in cats with radiographically normal lungs compared to cats with left- sided congestive heart failure. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care. 2017;27(5), 499-505.
- Pinto AFLP. Abdominal and thoracic focused assessment using sonography for trauma in small animal practice. 2017. Doktora tezi. Porto Üniversitesi.
- Boysen SR, Lisciandro GR. The use of ultrasound for dogs and cats in the emergency room. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. 2013; 43(4), 773-797.

**AYDIN KOŞULLARINDA KONTROLLÜ VE KONTROLSÜZ ORTAMDA BAZI  
FOTOVOLTAİK PANELLERİN VERİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Buse Bahar DAYAR (ORCID:0000-0002-5020-9350)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

**Email:**buse.bahar.1995@gmail.com

**Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

**Email:**akilickan@adu.edu.tr

**ÖZET**

Artan nüfus ile fosil yakıtların tükeneyeceği düşünüldüğünde yenilenebilir enerji kaynaklarına önem artmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bol miktarda olması, çevreye atığının az olması ile kullanımı da giderek artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında büyük önem taşıyan güneş enerjisine yatırımlar giderek artmaktadır. Güneş enerjisinden elektrik üretmek için yöntemlerden biri olan fotovoltaik panellerden maksimum güçte yararlanmak için verimini etkileyen parametreler göz önünde bulundurulmalıdır. Yapısında kullanılan malzeme türü, ışınım şiddeti, toz-kir birikimi, panel yerleşimi, gölgelenme ve sıcaklık bu parametrelere örnek verilebilmektedir. Bu faktörleri kontrol altında tutmalıyız. Verim kayıplarına uğramamak için bu faktörleri minimum düzeyde tutmak gerekmektedir. Bu çalışmada, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Aydın ilinin kontrollü ve kontrolsüz ortamda bazı fotovoltaik panellerin verimlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Aydın ilinde güneş enerji potansiyelinin iyi olması verim belirlenmesi için ideal olacağı görülmüştür. Kontrollü ve kontrolsüz ortamlar kurularak iki farklı malzemeden oluşan monokristal ve polikristal paneller yerleştirilmiştir. Kontrollü ortamda sıcaklık etkileri belirlenmesi için üzeri cam bir kabin içine iklimlendirme cihazı yerleştirilerek sıcaklık değerleri 23-27 °C arasında kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Kontrolsüz ortamda ise değişken sıcaklık altında ortalama 38-46 °C arasında verimler belirlenmeye çalışılmıştır. Eşit şartlarda olabilmesi için kontrolsüz ortamdaki panellerin üzerine de cam konulmuştur. Deneme yapılan dönem içinde Aydın şartlarında fotovoltaik paneller güneş ışınımı dik alacak şekilde 36° konumunda yerleştirilmiştir. Sıcaklığın yüksek olduğu Temmuz, ağustos, eylül aylarında alınan ölçümlerin ortalamasına bakıldığında ışınım ve sıcaklık değerleri en yüksek temmuz ayında, en düşük ise eylül ayında olduğu tespit edilmiştir. Ölçümler boyunca elde edilen veriler doğrultusunda kontrollü ortamın sıcaklık değerleri daha düşük olduğu için kontrollü olmayan ortama göre verimi daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş, Fotovoltaik, Enerji, Verim



**AYDIN CONDITIONS IN CONTROLLED AND UNCONTROLLED IN  
ENVIRONMENT SOME PHOTOVOLTAIC PANELS EFFICIENCY  
DETERMINATION**

**Abstract**

Considering that fossil fuels will be depleted with the increasing population, the importance of renewable energy sources has increased. Its use is increasing due to the abundance of renewable energy resources and low environmental waste. Investments in solar energy, which is of great importance among renewable energy sources, are increasing. In order to benefit from photovoltaic panels, which is one of the methods for generating electricity from solar energy, at maximum power, the parameters affecting their efficiency should be taken into consideration. Examples of these parameters include the type of material used in its construction, radiation intensity, dust-dirt accumulation, panel placement, shading and temperature. We must keep these factors under control. It is necessary to keep these factors to a minimum in order to avoid efficiency losses. In this study, it was aimed to determine the efficiency of some photovoltaic panels in the controlled and uncontrolled environment of Aydın province at Aydın Adnan Menderes University Faculty of Agriculture. It has been seen that the good solar energy potential of Aydın province will be ideal for determining efficiency. Monocrystalline and polycrystalline panels consisting of two different materials were placed by establishing controlled and uncontrolled environments. In order to determine the temperature effects in a controlled environment, an air conditioning device was placed in a glass cabinet and the temperature values were tried to be controlled between 23-27 °C. In an uncontrolled environment, yields between average 38-46 °C were tried to be determined under variable temperature. To ensure equal conditions, glass was placed on the panels in the uncontrolled environment. During the trial period, under Aydın conditions, photovoltaic panels were placed at a 36° position to receive sunlight perpendicularly. When the average of the measurements made in July, August and September when the temperature is high, it was determined that the highest radiation was in July and the lowest radiation was in September. In line with the data obtained during the measurements because the temperature values of the controlled environment are lower It has higher efficiency than uncontrolled environment.

**Keywords:** Sun, Photovoltaic, Energy, Efficiency

## GİRİŞ

Yaşamın her aşamasında kullanım alanı bulan enerji; kimyasal, nükleer, mekanik (potansiyel ve kinetik), termal (ısı), jeotermal, hidrolik, güneş, rüzgar, elektrik enerjisi gibi farklı türlerde bulunur ve uygun yöntemle birbirlerine dönüştürülür. Ekonomik anlamda farklı yöntemle enerji elde edilebilen kaynaklar, enerji kaynakları olarak adlandırılır ve farklı şekilde sınıflandırılır. Kullanışına göre yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak ikiye ayrılır ve dönüştürülebilirliğine göre birincil ve ikincil enerji kaynakları olarak incelenir (Koç ve Şenel 2013).

Enerji herhangi bir değişim ya da dönüşüme uğramamış şekline birincil (primer) enerji ve bu enerjinin dönüştürülmesi sonucu oluşan enerji de ikincil (sekonder) enerji olarak tanımlanır (Koç ve Şenel 2013).

Dünyada artan nüfus ile beraber enerji ihtiyacına olan talepte artmıştır. Enerji ihtiyacını fosil yakıtlardan karşılanması çevre kirliliğinde artışa neden olmuştur. Oluşan çevre kirliliği ile alternatif temiz enerji kaynaklarına arayışına gidilmiştir. Ayrıca artan nüfus ile fosil yakıtların tükeneceği düşünüldüğünde yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen önem artmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bol miktarda olması, çevreye atığının az olması ile kullanımı da giderek artmaktadır.

## 2.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, rüzgar enerjisi, hidrojen enerjisi, hidrolik enerji ve dalga enerjisi olarak sınıflandırabiliriz. Yenilenebilir enerji kaynaklarının miktarları sınırlı olmaması, çevreye zararları olmaması birçok alanda kullanılması sebebiyle çok tercih edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında büyük önem taşıyan güneş enerjisine yatırımlar giderek artmaktadır.

### 2.1 GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş 1,4 milyon km çapında dünyanın 110 katı büyüklüğünde ve dünyadan 1,5x10<sup>11</sup> m uzaklıkta basıncı ve sıcaklığı yüksek bir yıldızdır. Toplam enerji rezervi 1,785x10<sup>47</sup> J olan bu yıldız daha milyonlarca yıl ışınmasını sürdüreceğinden Dünya için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Dünyanın çapına eşit bir dairesel alan üzerine çarpan güneş gücü, 178 trilyon kW düzeyindedir. Güneş enerjisi uzaya ve gezegenlere elektromanyetik ışınım (radyasyon) biçiminde yayılır. Dünya'ya güneşten gelen enerji, Dünya'da bir yılda kullanılan enerjinin 20 bin katıdır (Varınca ve Gönüllü,2006). Güneş enerjisinden iklimlendirilme(ısıtmasoğutma), yemek pişmesi, sıcak su eldesi gibi alanlarda faydalanılmaktadır. Güneş enerjisinden tarım alanında, sera ısıtılması ve tarım ürünlerde kurutulmasında faydalanılmaktadır. Güneş enerjisinden sanayi alanında güneş ocakları, güneş fırınları, pişiricileri, deniz suyunun tuz ve tatlı su üretimi, güneş pompaları, güneş pilleri, güneş havuzları, ısı borusu uygulamalarda ise ulaşım-iletişim araçlarında, sinyalizasyon ve otomasyonda, elektrik üretimde yararlanılmaktadır.

Güneş enerjisi teknolojilerinde üretilirken kullanılan malzemeler, uygulanan yöntem, teknolojik yapısı olarak çeşitlilik vardır. Güneş enerji teknolojileri genel olarak iki grupta incelenmektedir. Birinci grup ısı güneş teknolojileri ve ikinci grup fotovoltaik güneş teknolojileridir. Birinci grupta güneş enerjisinden ısı elde edilir, ısı doğrudan olarak ve elektrik üretmek için kullanılabilir. Elektrik enerjisi üretiminde güneş enerjisi, çeşitli yoğunlaştırıcı sistemlerden yararlanılarak odaklanır ve oluşan yüksek sıcaklıkla kızgın buhardan klasik yöntemlerle enerji üretimi gerçekleşir. İkinci grup sistemlerde ise fotovoltaik güneş enerjisidir. Bu sistemler yarı iletken malzemelerden oluşmaktadır. Bu sistemler, güneş ışığını doğrudan elektrığe çevirirler (Kılıç, 2015).

Fotovoltaik panellerin verimi birçok etmeden etkilenebilmektedir. Bu faktörler meteorolojik faktörler ve tasarımın kurulumundan kaynaklı faktörler olabilmektedir. Yapısında kullanılan malzeme türü, ışınım şiddeti, toz-kir birikimi, panel yerleşimi, gölgelenme ve sıcaklık bu etmenlere örnek verilebilmektedir. Bu faktörleri kontrol altında tutamazsak verim kayıplarına neden olmaktadır. Verim kayıplarına uğramamak için bu faktörleri minimum düzeyde tutmak gerekmektedir. Fotovoltaik panellerden yüksek verimde faydalanılması ekonomik olarak avantaj sağlamaktadır.

Fotovoltaik panel verimini etkileyen en önemli faktörlerden birisi sıcaklıktır. Modül sıcaklığının artmasıyla fotovoltaik panellerde performans düşüklüğü olmaktadır. Fotovoltaik paneller güneş enerjisinin %5-25'ini elektrik enerjisine dönüştürebilmektedirler. Bu yüzden güneş enerjisinin fazla olduğu durumlarda modüller de ısınma meydana gelmektedir. Fotovoltaik paneller ile dış ortamın arasındaki oluşan sıcaklık farkları güneş ışığı yoğunluğuna bağlıdır ve bazen 40°C üzerine kadar çıkar. Yaz aylarında dış ortamın sıcaklığının yüksek olması fotovoltaik panel sıcaklığını 70 -75°C'ye kadar yükseltebilmektedir. 25°C modül sıcaklığında modüllerde oluşan her 10°C artış %0.4-0.5 enerji düşüşü meydana gelir (Turhan ve Çetiner,2012).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM (GELİŞME)**

#### **3.1. Materyal**

Bu çalışma, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ana Bina çatısı üzerinde kurulmuştur. Kurulan sistemde enerji üretimini için monokristal ve polikristal paneller kullanılmıştır. Tüm sistemde enerji döngüsü sağlanabilmesi için şarj regülatörü ve batarya kullanılmıştır. Bununla birlikte panel etkinliğini belirlemeye yönelik veri alma işlemi panel analizatörü ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca radyasyon ölçüm cihazı, termometre, sıcaklık ve nem ölçer kullanılmıştır.

#### **3.1.1 Fotovoltaik Paneller**

Fotovoltaik panellerin verimleri kullanılan malzemeye göre değişkenlik göstermektedir. Fotovoltaik paneller çeşitli malzemelerden üretilmektedir. Bu çalışmada verimleri göz önünde bulundurularak monokristal ve polikristal paneller kullanılmıştır. Monokristal panellerdeki malzemeler homojen yapıdadır. Monokristaller panellerin üretimlerinin zor olması ve zaman almasından dolayı fiyatı polikristale göre daha yüksektir. Monokristal panellerin verimi polikristallere göre daha yüksektir. Polikristal panellerde bunun sebebi daha düşük verimli hücreler kullanılmasıdır. Polikristaller de fiyatının düşük olması nedeniyle daha çok tercih edilebilmektedir. Çalışmada kullanılan monokristal ve polikristal panellerin verim kıyaslaması için güçleri eşit seçilmiştir. Kontrollü ve kontrolsüz ortamlar için 2 adet polikristal güneş paneli ve 2 adet monokristal güneş paneli kullanılmıştır.



Şekil 3. 1. Monokristal ve Polikristal Fotovoltaik Paneller

### 3.1.2 Batarya

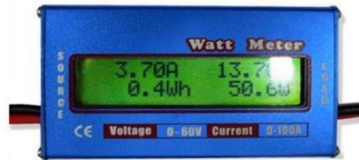
Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilmektedir. Elektrik enerjisi doğrudan kullanılabilir veya bataryalarda da depolanabilmektedir. Bataryalarda depolanan enerji elektrik enerjisinin üretilmediği zaman kullanılabilir. Bataryalar paralel veya seri bağlanabilirler. Böylece farklı kapasite ve gerilimde gruplar oluşturulabilmektedir. Fotovoltaik sistemlerde genelde kuru veya jel tipi bataryalar tercih edilmelidir. Bu bataryaların ömürlerinin uzun olması tercih sebepleri arasındadır.



Şekil 3. 2. Batarya

### 3.1.3 Ölçüm ve Kayıt Cihazları

Fotovoltaik sistemde kayıt cihazı olarak watt metre kullanılmıştır. Üretilen elektrik enerjisi değerleri ölçülerek kayıt cihaz ekranında anlık üretilen gücü (W), anlık gerilimi (V) anlık akım değerini (A), akım değerini (Ah), üretilen enerji miktarını (Wh), maksimum güç miktarını (Wp), maksimum akımı (Ap), maksimum gerilimi (Vp), gösterilmektedir. Çalışmamızda kullanılan monokristal ve polikristal paneller için dört ayrı wattmetre kullanılmıştır. Her saat başı wattmetrede değerler okunarak bilgisayara kaydedilmiştir.



Şekil 3. 3. Wattmetre

Anlık elektrik miktarları PROVA fotovoltaik panel analizatörü ile ölçülmüştür. Ölçüm cihazı ekranında Maksimum Pmax'da voltaj (Vmaxp), Maksimum Pmax'da akım (Imaxp), açık devrede voltaj (Vopen), kısa devrede akım (Ishort), panel verimi (%) ve dolun faktörleri (FF) değerlerini göstermektedir. Ayrıca Fotovoltaik panel analizatörü ile Manuel tek nokta I-V testi, her veri noktasını görüntülemek için imleç ile I-V eğrisi değerlerine bakılmaktadır. Polikristal ve Monokristal Fotovoltaik panellerden saat başı ölçüm alınarak bilgisayara kaydedilmiştir.



Şekil 3. 4. Fotovoltaik panel analiz cihazı

Anlık olarak birim alana gelen güneş enerjisini SM-206 radyasyon ölçüm cihazıyla ölçülmüştür. Ölçüm yapılırken bir m<sup>2</sup> üzerine gelen güneş enerjisi değeri W/m<sup>2</sup> olarak yüzey

alana dik şekilde konumlandırılarak ölçülmüştür. Her saat başı ölçülen değerler kayıt altına alınarak bilgisayara aktarılmıştır.



Şekil 3. 5. Radyasyon Ölçüm Cihazı

Fotovoltaik panellerin ortamının sıcaklık ve nem değerleri belirlenmesi için UNI-T UT333S ölçüm cihazıyla kullanılmıştır. Ölçüm cihazı ekranında sıcaklık ve nem değerleri okunabilmektedir. Her saat başı ölçülen değerler kayıt altına alınarak bilgisayara aktarılmıştır.



Şekil 3. 6. Sıcaklık ve Nem Ölçer

Fotovoltaik panellerin sıcaklıklarının belirlenmesi için GM320 lazerli termometre kullanılmıştır. Ölçüm cihazı ekranında sıcaklık değerleri okunabilmektedir. Her saat başı ölçülen değerler kayıt altına alınarak bilgisayara kaydedilmiştir.



Şekil 3. 7. Lazerli termometre

Çalışmada kontrollü ortamda sıcaklık belirli değerlerde kontrol altına alınması için iklimlendirme cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3. 8. İklimlendirme cihazı

Kontrollü ortama monokristal ve polikristal paneller ile iklimlendirme cihazı konularak cam kabinin sıcaklık değerleri kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. İklimlendirme cihazı çalışma süreci boyunca açık kalmıştır.

### 3.2 Yöntem

Deneme Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ana Bina çatısında kurulmuştur. Ölçümler güneş radyasyon yoğunluğu ve sıcaklığın fazla olduğu temmuz, ağustos, eylül aylarında gerçekleşmiştir. Çalışmada sıcaklığın panel üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla iki ortam oluşturulmuştur. Kontrollü ortamda sıcaklık etkilerinin belirlenmesi için üzeri cam bir kabin içine iklimlendirme cihazı yerleştirilerek sıcaklık değerleri belirli aralıklarda kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Kontrolsüz ortamda ise açık hava şartları dikkate alınmıştır. Kullanılan malzemeye göre sınıflandırıldığında monokristal ve polikristal fotovoltaik paneller kullanılmıştır. İki ortama da bir adet polikristal ve bir adet monokristal panel yerleştirilmiştir. Kontrollü ortam içine iklimlendirme cihazı, sıcaklık ölçer ve paneller yerleştirilmiştir. Kontrolsüz ortam içinde bir adet polikristal panel ve bir adet monokristal panel kullanılmıştır. Eşit şartlarda olabilmesi için kontrolsüz ortamdaki panellerin üzerine de cam konulmuştur. Deneme yapılan dönem içinde Aydın şartlarında fotovoltaik paneller güneş ışınımı dik olacak şekilde 36° konumunda yerleştirilmiştir.



Şekil 3. 9. Kontrollü Ortam ve Kontrolsüz Ortam

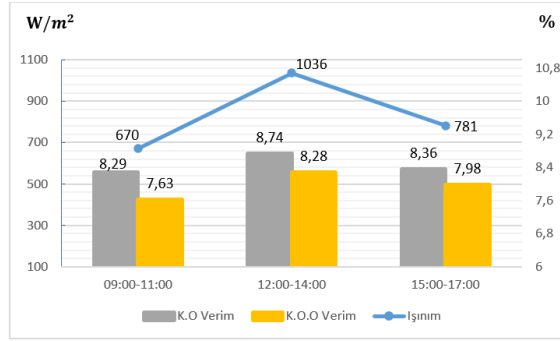
Ölçümler 9:00 ile 17:00 saatleri arasında her saat başı alınmıştır. Fotovoltaik paneller tarafından üretilen kapalı devre akımı, açık devre gerilimi, güç, dolum faktörü ve panel verimi değerleri her saat başı fotovoltaik panel analizatörü ile ölçülmüştür. Aynı anda güneşin ışınım değeri radyasyon ölçüm cihazıyla ölçülmüştür. Sıcaklık ve nem değerleri sıcaklık ve nem ölçer ve termometre ile ölçülmüştür. Elde edilen değerler günlük olarak bilgisayar ortamında excel dosyası olarak kaydedilmiştir. Daha sonra tüm veriler işlenerek çalışmanın sonuçları olarak grafiksel olarak belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Polikristal Panellerden Elde Edilen Ölçüm Değerleri

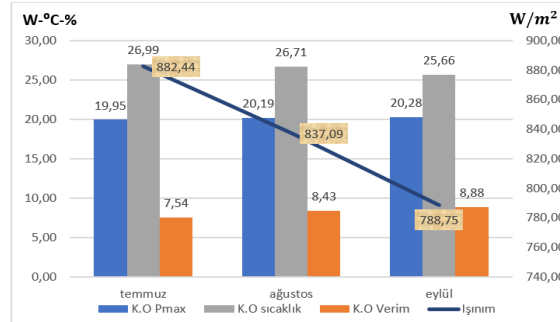
Denememiz Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ana Bina çatısında kurulmuştur. Denememizde ölçümler sıcaklığın ve ışınımın yüksek olduğu yaz aylarında kayıt altına alınmıştır. Kontrollü ortamda iklimlendirme cihazıyla sıcaklık 23-27 °C arasında kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Kontrollü olmayan ortamda ise değişken hava şartlarıyla sıcaklık 38-46°C arasında ölçümler kayıt altına alınmıştır. Şekil 4.1'de kontrollü ortamda (K.O) ve kontrollü olmayan ortamda (K.O.O) 09:00-11:00, 12:00-14:00 ve 15:00-17:00 saatleri arasında ortalama panel verimi ve ışınım değerleri tespit edilmiştir. Işınımın yüksek olduğu 12:00-14:00 saatlerinde verimde en yüksek değerlerin üretildiği görülmüştür. Işınım arttıkça verimde artmış ışınım azaldıkça verimde azalmıştır. Fotovoltaik panellerde sıcaklık, verimi önemli derecede

etkileyen etmenlerdendir. Hava sıcaklığı özellikle 25°C'nin üzerinde artmasıyla birlikte panel sıcaklığının da arttığı bununda panel verimini düşürdüğü gözlenmiştir. 09:00-11:00, 12:00-14:00 ve 15:00-17:00 saatleri arasında kontrollü ortamın panel verim değerleri kontrollü olmayan ortamdaki daha yüksek çıkmıştır. Kontrollü ortamda sıcaklığın daha düşük olması panel veriminin daha yüksek olmasını sağlamıştır.



Şekil 4.1. Polikristal Panellerde Işınım-Verim Grafiği

Şekil 4.2'de polikristal panellerde kontrollü ortamda temmuz-ağustos-eylül aylarında alınan ölçümlerin ortalaması verilmiştir.

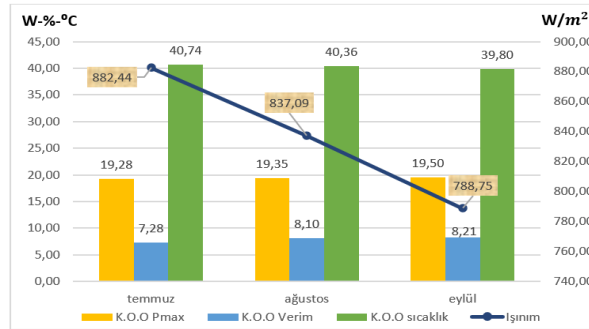


Şekil 4.2. Kontrollü Ortamda Polikristal Panel Pmax-Sıcaklık-Verim Değerleri

Temmuz ayında ışınım 882,44 W/m<sup>2</sup> ile en yüksek değerindeyken eylül ayında 788,75 W/m<sup>2</sup> en düşük değerindedir.

Temmuz ayında maksimum güç 19,95 W ve panel verimi %7,54 olarak ölçülmüştür. Ağustos ayında maksimum güç 20,19W ve panel verimi %8,43 olarak ölçülmüştür. Eylül ayında maksimum güç 20,28W ve panel verimi %8,88 olarak ölçülmüştür. Fotovoltaik panellerde sıcaklık azaldıkça güç artmakta böylece panel verimi de artmaktadır. Temmuz ayında sıcaklık en yüksek değerinde eylül ayında en düşük değerindedir (Şekil 4.2).

Şekil 4.3'de kontrollü olmayan ortamda temmuz-ağustos-eylül aylarında alınan ölçümlerin ortalaması verilmiştir.



Şekil 4. 3. Kontrollü Olmayan Ortamda (K.O.O) Polikristal Panel Pmax-Sıcaklık-Verim Değerleri

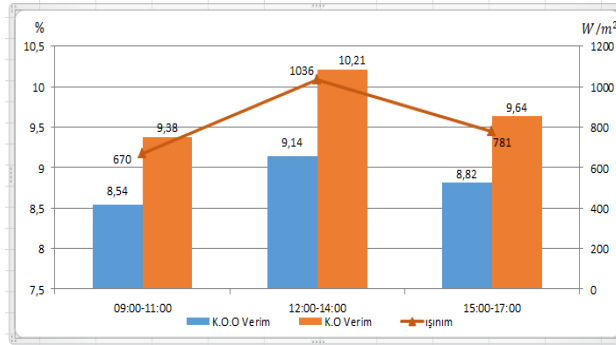
Temmuz ayında maksimum güç 19.28W ve panel verimi %7,28 olarak ölçülmüştür. Ağustos ayında maksimum güç 19,35W ve panel verimi %8,10 olarak ölçülmüştür. Eylül ayında maksimum güç 19,50W ve panel verimi %8,21 olarak ölçülmüştür. Kontrollü olmayan ortamda sıcaklığın yüksek olmasından dolayı kontrollü ortama göre panel verimi ve güç değerleri daha düşüktür (Şekil 4.3).

Kontrollü ortam ve Kontrollü olmayan ortamda temmuz-ağustos-eylül verilerine bakarak verim sıcaklığın düşük olduğu gücün yüksek olduğu kontrollü ortamda eylül ayında en yüksek değere ulaşmıştır. Panel verimini etkileyen en önemli parametrelerden olan sıcaklığın yüksek olması panel sıcaklığını arttırarak gücü düşürmüş ve panel veriminde de düşüğe sebep olmuştur. Kontrollü ortamda sıcaklığın belirli değerler arasında sabit kalarak dış ortama göre düşük olması kontrollü olmayan ortama göre avantaj sağlayarak yaz aylarında panel verimini daha yüksek olduğunu göstermektedir.

#### 4.2 Monokristal Panelden Elde Edilen Ölçüm Değerleri

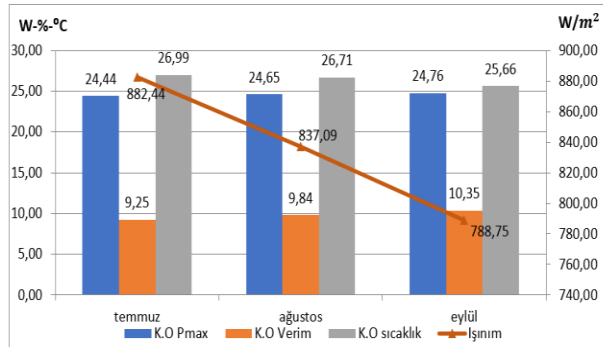
Monokristal panellerde kontrollü ortam ve kontrollü olmayan ortamda 09:00-11:00, 12:00-14:00 ve 15:00-17:00 saatleri arasında ortalama panel verimi, ışınım değerlerine ve temmuz, ağustos, eylül aylarında maksimum güç, sıcaklık, ışınım ve panel verimi değerlerine bakılmıştır. Şekil 4.4'de 09:00-11:00, 12:00-14:00 ve 15:00-17:00 saatleri arasında ışınım ve panel verimi değerleri görülmektedir. 09:00-11:00 saatlerinde ışınım 670 W/m<sup>2</sup>, 12:00-14:00 saatlerinde ışınım 1036 W/m<sup>2</sup>, 15:00-17:00 saatlerinde 781 W/m<sup>2</sup> değerindedir. 09:00-11:00 saatlerinde kontrollü ortamda monokristal panel verimi %9,38, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %8,54 değerinde, 12:00-14:00 saatlerinde kontrollü ortamda monokristal panel verimi %10,21, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %9,14 değerinde, 15:00-17:00 kontrollü ortamda monokristal panel verimi %9,64, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %8,82 değerindedir. Panel üzerine gelen ışınım arttıkça verimde artmış ışınım azaldıkça verimde azalma gözlemlenmiştir. Monokristal panelin kontrollü ortamda 09:00-11:00, 12:00-14:00 ve 15:00-17:00 saatleri arasında verim değerleri kontrollü olmayan ortama göre daha yüksektir. Kontrollü ortamda sıcaklığın daha düşük olması panel sıcaklığını da düşürerek verimin daha yüksek olmasını sağlamıştır.





Şekil 4. 4. Monokristal Panellerde Işınım-Verim Grafiği

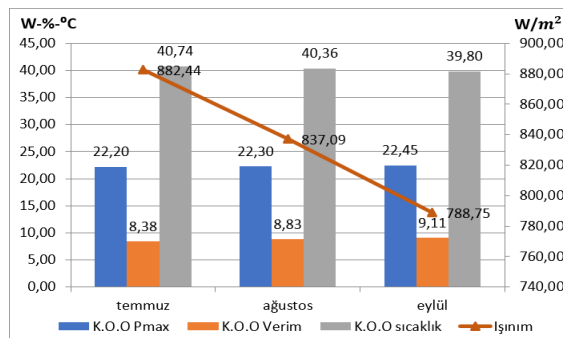
Şekil 4.5’de monokristal panellerde kontrollü ortamda temmuz, ağustos, eylül aylarında alınan ölçümlerin ortalaması verilmiştir.



Şekil 4. 5. Kontrollü Ortamda Monokristal Panel Pmax-Sıcaklık-Verim Değerleri

Temmuz ayında maksimum güç 24,44W ve panel verimi %9,25 olarak ölçülmüştür. Ağustos ayında maksimum güç 24,65W ve panel verimi %9,84 olarak ölçülmüştür. Eylül ayında maksimum güç 24,76W ve panel verimi %10,35 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.5).

Kontrollü ortamda yaz aylarında sıcaklığın kontrol altına alınmasıyla panel sıcaklığı kontrol altına alınmış ve sıcaklığın kontrolsüz ortama göre düşük olması güç ve panel verimi değerlerinin yüksek olduğunu göstermiştir. Temmuz ayında sıcaklık en yüksek değerinde olduğu için panel verimi en düşük değerindedir. Eylül ayında sıcaklığın en az olması gücü arttırarak panel verimini de arttırmıştır.



Şekil 4. 6. Kontrollü Olmayan Ortamda(K.O.O) Pmax-Sıcaklık-Verim Değerleri

Şekil 4.6’da kontrollü olmayan ortamda monokristal panelin temmuz, ağustos, eylül aylarında alınan ölçümlerin ortalaması verilmiştir. Temmuz ayında maksimum güç 22,20W ve panel verimi %8,38 olarak ölçülmüştür. Ağustos ayında maksimum güç 22,30W ve panel verimi %8,83 olarak ölçülmüştür. Eylül ayında maksimum güç 22,45W ve panel verimi %9,11 olarak ölçülmüştür.

Panellerde kullanılan silisyum maddesi elektriksel ve yapısal özelliklerini uzun süre koruyabilmektedir. Polikristal panellerde elektriksel özelliklerin küçülen damar büyüklüğüyle orantılı bir biçimde bozulması verimini etkilemektedir.

Bu yüzden monokristal panellere göre verimleri daha düşüktür. Sıcaklığın yüksek olduğu zamanlarda monokristal panel yapısının ısınma dayanımının daha fazla olduğu için veriminin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

## 5.SONUÇ

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ana Bina çatısında gerçekleştirilen bu çalışmada, Aydın koşullarında bazı fotovoltaik panellerin kontrollü ve kontrolsüz ortamda verimlerinin belirlenmesi hedeflenmiş ve elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada; kontrollü ortam ve kontrollü olmayan ortam için iki adet 40 W polikristal panel ve iki adet 40 W monokristal panel kullanılmıştır. Kontrollü ortam için bir adet polikristal ve bir adet monokristal panel bir cam kabin içerisine iklimlendirme cihazı ile yerleştirilmiştir. İklimlendirme cihazı ile kontrollü ortamda sıcaklık 23-27°C arasında kontrol altına alınarak yaz aylarında panellerin aşırı ısınması önlenmiştir. Kontrollü olmayan ortamda da eşit şartlarda olması için bir adet polikristal ve bir adet monokristal panelin üzerine cam konularak değişen hava şartlarıyla ölçümler kayıt edilmiştir.

Aydın koşullarında polikristal ve monokristal panellerde sıcaklık etkisiyle verimlerinin belirlenebilmesi için kontrollü ve kontrollü olmayan ortam tercih edilmiştir. Çünkü fotovoltaik panellerin verimlerini en çok etkileyen faktörlerden biri de sıcaklıktır. Fotovoltaik panellerde sıcaklığın artmasıyla birlikte güç azalmaktadır. Gücün azalmasıyla birlikte verimde azalmaktadır. Fotovoltaik panellerin verimini etkileyen parametreleri göz önünde bulundurmanız gerekmektedir.

Monokristal ve polikristal panellerin kontrollü ortam ve kontrollü olmayan ortamda 09:00-11:00, 12:00-14:00 ve 15:00-17:00 saatleri arasında ortalama ışınım ve panel verimi değerleri en yüksek 12:00-14:00 arasında yüksek olduğu görülmektedir. 09:00-11:00 arasında polikristal panellerde ışınım  $670 \text{ W/m}^2$  iken kontrollü ortamda panel verim %8,29, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %7,63 olarak tespit edilmiştir. 12:00-14:00 arasında polikristal panellerde ışınım  $1036 \text{ W/m}^2$  iken kontrollü ortamda panel verimi %8,74, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %8,28 olarak tespit edilmiştir. 15:00-17:00 arasında polikristal panellerde ışınım  $781 \text{ W/m}^2$  iken kontrollü ortamda panel verimi %8,36, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %7,98 olarak tespit edilmiştir.

09:00-11:00 arasında monokristal panellerde ışınım  $670 \text{ W/m}^2$  iken kontrollü ortamda panel verimi %9,83, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %8,54 olarak tespit edilmiştir. 12:00-14:00 arasında monokristal panellerde ışınım  $1036 \text{ W/m}^2$  iken kontrollü ortamda panel verimi %10,21, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %9,14 olarak tespit edilmiştir. 15:00-17:00 arasında monokristal panellerde ışınım  $781 \text{ W/m}^2$  iken kontrollü ortamda panel verimi %9,64, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %8,82 olarak tespit edilmiştir.

Temmuz, ağustos, eylül aylarında ışınım değerlerinin ortalamasına bakıldığında temmuz ayında  $882,44 \text{ W/m}^2$ , ağustos ayında  $837,09 \text{ W/m}^2$ , eylül ayında  $788,75 \text{ W/m}^2$  olarak ışınım değerleri tespit edilmiştir.

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

Temmuz ayında Polikristal panellerin kontrollü ortamda panel verimi %7,54, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %7,28 olarak tespit edilmiştir. Monokristal panellerin kontrollü ortamda panel verimi %9,25, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %8,38 olarak tespit edilmiştir. Ağustos ayında Polikristal panellerin kontrollü ortamda panel verimi %8,43, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %8,10 olarak tespit edilmiştir. Monokristal panellerin kontrollü ortamda panel verimi %9,84, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %8,83 olarak tespit edilmiştir. Eylül ayında polikristal panellerin kontrollü ortamda panel verimi %8,88, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %8,21 olarak tespit edilmiştir. Monokristal panellerin kontrollü ortamda panel verimi %10,35, kontrollü olmayan ortamda panel verimi %9,11 olarak tespit edilmiştir. Sıcaklığın yüksek olduğu dönemlerde fotovoltaik panel yüzey sıcaklığı da artarak verimi düşürmektedir. Kontrollü ortamın kontrollü olmayan ortama göre sıcaklık değerleri daha düşüktür. Kontrollü ortamdaki panellerin yüzey sıcaklıklarının düşük olmasından dolayı verimi daha yüksektir.

**KAYNAKÇA**

- Varınca, K., Gönüllü, M. (2006). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Çevresel Olumlu Etkileri. VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu,
- Kılıç, F. Ç. (2015). Güneş Enerjisi Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri. Mühendis ve Makine, cilt56, sayı 671. S.28-40.
- Turhan, M.S., Çetiner, İ. (2012). Fotovoltaik Sistemlerde Performans Değerlendirilmesi. VI. Ulusal Çatı Cephe Sempozyumu
- Koç, E., Şenel, M. 2013. Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makine Dergisi cilt54, sayı 639, Sayfa 32-44.

**TRADITIONS AND HISTORY IN CONSERVATION OF PLANT GENETIC  
RESOURCES**

**Stanislava STATEVA (ORCID:0000-0002-6016-2904)**

Institute of Plant Genetic Resources, „Konstantin Malkov” Sadovo, Plovdiv, Bulgaria

**Email:**stanislava.stateva@gmail.com

**Abstract:**

Bulgaria is relatively small in area, it has a rich biological diversity due to the highly varied climatic, geological, topographical and hydrological conditions. The Bulgarian flora is a source of plant species rich in a large set of chemical components – specific substances or groups of compounds that are in limited populations. The Sadovo agricultural experimental station was established in 1902 with the founder Konstantin Malkov. Thanks to the skills and resourcefulness of Konstantin Malkov, the foundations of agricultural science in Bulgaria were laid in the early years of the 20th century. The Institute of Plant Genetic Resources "Konstantin Malkov" was established in 1977 based on the Sadovo agricultural experimental station. The National Seed Genebank is located on the territory of the Institute, which stores 57,684 seed samples out of a total of 62,131 registered as a gene pool in the country. The plant germplasm stored in IPGR Sadovo includes plant material of various status. Old varieties and populations are involved in the structure of individual types of collections; selection lines - donors; mutant forms; selected cultivars and wild relatives. They contain plant materials of diverse origin, level of selection and botanical affiliation, which allows selection and improvement work to be carried out in various directions.

**Keyword:** plant genetic resources, in vitro, conservation status

**Introduction:**

Bulgaria is relatively small in area, it has a rich biological diversity due to the highly varied climatic, geological, topographical and hydrological conditions. The Bulgarian flora is a source of plant species rich in a large set of chemical components - specific substances or groups of compounds that are in limited populations. Insufficient amounts of plant material cannot be the basis for satisfying the demand and production of their metabolites by traditional technologies. In the last years of our century, scientists have warned that the loss of biodiversity is increasing. This necessitates the collection and preservation of plant species (Stoyanova, 2001; Desheva et.al. 2017). Plant genetic resources bring together plant species that provide humanity with everything necessary for life: food, raw materials, and energy. Their preservation is a priority task on a global scale.

The sustainable use of national plant genetic resources is particularly relevant today, when under the influence of various anthropogenic factors, the disappearance or narrowing of the range of distribution of a number of valuable species and habitats is observed. The effective use of plant genetic resources contributes to the future development of agriculture, its ecological orientation and good coordination. Ensuring access to information at the national level improves the effective conservation of national plant genetic resources (Stoyanova, 2002).

The Sadovo agricultural experimental station was established in 1902 with the founder Konstantin Malkov. The reason for choosing this region of Bulgaria is the measured lowest temperatures in winter and highest in summer. This makes it possible to obtain complete information about the genetic background of plant species.

Konstantin Malkov studied at the university in the city of Halle - Germany, where he graduated in agronomy in 1895. Thanks to the accumulated knowledge, he introduced new varieties suitable for Bulgaria's climate. Many foreign varieties of wheat, rye, barley, corn, cotton, potatoes, sugar and fodder beets, poppies and chickpeas were imported, which are used in agriculture. He was the first to introduce the kazanlak oil-yielding rose and essential-oil-yielding crops.

Investigating wheat in its entirety, Konstantin Malkov systematized it in his first scientific work, a publication of the Sadovo experimental station - "Description of local winter wheat". He studies all varieties of wheat, originating in Europe on garden soil, in the experimental field of the station. For the valuable Bulgarian samples and foreign varieties, he creates a network for research in different regions of the country, using as a base the experimental and demonstration field of the Sadovo agricultural school.

Thanks to the skills and resourcefulness of Konstantin Malkov, the foundations of agricultural science in Bulgaria were laid in the early years of the 20th century.

**Results:**

The Institute of Plant Genetic Resources "Konstantin Malkov" was established in 1977 based on the Sadovo Agricultural Experimental Station.

The Institute is the national coordinator of the Program on Plant Genetic Resources, which is part of the European Program on Plant Genetic Resources (ECPGR).

The National Gene Bank was built in 1984 and carried out a scientific program for long-term preservation of germplasm with seeds under controlled conditions in accordance with the standards developed by FAO (1980/1994). The activity of the National Genebank following a sequence of events according to stages of development of the Program of Plant Genetic Resources (Stoyanova, 2003; Desheva et al., 2016).

The plant germplasm stored in the national genebank includes plant material of diverse status (Photo 1). Old varieties and populations are involved in the structure of individual types of collections; selection lines - donors; mutant forms; selected cultivars and wild relatives. They contain plant materials diverse in origin, level of selection and botanical affiliation, which allows selection and improvement work to be carried out in different directions (Desheva et. al, 2016). Grouping the samples according to the most important traits in each species allows to search for donors and create productive varieties of high quality.



Photo 1. The National Seed Genebank

Diversity in cultivated species and their wild relatives is preserved through ex situ, in situ, on farm, in garden and in vivo conservation. These collections enable multifaceted use, which is determined by the available genetic diversity: wild species, local populations, primitive varieties, selection material and modern varieties originating from the country and the world (Uzundzhaliyeva et. al., 2016; Desheva, 2017).

The long-term storage of the seed samples in the national genebank is carried out at minus temperatures (-18°C) in a specially designated chamber. The application of storage under controlled conditions of development is one of the approaches to the conservation of plant diversity (Desheva et. al., 2016). Vegetatively propagating species from cultivated and wild flora are cultivated under in vitro conditions (Velcheva et al., 2011, Varbanova et. al., 2011).

The active exchange of the Institute of Plant Genetic Resources "Konstantin Malkov" with plant material in Bulgaria and abroad develops wide opportunities for targeted selection. The established contacts and the large number of realized scientific projects at the national and international level allow to use the wealth of cultural and wild species with the necessary evaluation information. A special emphasis during the study of a larger part of the collections is given to indicators related to the reaction and tolerance of crops to biotic and abiotic factors. An important place is also given to the productivity and quality of the seeds. Conservation of plant genetic resources is a priority task on a global scale. According to the Convention for the Conservation of Biological Diversity (CBD), the sustainable preservation and use of the diversity of cultural plants is a national task (Koeva, 2002; Stoyanova, 2002).

The preservation of the unique Bulgarian samples requires their duplication in the gene bank outside the country. By virtue of a signed agreement between the Institute of Plant Genetic Resources "Konstantin Malkov" in Sadovo and the Ministry of Agriculture and Food of the Kingdom of Norway, a procedure for duplicating germplasm from seeds in the world seed repository of the Svalbard archipelago was started. The first shipment of selected samples was deposited in October 2014.

As the national coordinator for Bulgaria, the Tissue Culture Laboratory at the Institute of Plant Genetic Resources "Konstantin Malkov" - Sadovo has the following main priorities: maintaining the species and varietal diversity of plant genetic resources, long-term storage of microplants under controlled conditions and application of selection methods with the aim creation of varieties adaptable to changing climatic conditions.

The Laboratory of Plant Biotechnology at the Institute of Plant Genetic Resources "Konstantin Malkov" city of Sadovo was established in 1977 by prof. dr. Chavdar Chavdarov. It covers an area of 60 m<sup>2</sup>, but after expanding the business in 1989, the new modernized building was built (photo 2). Scientific activity is aimed at in vitro vegetative reproduction, storage and application of selection methods. In vitro varieties are important for practical use in the creation of new and maintenance of old varieties. The goal is to be able to maximally preserve the plant plasma for a long period of time under controlled conditions.



Photo 2. Plant biotechnology laboratory

Research activity has been developed over the years by: assoc. prof. Chavdar Chavdarov, dr. Dima Dimitrova, dr. Ruska Ruseva, dr. Petar Boyadzhiev, assoc. prof. Dimitar Dimanov, dr Penka Georgieva.

The main task defining the work on controlled storage of plant genetic resources in the Plant Biotechnology laboratory is:

- Collection, evaluation, storage and use of original samples originating from the country and abroad. Priority thematic directions in the activity of the plant genetic resources program are the permanent enrichment of the collections with germplasm of different origins and diverse types of material; expanding knowledge on the biological features, interactions and reactions of ecotypes and the environment. The upgrading of the collections is achieved through expeditions to individual regions in accordance with the tasks of the implemented projects and through international exchange.
- Obtain virus-free plant material and maximize propagation. The sterilizing agents used are in maximally low concentrations, for minimal damage to the plant material. Plant propagation is carried out under controlled conditions.
- Optimizing the selection process using tissue culture methods. Microclonal propagation is an efficient means of overcoming the difficulties associated with the biological peculiarities of plant species.



- Long-term storage of plant genetic resources under controlled conditions using growth inhibitors. The survival ability of long-term cultures depends on the genotype and the storage time. This is of practical use in creating new and maintaining old varieties.
- The process of plant adaptation is very delicate and the success of clonal micropropagation depends on it. In order for microplants to adapt to the environment, it is necessary to provide them with high air humidity, suitable temperature and a sterile substrate.

For four decades, the largest collection in Bulgaria of the species *Solanum tuberosum* L. has been built, maintained and renovated. Preservation of the old varieties, populations and forms created through long-term selection and popular selection is of extreme importance. The resulting virus-free material is stored long-term under controlled conditions. The advantages of the method are conservation of the species for a longer period of time and the possibility of extremely fast reproduction if necessary. Various techniques have been investigated for slow growth and reduction of intercultural subculture leading to genetic stability in order to maximize the preservation of the species. Scientific activity for the species is aimed at vegetative propagation, storage and application of selection methods.

Haploid selection is promising when there is a highly heterozygous population in which the desired genes are few in number. Obtaining dihaploid plants by anther culture is a well-known method that is applied in practical selection and theoretical research (Boyadzhiev, P., 1982). A number of conditions and factors are important for the realization of the method of anther cultures in wheat (Boyadzhieva et. al., 2009). The main factor is the food environment. The research done shows that the successful embryogenesis in wheat depends to a great extent on the genotype of the donor plants. An average percentage of successful callusogenesis and differentiation in wheat and rice has been found in experiments by various researchers. The beginning of research on anther and embryo cultures in wheat and rice in the tissue culture laboratory began in 1978. Research by dr. Petar Boyadzhiev's team shows that the shortening of the stem in regenerants is observed both when using somatic and sex cells (micro and macro spores) after their passage through the callus. From the tested 13 varieties and 31 F1 hybrid combinations in wheat, the "Zdravko" variety was obtained. It has good cold resistance and drought resistance thanks to a highly developed and deep root system. It is resistant to the likes of powdery mildew, yellow and brown rust, fusarium and powdery mildew. It is recognized by DSK as an authentic variety. The newest achievement is the common winter wheat variety "KM-135": ♀ Proteinka x ♂ Zagorka recognized as authentic in 2010 with certificate №10960 dated 31.08.2011.

Medicinal and flowering plant species specific to Bulgaria - rare, endangered, endemic and disappearing species, as well as wild relatives of cultivated plants - have been introduced into culture in vitro. As a result of in-depth studies, micropropagation protocols have been developed for *Mentha* sp., *Atropa belladonna*, *Glycyrrhiza glabra*, *Ruta graveolens* (Uzundjalieva et. al., 2017). Species with low germination were studied in response to the nutrient medium (photo 3). A collection of valuable medicinal and flower species was created.



Photo 3. Medical types *Atropa belladonna* and *Glycyrrhiza glabra*

One of the possibilities of in vitro methods is the creation of cell suspension cultures and the production of secondary metabolic products from certain tissues of different plant species. Higher plants contain substances that are useful medicines, nutritional supplements and cosmetic-perfume ingredients. This also makes it possible to standardize cultivation approaches and, from there, target production and standardize the amount of biologically active substances produced. A methodology was developed by dr. Ruska Ruseva for processing plant tissues to a condition for obtaining callus tissues and suspension cultures (photo 4). A complete study was carried out on *Leucojum aestivum* L., which has a significant content of galantamine and provided the basis for laying the methodological foundations for cell suspension cultures.

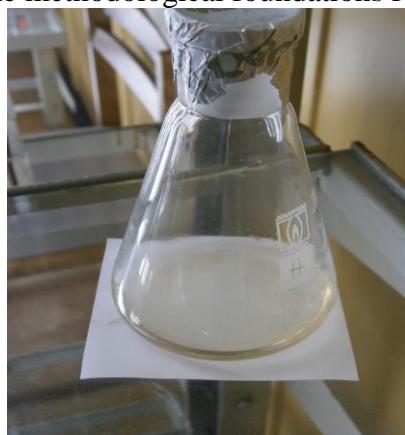


Photo 4. Suspension culture of *Leucojum aestivum*

**Conclusion:**

The technique of microclonal propagation gives great opportunities to maintain the resulting healthy plants for an unlimited period of time and to serve as a source of production of healthy planting material. Combining traditional selection methods with modern biotechnological advances is an opportunity to expand selection in major agricultural crops.

One of the main tasks set by the Institute of Plant Genetic Resources "Konstantin Malkov" in the city of Sadovo is to care for the available plant wealth of plant genetic plasma and preserve it for future generations.

**Literature:**

1. Boyadzhiev, P., 1982, Study of some domestic and foreign wheat varieties and their hybrids in the immature embryo - callus - regenerant system. (Jubilee scientific session in connection with the 80 th anniversary of Academician Pavel Popov)
2. Boyadzhieva, D., R. Chipilski, B. Andonov., 2009, Drought resistance of varieties and lines from the latest selection of wheat in IRGR, Sadovo. - Crop Science, 46, 319-326
3. Desheva G. , 2016 , “The longevity of crop seeds stored under long-term condition in the National Genebank of Bulgaria”, Agriculture (Poľnohospodárstvo),62 (3), 90-100
4. Desheva G., K. Uzundzhaliieva, S. Stoyanova, 2016, “Ex situ and in vivo conservation and utilization of crop wild relatives in Bulgarian national genebank”, Phytologia Balcanica 22 (2), 233-241
5. Desheva G., S. Stateva, M. Deshev, S. Stamatov , 2017, “The collection of plant genetic resources in the national genebank of Bulgaria – the basis of the agriculture of today”, Úroda 12/2017, vědecká příloha časopisu, 49-56
6. Koeva R., 2002, Plant genetic resources: heritage from the past and the modern projection for sustainable development of science and agriculture, Collection of reports "Jubilee scientific session", volume 1, pp. 5-12, Sadovo
7. Stoyanova, S. D., 1998, Ex situ conservation practice for plant germ plasm in Bulgaria. - Bulgarian Journal of Agricultural Science, 4, 613-624
8. Stoyanova, S. , 2001. Ex situ conservation in the Bulgarian genebank. I. Effect of storage. PGRNewsletter, No 128, 68-76.
9. Stoyanova S., 2002, The National Genbank in Bulgaria tasks, guarantees and priorities., Collection of reports "Jubilee scientific session", volume I, pp. 19-28, Sadovo
10. Stoyanova, S. ,2003, The National genebank in Bulgaria – aims, guarantee and priorities. In: 120 Years Agricultural Science in Sadovo, Jubilee Scientific Session V. I, pp. 19-28.
11. Stoyanova, S. , 2007, National Genebank Strategy in implementation of the National program of Plant Genetic Resources. PGR- The Basis of Agriculture of today. Sadovo, pp.37-42.
12. Uzundzhaliieva K., G. Desheva, R. Ruseva, 2016, “Conservation and management of plant genetic resources in Bulgaria”, Phytologia Balcanica, 22(2), 179-185
13. Uzundzhaliieva K., G. Desheva , 2017, “Plant Genetic Resources from Medicinal Plant Species – ex situ and in vivo conservation in the Institute of Plant Genetic Resources – Sadovo”, Anniversary scientific conference with international participation 135 years of agricultural science in Sadovo and 40 years of the Institute of Plant Genetic Resources - Sadovo, May 29-31, 86-100
14. Varbanova K., Krasteva L., D. Dimitrova, S. Neikov, N. Velcheva, P. Chavdarov, D. Baricevic, P. Ratajc, B. Turk, 2011, Conservation of local plant resources from vegetable, medicinal and ornamental species. IV Int. symp. Ecological
15. Velcheva, N., K. Varbanova, D. Dimitrova, 2011, Collection, research and storage of local and wild medicinal and aromatic species. "Science Day 2011" conference. SUB - Plovdiv

**NEW TRENDS AND MARKET SITUATION on RED MEAT PRODUCTION in the  
WORLD**

**Doç. Dr. Çağrı KANDEMİR (ORCID:0000-0001-7378-6962)**

Department of Animal Science, Agricultural Faculty, Ege University, Bornova, Izmir, Türkiye,  
**Email:**cagri.kandemir@ege.edu.tr

**Prof. Dr. Turgay TASKIN (ORCID:0000-0001-8528-9760)**

Department of Animal Science, Agricultural Faculty, Ege University, Bornova, Izmir, Türkiye,  
**Email:**turgay.taskin@ege.edu.tr

**Abstract**

Nowadays, people's nutritional level is taken as one of the important characteristics in determining their level of development. Balanced nutrition and adequate animal protein intake have become priorities for all countries, regardless of their level of development. For this reason, in addition to technology and industrialisation policies, agricultural sector livestock policies are strategically important in all countries. The daily amount of protein that should be taken with food varies according to age and gender, meaning approximately 45-55 grams of protein per person. For a healthy and balanced diet, at least half or 2/3 of the daily protein intake should be from foods of animal origin. For this reason, nutrition is an issue that concerns all actors of society and it is also important to examine it through economic research. Half of the world's population meets its daily protein needs from meat. Therefore, ready-to-eat meats are becoming a hot trend. With its range of ready-to-eat flavoured meat products, the market volume is expected to reach 98.8 billion dollars by 2028. The ready-to-eat food market will grow by 5.0% in 2024. As a result, trends in the meat industry show that meat production and consumption have increased significantly worldwide. Investing in innovation and technology is the only way to stay ahead of the competition and increase efficiency. As concerns about the transparency, traceability and sustainability of meat production grow, meat producers need to be ready to adopt practices and technologies that will help them reduce waste, minimize energy consumption and source ethically. As the meat industry continues to evolve globally, opportunities will increase, and meat producers need to be well-prepared to navigate the complex and ever-evolving environment. In this article, the current status and current situation of red meat production in the world are discussed and the current trends and market situation are summarized with tables.

**Keywords:** Red meat production, market situation, production trends, marketing problems

## **Introduction**

Due to the place and importance of red meat in terms of nutrition and public health, meeting the demand for safe red meat has become one of the most important issues in the public sector (EPHA, 2021). In other words, this issue has brought to the agenda the necessity of following the industry consistently (Wynes, 2016). In Turkey's red meat production, it has become important to make short-medium- and long-term political decisions for the sector to get a greater share of the world market by preserving the demand within and outside the country (Şen, 2023). The number of slaughtered animals worldwide amounted to 1.4 billion heads in 2018. 41.5% of these animals were sheep, 34.6% were goats and 21% were cattle. China, Brazil, USA, Argentina, and India are the world's largest cattle-producing countries. Central and South America is the continent with the largest cattle population, with a rate of approximately 25%. Türkiye ranks 22nd in the world in terms of cattle availability. Of the total red meat production of 87 million tons in the world as of 2018, 77.1% is beef, 11.2% sheep, 6.8% goat meat and 4.9% buffalo meat. Red meat production, which was 70 million tons in 2000, increased by 24% and reached 87 million tons in 2018 (FAOSTAT, 2023). While the highest production increase in the 18 years was in goat meat production with 53.1%, the increase in buffalo meat production was 40.9% and the change in beef, where the highest production was made, was 23.9%. 60% of production is done in developing countries. Although the demand for chicken meat is directed towards chicken meat in developed countries due to health risks such as obesity and cardiovascular diseases, the demand for red meat is increasing, albeit relatively, due to the increase in population and income in developing countries, among which there are net importers (Deloitte, 2021). In 2018, the country with the highest red meat production in the world was the USA with 18%. However, there has been no significant change in the production of the USA in the last 18 years and there has been a slight decrease. In the same period, the production increase in Brazil, the world's largest beef exporter, was 50% and the increase in China was 25% (EC, 2020). Globally, demand and supply levels of red production have a direct impact on the red meat industry in both England and Wales. Changes in production levels and COVID-19 have had an impact on Wales' red meat sector in 2021, affecting red meat trade globally. The total value of red meat exports from Wales decreased by 4% annually to 210.0 million pounds (Meat Market Review, 2022). The EU Commission's medium-term outlook predicts that global meat consumption will increase by 1.4% each year, depending on income and population growth. For this reason, it is stated that it is important to be aware of the situation of other large red meat-producing countries around the world. The OECD-FAO Agricultural Outlook also predicts that global meat supply will increase over the next decade, with growth in poultry meat production leading to this change. Beef and mutton consumption levels are projected to remain broadly stable, with concerns about the climate limiting growth. It is estimated that by 2030, 20% of the protein obtained from meat sources worldwide will be beef and 5% will be sheep meat (OECD, 2020). While the United States is currently the largest beef-producing country and is expected to remain so soon, countries in Latin America are also among the major meat-producing countries. Although China is the largest producer of sheepmeat, New Zealand is currently an exporter of sheepmeat and is seen as one of the leading countries affecting international sheepmeat prices (Şen, 2023).

## **VARIATION OF RED MEAT PRODUCTION BY COUNTRY**

The change in red meat production in the world over the years is given in Table 1. As of 2000, the USA ranked first in the world in beef and calf meat production with 12016583 tons, followed by countries, respectively; Brazil and China. However, the total amount of red meat

production in EU countries is close to that of the two countries mentioned. Argentina ranked 5th after the countries mentioned above (FAOSTAT, 2023). By 2022, an increase of 80 thousand tons was observed in the USA, while a production increase of approximately 50% was achieved in Brazil. In EU countries, there was a decrease of nearly 250 thousand tons. While there was a high increase of up to one hundred per cent in China, the production increase in Argentina was 20%. While China ranked first in sheep and lamb meat production in 2000, the lowest production occurred in Turkey with 111139 tons. In 2022, there will be a decrease in red meat production in New Zealand and a significant increase in countries such as China, Australia and Algeria.

**Table 1.** Countries that rank first in beef and sheep meat production in the world (tons)

Countries	Veal and calf meat production in 2000	Veal and calf meat production in 2022	Countries	Sheep and lamb meat production in 2000	Sheep and lamb meat production in 2022
1.USA	12016583	12890324	1. China	1347063	2678492
2.Brasil	6578800	10350000	2. Australia	680000	706905
3.EU	10516589	10242814	3.New Zaland	538270	436974
4.China	4642024	7191568	4.Türkiye	111139	489354
5. Argentina	2718000	3133103	5. Algeria	164050	344937

Source: FAOSTAT, 2023

## EU (27) RED MEAT PRODUCTION

The total red meat production of 27 countries in the European Union (EU) constitutes 85% of the entire EU. Another situation is that although it is self-sufficient, it is the second-largest sheep meat importer in the world (EUROSTAT, 2023). In this sense, New Zealand is the EU's largest supplier of red meat. However, more than 90% of sheep meat exported from the UK is sent to EU countries. France is the UK's main export market, receiving over 37,500 tonnes of sheepmeat in 2021 (Global Red Meat Production Trends, 2022). In 2020, the EU produced 371,000 metric tonnes of sheep meat, a 3% decrease compared to the previous year (Frezal et al. 2021). Total production increased slightly in 2021, reaching 374,600 tons. In other words, it can be said that there was a 1% annual increase (EUROSTAT, 2023). In Spain, the EU's largest red meat producer, production increased by 5% to 120,300 tonnes in 2021, following the lowest level in 2020. This value constitutes 32% of the total production in the EU. Production in France also increased to 81,800 tonnes, while Irish sheepmeat production decreased by 4% annually to 63,500 tonnes. Although production in the EU recovered slightly in 2021, overall production remained slightly below the 5-year average. This tightness in product availability will have supported the prices received by growers across the region over the past year (Ryan, 2019). The European Union Agricultural Outlook 2021-31 report, published by the European Commission in December 2021, predicts that the volume of sheep meat production within EU countries will increase until 2031. This increase was largely due to the income support provided to producers and the improvement in market prices. The report predicts that, alongside ever-changing consumer behaviour, mutton consumption per capita will increase slightly, reaching 1.4 kg per capita by 2031. Increased red meat production within the EU will contribute to an overall increase in the availability of sheep meat on the global market (OECD/FAO, 2020). In the short term, it is estimated that an additional 50-60,000 lambs will be imported into Ireland by 2022, adding to supply in the first half. In addition, the Central Statistics Office has reported a 4% increase in the size of the Irish sheep flock as of 1 June 2021, which could result in a greater

lamb yield in Ireland in 2022-23. In other words, it may provide some additional supplies, especially in the second half of 2022.

### **Beef production**

Following a general reduction in herd size in recent years, market prices for cattle in countries within the EU(27) were at historic highs in 2021 due to a contraction in supply. Around 90% of beef imported into the UK comes from EU countries, and over 70% of UK beef exports go to the EU. Therefore, changes in red meat production in the EU directly affect the UK beef market. According to Eurostat data, the EU produced 6.8 million tons of beef in 2021. This figure is 0.9% less than in 2020 and 2% less than the 5-year average. This decrease in EU beef production may have contributed to the overall contraction in global beef supplies in 2021 (EUROSTAT, 2023). Beef production in France accounted for 21% of the total EU meat production volume at 1.4 million tonnes, while overall production decreased by 1% annually. Germany, the EU's 2nd largest beef producer, recorded a 2% decrease in beef production at 1.1 million tonnes, while beef production in Italy increased by 2% in 2020.

## **RED MEAT PRODUCTION IN THE UNITED KINGDOM**

### **Lamb meat**

UK breeder throughput prices have been supported by limited lamb supplies on the domestic market for much of 2021. A total of 12.9 million sheep and lambs were processed in UK abattoirs during the year, which is 11% lower than in 2020 and 12% below the 10-year average (2011-2020: 14.5 million) (HYBU CIG CYMRU, 2022). As a result, the total volume of sheep meat produced during the year decreased by 10% year to 295,900 tons. Production data shows that during the current UK lamb production year (May 2021 to January 2022) the number of lambs available for slaughter so far is 9.2 million head, 10% lower than the previous period (while production was down 9%). has shown. Production levels are below expectations considering the size of lamb production. The UK's June 2021 survey shows that the breeding flock size (ewes 1-year-old and over) is 15.6 million head; This means an annual increase of approximately 1.7%. Based on this data, the 2022-23 lamb crop is likely to be larger than the current crop (DEFRA, 2023). An increase in supply may indicate an increase in overall production, but external factors such as weather conditions and diseases also affect the size of the lamb crop in any given year and so it is quite difficult to take these factors into account in any forecast. Looking ahead, supply is expected to remain at a generally stable level.

### **Beef production**

888,000 tonnes of beef were produced in the UK in 2021 (DEFRA, 2023). This is 5% below 2020 and 1% below the 10-year average (2011-2020: 899,500 tonnes). While production has been limited, the UK has experienced strong processed cattle and cull cow prices compared to historical levels. The decline in beef production overall is a result of a 5% fall in the number of cattle processed in UK abattoirs during the year. This number is 2.7 million heads in total. As in the last decade, it accounts for the majority (37%) of total production. Heifer yields in the UK have increased in recent years, totalling 795,500 head in 2021. It was down 4% from 2020 highs, but 6% above the 10-year average. The UK dairy cow herd has declined in recent years and stood at 1.5 million head in June 2021. This figure is 1.6% below 2020. Looking ahead, the herd shows no signs of restructuring as prime heifer slaughter remains high. Cattle numbers from the British Cattle Movement Service (BCMS) show that the supply of cattle ready for slaughter will remain tight in the first half of 2022. However, data shows that the number of

available animals will increase in the second half. Looking ahead, total calf registrations in Great Britain in 2021 were 2.7 million head, a marginal increase (by 0.9%) in 2020 (Specpage, 2021). These figures suggest that supply to the UK domestic market may increase towards 2023 as these animals mature and are brought to market. Challenges in the red meat sector, such as rising input costs, may limit further increases in beef production (Andersons Outlook, 2023).

### **NEW ZEALAND**

Following the African Swine Fever outbreak in China in the second half of 2018, there has been a strong demand for other proteins such as pork, beef and lamb imported from China (OIE, 2020). As a result, an increasing share of New Zealand sheepmeat was directed to China, where it accounted for 52% of the total volume exported for the year (AERU, 2023). New Zealand remains the dominant supplier of sheepmeat to the UK, despite China taking a large share of New Zealand sheepmeat. New Zealand imports accounted for 69% of the total volume at 36,400 tonnes in 2021 (McIvor and Karapeeva, 2022). However, this volume was down 15% from the previous year as transport disruptions and strong demand from the US also contributed to the decline in volumes from New Zealand. Overall, New Zealand's total lamb exports decreased by 5% year on year in 2021 due to the annual decline in the number of lambs evaluated. The 'Beef + Lamb New Zealand Lamb Crop 2021' report, published in December 2021, estimates that the size of lamb production in Spring 2021 will be 0.6% larger than the previous spring, at 22.7 million head. This is partly due to the ewes achieving a better lambing percentage of 131.9%. As a result, the number of lambs ready for processing is forecast to increase by 1% to 18.5 million head in 2021-22. Reports show that many producers continue to rebuild their flocks following adverse weather conditions in previous years, and therefore, a contraction in the supply of adult sheep is expected as producers try to recover sheep numbers (Dasgupta, 2021). While it is estimated that the number of lambs processed in the first 4 months of the year will decrease by 1.3% annually due to the feed conditions in the country, the number of animals may increase due to the increase in the prices received by the breeders. Depending on the increase in production and lamb meat prices, it is predicted that the total lamb export value of the 2021-22 season will be 13% higher than the 2020-2021 year. Overall, despite a 1% increase in the number of lambs available in New Zealand, imports into the UK are likely to remain limited next year. This is due to continued high freight prices, strong demand from China and uncertainty around the spread of new COVID-19 variants, which could also lead to staff shortages. However, China may once again direct New Zealand sheep meat in the coming years as it works to increase pork production and becomes less dependent on imported protein (Nastasijevic et al. 2020). At the end of February 2022, the United Kingdom signed a Free Trade Agreement with New Zealand, at the end of which sheep and beef will be allowed to enter the United Kingdom on a quota and duty-free basis. The aforementioned developments may affect trade volumes differently in the coming years.

### **AUSTRALIA**

As a result, the number of lambs ready for processing is forecast to increase by 1% to 18.5 million head in 2021-22 (MLA, 2023). Reports show that many producers continue to rebuild their flocks following adverse weather conditions in previous years, and therefore, a contraction in the supply of adult sheep is expected as producers try to recover sheep numbers (Dasgupta, 2021). While it is estimated that the number of lambs processed in the first 4 months of the year will decrease by 1.3% annually due to the feed conditions in the country, the number of animals may increase due to the increase in the prices received by the breeders. Depending on the



increase in production and lamb meat prices, it is predicted that the total lamb export value of the 2021-22 season will be 13% higher than the 2020-2021 year. Overall, despite a 1% increase in the number of lambs available in New Zealand, imports into the UK are likely to remain limited next year. This is due to continued high freight prices, strong demand from China and uncertainty around the spread of new COVID-19 variants, which could also lead to staff shortages. However, China may once again direct New Zealand sheep meat in the coming years as it works to increase pork production and becomes less dependent on imported protein (Nastasijevic et al. 2020). At the end of February 2022, the United Kingdom signed a Free Trade Agreement with New Zealand, at the end of which sheep and beef will be allowed to enter the United Kingdom on a quota and duty-free basis. The aforementioned developments may affect trade volumes differently in the coming years.

### **BRAZIL**

Brazil exports approximately 20% of its domestic beef production of over 2 million tons. The UK bought over 21,000 tonnes of beef from Brazil in 2021. This value means a decrease of 4,300 tons compared to the previous year and constitutes 7% of the UK's total beef imports during the year (Agethan et al. 2022). Imports to the UK have decreased in 2021 due to reduced beef production in Brazil after increasing protein demand from China continued to impact heifer keeping in the country. China also banned imports of Brazilian beef in the 4th quarter due to the detection of two Mad Cow (BSE) diseases, and therefore animal slaughter was stopped. As a result, Brazilian beef production has fallen on an annual basis. In the US Department of Agriculture reports, 2021 production is estimated to be 9.3 million tons. In the following period, beef imports resumed, and China continued to be the main destination for more than half of the beef exported from Brazil. While global demand for beef remains strong, the expectation is that Brazil will increase cattle production to meet demand. According to the latest outlook of the USDA report, global beef production will remain at 58.2 million tons in 2022 and is estimated to account for 17% of the total production in Brazil (Cangussu et al. 2020). But Brazilian beef production will continue to face some pressure after some European supermarket chains refused to stock the product following reports linking Brazilian beef production to deforestation in the Amazon.

### **UNITED STATES OF AMERICA (USA)**

The volume and value of beef exports from the United States were the highest on record in 2021, according to the U.S. Meat Export Federation. With US beef production increasing by 3% annually, this value has exceeded 10 billion dollars (Gelsomin, 2020). Japan continued to be the primary destination for US beef, with volume increasing 5% over 2020, with Asian markets accounting for the majority of annual growth (Kelbley, 2023). Demand from South Korea continued to increase in 2021, driven largely by growth in the retail sector, leading to a 14% increase in the volume of beef exported from the US to Korea during the year. According to the USDA, as of January 1, 2022, the total number of cattle and calves on U.S. farms was 91.9 million head, down 2% from the previous year. The national herd has declined in recent years and is unlikely to recover in 2022 due to a 3% annual decrease in the number of heifers expected to calve in 2022. Following North America's drought periods, a contraction in beef supply is expected in 2022. Beef production is predicted to fall below 2021 levels in 2022, putting pressure on beef availability in the global market. Imports are expected to remain stable throughout the year, but remain high compared to historical levels, due to continued strong domestic demand and tightening supplies in the United States. An additional 2,500 tonnes of

beef was exported from the UK to the US in 2021, accounting for 2% of total beef volume. Since import demand is estimated to remain strong, it may create an opportunity to increase volumes in 2022 (USDA, 2023).

### **RED MEAT PRODUCTION BY SPECIES**

Based on species, the change in red meat production in the world over the years is given in Table 2. In 2000, the share of beef in the world red meat production was 21.87%, followed by sheep with 21.22% and goat meat with 18.04%. Buffalo meat ranked last with 13.90%. In 2010, the ranking changed and buffalo meat took the first place with 25.39% (FAOSTAT, 2023).

**Table 2.** Change in red meat production in the world according to species and years (tons)

Years	2000	%	2010	%	2020	%	2022	%	WORLD (ton)
Beef	55835848	21,87	62654388	24,54	67454248	26,42	69346116	27,16	255290600
Water buffalo meat	3014412	13,90	5505076	25,39	6260009	28,87	6903483	31,84	21682980
Mutton	7717572	21,22	8484009	23,33	9898930	27,22	10272315	28,24	36372826
Goat meat	3902627	18,04	5178467	23,94	6179414	28,57	6367497	29,44	21628005

Source: FASTAT, 2023

Low real interest rates at the global level encourage the expansion of livestock farming and the increase in the size of production units, especially in emerging developing countries, and a more integrated approach.

### **WORLD RED MEAT EXPORT AND IMPORT**

EU countries also have a significant share in world exports. The countries that have a significant share in total exports are the Netherlands (5%), Poland (4%) and Germany (3%). World beef imports are 7.2 million tons as of 2019, and the USA, China and Japan are important importing countries. Although the USA and China are among the top three countries in production because their current production cannot meet consumption, they are the leading countries in imports (Smetana et al. 2019; Pais et al. 2020). Japan is an import-dependent country because its beef production is not sufficient. It ranks 3rd among the world's beef-importing countries. While EU countries also have a significant share in world imports, Germany, England, Italy and the Netherlands are among the top 10. World beef exports reached 9.9 million tons in 2019, an increase of 95% in the last 17 years. India, Brazil, Australia and the USA are the countries with the largest share in exports. These four countries meet 51% of total exports (Table 3). As of 2019, Brazil ranks first with 1.6 million tons of exports, accounting for 16% of total exports. While Australia and India are among the leading countries in exports, Brazil also ranks second in world beef production (Ryan, 2019).

**Table 3.** Change in world meat exports and imports by species and years (US\$ 1000)

Species	2000		2010		2020		2022	
	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export
Beef	4174091	4288981	8059033	7563915	9480402	8590631	9971019	9144295
Water buffalo	7421	7480	1340	1378	189462	154562	134904	155165
Mutton	737282	618094	1322799	1378839	1540723	1425880	1363896	1518837
Goat meat	118181	106311	279001	247869	317409	327937	97056	142820

Source:FAOSTAT, 2023

### MEAT PRICES BY BREEDERS

#### In Sheep/Lamb Meat Production

The prices received by breeders in some countries where sheep breeding is intensive are given in Table 4. In 2000, the highest price was in Greece (3972 US\$/ton) and France (3790.6 US\$/ton), while the lowest price was in Ireland (1300.9 US\$/ton). By 2020, France ranks first with 7372 US\$, followed by Turkey with 5750.3 US\$ (FAOSTAT, 2023). The lowest value was found in Ireland with 2273 US\$. In 2010, there was a remarkable increase in the prices received by growers in many countries. The most prominent one was Türkiye with 12597 US\$.

**Table 4.** Sales prices of sheep/lamb meat received by breeders (USA/ton)

Countries	2000	2010	2020
Australia	739.2	3580.2	4826.0
France	3790.6	6799.0	7372.2
Greece	3972.8	6641.8	4728.7
Spain	2168.1	3313.1	3297.1
Ireland	1300.9	2056.3	2273.1
Türkiye	2746.3	12597.4	5750.3

Source: FAOSTAT, 2023

### Beef

In some countries where cattle breeding is intensive, the sales prices of beef/veal received by breeders (US\$/ton) are given in Table 5. While the lowest price received by growers in 2000 was in Argentina (US\$ 868.4/ton), the highest value was in Turkey with 4548.2 (US\$/ton). No data was found for Spain in 2020. By 2020, a significant decrease was observed in France and Turkey, while relative increases were detected in other countries. A decrease has also been determined for 2022 in Argentina.

**Table 5.** Sales prices of beef/veal received by breeders in some countries (US\$/ton).

Countries	2000	2010	2020
Argentina	868.4	1476.4	1237.3
Australia	1343.9	2870.2	4228.1
France	2933.8	4548.3	4344
Germany	3613.9	1104.4	1884.6
Spain	1559.7	-	2460.4
Türkiye	4548.2	12251.4	5088.5
USA	1512	2033	2403
Uruguay	1356.2	2648.7	-

Source: FAOSTAT, 2023

### **DEVELOPMENTS IN THE RED MEAT PRODUCTION MARKET**

Latest market developments International meat prices fell in 2020 due to the impact of COVID-19, which temporarily restricted meat demand from some leading consumer and importing countries (DW, 2020; FAOSTAT, 2023). Logistical hurdles, reduced food service, and reduced household spending due to lower income have contributed to this decline in demand. The decline in international meat prices would have been greater if not for a sharp increase in meat imports from China, where African Swine Fever continues to limit domestic production. World meat production remained stable at an estimated 328 million tons in 2020, as increases in poultry and sheep meat production compensated for contractions in pork and cattle meat production. Bovine meat production has also declined in some major producing countries due to limited availability of animals for slaughter, animal welfare regulations, and the purchase and transportation of animals by the processing sector (Agus and Widi, 2018). In 2020, world meat imports are expected to increase by 6.3% annually, reaching 36.3 million tons, mainly led by China's imports from African Swine Fever. Global meat imports, excluding China, decreased by 1.4 million tons, or 4.3% (Akin et al. 2020). Major exporters, including Brazil, Canada, the European Union, the Russian Federation and the United States, have met much of the growing import demand for meat. FAO's Meat Price Index reached an all-time high in June 2022, after rising rapidly since October 2020, except for four months between August and December 2021, mainly driven by limited supplies of almost all types of meat from key supplier countries (FAOSTAT, 2023). Meanwhile, global meat import demand has remained stagnant in recent months, driven by the global economic downturn, high food import bills, a less active hospitality industry and rising national production in major meat-producing countries, including China. International prices for bovine meat, the most expensive meat among the four types of meat, have risen almost continuously since October 2020, reaching an all-time high in March 2022. This is driven by demand among leading producers for herd rebuilding or dry weather conditions. However, cattle meat prices have been falling since March 2022; This reflects increased export opportunities, primarily from Brazil, due to reduced domestic demand due to low purchasing power and high prices (Agethen et al. 2022). International prices of sheep meat, which accounts for approximately five per cent of international trade in terms of value, have declined this year after reaching an all-time high in October 2021. This was mainly due to weak import demand from China and the effects of foreign exchange movements in many countries.

#### **Red Meat Prices**

Meat prices are expected to recover from the low levels caused by COVID-19 in 2020 and rise in the medium term as demand recovers and higher feed costs are overcome; however, they are expected to remain well below their peaks of ten years ago. The projected increase in nominal meat prices is expected for all meats, but each subsector has different dynamics given biological supply responses to recent shocks (EUROSTAT, 2023). However, the ratio of nominal meat prices to feed prices is expected to decrease, albeit slower than in recent years. The downward trend in the rate reflects ongoing feed efficiency increases in the industry. This also means that less feed is consumed for one unit of meat production. However, high feed costs further hinder the profitability of meat production at the beginning of the forecast period (FAOSTAT, 2023). As meat production costs decrease in real terms, all meat prices are expected to fall from 2018-20 base period levels and return to longer-term real trends. The exception is sheep meat, whose prices have shown an increasing trend due to the restriction of exports from New Zealand due to the increasing opportunity costs of pasture land due to the increase in the long-term real prices of dairy products (Çakan and Tipi, 2023). The reference price for pork in heavily traded

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

Pacific markets will rise early in the projection period to meet strong demand, particularly from China, but will be held back by increased export supplies from Brazil and the European Union. United States of America. Poultry prices (represented by Brazilian fresh, chilled or frozen export prices) are expected to follow grain prices closely, given the high share of feed costs in production and the rapid response of production to global increasing demand. Beef prices are predicted to rise from cyclically low base period levels, but will be limited by the increase in the number of cattle demanded from major exporting countries such as Argentina, Australia and the USA.

**POLITICAL DEVELOPMENTS AFFECTING RED MEAT PRODUCTION, DOMESTIC MARKET AND CONSUMPTION**

**Production and Income Support Policies**

Many governments have implemented policy measures that support growers and processors in coping with drought, animal diseases, rising input costs or market disruptions (Alhas Eroglu, 2023). Brazil: In March 2022, established an interest payment subsidy worth 1.2 billion Brazilian reais (approximately US\$241 million) as a temporary measure to support livestock breeders in drought-affected southern regions. In May 2022, the Dominican Republic allocated a budget of DOP 700 million (US\$ 12.6 million) to increase livestock productivity over three years by improving pasture quality and seeding to improve livestock genetics and planting grass to increase coverage. In December 2022, India rolled out the nationwide Livestock Health and Disease Control Programme, which aims to reduce risks to animal health through prophylactic vaccines against animal diseases. Improving the capacity of veterinary services; The aim is to strengthen disease surveillance and veterinary infrastructure. The European Union announced a package of measures in March 2022 to increase food security against the effects of the war in Ukraine and to support European Union farmers who have high input costs such as energy and fertilizer. The scheme provided €500 million (approximately US\$551 million) to assist growers affected by market disruptions, input costs and trade restrictions. Other measures include storage assistance for pork, flexibility in animal feed imports and advances on CAP payments. Japan announced a JPY3.5 billion (US\$24.4 million) aid package in September 2022 to alleviate rising food and energy costs. This measure also includes payments to animal breeders to compensate for increased compound feed prices. In November 2022, the Russian Federation allocated RUB 900 million (US\$ 14.9 million) as partial compensation to growers in 22 regions to cover higher production, sales and insurance costs. In May 2022, Thailand approved new measures to import up to 1.2 million tonnes of animal feed ingredients, including corn, wheat and barley, in a bid to alleviate animal feed shortages. The United States announced additional funding to expand meat processing capacity in March 2022, launching the Meat and Poultry Processing Capacity Technical Assistance Program. The program provided technical assistance to meat and poultry farmers through grants under the Meat and Poultry Inspection Readiness Grant program and the Meat and Poultry Processing Expansion Program. The United States Department of Agriculture (USDA) has also announced that it will be accepting applications for \$23.6 million in competitive grant funding through the MPIRG program.

**SUGGESTIONS**

Growth in global meat protein consumption over the next decade is projected to increase by 14% by 2030, driven largely by income and population growth. The amount of protein obtained from beef and sheep meat, respectively, by 2030; It is estimated to it will increase by 5.9% and 15.7%. However, changes in consumer preferences, ageing and a slower-growing population

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

in high-income countries will lead to a balance in per capita meat consumption and a shift towards the consumption of higher-value cuts of meat. The red meat sector will be affected by the ongoing COVID-19 pandemic in 2022, inflation, is facing several challenges affecting its supply chains, including higher freight costs, changing consumer demands and changes in UK trading relationships. However, it is estimated that the global beef market will not be oversupplied due to reduced production in some key regions such as the US and the EU and strong import demand from China and Asian regions. This outlook is positive for the domestic beef market and could provide support to UK trade and producer prices. In the global sheepmeat market, supply is expected to experience a moderate recovery as Australia aims to significantly increase production following an approximately 5% increase in national flock size. As inflation continues to rise rapidly, demand trends for red meat are becoming more difficult to predict as consumers feel the pressure on household spending. Having worked in the red meat industry and having learned the consumer's opinion on meat, it does not appear that information efforts are being carried out properly on issues that concern the consumer and this may be in the near future. This is an area that needs to be addressed.

**REFERENCES**

- Agethen K, Mauricio RM, Deblitz C. 2022. Economics of greenhouse gas mitigation strategies in a north-eastern Brazilian beef production system. In: Mureithi J, Nyangito MM (eds) Proceedings of the Virtual Joint XXIV International Grassland and XI International Rangeland Congress: Held at Nairobi, Kenya October 25–29, 2021. Kenya Agricultural and Livestock Research Organization, Nairobi, Kenya, pp 587–591.
- Agus, A., Widi, T.S.M. 2018. Current situation and prospects for beef cattle production in Indonesia—A review. *Asian Austral J Anim Sci*, 31(7), 976-983. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0233>.
- Akin, A.C., Arikan, M.S., Cevrimli, M.B. 2020. Effect of import decisions in Türkiye between 2010-2017 on the red meat sector. *MAE Vet Fak Derg*, 5(2), <https://doi.org/10.24880/maeuafd.725022>.
- Alhas Eroğlu, N. 2023. An Assessment of Beef Market in Türkiye. *TEAD*, 2023; 9(2), 253-265.
- Andersons Outlook, 2023. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://theandersonscentre.co.uk/wp-content/uploads/2022/12/Outlook2023-Final-2.pdf](https://theandersonscentre.co.uk/wp-content/uploads/2022/12/Outlook2023-Final-2.pdf).
- AERU, 2023. The Economic Benefits of the New Zealand Food Safety Science and Research Centre. <https://www.agresearch.co.nz/assets/Uploads/Economic-Valuation-of-NZFSSRC.pdf>
- Cangussu M, Rocha T, Viana D. 2020. Livestock Reconversion: a possible trajectory for the sustainability of cattle production in Maranhão. *Brasil RECEI* 6:67–74. <https://doi.org/10.21920/recei720206196774>.
- Çakan, VA., Tipi, T. 2023. How Does the Change in Feed Prices Affect Meat Prices? A Case Study of Turkey. *Research in Agricultural Sciences* 2023 54(2): 68-74 1 DOI: 10.5152/AUAF.2023.22054
- Dasgupta, P. 2021, *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review, Abridged Version*, HM Treasury, London, p.1.
- DEFRA, 2023. Annual Report and Accounts 2022-23, <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/653a9479e6c9680014aa9be8/annual-report-and-accounts-2022-23.pdf>.
- Deloitte 2021. The Future of Food Published online at Deloitte Global Retrieved from <https://www.deloitte.com/global/en/Industries/consumer/about/future-of-food.html>
- DW, 2020. <https://www.dw.com/sr/zelena-ekonomija-kao-izlaz-iz-krize/a-53128272> (accessed on 15 April 2021) .
- European Public Health Alliance (EPHA), 2021. Meat Production & Consumption (in Europe) and Public Health An exploration, Main author: Nikolai Pushkarev Nikolai Pushkarev, Copyright: Creative Commons Attribution License (CC BY-NC-SA 4.0) – non-commercial us.
- EUROSTAT, 2023. KEY FIGURES ON THE EUROPEAN FOOD CHAIN 2023 EDITION. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/15216629/18054337/KS-FK-23-001-EN-N.pdf>.
- FAOSTAT, 2023. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Erişim:
- Frezal, C., S. Gay, C. Nenert 2021, "The Impact of the African Swine Fever outbreak in China on global agricultural markets", *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, No. 156, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/96d0410d-en>.

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Global Red Meat Production Trends – March 2022. [https://meatpromotion.wales/images/resources/Global\\_Red\\_Meat\\_Production\\_Trends\\_-\\_FINAL\\_-\\_11-04-22\\_-\\_ENGLISH.pdf](https://meatpromotion.wales/images/resources/Global_Red_Meat_Production_Trends_-_FINAL_-_11-04-22_-_ENGLISH.pdf).
- HYBU CIG CYMRU, 2022. Meat Promotion Wales, [https://meatpromotion.wales/images/resources/Global\\_Red\\_Meat\\_Production\\_Trends\\_-\\_FINAL\\_-\\_11-04-22\\_-\\_ENGLISH.pdf](https://meatpromotion.wales/images/resources/Global_Red_Meat_Production_Trends_-_FINAL_-_11-04-22_-_ENGLISH.pdf).
- Kelbley, A. 2023. Meat Consumption Meets Risk Regulation in the United States. Duke Environmental Law & Policy Forum [Vol. Xxxiv:1]
- Gelsomin, E. 2020. An Omnivore's Dilemma: How Much Red Meat is too Much?, Harvard Health Publishing, <https://www.health.harvard.edu/blog/anomnivores-dilemma-how-much-red-meat-is-too-much2019123018519#:~:text=If%20omnivores%20are%20confused%2C%20it's%20hard%20to%20blame%20them.&text=In%20fact%2C%20on%20average%20we,over%20the%20past%20two%20decades>
- McIvor, S., Karapeeva, S. 2022. Red meat report. <https://beeflambnz.com/sites/default/files/levies/files/RMR-May-2022.pdf>
- Meat Market Review, 2022. Meat Market Review Emerging trends and outlook, Meat-Moderator@fao.org Markets and Trade Division - Economic and Social Development stream [www.fao.org/markets-and-trade](http://www.fao.org/markets-and-trade).
- MLA, 2023. Red meat in the Australian environment. [https://cattleaustralia.com.au/wp-content/uploads/2023/02/Red-meat-in-the-Australian-environment\\_Final.pdf](https://cattleaustralia.com.au/wp-content/uploads/2023/02/Red-meat-in-the-Australian-environment_Final.pdf).
- Nastasijevic I, Vesković S and Milijašević M 2020 Risk-based assurance systems and novel technologies Meat Technol. 61 97–119.
- OECD 2020, "The impact of COVID-19 on agricultural markets and GHG emissions", OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19), OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/57e5eb53-en>.
- OECD/FAO 2020, OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029, OECD Publishing, Paris/FAO, Paris, <https://doi.org/10.1787/1112c23b-en>.
- Pais D F, Marques A C and Fuinhas J A 2020 Reducing meat consumption to mitigate climate change and promote health: but is it good for the economy Environ. Model. Assess. 25 793807.
- Ryan, M. 2019. "Evaluating the economic benefits and costs of antimicrobial use in food-producing animals", OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 132, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/f859f644-en>.
- Smetana S, Terjung N, Aganovic K, Alahakoon A U, Oey I and Heinz V 2019 Sustainable Meat Production and Processing Emerging Technologies of Meat Processing ed Galanakis C (Cambridge: Academic Press) chapter 10 pp 181–205.
- Şen, H. 2023. Estimation of Red Meat Production in Turkey according to the Grey-Markov Chain Model. The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM), 23:179-188.
- USDA, 2023. USA livestock report. [https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/37742/43607\\_0ce141e.pdf?v=759.8](https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/37742/43607_0ce141e.pdf?v=759.8)
- Waynes, L. 2016. Conference on 'The future of animal products in the human diet: health and environmental concerns' Symposium 1: Meat, health and sustainability. Proceedings of the Nutrition Society (2016), 75, 227–232



**THE IMPORTANCE OF SHEEP BREEDING on ANIMAL PRODUCTION in  
AZERBAIJAN**

**Ass. Department Sinan VALIZADA (ORCID:0009-0001-3824-6124)**

Feeding and Breeding of farm Animals, Zooengineering Faculty, Azerbaijan State  
Agricultural University, Azerbaijan, Ganja

**Email:**sinan.valizada@adau.edu.az

**Ruqqiya VALIZADA (ORCID:0009-0007-8122-7133)**

Master degree Department Feeding and Breeding of Farm Animals, Zooengineering Faculty,  
Azerbaijan State Agricultural University, Azerbaijan, Ganja,

**Email:**sinanruqiye@gmail.com

**Doç. Dr. Çağrı KANDEMİR (ORCID:0000-0001-7378-6962)**

Department of Animal Science, Agricultural Faculty, Ege University, Bornova, Izmir, Türkiye,

**Email:**cagri.kandemir@ege.edu.tr

**Prof. Dr. Turgay TASKIN (ORCID:0000-0001-8528-9760)**

Department of Animal Science, Agricultural Faculty, Ege University, Bornova, Izmir, Türkiye,

**Email:**turgay.taskin@ege.edu.tr

**Abstract**

The sheep sector has immense importance in Azerbaijan, as cattle and sheep production are the country's most preferred and productive livestock activities. The sheep sector is an important source of nutrition (meat and cheese) and livelihoods in rural areas. The sector is currently facing an alarming situation due to the changing demand and supply situation, as further elaborated in the following discussion. Policy-makers envision a transformation to a modern sheep production sector with commercial farms based on semi-intensive and intensive farming approaches to address these constraints. The value chain approach examines the key actors and their functions along the value chain from production to end market and the linkages between them. It also examines the policy, regulatory and institutional environment relevant to the sector. Development of the sheep sector in Azerbaijan should focus on meeting the growing domestic demand and reducing imports while exploring opportunities for exports to Middle Eastern countries. Food safety and quality issues will become increasingly important in the domestic market, while they are a prerequisite for the export market.

**Keywords:** Sheep production, Azerbaijan, sheep, sheep meat and milk marketing, live animal import and export

## **Introduction**

Azerbaijan is the ninetieth most populated country in the world with a population of 10 million. 44% of the population lives in rural areas (SSC, 2019). In Turkey, this rate is 25% and the labour force participation rate in rural areas is 66%. 50% of the workforce is employed in the services sector, 14% in the industrial sector, and 36% in the agricultural production. Azerbaijan ranks eighty-ninth in the world with a gross national product (GDP) of \$48 billion at current prices in 2019. Sheep breeding is of great importance in Azerbaijan. This is because it is the most preferred and productive animal in the country for cattle and sheep production (SSC, 2019b). Sheep production is an important source of nutrition and livelihood in rural areas. This branch of cultivation is facing an alarming situation due to the changing supply and demand. To address these constraints, policymakers envision a change to modern sheep farming with commercial enterprises based on semi-intensive and intensive farming approaches (Sutton, 2006). In this context, as in the study on the food chain, it was commissioned within the scope of the FAO-Azerbaijan Partnership Project to provide a strategic vision and direction for the goal of transforming sheep farming in Azerbaijan (van Berkum, 2017). Information obtained from the food chain study will help identify key areas of intervention to be addressed under the Project and other development initiatives of government and multilateral institutions.

When the developments in recent years are examined, an alarming situation facing sheep farming in Azerbaijan emerges from 2000 to 2015, the number of sheep increased from 5.6 million to 8.0 million. However, between 2015 and 2018, the population decreased to 7.7 million heads; This indicates an average negative growth rate of 1.2 percent per year (Allahverdiyeva, 2018). In other words, there is a decrease of 100,000 animals per year in the number of animals. This situation is directly reflected in the high slaughter rates in the last three years, and in the period 2000-2010, the live weight of animals decreased by 30-36 kg, meaning an average carcass weight of 15-18 kg. Since 2010, live weight has been 25-30 kg and the average carcass weight is 12-15 kg. These dynamics are likely a direct reflection of the decline in land under forage cultivation; From 429,000 hectares to 326,000 hectares in the 2015-2018 period; A decrease of almost 25 per cent occurred over three years as a result of changes in land use policy (Bonnier, 2017). When the negative effects of sheep breeding, in general, are examined, the lack of adequate access to pastures due to land occupation is seen in Armenia; government policy to make more land available for high-value agriculture; degradation of pastures due to overuse; and climate change can be considered problems (Humbatova and Hajiyev, 2020). In addition to these problems, veterinary services support and the inability to adequately prevent, detect and control important animal diseases are important deficiencies. This is combined with the lack of an adequate publication and research support system, which limits the benefits of new developments and technologies in the sector if they reach sheep farmers. Although the pressures on farming are great, there is a strong demand for sheep meat in the domestic market. There is potential for exports, especially to Middle Eastern countries, and to meet changing food safety norms (Serhat Development Agency, 2016). In this article, After examining the current structure of animal production in Azerbaijan, the place of sheep breeding in animal production is discussed. Some traits related to the subject are summarized in tables, and some solution suggestions are given for the problems.

## **STUDY AREA and METHOD**

The largest administrative unit in Azerbaijan is the autonomous republic. The next administrative units of Azerbaijan are designated as "cities" and "rayons". Some cities in Azerbaijan are directly subordinate to the central government. These cities correspond to the

metropolitan cities in Turkey as they are more developed in economy and development. Cities are also divided into districts (rayons). In Azerbaijan; There is 1 autonomous republic, 66 rayons (provinces), 11 metropolitan cities, 12 city rayons (districts), 262 towns, 1,724 village administrative units, and 4,246 villages (Punjabi, 2020).



Figure 1. Distribution of geographical regions in Azerbaijan

The main material of the study consists of data obtained from FAOSTAT and Azerbaijan State Statistics Institution and results obtained from previous research on the subject. Data from the period 2000-2022 were used in the study. The collected statistical data were arranged in tables and interpreted by making average and percentage calculations.

### Overview of Sheep Breeding in Azerbaijan

Azerbaijan has made significant economic progress since gaining independence from the Soviet Union in 1991, supported by its rapidly growing oil and energy industries. Azerbaijan is rich in cement, machinery and cotton, as well as oil and natural gas, the two leading products of the country's industry. The industrial sector constituted 49.6 per cent of GDP in 2013, while the agricultural sector constituted 5.7 per cent (Asian Development Bank, 2014). Oil and gas constitute 90 percent of Azerbaijan's exports; This means that fluctuations in global oil prices have a direct and significant impact on the country's GDP. Recently, there has been increasing interest in developing non-oil sectors for both the domestic market and exports to strengthen the economy. Although the agricultural sector contributes less than 6 per cent of GDP, it employs approximately 37 per cent of the country's population in 2017 and is one of the leading non-oil sectors (Jabrayil and Valiyev, 2008). The main products produced in the country include wheat, barley, corn and wine, grapes, tea, silk and tobacco. Azerbaijan has a very diverse topography and various agro-climatic conditions. Although approximately 55 per cent of the country's territory is agricultural land, Azerbaijan is a net importer of agricultural and food products (van Berkum, 2017). Azerbaijan is vulnerable to the negative effects of climate change due to the rise in the level of the Caspian Sea and the country becoming drier (İbrahimkhalilov and Sandalçı, 2023), which is another reason to focus on agricultural sustainability in the country.

Cattle and sheep production are the most preferred and productive livestock farming activities in Azerbaijan. Sheep farming is mostly carried out on pastures in remote and rural areas and therefore has the potential to directly benefit the rural economy (Oglu et al. 2017). Small ruminants account for only a small part of the total production in the livestock and agricultural sector as a whole, but they play a much larger role in terms of their social and economic contribution to remote and rural regions of the country (Skapetas and Kalaitzidou, 2017). The small livestock sector in Azerbaijan, consisting largely of sheep, is a source of nutrition and (unofficial) employment in rural areas, but structural constraints have restricted the sector's

growth following the country's independence in 1991. Sheep farming is done using traditional practices and over the last thirty years, there has been a gradual transition from both meat and wool production to largely meat production. Since domestic sheep meat production cannot meet the demand, sheep and beef are imported. This situation is an important indicator of the supply-demand gap that can be met by increasing production. Data from the Azerbaijan State Statistics Committee (SSC, 2019a) for recent years show there is approximately 98 per cent self-sufficiency in sheep meat. However, the Strategic Road Map on Azerbaijani Agriculture recognizes it as an important sector for import substitution. The current situation of supply and demand is discussed in more detail in the internal market assessment section.

### Sheep-Goat Number

The change in the number of small ruminants in Azerbaijan over the years is given in Table 1.

**Table 1.** Change in the number of small ruminants by years (1000 head)

Characteristics	YEARS						
	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
Number of sheep and goats (including all age groups, 1000 head)	4,557,6	5,773,8	7,488,8	8,331,2	8,645,4	8,189,2	7,060,6
Number of sheep (including all age groups, 1000 head)	4,373,1	5,279,7	6,887,4	7,723,9	7,987,3	7,575,4	6,640,7
Number of goats (including all age groups, 1000 head)	184,5	494,1	601,4	607,3	658,1	613,8	419,9
Number of sheep and goat farms (1000 head)	1,904,5	265,1	253,0	288,5	213,6	198,6	160,8
Number of sheep farms (1000 head)	1,888,4	256,9	245,1	279,0	202,0	189,6	155,6
Number of goat farms (1000 head)	16,1	8,2	7,9	9,5	11,6	9,0	5,2
Number of private farms raising sheep and goats (1000 head)	2,653,1	5,508,7	7,235,8	8,042,7	8,431,8	7,990,6	6,899,8
Number of private/family farms raising sheep (1000 head)	2,484,7	5,022,8	6,642,3	7,444,9	7,785,3	7,385,8	6,485,1
Number of private/family farms raising goats (1000 head)	168,4	485,9	593,5	597,8	646,5	604,8	414,7

Source: FAOSTAT 2023

Although animal production has the most important place in agriculture in Azerbaijan, only half of the people's needs for meat, milk and egg products are met. The wide spread of pastures and the scarcity of land useful for crops have led to better development of animal husbandry than agriculture in the mountainous regions of Azerbaijan. Livestock farming is better developed in the mountainous regions of Azerbaijan, especially in the Mountainous Shirvan and Kalbajar-Lachin regions. It has spread widely in the mountainous and lowlands of Azerbaijan. Mountain Merino, Gala, Karadolağ, Karabağ, and Balbas sheep breeds are raised in Azerbaijan. Sheep meat, skin and fleece are used. The rapid increase in the number of sheep, low labour requirement and low feed requirement have made sheep farming a suitable branch of production to meet the meat needs of the people in Azerbaijan more quickly. There are sufficient natural feed sources, plateaus and winter pastures for the development of sheep farming in Azerbaijan. The occupation of most of the plateaus in recent years hinders the development of sheep farming in Azerbaijan.



Azerbaijan Mountain Merino Karadolak (Garadolab) sheep  
Gala sheep

Karabakh sheep

Figure 2. Some important sheep breeds raised in Azerbaijan

Sheep breeds existing in Azerbaijan belong to various types. There are more than 8 million sheep and goats in the country. Sheep meat production is 70 thousand tons and fleece production is 17 thousand tons. Consumption of meat, wool and dairy products obtained from sheep has increased relatively. The wool is classified as coarse, semi-coarse, semi-fine and fine wool. Although sheep breeding is common in every region of the country, it is done in mountainous regions and slopes. In Azerbaijan, Merino sheep are raised for the breeding of sheep with coarse mixed wool (Zeilanov, 2022). In addition, Karabakh and Karadolak are other sheep breeds predominantly grown in Azerbaijan. Compared to other breeds, these two breeds can walk approximately 18 – 20 km per day. It is resistant to hot and dry conditions and adapts quickly to local conditions. However, although these sheep breeds are resistant to tuberculosis and some other diseases, Brucellosis and mastitis diseases are often more common. Low productivity is more common in sheep raised in humid or rainy regions. Karabakh and Karadolak breed sheep have high fertility and the number of offspring at birth varies between 1.2 and 1.3 (Neudert and Allahverdiyeva, 2009).

## ANIMAL PRODUCTION

Zebu is grown in the Aran and Sheki-Zagatala regions of Azerbaijan, and Zebu is grown for meat and milk production in Lerik and Yardimli regions. Cattle breeding is developed in all regions of Azerbaijan. 70% of the cattle in Azerbaijan consist of dairy cattle and water buffalos. According to data published by the Azerbaijan State Statistics Committee, the value of agricultural and livestock products in Azerbaijan in the period January-June 2019 was 3.6758 billion manats. Of this amount, 1,902.2 million manats were used for livestock farming and 1,773.6 million manats for agriculture. In the January-June period of 2019, agricultural and livestock production increased by 13%, livestock products by 2.9% and agricultural products by 25.6% compared to the previous year (SCA, 2022). Compared to the same period of the previous year, live meat production, including poultry, increased by 3% to 252,500 tons, milk production increased by 2% to 1,037,200 tons, egg production increased by 4.5% to 926.9 million tons, and production increased by 0.8% to 14,600 tons. According to statistics, as of July 1, 2019, there are 2.674 million head of cattle, 1.2849 million head of dairy cows and buffalo, and 8.5427 million head of sheep. There was an increase in Azerbaijan's livestock production between January and February 2023. According to the Ministry, the increase in meat production (live weight) in the country was 2.8 per cent, that is, 90,400 tons. "In addition, egg production increased by 16.1 per cent to 355.6 million, and milk production increased by 1.1 per cent to 322 thousand 300 tons. According to the latest statistics, livestock production increased by 3.4 per cent to 849.2 million manats (Bonnier, 2017) The agricultural production volume in Azerbaijan at current prices was 895.6 million manats. This figure was 3.3 per cent

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

more than in 2022. The change in animal production values in Azerbaijan over the years is given in Table 2.

**Table 2.** Change of milk production in Azerbaijan according to species and years

Species	2000	Rate in total (%)	2010	Rate in total (%)	2020	Rate in total (%)	2022	Rate in total (%)	2000-2022 variation
Cow	1013769	98,32	1506981	98,13	2156882	98,38	2229118	98,43	+
Sheep	12622	1,22	24820	1,62	30275	1,38	30496	1,35	+
Goat	4723	0,46	3952	0,26	5341	0,24	5065	0,22	-
<b>Total</b>	<b>1031114</b>		<b>1535753</b>		<b>2192498</b>		<b>2264679</b>		

Source: FAOSTAT, 2023

Milk production in Azerbaijan is generally based on cow's milk. While the share of cow milk in total production was 98.32% in 2000, this value will be 98.43% in 2022. The increase is less than one percent and there is no decrease. When sheep milk production was examined, its share in total milk production was 1.22% as of 2000, and this value increased in 2010 and reached 1.65%. It then decreased to 1.35% in both 2020 (1.38%) and 2022. Goat milk has the lowest production value among the species. While the share of goat milk in total production was 0.46% in 2000, this value decreased to 0.22% in 2022.

### MEAT PRODUCTION

The change in meat production over the years is given in Table 3. When meat consumption in Azerbaijan is examined according to species, as of 2000, beef ranked first with 59.41%, followed by sheep meat with 52.74%. In 2010, there was a decrease in beef (approximately 15%) and sheep meat (23%), while trumpet meat increased by approximately 12% (25.59%), approaching sheep meat (29.49%). While this decrease continued for beef and sheep meat in 2020, there was an increase of up to 33.35% in chicken meat. In 2022, the share of cattle, sheep and poultry meat in total production will be respectively; They are 40.36%, 24.18% and 35.52%. At the end of the last 22 years, chicken meat production ranked second after beef (FAOSTAT, 2023).

**Table 3.** Change in meat production in Azerbaijan according to species and years (1000 tons)

Species	2000	Rate in total (%)	2010	Rate in total (%)	2020	Rate in total (%)	2022	Rate in total (%)	2000-2022 Variation
Beef	78425	59,41	112361	44,60	143082	41,35	148658	40,36	DECREASE
Mutton	34984	26,50	74280	29,49	87058	25,16	89055	24,18	DECREASE
Pork	1413	1,07	800	0,32	483	0,14	502	0,14	DECREASE
Poultry	17188	13,02	64470	25,59	115388	33,35	130108	35,32	INCREASE
<b>Total</b>	<b>132010</b>		<b>251911</b>		<b>346011</b>		<b>368323</b>		

Source: FAOSTAT, 2023

### HIDE/SKIN PRODUCTION

The change in skin production over the years is given in Table 4. When the situation of skin production in Azerbaijan in the last 22 years is examined, the share of cowhide, which was

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

77.24%, decreased to 71.65% as of 2022. In response to this decrease in cowhide, there has been an increase in sheep and lamb skin production. In other words, while a share of 22.76% was observed in 2000, its share in total skin production reached up to 28.35% in 2022.

**Table 4.** Change of hide/skin production in Azerbaijan according to species and years

Species	2000	Rate in total (%)	2010	Rate in total (%)	2020	Rate in total (%)	2022	Rate in total (%)
Cattle	13386	77,24	19179	69,60	24423	71,33	25374	71,65
Sheep and lamb	3945	22,76	8376	30,40	9817	28,67	10042	28,35
Total	17331		27555		34240		35417	

Source: FAOSTAT, 2023

**WOOL PRODUCTION**

The change in wool production in Azerbaijan according to type and years is given in Table 5. The values of fleece production in Azerbaijan by year are given in Table 5. When the regions with the highest wool production are examined, Gazakh-Tovuz (6th Region) ranks first with 13.88%, followed by Shaki-Zagatala region with 11.91%. The province with the lowest wool production as of 2022 is Absheron-Khizi (2nd region) with 1.81%. In general, there is a decrease in wool production in the last two years (2020-2022).

**Table 5.** Change of wool production in Azerbaijan according to regions

Regions	2000	Rate in total (%)	2010	Rate in total (%)	2020	Rate in total (%)	2022	Rate in total (%)	2000-2022 change
1	583	5,34	944	6,04	1072	6,65	1094	6,94	++
2	290	2,66	418	2,68	370	2,29	287	1,82	-
3	1057	9,68	1368	8,76	1381	8,56	1331	8,44	+
4	744	6,82	1590	10,18	1067	6,62	1023	6,49	++
5	1188	10,88	1845	11,81	1734	10,75	1706	10,82	++
6	1405	12,87	2013	12,89	2189	13,57	2188	13,88	++
7	923	8,46	994	6,36	997	6,18	922	5,85	NS
8	677	6,20	812	5,20	806	5,00	805	5,11	+
9	866	7,93	1018	6,52	1249	7,74	1270	8,05	++
10	910	8,34	1348	8,63	1851	11,48	1878	11,91	++
11	1116	10,22	1407	9,01	1487	9,22	1299	8,24	+
12	369	3,38	764	4,89	673	4,17	758	4,81	++
13	765	7,01	1064	6,81	1211	7,51	1175	7,45	+
Total	10916		15621		16128		15767		+

Source: FAOSTAT, 2023, NS: Not significant

**LIVE ANIMAL IMPORT-EXPORT (1000 USD)**

The change in live animal import and export values in Azerbaijan over the years is given in Table 6. While only 240 thousand dollars worth of cattle were imported in 2000, there was no

import or export of other species. In 2010, there were neither imports nor exports of goats and sheep. This year, the highest import was realized in cattle with 3115 thousand dollars. In 2020 and 2022, significant imports were made in cattle, poultry and sheep (FAOSTAT, 2023). Horse and cattle exportation attended in 2020. But, in 2022, there was no export of any other species except horses (619 thousand dollars).

**Table 6.** Change in live animal import and export values in Azerbaijan by species and years

Species	2000		2010		2020		2022	
	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export
Cattle	-	-	3115	0	44272	25	46971	0
Poultry	240	-	840	0	5575		12727	-
Goat	-	-	0		470	1	8	-
Horse	-	-	44	5	3	38	27	619
Sheep	-	-	-	-	14724	-	15901	-

Source: FAOSTAT, 2023

### **PROBLEMS IN SHEEP MEAT PRODUCTION**

There are more than 184,000 sheep farming enterprises in Azerbaijan. The vast majority (80 per cent) have a flock of under 50 sheep, accounting for 35 per cent of the total number of sheep, while 8 per cent of households have 46 per cent of the sheep population. While raising sheep is a live form of production for small farms, large flock owners are commercial enterprises that have access to larger lands and mechanization opportunities. Differences in herd owners also arise from practices in terms of breed breeding, housing, feed, health-protection and herd management. The problems experienced can be grouped under five headings

- A. Due to the near-extinction of the extension system, large herd owners have the opportunity to adopt practices while small farmers are unaware of management practices.
- B. Preventive and curative health services, which have high mortality and morbidity rates due to malnutrition, should be taken under state control. Private veterinary services' limited access to important vaccines exacerbates the problem.
- C. Most of the farmers are already paying for the veterinary services, which are supposed to be “free”.
- D. Farmers report limited access to high-quality breeding rams as a significant challenge.
- E. The limited production of quality forage and the problems sheep breeders experience in achieving this.

### **LIVE SHEEP AND MUTTON MARKET**

In addition to the production areas in the country, there are a total of 28 live animal markets in major cities. These markets operate every week and mainly trade live cattle/buffalo and sheep. Primary and secondary traders are the main players in markets, dealing with the collection, transport and marketing of lambs and sheep from breeders. Sheep breeders sell lambs to local butchers or traders at local weekly animal bazaars. While small breeders bring 2-3 lambs to the markets at a time and transport them with cars, medium and large flock owners usually bring 20-30 lambs to the market with small trucks. Most lambs are sold at 3-6 months of age, with a live weight of approximately 30-35 kg, or a carcass of approximately 15-18 kg. The meat price received by the breeder is 5 AZN (Azerbaijani Manat) per kg of lamb live weight.

The problems experienced in marketing are summarized below. These are respectively;  
a. Marketing lambs at a low age, such as 3-6 months, results in suboptimal results. Income from sales negatively affects the overall meat production in the country.



In other words, on the one hand, there is the slaughter of lambs at an early age and carcass loss, and on the other hand, there is low income from meat sales.

b. Animals sold in markets are not weighed, and breeders are paid based on live weight estimates made by traders.

c. Sheep and lamb marketing is largely outside public scrutiny. This is because they have no legal regulation for the sale or marketing of animals, resulting in market arrivals and prices not being officially reported.

d. Finally, there is no infrastructure for animal health and welfare in animal markets; These are generally large open spaces rented from local municipal/public bodies.

Butchers are the main players involved in animal slaughter and meat sales. They buy lambs from breeders or traders. Butchers' measurements when purchasing lamb, It varies between 20–30 kg/day and 200–300 kg/day. Butchers with larger-scale farms also cater to restaurants, parties, events, etc. It also supplies meat for Some meat store chains and supermarkets also carry boneless meat, prime cuts, etc. It also sells value-added products such as Mutton prices therefore vary widely. In other words, lamb meat sales price; ranges from 11-12 AZN/kg in small towns to 13 AZN/kg in Baku, boneless meat and premium cuts can be sold at prices as high as 18 AZN/kg. There are slaughter points of varying scale in the towns and near the cities, which offer the service of slaughtering animals for the butchers for 20 AZN for cattle and 2–3 AZN for lambs. As of now, investment in processing is limited and few firms are engaging in the processing of meat or selling branded processed meat products.

## **SUSTAINABILITY**

The area allocated for livestock farming according to species is given in Table 7. As seen in Table 7, a comparison was made between species based on the years 2000, 2010 and 2020. While the area allocated for water buffalo breeding within farms in 2000 was 10.46 LCU/ha, this value has decreased over the years and decreased to 3.10 LCU/ha in 2021. The species with the least area allocated for animal farms in 2000 was horses with 1.99 LCU/ha. When the species are evaluated in general, there is an increase in the poultry, while relative increases are observed in the cattle. There is an increase in the sheep species over the years, and then a decrease in the following years.

**Table 7.** The area allocated to livestock farming within agricultural production and area used for livestock farming within agricultural production by species and years

Species	2000	2010	2020	2021
	Amount of land allocated to the species raised in the livestock enterprise (LCU/ha)	Amount of land allocated to the species raised in the livestock enterprise (LCU/ha)	Amount of land allocated to the species raised in the livestock enterprise (LCU/ha)	Amount of land allocated to the species raised in the livestock enterprise (LCU/ha)
Water buffalo	10.46	7.17	3.71	3.10
Cattle	50.23	50.94	54.27	55.21
Goat	2.49	2.29	2.19	2.14
Horse	1.99	1.83	1.42	1.39
Sheep	26.55	29.06	27.03	26.71
Poultry	7.14	7.81	10.90	10.82

Source: FAOSTAT, 2023

## **PRICES RECEIVED BY BREEDERS**

The prices received by breeders during the animal production process in Azerbaijan are given in Table 8.

**Table 8.** Prices received by breeders during the animal production process in Azerbaijan by year

Characteristics	2000	2010	2020	2022	2000-2022 variation(%)
Beef(\$/ton)	2925	2263	4910	5470	187
Water buffalo meat (\$/ton)	-	-	4910	5470	
Water buffalo milk(\$/ton)	131	490	810	1150	877
Cow milk (\$/ton)	109	480	570	700	642
Goat milk (\$/ton)	100	630	1150	940	940
Sheep milk (\$/ton)	100	410	800	960	960
Poultry meat (\$/ton)	568	2323	3170	4360	767

Source: FAOSTAT, 2023, 1US dollar: 1.7 Manat May 2024 (ton)

In 2000, the highest prices received by breeders on a species basis were for beef (\$2915) and sheep milk (\$2925), while the lowest values were for sheep and goat milk (\$1000/ton). While the prices received by breeders did not change much for beef in 2010, they increased approximately 4 times for water buffalo and cow milk and 6 times for goat milk. The increase in sheep and poultry meat in 2010 was 4-fold. No data was found for buffalo meat for the years 2000 and 2010. Beef and water buffalo meat prices were similar in 2020 and 2022. There is a decrease in goat milk in 2022 compared to 2020. Cow milk is approximately 30% in 2022. There has been an increase of approximately 20% in sheep and poultry meat in 2022.

## SUGGESTIONS

This study involved a thorough evaluation of the breeding of sheep in Azerbaijan. To obtain a full picture of the value chain's operations from the perspectives of meat, fleece, and sheep milk production, processing, and marketing, a thorough survey of producers and a thorough survey of all stakeholders involved in the value chain are necessary. After this evaluation, fundamental initiatives that will support the expansion of the sheep industry by the sector's vision—formulated by the government's Strategic Road Map on Agriculture—need to be determined and implemented. It is imperative to reiterate that sheep farming has two significant difficulties that require immediate and long-term attention. The first issue is the lack of feed, particularly fodder, which is a result of the state's decision to shift its strategy to encourage the production of higher-value crops in regions where Armenia had previously held winter pastures. The vast manufacturing system can be converted into a semi-intensive or intense system to address this problem. However, this will take time, and the recent sheep population fall indicates that there will be a sharp decline in the number of productive sheep if nothing is done right now. Roughage, which is needed and limited, especially in the winter months, must be provided to breeders. For this purpose, a cooperative or a feed bank can contribute to the solution of the problem, albeit temporarily. Another recommendation is to restructure the veterinary industry to offer more comprehensive coverage. The sheep production can resume its growth trajectory once these obstacles are removed. Activities, goals, and vision all contribute to the sector's development. However, as a guide, the plan can be extremely useful to any organisation interested in growing sheep production in Azerbaijan.

## REFERENCES

- Allahverdiyeva, N. 2018. Socio-economic analysis of farming households in the case study villages of Azerbaijan and Georgia. Final Report Results from the socio-economic survey in Azerbaijan and Georgia from 18 April to 28 May 2016.
- Asian Development Bank. 2014. Azerbaijan: Country environment note. Manila, Philippines.
- Bonnier, J. 2017. Master plan Azerbaijan: Dairy & beef sector assessment. Wageningen Economic Research, and Delphi. Wageningen, Netherlands.
- Bonnier, J. 2017. Master plan Azerbaijan: Dairy & beef sector assessment. Wageningen Economic Research, and Delphi. Wageningen, Netherlands
- Humbatova, SI., Gadimoglu Hajiyev, N. 2020. Factors Affecting Product Supply in the Domestic Agrarian Market in Azerbaijan. *Research in World Economy*, 11(5): Special Issue, <http://rwe.sciedupress.com> 2020
- İbrahimkhalilov, F., Ulvi Sandalcı, U. 2023. Azerbaycan Ekonomisinin Dışa Açılma Süreci ve Vergi Sisteminde Değişim. DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10391183>
- Jabrayil Valiyev J. 2008. Azerbaycan'da Uygulanan Ekonomik Kalkınma Politikaları; Tarım Sektörü Örneği. TC. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Yayınlanmamış, İstanbul.
- Neudert, R., Allahverdiyeva, N. 2009. The economic performance of transhumant sheep farming in Azerbaijan and prospects for its future development. *South Caucasian Annals of Agrarian Science*, 7(4):153–157.
- Oglu, H.Z.A., Mammadova, S.Z., Aliyev, Z.H.R. 2017. The agroecological situation in wintering pastures in Azerbaijan: Problems and solutions (in the Gobustan district). *Acta Scientific Agriculture* (ISSN: 2581–365X).
- Zeilanov, 2022. Sheep Breeding in Nakhchivan Region of Azerbaijan in The First Half of the 20th Century (By The Materials of Babek and Shahbuz Districts). UDC 631/635: 94, <https://doi.org/10.33619/2414-2948/82/27>
- Punjabi, M. 2020. Developing the sheep value chain in Azerbaijan, Vision 2025. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2020
- Serhat Kalkınma Ajansı, 2016. Azerbaycan Cumhuriyeti Ülke Raporu. Aralık 2016 , İstanbul
- Skapetas, B. & Kalaitzidou, M. 2017. Current status and perspectives of the sheep sector in the world. *Livestock Research for Rural Development* 29(2).
- Statistical Committee of Azerbaijan 2022 // Available from: <http://www.azstat.org/indexen.php>.
- Sutton, W. D. 2006. Giovannucci, Azerbaijan Agricultural Markets Study: Realizing Azerbaijan's comparative advantages in agriculture // World Bank Report, 87 pp., 2006.
- The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan (SSC). 2019.: In: Statistical Database: Agriculture [online]. Baku. [https://www.stat.gov.az/source/food\\_balances/en/002en.xls](https://www.stat.gov.az/source/food_balances/en/002en.xls)
- The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan (SSC). 2019b. In: Statistical Database: Food Balances [online]. Baku. [https://www.stat.gov.az/source/food\\_balances/en/002en.xls](https://www.stat.gov.az/source/food_balances/en/002en.xls)
- van Berkum, S. 2017. Market and competitiveness analysis of the Azerbaijan agricultural sector: An overview. Wageningen Economic Research. Wageningen, Netherlands.

## **HASSAS YABANCI OT YÖNETİMİ**

**Research Assistant, Arş. Gör. Seren DOĞAR (ORCID:0000-0003-2757-594X)**  
İğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, İğdır, Türkiye,

**Assoc. Prof., Doç. Dr. Ramazan GÜRBÜZ\*(ORCID:0000-0003-3558-9823)**  
İğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, İğdır, Türkiye,  
**Email:serendogar@gmail.com**

### **ÖZET**

İnsanlığın varlığından bu yana, yaşamlarını sürdürebilmek için ihtiyaç duydukları gıdanın temel kaynağı olan tarımsal üretim, artan nüfusa karşılık en yüksek verimi elde etme amacıyla şekillenmiştir. Fakat hedeflenen yüksek verimin önündeki en büyük engel hiç şüphesiz ki bitki koruma problemleri gelmektedir. Problemlerden biride yabancı ot yönetimidir. Üreticiler, yabancı otların ekonomik açıdan zararını kontrol altına alabilmeleri için birçok mücadele yöntemleri uyguladılar. Bu mücadele yöntemlerin içerisinde en çok kullanılan kimyasal mücadeledir. Kimyasal mücadelede kullanılan herbisitler, dünya genelinde en çok kullanılan bitki koruma ürünüdür. Kullanılan herbisitler bir süre sonra bitkide dayanıklılığa neden olmaktadır. Bitkide ve toprakta kalıntı olarak kalması ve yer altı sularına karışarak insanları, hayvanları ve çevreyi olumsuz yönde etkiler. Bunlar gibi olumsuzluklar istenilmeyen durumlardır. Bu etkilerden dolayı alternatif yöntemler araştırılmaktadır. Bu yöntemlerden biride hassas yabancı ot yönetimidir. Hassas yabancı ot yönetimi ile kontrol yöntemlerinin nerede ve ne zaman gerekli olduğu gereğiyle, yabancı otları araştırmak ve tespit etmek için çalışılan yöntemdir. Bu çalışmada hassas yabancı ot yönetiminde kullanılan teknolojiler ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yabancı ot tespiti, lokal yabancı ot kontrolü, entegre mücadele

## **PRECISION WEED MANAGEMENT**

### **Abstract**

Since the dawn of time, agricultural production, the main source of food for human survival, has been designed to be as efficient as possible to meet the needs of a growing population. However, the biggest obstacle to the targeted high efficiency is undoubtedly plant protection problems. One of the problems is weed management. Producers apply many control methods to control the economic damage of weeds. Among these control methods, the most commonly used is chemical control. Herbicides used in chemical control are the most used plant protection products worldwide. The herbicides used cause resistance in the plant after a while. It negatively affects people, animals and the environment by remaining as residue in plants and soil and mixing with groundwater. Negativities like these are undesirable situations. Due to these effects, alternative methods are being investigated. One of these methods is precision weed management. It is the method used to investigate and detect weeds, on the grounds that precise weed management and control methods are required where and when. In this article, the technologies used in sensitive weed management and the sustainability of agricultural production are discussed.

**Keywords:** Weed detection, Site-specific weed control, integrated management

## GİRİŞ

Artan nüfusa karşılık her geçen gün gıdaya talep arttığı için tarımsal üretim önem kazanmaktadır. Üreticiler tarafından elde edilen bitkisel üretimde temel amaç yüksek verim elde etmektir. Fakat üretim esnasında birçok problemlerle karşı karşıya kalınmaktadır. Bu problemlerin başında bitki koruma etmenleri gelmektedir. Bu etmenlerden biri ise yabancı otlardır.

Yabancı otlar, tüm dünyadaki tarım sistemlerinde gıda üretimini kısıtlayan ana faktörlerden biridir. Yabancı otlar, mahsullerle aynı anda büyüyerek su, güneş ışığı, besinler ve alan rekabeti, allelopati ve parazitizm nedeniyle üretkenliği ve hatta hasat edilen ürünün kalitesini düşürür. Ayrıca yabancı otlar, mahsul hastalıklarına (%25) ve böcek zararlılarına (%20) kıyasla tarla mahsullerinin veriminde %45'ten fazla kayba neden olan en maliyetli tarımsal tehdit etmenidir (Gnanavel, 2015). Yabancı otların neden olduğu verim kayıpları, yabancı otların ortaya çıkma süresi, yabancı ot yoğunluğu, yabancı ot türü ve mahsuller vb. gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Kontrolsüz yabancı otlar %100 verim kaybına neden olabilir (Chauhan, 2020). Aynı zamanda ekosistemin diğer biyolojik ajanlarıyla etkileşime girerek böcekler ve patojenler (mantarlar ve bakteriler) için konukçu görevi görür ve bu da mahsul veriminde ciddi hasara neden olabilir (Esposito ve ark., 2021). Dahası, yabancı otlar arazi değerini düşürür (özellikle çok yıllıklar ve parazit yabancı otlar) ve su yönetimine müdahale eder (örneğin, evapotranspirasyon yoluyla artan kayıplar sulama hendeklerinde azalan su akışı vb.) (Scavo ve Mauromicale, 2020). Yabancı otların olumsuz etkilerine karşılık bazı yöntemler uygulanır. Uygulanan bu yöntemler ile yabancı otları tamamen ortadan kaldırmak değil de onları yönetebilmek gerekir. Bilinen kontrol yöntemlerine ek olarak şu an günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle hassas yabancı ot yönetimi uygulanmaktadır.

## 1. Geleneksel Yabancı Ot Kontrol Stratejileri

### 1.1. Mekanik Kontrol

Mekanik mücadele yöntemi en basit haliyle düşününce olursak elle veya basit el aletleriyle yabancı otların kökünden sökülmesidir. Fakat bu yöntem çok fazla iş gücü gerektirir (Keskin ve Şekerli, 2022).

Mekanik yabancı ot kontrolü toprak işlemeyle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Mekanik yabancı ot kontrolü için çeşitli toprak işleme biçimleri kullanılır; ancak toprak işleme mahsul yetiştirmede mekanik kontrolün ana bileşenidir. Yabancı otları kontrol etmek için mahsul ekimi/dikimi sonrasında, çatal tırmık, döner çapa veya sıralı kültivatör gibi kontrol aletlerinin kullanılması ile toprak işleme yapılır (Monteiro ve Santos, 2022).

### 1.2. Toprak Solarizasyonu

Toprak solarizasyonu çevre dostu ve maliyet tasarrufu sağlayan bir toprak dezenfeksiyonu olup, organik ve entegre bitki yönetim sistemleriyle uyumlu ve yabancı ot kontrolünde güneşin ısısını kullanarak uygulanan bir yöntemdir (Candido ve ark., 2008; Peerzada ve ark., 2018).

Bu yöntem, güneş ışınımını hapsedmek ve toprak sıcaklığında bir artışı teşvik etmek için toprak yüzeyinin üzerine siyah veya şeffaf plastik gibi bir örtü yerleştirmekten oluşur. Plastik örtü toprak yüzeyinde 4 ila 12 hafta kalmalıdır. Yabancı ot kontrolünün etkili olabilmesi için bu süre zarfında toprağın nemli tutulması ve geniş alanlar için tercihen damla sulama altında tutulması gerekir ve gün boyunca yoğun radyasyon gereklidir (Radicetti, 2012).

### **1.3. Malçlama**

Toprağı, yeniden fermente edilen bitki artıkları veya sentetik malzemelerle kaplanması, yabancı ot tohumlarının çimlenmesini tamamen önleyerek veya çıkan fidelerin büyümesini engelleyerek yabancı ot sorunlarını azaltabilen en popüler yöntemdir. Aynı zamanda su ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilir yönetimini de teşvik etmektedir (Monteiro ve Santos, 2022).

### **1.4. Termal Yabancı Ot Kontrolü**

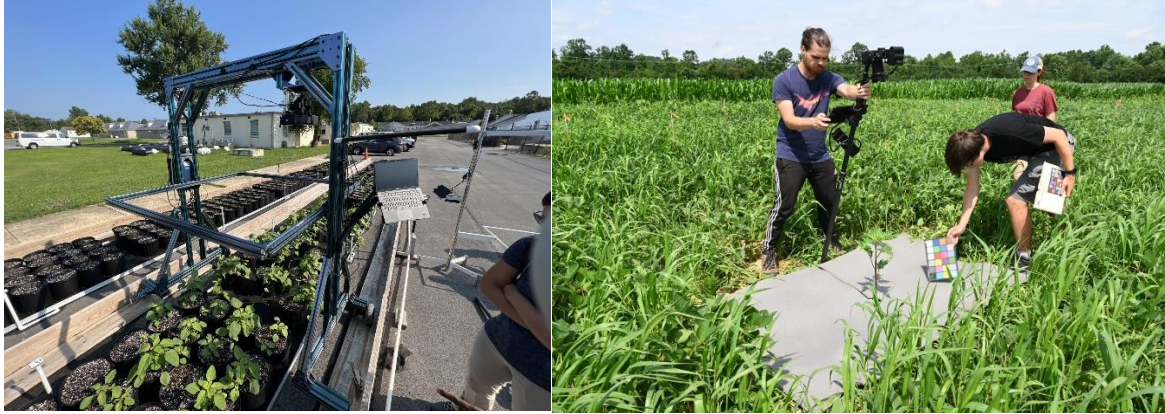
Yabancı otların termal kontrolü ateş, alev, sıcak su, buhar ve donma kullanılarak toprak ve suda kimyasal kalıntı bırakmadan hızlı yabancı ot kontrolü sağlar. Ayrıca termal yöntemler yabancı otlara karşı seçicidir, toprağı rahatsız etmez ve bu nedenle ekim yöntemlerinde olduğu gibi gömülü tohumları toprak yüzeyine çıkarmaz. Alevleme en yaygın kullanılan termal yöntemdir (Radicetti, 2012).

### **1.5. Herbisit Kontrolü**

Kimyasal madde uygulamaları olarak da bilinen herbisitlerin kullanımı, yabancı ot kontrol yöntemlerinin başında gelmektedir. Herbisitler üretim verimliliğini artırabilir, azaltılmış toprak işleme üretim sistemlerini kolaylaştırabilir, daha az maliyet ve insan çabası gerektirir (Scavo ve Mauromicale, 2020; Ghosheh, 2010). Kimyasal olduğundan dolayı çevreye, insanlara ve hayvanlara olumsuz etkileri vardır. Ayrıca diğer bir olumsuzluk da yabancı otların herbisit etken maddesine karşı dirençli hâle gelmesi ve uygulanan herbisit fayda sağlamamasıdır (Keskin ve Şekerli, 2022).

## **2. Hassas Yabancı Ot Yönetimi**

Akıllı sensörler, uzaktan algılama, hava araçları, uydular gibi akıllı tarım teknolojileri, tarımsal üretimin optimize edilmesine, atıkların ve maliyetlerin en aza indirilmesine yardımcı olmak için modern tarımda giderek yaygınlaşmaktadır (Monteiro, 2021; Çolak ve Işık, 2021). Hassas tarım veya sahaya özgü mahsul yönetimi, mahsullerdeki mekansal ve zamansal değişkenliği algılamaya veya gözlemlemeye ve yönetim eylemleriyle yanıt vermeye dayanan bir kavramdır. Kavramın "algılama" bileşeni, çevreyi korumanın ve ekonomik faydaları artırmanın etkili bir yolunu sunan değişken oranlı teknoloji (VRT) gibi hassas tarımın temel bir unsurudur (Zhang, 2015; Dammer ve Wartenberg, 2007). Bu teknoloji, gübre, böcek ilacı veya herbisit uygulamaları için değişken oranlı bir kontrol sistemini bir püskürtücüyle entegre ederek çalışır. Değişik bir hızdaki uygulama temel olarak haritalara veya sensörlere dayanabilir (Lima, 2020). Gerçekten de, sahaya özgü değişken oranlı uygulamaları (VRA) uygulamak için iki ana yöntem vardır: dijital bir saha özellikleri haritasında yer alan bilgilere dayanarak bir mahsul üretim girdisinin uygulama oranını ayarlayan harita tabanlı VRA ve sensör tabanlı Gerçek zamanlı sensörlerden veri kullanan sistemler girdileri toprağın ve mahsulün ihtiyaçlarına göre eşleştirmek (Forouzanmehr ve Loghavi, 2012). Bu açıdan hassas tarım teknolojileri birçok fayda sağlayabilir.



Şekil 1. Yerel ağ hafızasını doldurabilmek ve en uygun, aynı zamanda en net görüntü çeşitliliğine ulaşabilmek için sol taraftaki görselde bulunan benchbot ve benzeri robotları ve aynı zamanda sağ taraftaki görselde bulunan takım gibi arazi içi gerekli iş akışı kullanılmaktadır. (Fotoğraf kaynak: Claudio Rubione, GROW)

Yüzyılın başından beri çok çeşitli yabancı ot algılama teknikleri incelenmiştir. Uzaktan algılama, veri toplamak için uydu veya insanlı/insansız hava araçlarını kullanır. Uydu tabanlı uzaktan algılama, geniş bir alanı araştırmak için çok uygundur ve büyük ölçekli mahsul veriminin izlenmesine yardımcı olabilir. Uydu görüntüleri, özellikle yabancı ot tespiti, mekânsal dağılım ve herbisit hasarı değerlendirmeleri için küçük alanların değerlendirilmesinde kesinlikle yoksundur. Bu görevler, tipik olarak insanlı/insansız hava veya kara araçları kullanılarak daha yakın gözlemlerle elde edilen yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler gerektirir (Burgos ve ark., 2017; Monteiro ve Santos, 2022).

İnsansız hava araçları (İHA'lar), yabancı ot popülasyonlarının yüksek verimli ve çevre açısından güvenli kontrolü için geliştirilmiş bir yabancı ot yönetimi yaklaşımı olan sahaya özgü yabancı ot yönetimine izin verdikleri için oldukça değerli olabilir ve yabancı ot istilasının sürekli izlenmesini ve haritalanmasını sağlar (Esposito ve ark., 2021). Ayrıca İHA teknolojisini kullanmanın başka avantajları da var. Gerçekten de İHA'lar, gerekli alandaki su miktarlarının kesin olarak uygulanması için yararlı bilgiler sağlayarak tarımda su tasarrufuna katkıda bulunur (Gómez-Candón ve ark., 2016). Ayrıca, İHA'ların püskürtme ve tohumlama amacıyla kullanılması, toprak alt sıkışması sorunlarını önleyebilir (Rani ve ark., 2019). Bu teknoloji aynı zamanda aşırı gübre kullanımı nedeniyle toprağın bozulmasını, toprak verimliliğinin kaybını ve ardından suyun kirlenmesini en aza indirme potansiyeline sahip olup, inceleme sürelerini önemli ölçüde azaltarak zaman kazandırabilir. İHA'ların, belirli yabancı otları ayırt edebilen gelişmiş kameralar ve sensörler ile saha haritalanması için coğrafi bilgi sağlayan küresel navigasyon uydu sistemi (GNSS) veya küresel konumlandırma sistemi (GPS) teknolojilerinin kombinasyonu, geniş alanların birkaç dakika içinde hassas bir şekilde izlenmesine yardımcı olabilir (Çolak ve Işık, 2021). Şu anda İHA'lar, alçak irtifalarda uçabildikleri, milimetrik doğrulukta görüntü yakalayabildikleri ve olmayan kritik alanlarda talep üzerine veri sağlayabildikleri için diğer uzaktan algılama platformları arasında öne çıkmaktadır. İHA'larla yabancı ot tanımlaması için üç tür kamera kullanılır. Bunlar; kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) dir. Uçuş yüksekliğine, kamera çözünürlüğüne ve İHA'ya bağlı olarak yabancı ot tanımlamalarını iyi tanıyabilen multispektral ve hiperspektral kameralar kullanılır (Esposito ve ark., 2021; Monteiro ve Santos, 2022; Rana ve ark., 2024).

İHA'lara monte edilen multispektral ve hiperspektral görüntüleme sensörleri yabancı otları tespit etmek ve türleri ayırt etmek için başarıyla kullanılmıştır. Bu tür bir teknoloji RGB kameralar tarafından elde edilmeyen veya çıplak gözle görülemeyen değerli bilgileri



sağlayabilir. Özellikle, hiperspektral görüntüleme, tarımsal sistemleri ve bitki örtüsünü sınıflandırmak için daha sık kullanılmıştır, çünkü multispektral sensörlerinkine kıyasla daha fazla banda sahiptir (Burgos ve ark., 2017). Aslında, tek tek bitki türlerinin sağlam, otomatik saha içi ayırmacılığını yapabilen en güçlü ve bugüne kadarki tek yöntem, hiperspektral görüntülemeye dayanmaktadır (Monteiro ve Santos, 2022).



Şekil 2. Traktör bomlarına monte edilen yüksek hızlı kameralar, araştırmacıların yabancı otların, örtü bitkilerinin ve ticari mahsullerin biyokütlesini ve yoğunluğunu hızlı bir şekilde değerlendirmesine ve tanımlamasına yardımcı olmaktadır. (Fotoğraf kaynak: Claudio Rubione, GROW)

Otomasyon teknolojileri ve mekatroniğin gelecekteki yabancı ot kontrol stratejileri olarak daha etkili ve ticari olarak uygulanabilir hale gelmesi muhtemeldir ve halihazırda belirli mahsulleri olan sanayileşmiş ülkelerde kullanılmaktadır. Yabancı ot püskürtücülerinin otomasyonuna ilgi son yıllarda artmaktadır. Hassas püskürtme yabancı ot popülasyonlarını kontrol etmek için genellikle tüm alana etki eden geleneksel püskürtücülerine kıyasla, belirli bir mahsulde ihtiyaç duyulan herbisit miktarını en aza indirebilir ve bu da potansiyel olarak gerektirmeyen alanlara gereksiz uygulama ile sonuçlanır. Herbisit belirlenen bir yere, yani yabancı otların meydana geldiği yere uygulanması, maliyetleri, mahsul hasar riskini, fazla pestisit kalıntısını ve çevreye olumsuz etkisini azaltır (Çolak ve Işık, 2021; Yonat ve Kolören, 2022).

## SONUÇ

Dünya nüfusunun artması ve bunun sonucunda tarımsal üretimi artırarak gıda arzının sağlanması ihtiyacı ile birlikte, çevre üzerindeki olumsuz etkiyi en aza indirirken, dünya tarımsal kaynaklarının iyileştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Tarımsal açıdan yabancı otların tarımsal verimlilik üzerinde ciddi etkileri olan ve verim kayıplarına neden olan bir tehdit olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, ekolojik açıdan bakıldığında, tarımsal ekosistemdeki biyolojik çeşitliliğin değerli göstergeleri ve tarımsal ekosistemin bir bileşeni olarak ekolojik hizmet sağlayıcıları olarak da kabul edilebilirler. Yabancı ot yönetimi çeşitli yöntemler içerir. Bununla birlikte, tek bir kontrol yöntemi yeterli uzun vadeli yabancı ot yönetimi sağlamamakta ve bunun yerine genellikle direncin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, farklı yabancı ot kontrol yöntemlerini bütüncül bir yaklaşım altında bütünleştirmek önemlidir.

Herbisitlerin kullanımı ekosistemde dengesizlikler neden olmakta, hatta bazı türler bu kimyasalların sürekli kullanımına karşı dirence neden olmaktadır. Ayrıca neden oldukları

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

çevresel sorunlar ve bunun sonucunda hayvanların ve insanların refahı ve sağlığı için tehditleri fazladır.

Bu nedenle, tarım sisteminin, yani yabancı otların sürdürülebilir yönetimi, insanlığın bugünü ve geleceği için önemli bir konudur. Entegre yönetime ek olarak, yabancı ot kontrolüne özgü hassas teknolojilerin geliştirilmesi, sürdürülebilirliğin ve tarımsal verimin iyileştirilmesine değerli bir katkı olabilir. Bu anlamda, araştırmacıların ve çiftçilerin ekolojik ve teknolojik ilkelerin yabancı ot yönetimine karar verme sürecinde entegrasyonun daha etkili bir şekilde kullanımını öneriyoruz.

#### KAYNAKÇA

- Anonim, <https://growiwm.org/what-is-precision-weed-management/> Erişim tarihi: 07.07.2024.
- Burgos, N.R.; Rouse, C.E.; Singh, V.; Salas-Perez, R.; Bagavathiannan, M. (2017). Technological Advances for Weed Management. In APWSS 50th Anniversary Celebratory; Chandrasena, N., Rao, A.N., Eds.; Asian-Pacific Weed Science Society (APWSS) Publication: Honolulu, HI, USA; pp. 65–79.
- Candido, V.; Addabbo, T.; Basile, M.; Castronuovo, D.; Miccolis, V. (2008). Greenhouse soil solarization: Effect on weeds, nematodes and yield of tomato and melon. In *Agronomy for Sustainable Development*; Springer/EDP Sciences/INRA: Berlin/Heidelberg, Germany, Volume 28, pp. 221–230.
- Chauhan, B.S. (2020). Grand Challenges in Weed Management. In *Frontiers in Agronomy*; Frontiers Media SA: Lausanne, Switzerland, Volume 1.
- Çolak, E. Ş., & Işık, D. (2021). Yabancı Otlar ile Mücadelede Güncel Yöntem: Robotikler. *Turkish Journal of Weed Science*, 24(2), 166-176.
- Dammer, K.H.; Wartenberg, G. (2007). Sensor-based weed detection and application of variable herbicide rates in real time. *Crop. Prot.*, 26, 270–277.
- Esposito, M.; Crimaldi, M.; Cirillo, V. (2021). Drone and sensor technology for sustainable weed management: A review. *Chem. Biol. Technol. Agric.*, 8, 18.
- Forouzanmehr, E.; Loghavi, M. (2012). Design, development and field evaluation of a map-based variable rate granular fertilizer application control system. *Agric. Eng. Int. CIGR J.*, 14, 255–264.
- Ghosheh, H. (2010). Precision Weed Management Research Advancement in the Near East Global Proliferation of Precision Agriculture and its Applications.
- Gnanavel, I. (2015). Eco-Friendly Weed Control Options for Sustainable Agriculture. *Sci. Int.*, 3, 37–47.
- Gómez-Candón, D.; Virlet, N.; Labbé, S.; Jolivot, A.; Regnard, J.L. (2016). Field phenotyping of water stress at tree scale by UAV-sensed imagery: New insights for thermal acquisition and calibration. *Precis. Agric.*, 17, 786–800.
- Keskin, M., & Şekerli, Y.E. (2022). AKİTEK 4.0 Dergisi.
- Lima, A.; Mendes, K. (2020). Variable Rate Application of Herbicides for Weed Management in Pre- and Postemergence. In *Pests, Weeds and Diseases in Agricultural Crop and Animal Husbandry Production*, Dimitrios Kontogiannatos; Kourti, A., Mendes, K.F., Eds.; IntechOpen: London, UK.
- Monteiro, A., & Santos, S. (2022). Sustainable approach to weed management: The role of precision weed management. *Agronomy*, 12(1), 118.
- Monteiro, A.; Santos, S.; Gonçalves, P. (2021). Precision Agriculture for Crop and Livestock Farming—Brief Review. *Animals*, 11, 2345.
- Peerzada, A.M.; Chauhan, B.S. (2018). Thermal weed control: History, mechanisms, and impacts. In *Non-Chemical Weed Control*, 1st ed.; Peerzada, A.M., Chauhan, B.S., Eds.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, pp. 9–31.
- Radicetti, E. (2012). Ecological Weed Management. Ph.D. Thesis, Università degli Studi della Tuscia Di Viterbo, Viterbo, Italy.
- Rana, L.; Bairwa, R.; Kanhar, D.; Jee B. (2024). Weed Management Technique: A Smarter Way to Manage the Weed. *Adv Agri Tech Plant Sciences*, 7(4): 180115.
- Rani, A.; Chaudhary, A.; Sinha, N.; Mohanty, M.; Chaudhary, R. (2019). Drone: The green technology for future agriculture. *Har. Dhara*, 2, 3–6.

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Scavo, A.; Mauromicale, G. (2020). Integrated Weed Management in Herbaceous Field Crops. *Agronomy*, 10, 466.
- Yonat, H., & Kolören, O. (2022). Herbisit Formülasyonlarında Nanoteknolojinin Rolü. *Turkish Journal of Weed Science*, 25(2), 134-144.
- Zhang, Q. (2015). *Precision Agriculture Technology for Crop Farming*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 59.

**YABANCI OT TOHUMU TÜKETİMİNDE YER BÖCEKLERİNİN (coleoptera:  
carabidae) ROLÜ**

**Research Assistant, Arş. Gör. Seren DOĞAR (ORCID:0000-0003-2757-594X)**  
Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Iğdır, Türkiye,

**Assoc. Prof., Doç. Dr. Ramazan GÜRBÜZ\*(ORCID:0000-0003-3558-9823)**  
Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Iğdır, Türkiye,  
**Email:serendogar@gmail.com**

**ÖZET**

Coleoptera (Kıncanatlılar) takımı tür çeşitliliği ve dünyadaki yayılışları açısından en önemli bir böcek takımıdır. Coleoptera takımı (Kıncanatlılar) Hayvanlar Alemi'nin 350.000 türle en büyük takımı olup, tüm böceklerin yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır. Bu takım 160 familya ile temsil edilmektedir. Bu familyalardan biride Carabidae (karabid) familyasıdır. Carabidae familyasına ait türlerin çoğu yaşam aşamalarını toprağın içinde geçirmektedir. Bu grubun beslenme alışkanlıkları karnivor (et ile beslenen canlılar), omnivor (hem et hem ot ile beslenen canlılar) ve granivor (tohumlar ile beslenen canlılar) olarak polifagdır. Yabancı otlar tohum bağlamadan mücadelesi yapılmalıdır. Yapılmadığı takdirde çok sayıda tohum bağlamakta ve bu tohumlar toprağa dökülerek tohum bankasını oluşturmaktadır. Bu tohum bankası birçok canlının besin kaynağıdır. Bunlardan biri ise yer böcekleri olarak bilinen karabid böcekleridir. Birçok karabid türü toprağa düşen yabancı ot tohumlarıyla beslenmektedir. Tarımsal üretim alanlarında yabancı ot tohum predatörleri olan karabid böcekleri biyolojik yabancı ot kontrolü açısından önemli bir etmendir. Biyolojik mücadeleye katkıda bulunmasından dolayı ekonomik açıdan da büyük önem taşımaktadır. Bu yazıda karabid ile yabancı ot tohum ilişkisi işlenmiştir. **Anahtar Kelimeler:** Tohum bankası, ekosistem, ekolojik yabancı ot kontrolü, Karabid böcekleri

**THE WEED SEED PREDATION BY GROUND BEETLES (coleoptera: carabidae)**

**ABSTRACT**

The Coleoptera order is the most important insect order in terms of species diversity and distribution in the world. The order Coleoptera (Beetles) is the largest order in the Animal Kingdom with 350,000 species and constitutes approximately 40% of all insects. This order is represented by 160 families. One of these families is the Carabidae family. Most species of the Carabidae family spend their life stages in the soil. The feeding habits of this group are polyphagous as carnivorous (creatures that feed on meat), omnivorous (creatures that feed on both meat and grass) and granivorous (creatures that feed on seeds). Weeds should be combated before they set seeds. If it is not done, it binds a large number of seeds and these seeds fall into the soil and form the seed bank. This seed bank is the food source of many living things. One of these is carabid beetles, also known as ground beetles. Many carabid species feed on weed seeds that fall on the ground. Carabid beetles, which are weed seed predators in agricultural production areas, are an important factor in terms of biological weed control. It is also of great economic importance because it contributes to biological control. In this article, the relationship between carabid and weed seeds is discussed.

**Keywords:** Seedbank, ecosystem services, ecological weed management, Carabid beetles

## GİRİŞ

Tüm tarımsal uygulamalar arasında yabancı ot mücadelesi, tarihsel olarak yetiştiriciler tarafından gerçekleştirilen ve önemli miktarda zaman ve parasal kaynak gerektiren uygulama olmuştur (Holm ve Johnson 2009). Ekonomik anlamda bakıldığında değişik ülkelere ait veriler ortaya konmuştur. Örneğin, Avustralya'ya yabancı otların verdiği zararın ve mücadele masraflarının yıllık 2.5-2.7 milyar Avustralya dolarına mal olduğunu (Combella, 1987), Amerika Birleşik Devletleri'nde ise yabancı otların verdiği zararın maddiyat karşılığı yıllık 5 milyar dolar olduğu tespit edilmiştir (Schneider, 1985). Herbisit bazlı yabancı ot yönetimi ile ilgili olumsuz sonuçlar göz önüne alındığında biyolojik kontrol gibi stratejilere vurgu yaparak entegre yabancı ot yönetimi seçeneklerini dikkate almak önemlidir.

Yabancı otlar tohum bağlamadan mücadelesi yapılmalıdır. Yapılmadığı takdirde çok sayıda tohum bağlamakta ve bu tohumlar toprağa dökülerek tohum bankasını oluşturmaktadır. Bu tohum bankası birçok canlının besin kaynağıdır. Bunlardan biri ise yer böcekleri olarak bilinen karabid böcekleridir. Birçok karabid türü toprağa düşen yabancı ot tohumlarıyla beslenmektedir. Tarımsal üretim alanlarında yabancı ot tohum predatörleri olan karabid böcekleri biyolojik yabancı ot kontrolü açısından önemli bir etmendir (Honěk ve ark., 2003; Kulkarni ve ark., 2015).

Carabidae' nin Yunanca bir kelime olup "boynuzlu böcek", İngilizce' de "Ground Beetles", Türkçe' de ise "toprak böcekleri" veya "yer böcekleri" anlamına gelmektedir (Lodos, 1989; Kesdek, 2007). Karabidlerin çoğu yaşam aşamaları toprak rizosferinde veya içindedir. Bu grubun beslenme alışkanlıkları karnivor (et ile beslenen canlılar), omnivor (hem et hem ot ile beslenen canlılar) ve granivor (tohumlar ile beslenen canlılar) olarak polifagdır (Kulkarni et al, 2015).

Granivor olan karabid türleri, aynı zamanda omnivordur. Aynı şekilde beslenen türler, farklı yabancı ot türleriyle beslenmeleri bakımından alt gruplar şeklinde belirlenmektedir. Karabid türlerinin beslendikleri yabancı ot tohum türleriyle ilgili yapılan laboratuvar çalışmalarında, farklı karabidlerin farklı yabancı ot tohumlarını tercih ettiklerini ortaya koymuştur (Honěk ve ark., 2003; Petit ve ark., 2014).

## Karabid Böceklerinin Biyolojisi

Karabid (Carabidae)'lerin çoğu tüm yaşam aşamalarını toprak rizosferinde veya içinde geçirir. Karabid yumurtaları beyaz renkli, oval ve uzun şekillidir. Yumurtalarını toprağa, yaprak çöpüne veya çürüyen odunlara bırakırlar. Yumurtlama bölgesi; gölge, bağıl nem gibi mikro iklimsel faktörlere bağlı olarak dışı tarafından dikkatlice seçilir (Brandmayr ve Zetto-Brandmayr, 1979; Tre'fa's ve van Lenteren, 2008). Yumurtlama bir dişi böceğin 30 ila 600 yumurta arasında değişir. Doğurganlık ve vücut büyüklüğü erginin beslenmesinden etkilenir (Kulkarni ve ark., 2015).

Larvaları, serbest olarak yaşayan, carabiform tipte sarımsı veya açık kahve rengindedir. Mandibula ve antenleri vardır. Baş iyi gelişmiştir (Kara, 2016). Yalnızca iki larva dönemi geçiren *Amara* ve *Harpalus* türleri gibi birkaç cins dışında larvalar genellikle üç larva dönemi geçirirler (Lövei ve Sunderland, 1996).

Pupa evresi toprakta özel olarak inşa edilmiş pupa odasında gerçekleşir. Ergin karabidlerin çatlak ve yarıklar altında ve çöpün altında hareket etmesine izin veren kama şeklinde bir gövdesi vardır. (Evans ve Forsythe, 1985). Bir karabid baş kısmında, belirgin mandibulalar, palpleri ve filiform antenleri bulunur. Protibia üzerinde bulunan anten temizleme organı karabidler arasında kemosensör alımını kolaylaştırır (Evans, 1994). Çizgili elitra kanatlara ve karın bölgesine koruma sağlayarak, vücudun su kaybını önler (Hammond, 1979).

Ayrıca karabidlerin koşmalarına, kazmalarına, tünel kazmalarına, tırmanmalarına ve yüzmelerine yardımcı olan uzun ince bacakları vardır (Thiele, 1977). Genel olarak ılıman yer böcekleri tek yıllıktır. Fakat, zorlu koşullar altında bazı türler 4 yıla kadar hayatta kalabiliyor (Lövei ve Sunderland, 1996).

Karabidae familyasına ait türler farklı habitatlarda nemli alanlarda, bataklıklarda, su kenarlarına yakın kısımlarda, kurak alanlarda, düşük ve yüksek rakımlı bölgelerde, dağların zirvelerinde, step alanlarda, çöllerde, mağaralarda, kaya ve taşların altında, yaprak döküntülerinde, toprak içlerinde, kumların arasında, ağaç kabuklarında hayatta kalmaya uyum sağlamışlardır. Türlerin geneli gölge olan alanlarda yaşamayı tercih ederken geri kalan kısım ise güneşli alanları tercih eder. (Lövei ve Sunderland, 1996; Kesdek, 2007; Kara, 2016).

### Karabid Ve Tohum Besin İlişkisi

Karabidler genellikle polifagdır ve beslenme alışkanlıkları carnivordan, omnivora ve granivorluğa kadar değişir (Hürka ve Jarosik, 2001). Forbes (1883) ilk olarak karabid böceklerinin granivor davranışını bildirdi, ancak bağırsak diseksiyonlarına dayanarak Zhavoronkova (1969) karabidleri üç kategoride sınıflandırmaktadır: obligat zoofajlar, baskın zoofajlar ve baskın fitofajlardır. Son iki kategoride bulunan türler en yüksek tohum tüketicilerdir. Laroche (1990) 1.054 karabid ve cicindelid türünün besin aralığını belirtti: Türlerin %74'ü yalnızca carnivor, %8'i fitofag ve %20'si omnivordur. Ancak bu çalışmaların çoğu laboratuvar temelli olduğu için karabidlerin predatör alışkanlıklarını abartmaktadır (Lövei ve Sunderland, 1996). Aslında Lindroth (1992) incelediği türlerin %35'i omnivor olduğunu tespit etmiştir.

Bitki ile beslenen karabidler iki gruba ayrılır: Birincisi, böcek su ihtiyacını karşılamak için yeşil bitki kısımlarını ve meyvelerini kullanırken "Spermofagus" adı verilen ikinci grup tohumlarla beslenmeyi tercih eder (Zetto-Brandmayr, 1990). Harpalini ve Zabrinini en çok granivor türünü içeren iki aile'dir (Thiele, 1977). *Amara*, *Anisodactylus*, *Harpalus*, *Ophonus*, *Poecilus*, *Pterostichus* ve *Stelophonus* türleri, çoğunlukla granivordur (Lundgren, 2009). *Bembidion quadrimaculatum* (L.), *Cyclotrachelus alternans* (Casey), *Elaphropus* sp., *Poecilus lucublandus* (Say), *Poecilus versicolor* (Sturm) ve *Pterostichus permundus* (Say), türlerin yabancı ot tohumlarıyla beslendiği tespit etmişlerdir (Lundgren ve ark., 2013). *Ophonus puncticeps* (Stephens) ve *O. ardosiacus* (Lutshnik) larvaları özel tohum besleyicileridir ve genellikle şemsiye şeklindeki tohumları tüketirler (Zetto-Brandmayr, 1976, 1983).

### Karabidlerin Yabancı Ot Tohumu Tercihleri

Karabidler belirli yabancı otların tohumlarına yönelik özel tercihler sergileyebilir. Bu tür tercihler, karabid türlerinin yanı sıra tohum özelliklerinden de etkilenir. Yabancı ot tohum tüketimini belirleyen önemli faktörler, tohumu tüketen böceğin büyüklüğü ve tohumun büyüklüğüdür. Bu faktörler tohum tüketim oranlarını etkiler (Petit ve ark., 2014; Deroulers ve ark., 2020; Gaba ve ark., 2019).

Yabancı ot tohumu tüketicilerinin tercihlerinin yabancı ot toplulukları üzerinde etkileri olabilir. Belirli yabancı ot tohumlarına yönelik tercihler, tercih edilen yabancı ot türlerinin ve ayrıca genel olarak yabancı ot topluluğunun popülasyon dinamiklerinde değişikliklere yol açabilir. Brust (1994), sera koşullarında karabid türlerinin tek çenekli türlerine göre çift çenekli türlerin tohumlarını tercih ettiğini ve dolayısıyla geniş yapraklı yabancı otların dar yapraklı yabancı otlara kıyasla nispi verimini değiştirdiğini gözlemlemiştir. Böyle bir tercih ve bunun sonucunda ortaya çıkan verim kayıpları, tercih edilmeyenler için tercih edilen yabancı otlara göre rekabet avantajı oluşacak ve böylece tarla koşullarındaki yabancı ot türlerinin popülasyon



kompozisyonu ve topluluk yapısı etkilenmektedir. Buna karşılık, diğer bazı çalışmalar ise tek çenekli yabancı otların çift çenekli yabancı otlara tercih edildiğini bildirmiştir (Saska, 2008; Heggenstaller ve ark., 2006).

Yabancı ot tohum tercihlerinin en önemli belirleyicisi karabid böceğinin vücut büyüklüğüdür (Petit ve ark., 2014; Deroulers ve ark., 2020; Gaba ve ark., 2019). Örneğin, büyük karabidlerin büyük boyut karahindiba tohumlarıyla beslendiği biliniyorken, daha küçük karabidler ise daha küçük karahindiba tohumlarını tercih ettiği bilinmektedir (Honek ve ark., 2011). Tohum tüketim granivor karabidlerin vücut büyüklüğü ile pozitif ilişkili olmasına rağmen (Honek ve ark., 2006) büyük boy karabidlerinde tohum tüketim oranları değişiklik gösterebilir. Örneğin, *Pseudophonus rufipes* (De Geer) türünün ergini kanola bitkisinin tohumunu bir günde 10 ila 12 tohum tüketirken, *Pterostichus melanarius* (Illiger) 2 ila 8 tohum tükettiği tespit edilmiştir (Koprdoval ve ark., 2012).

Ancak karabidlerin tohum tercihini etkileyen başka özelliklerde vardır. Bunlar; tohum kabuğu sertliği, tohum yoğunluğu, besin kalitesi veya diğer morfolojik özelliklerdir. Örneğin tohumun sert kabuklu olması böceğin böyle bir tohumu yemesi için daha fazla enerji harcaması gerekir. Tohumun besin kalitesi de tohum tercihlerini belirleyen önemli bir kriterdir. Yapılan bir çalışmada, kullanılan karabid türlerinin, yüksek lipit içeriğine sahip en küçük yabancı ot tohumlarını en çok tükettiği ortaya konmuştur. Tohum kütlesi ve tohum kabuğunun kalınlığı nedeniyle böcekler için sınırlayıcı olsa da, enerji alımını artırmak için lipit oranı yüksek tohumlar tercih edilebilir (Gaba ve ark., 2019).

Yabancı ot tohum bankaları, tarım alanlarındaki yabancı ot topluluklarının yaygın gelişimine büyük katkılarda bulunur ve yabancı ot yönetim stratejilerinin toprak tohum bankasına giren tohumların kontrolüne odaklanması gerekmektedir (Fox ve ark., 2013). Bu bağlamda omurgasızlar önemli bir rol oynamaktadır. Genel olarak tarladaki yabancı ot tohum tüketim seviyeleri değişiklik gösterebilir (Tablo 1) ve spesifik yabancı ot tohum tüketim oranlarının ölçülmesi zordur, çünkü türler bile tohum tüketimi açısından farklılık gösterebilir.

15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT

July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye

**Tablo 1.** Tarla koşullarında farklı granivor taksonlar tarafından yabancı ot tohumu tüketimine odaklanan çalışmalara genel bir bakış (Kulkarni ve ark., 2015).

Tohum tüketicisi	Yabancı Ot türleri	Tüketim oranı	Mahsul	Referanslar
Omurgalılar ve omurgasızlar	<i>Setaria faberi</i> Herrm., <i>Ambrosia trifida</i> L., <i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	%31,1–51,6 1 yıl	mısır-soya fasulyesi soya fasulyesi-buğday buğday/kırmızı yonca-mısır	Davis ve ark., 2013
Karabidler	<i>Viola arvensis</i> Murr., <i>Stellaria media</i> L., <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik., <i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.,	%30 1 hafta	28 kışlık tahıl tarlası	Trichard ve ark., 2013
Karabidler	<i>V. arvensis</i> , <i>S. media</i> , <i>C. bursa-pastoris</i>	%16,5 1 günde	Peyzaj alanları	Jonason ve ark., 2013
Omurgalılar ve omurgasızlar	<i>Avena ludoviciana</i> Durieu, <i>Hordeum spontaneum</i> K. Koch, <i>Sinapis arvensis</i> , L., <i>Rumex obtusifolius</i> L., <i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	30–60% 1 haftada	Arpa tarlaları	Noroozi ve ark., 2012
Omurgasızlar ( <i>Harpalus pensylvanicus</i> )	<i>S. faberi</i>	Sezon boyunca %55	Mısır tarlaları	Ward ve ark., 2011
Karabidler	<i>S. faberi</i> , <i>A. trifida</i> , <i>A. theophrasti</i> , <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	%11 1 günde %5 1 günde	Patates tarlaları Çevredeki mahsul dışı yaşam alanı	Gaines ve Gratton, 2010
Karabidler ve Isopoda (Tespah böcekleri)	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	%34–40 1 yılda	Otlak alanlar	Honek ve ark. 2009
Omurgasızlar	<i>S. faberi</i> , <i>A. theophrasti</i>	%16–30 1 günde	Farklı ürün rotasyonları tahıl ve baklagillerden	Heggenstaller ve ark. 2006
Karabidler	<i>C. bursa-pastoris</i> , <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop., <i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb., <i>Lepidium ruderale</i> L., <i>Sisymbrium loeselii</i> L., <i>T. officinale</i>	0,71–3,8 tohum 1 günde	Buğday, kanola, soya fasulyesi, darı ve mısır	Honek ve ark. 2003
Omurgasızlar	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop., <i>S. faberi</i> , <i>A. retroflexus</i> , <i>A. theophrasti</i>	11% 1 günde	Mısır	Menalled ve ark. 2000

**Tablo 2.** Laboratuvar koşullarında yabancı ot tohumlarının karabidler tarafından tüketimini test etmek için yapılan çalışmalar

Karabid türleri	Aç kalma süresi	Yabancı ot tohum türleri	Alt tabaka	Çalışılan sorular	Referanslar
5 karabid türü	72 saat	8 tür	Çim, kum, kağıt	Tohuma göre tohum tüketiminin karşılaştırılması türler ve koşulları	Deroulers ve ark., 2020
4 tür	1-3 gün	42 tür	Kum	Tohum kütlesi ve tohum lipid oranına göre tohum tüketimi	Gaba ve ark., 2019
3 karabid türü	48 saat	Kanola tohumları (kolza tohumu)	Buğulanmış toprak sterilize	Gömülen derinliğe göre tohum tüketimi	Kulkarni et al. (2015)
5 karabid türü	3-5 gün	10 tür	Hamuru içindeki tohumlar	Tohum tercihi ve miktarının belirlenmesi	Petit et al. (2014)
19 karabid türü	5-8 gün	Farklı bölgelerden <i>Taraxacum</i>	50 cm derinlikte elenmiş toprak	Taksonomi, coğrafi köken ve tohumun boyutu	Honek et al. (2011)
30 karabid türü	3-5 gün	28 dikotiledon türü	plastisin	Tohum büyüklüğüne göre tercih ve taksonomi	Honek et al. (2007)
23 karabid türü	1-4 gün	64 tür	Nemlendirilmiş toprak	Karabid türleri, durumu	Honek et al. (2003)

## SONUÇ

Modern tarımda Mahsul yetiştirme ve mahsul yönetimi uygulamalarının yoğun doğası ve bunların ekosistem biyoçeşitliliği üzerindeki olumsuz sonuçları göz önüne alındığında, karabid gibi eklem bacaklılar kullanılarak yabancı otların biyolojik kontrolünün uygulanması zor olabilir. Ancak karabidler gibi faydalı biyo-ajanların korunmasını destekleyen tarımsal uygulamaları içeren entegre bir yabancı ot yönetim yaklaşımı, yabancı ot tohum tüketimi gibi ekolojik hizmetleri iyileştirebilir. Karabidlerin tohum bankasındaki stoğu tamamen ortadan kaldıramayacağı bilinmeli (Menalled ve ark., 2000) sadece tohum stoğunda önemli bir azalmaya yol açmaktadır. Biyolojik mücadele, yabancı ot yönetimi için tek başına uygulamak yerine uygun birkaç mücadele ile entegre edilmelidir (Lundgren 2009).

Karabidlerin eklem bacaklı zararlılarının "genelci" yırtıcıları olarak rolü iyi bilinmesine rağmen, yabancı otların biyolojik kontrol ajanları olarak rollerini anlamada çeşitli bilgi boşlukları vardır. Genel olarak, laboratuvar çalışmaları karabid büyüklüğünün, tohum büyüklüğü oranlarının önemini ortaya koymuştur (Honek ve ark., 2003, 2007, 2011) ve belirli yabancı ot tohumları için karabid tercihlerinin belirlenmesinde tohum kabuğu sertliği (Lundgren ve Rosen trater 2007) gibi diğer tohum özellikleri tohum tüketiminde önemli roller oynayabilir. Bu mekanizmalar iyi çalışılmamıştır ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca, yabancı ot tohum tüketiminde karabid larvalarının potansiyeli çok sınırlı çalışılmıştır.

Karabidler, Avrupa'nın çoğu ülkesi olmakla beraber Amerika Birleşik Devletleri'nde yabancı ot yönetimi için potansiyelini araştırılıp ve çalışılmıştır (Kulkarni et al, 2015). Fakat bu konu Türkiye'de hiç çalışılmamıştır. Bu yüzden Türkiye'nin tarımsal ekosisteminde bu konunun etraflıca çalışılması gerektiği kanısındayız.

#### KAYNAKÇA

- Brandmayr, P., & Zetto-Brandmayr, T. (1979). The evolution of parental care phenomena in Pterostichine ground beetles, with special reference to the genera *Abax* and *Molops* (Coleoptera, Carabidae). *Misc. Pap. Landbouwhoges. Wageningen*, 18, 35-49.
- Brust, G. E. (1994). Seed-predators reduce broadleaf weed growth and competitive ability. *Agriculture, ecosystems & environment*, 48(1), 27-34.
- Combella, J.H., 1987. Weeds in cropping-their cost to the Australian economy. *Plant Protection Quarterly*, 2:2
- Davis, A. S., Taylor, E. C., Haramoto, E. R., & Renner, K. A. (2013). Annual postdispersal weed seed predation in contrasting field environments. *Weed Science*, 61(2), 296-302.
- Deroulers, P., Gauffre, B., Emeriau, S., Harismendy, A., & Bretagnolle, V. (2020). Towards a standardized experimental protocol to investigate interactions between weed seeds and ground beetles (Carabidae, Coleoptera). *Arthropod-plant interactions*, 14, 127-138.
- Evans, M. E. G. (1994). The carabid body plan: a functional interpretation. *Carabid beetles: ecology and evolution*, 25-31.
- Evans, M. E. G., & Forsythe, T. G. (1985). Feeding mechanisms, and their variation in form, of some adult ground-beetles (Coleoptera: Caraboidea). *Journal of Zoology*, 206(1), 113-143.
- Forbes, S. A. (1883). The food relations of the Carabidae and Coccinellidae. *The Canadian Entomologist*, 15(1), 13-14.
- Fox, A. F., Reberg-Horton, S. C., Orr, D. B., Moorman, C. E., & Frank, S. D. (2013). Crop and field border effects on weed seed predation in the southeastern US coastal plain. *Agriculture, ecosystems & environment*, 177, 58-62.
- Gaba, S., Deroulers, P., Bretagnolle, F., & Bretagnolle, V. (2019). Lipid content drives weed seed consumption by ground beetles (Coleoptera, Carabidae) within the smallest seeds. *Weed Research*, 59(3), 170-179.
- Hammond, P. M. (1979). Wing-folding mechanisms of beetles, with special reference to investigations of Adepagan phylogeny (Coleoptera). In *Carabid beetles: their evolution, natural history, and classification* (pp. 113-180). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Hegenstaller, A. H., Menalled, F. D., Liebman, M., & Westerman, P. R. (2006). Seasonal patterns in post-dispersal seed predation of *Abutilon theophrasti* and *Setaria faberi* in three cropping systems. *Journal of Applied Ecology*, 999-1010.
- Holm FA, Johnson EN (2009) The history of herbicide use for weed management on the prairies. *Prairie Soils Crops* 2:1–11.
- Honek, A., Martinkova, Z., & Saska, P. (2011). Effect of size, taxonomic affiliation and geographic origin of dandelion (*Taraxacum* agg.) seeds on predation by ground beetles (Carabidae, Coleoptera). *Basic and Applied Ecology*, 12(1), 89-96.
- Honek, A., Martinkova, Z., Saska, P., & Koprdoval, S. (2009). Role of post-dispersal seed and seedling predation in establishment of dandelion (*Taraxacum* agg.) plants. *Agriculture, ecosystems & environment*, 134(1-2), 126-135.
- Honek A, Martinkova Z, Saska P, Pekar S (2007). Size and taxonomic constraints determine the seed preferences of Carabidae (Coleoptera). *Basic Appl Ecol* 8:343–353.
- Honek, A., Martinkova, Z., Jarosik, V. (2003). Ground beetles (Carabidae) as seed predators. *European Journal of Entomology* 100: 531–544.
- Honek, A., Saska, P., & Martinkova, Z. (2006). Seasonal variation in seed predation by adult carabid beetles. *Entomologia experimentalis et applicata*, 118(2), 157-162.

- Hůrka, K., & Jarošík, V. (2001). Development, breeding type and diet of members of the *Amara communis* species aggregate (Coleoptera: Carabidae). *Acta Soc Zool Bohem* 65:17–23.
- Jonason, D., Smith, H. G., Bengtsson, J., & Birkhofer, K. (2013). Landscape simplification promotes weed seed predation by carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *Landscape Ecology*, 28, 487-494.
- Kara, S. (2016). Bartın ili carabidae (coleoptera) türleri (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kesdek, M. (2007). Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi Pterostichinae (Coleoptera: Carabidae) Türleri üzerinde Faunistik ve Sistematik Çalışmalar (Doctoral dissertation, Doktora Tezi Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., 239).
- Kulkarni, S. S., Dossall, L. M., & Willenborg, C. J. (2015). The role of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in weed seed consumption: a review. *Weed Science*, 63(2), 355-376.
- Koprdoová, S., Saska, P., Honěk, A., & Martinková, Z. (2012). Susceptibility of the early growth stages of volunteer oilseed rape to invertebrate predation. *Plant Protection Science*, 48(3).
- Larochelle A (1990) The Food of Carabid Beetles (Coleoptera: Carabidae, including Cicindelinae). *Faberies Suppl* 5. Quebec City, Quebec, Canada: Sillery: Association des entomologistes amateurs du Que´bec. 132 p.
- Lindroth CH (1992) Ground Beetles (Carabidae) of Fennoscandia: A Zoogeographic Study. Part III. Washington DC: Smithsonian Institution Libraries and National Science Foundation. 814 p.
- Lodos, N., 1989. Türkiye Entomolojisi IV (Kısım 1), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Basımevi, Bornova- İzmir, 250 s.
- Lovei G, Sunderland K (1996) Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annu Rev Entomol* 41:231– 256.
- Lundgren JG (2009) Relationships of Natural Enemies and Non-Prey Foods. Dordrecht, The Netherlands: Springer International. 454 p.
- Lundgren JG, Saska P, Honek A (2013) Molecular approach to describing a seed-based food web: the post-dispersal granivore community of an invasive plant. *Ecol Evol* 3:1642–1652.
- Lundgren JG, Rosentrater KA (2007) The strength of seeds and their destruction by granivorous insects. *Arthropod Plant Interact* 1:93–99.
- Menalled F, Landis D, Lee J, White S, Renner K (2000) Ecology and Management of Weed Seed Predators in Michigan Agroecosystems. Extension Bulletin E-2716. East Lansing, MI: Michigan State University. 6 p.
- Noroozi, S., Alizadeh, H. M., & Mashhadi, H. R. (2012). Factors affecting postdispersal weed seed predation in barely fields. *ISRN Agronomy*.
- Petit, S., Boursault, A., & Bohan, D. A. (2014). Weed seed choice by carabid beetles (Coleoptera: Carabidae): Linking field measurements and laboratory diet assessments. *European Journal of Entomology*, 111(5), 615–620. <https://doi.org/10.14411/eje.2014.086>
- Saska, P. (2008). Effect of diet on the fecundity of three carabid beetles. *Physiological Entomology*, 33(3), 188-192.
- Schneider, R.P., 1985. Weed Control Technology:Needs, development, constraints. Proceedings 10th Conference of the Asian-Pasific Weed Science Society, Chiangmai, Vol.2, 379-384.

- Thiele HU (1977) Carabid Beetles in Their Environments. A study on Habitat Selection by Adaptation in Physiology and Behavior. Berlin, Germany: Springer-Verlag. 369 p.
- Trefas, H., & van Lenteren, J. C. (2008). Egg-laying-site preferences of *Pterostichus melanarius* in mono-and intercrops. *Bulletin of Insectology*, 61(2), 225-231.
- Trichard, A., Alignier, A., Biju-Duval, L., & Petit, S. (2013). The relative effects of local management and landscape context on weed seed predation and carabid functional groups. *Basic and Applied Ecology*, 14(3), 235-245.
- Ward, M. J., Ryan, M. R., Curran, W. S., Barbercheck, M. E., & Mortensen, D. A. (2011). Cover crops and disturbance influence activity-density of weed seed predators *Amara aenea* and *Harpalus pensylvanicus* (Coleoptera: Carabidae). *Weed Science*, 59(1), 76-81.
- Zetto-Brandmayr T (1976) Studi sulla fitofagia nei Carabidi: spermofagia larvale di *Ophonus ardosiacus* Lutsh (Coleoptera: Carabidae). Pages 59–67 in XI Congresso Nazionale Italiano di Entomologia. Portici-Sorrento, Italy.
- Zetto-Brandmayr T (1983) Life cycle, control of propagation rhythm and fecundity of *Ophonus rotundicollis* Fairm. et Lab. (Coleoptera, Carabidae, Harpalini) as an adaptation to the mainfeeding plant *Daucus carota* L. (Umbelliferae). Pages 93–103 in Brandmayr P, den Boer PJ, Weber E, eds. *Ecology of Carabids: The Synthesis of Field Study and Laboratory Experiment*. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation.
- Brandmayr, T. Z. (1990). Spermophagous (seed-eating) and beetles: first comparison of the diet and ecology of Harpaline genera *Harpalus* and *Ophonus* (Col., Carabidae). The role of ground beetles in ecological and environmental studies.
- Zhavoronkova, T. N. (1969). Certain structural peculiarities of the Carabidae (Coleoptera) in relation to their feeding habits. *Entomological review*.
- Gaines, H. R., & Gratton, C. (2010). Seed predation increases with ground beetle diversity in a Wisconsin (USA) potato agroecosystem. *Agriculture, ecosystems & environment*, 137(3-4), 329-336.

**ÇİNKO, MAGNEZYUM VE BOR UYGULAMALARININ PAMUKTA (*Gossypium  
hirsutum* L.) LİF TEKNOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ (II)**

**Zir. Yük. Müh. Necmettin TAŞKIRAN (ORCID:0000-0002-0827-0211)**

Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Email:**necmettintaskran@gmail.com,

**Prof. Dr. Çetin KARADEMİR\*(ORCID: 0000-0002-6370-2427)**

Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Email:**cetinkarademir@siirt.edu.tr

**ÖZET**

Bu çalışma farklı Çinko, Bor ve Magnezyum uygulama yöntemlerinin pamukta teknolojik özellikler üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma 2017 yılında Siirt Üniversitesi deneme alanında tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüş ve denemede materyal olarak Stoneville 468 pamuk çeşidi ile %11 bor, % 9 çinko ve %16 magnezyum sülfat gübresi kullanılmıştır. Çalışmada her bir konu için ekimden 45, 60 ve 75 gün olmak üzere 3 kez uygulama yapılmıştır. Denemede 10 farklı uygulama (Kontrol, Zn 45, Zn (45+60), Zn (45+60+75), Bor 45, Bor (45+60), Bor (45+60+75), Mg 45, Mg (45+60), Mg (45+60+75) ) yer almıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; lif kalite özelliklerinden sadece lif uzunluğu yapılan uygulamalardan etkilenmiştir. Bu özellik bakımından magnezyum ve bor elementlerinin 45'inci gündeki uygulamaları ile en yüksek uzunluğa sahip lifler elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler ışığında erken dönemde (ekimden 45 gün sonra) yapılan bor ve magnezyum uygulamalarının lif uzunluğunda artışa neden olduğu ve bu uygulamanın lif uzunluğunu artırmak amacıyla önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bor, Çinko, Magnezyum, Pamuk, Lif Teknolojik Özellikleri

**EFFECT OF ZINC, MAGNESIUM AND BORON APPLICATION ON COTTON  
(*Gossypium hirsutum* L.) TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS (II)**

**Abstract**

This study was carried out to determine the effect of different Zinc (Zn), Boron (B) and Magnesium (Mg) applications on fibre technological properties of cotton. The study was carried out as the Randomized Complete Blocks Design with four replication under Siirt ecological conditions at 2017. In the study, Stoneville 468 cotton variety and 9% zinc, 11% boron, 16% magnesium sulphate fertilizers were used as materials. In the study totally three applications were performed for each plant nutrient as 45, 60 and 75 days after sowing. The study included 10 different (control, Zn 45, Zn (45+60), Zn (45+60+75), B 45, B (45+60), B (45+60+75), Mg 45, Mg (45+60), Mg (45+60+75)) applications. According to results obtained in the study, significant differences were determined between applications in terms of fibre length. The highest fibre length was obtained by applications of magnesium and boron at 45 days after sowing. In the light of the data obtained from the study, it was concluded that boron and magnesium applications in the early period (45 days after sowing) can be recommended because they cause an increase in fibre length.

**Keywords:** Boron, Zinc, Magnesium, Cotton, Fibre Technological Characteristics



## GİRİŞ

Dünyada en önemli lif bitkilerinden biri olan pamuk, lifi ile tekstil sanayiinin, tohumu ile yağ sanayiinin ve küspesi ile yem sanayiinin en önemli hammaddesini oluşturmaktadır. Türkiye’de 477.438 bin ha alanda pamuk tarımı yapılmakta ve bu alanlardan toplam 777.000 ton lif pamuk üretilmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 299.880 ha alanda pamuk ekimi yapılmakta ve 478.580 ton lif pamuk üretimi gerçekleştirilmektedir. Ülke üretiminin yaklaşık % 60’ ı bu bölgeden karşılanmaktadır (Anonim, 2023). Ancak üretilen pamuk tüketim ihtiyacını karşılayamamakta ve artan ihtiyaç ithalat yolu ile karşılanmaktadır. Tekstil gibi rekabetin yoğun olarak yaşandığı sektörlerde, firmaların varlıklarını sürdürebilmeleri, öncelikle kalite standartlarının korunması ve daha sonra bu standartların yükseltilmesi ile mümkündür. Bir kumaşın kalitesini etkileyen faktörlerin başında iplik özellikleri gelmektedir ve hatasız kumaş üretimi için kullanılan ipliklerin aynı özelliklere sahip olması gerekmektedir.

Pamukta lif kalitesi üzerine genotiple (çeşit) birlikte, sıcaklık, ışık, yağış vb. gibi birçok çevresel etkenler, erkencilik, ekim zamanı, yabancı ot yoğunluğu, zararlı yoğunluğu, hastalık durumu, bitki sıklığı, düzenli meyve tutumu, tohumluk aşaması, gübreleme, defoliant kullanımı, sulama uygulamaları, hasat koşulları ve zamanı, bitki büyüme düzenleyicileri kullanımı, depolama koşulları gibi kültürel uygulamalar etkili olmaktadır (Silvertooth,1998).

Pamuk lifinin kalitesini, altı önemli faktör belirlemektedir. Bu faktörler; lif uzunluğu, uzunluk dağılımı, lif mukavemeti, inceliği, elyaf rengi ve yabancı madde içeriğidir. Bu özelliklerden bazıları (lif uzunluğu, lif uzunluk uyumu, lif mukavemeti, lif inceliği) üzerine genotipik etki daha önemli bulunurken, bazıları (parlaklık, sarılık, yabancı madde) üzerine çevresel etki daha önemli bulunmuştur. Özellikle lif uzunluğu ve lif mukavemeti üzerine genotipik etki oldukça önemli bulunmuştur. Ancak bir pamuk örneğinde elyafın kalite özellikleri genellikle bu iki etmenin interaksyonu ile ortaya çıkmaktadır (Krieg, 2002). Bir genotipin genetik potansiyeli, optimal çevre şartlarında o çeşit için ulaşılabilir lif miktarı ve kalite seviyesi olarak açıklanmaktadır. Bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan besin elementleri makro ve mikro besin elementleri olarak adlandırılmaktadır. Makro besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg ve S), mikro besin elementleri ise (Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, B ve Cl) olup, mikro besin elementlerinin bitki gelişimi ve metabolizması için önemi makro besin elementlerinden az değildir (Karaman, 2012).

Bitkilerin besin elementleri alınımının ve gereksiniminin bitki gelişme dönemlerine göre farklılık gösterebileceği bilinmektedir. Yapılan çalışmalar çiçeklenme ile koza olgunlaşma dönemi arasındaki süreçte bitki besin elementlerine olan gereksinimin arttığını göstermektedir (Errington ve ark., 2007). Radhika ve ark. (2013), bitkilerde büyüme ve gelişme için gerekli olan temel besin elementleri olarak bor ve magnezyumun hücre metabolizması ve hücre bölünmesinde spesifik bir role sahip olduğunu, bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerine önemli katkı sağladığını bildirmişlerdir. Kamalanathan ve ark. (1965), çinko, molibden, demir, bor ve mangandan oluşan yaprak gübresini ekim yaptıktan 60 gün sonra uyguladıklarında kütlü pamuk verimi, çırçır randımanı ve lif kalitesinde artışın meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda bor gübrelemesinin B içeriğinin yeterli olduğu killi topraklarda pamuk lifi kalitesinin iyileştirilmesi açısından önemli olduğu, ancak düşük B içeriğine sahip kumlu toprakta uygulanan B gübrelemesinin lif kalitesinin artmasında önemli bir rol oynadığı, her iki durumda da uygulanan B gübrelemesinden lif kopma dayanıklılığı ve kısa lif indeksi özelliklerinin olumlu yönde etkilendiği, bor düzeyinin yeterli olmadığı kumlu topraklarda 1 kg ha<sup>-1</sup> bor gübrelemesinin lif inceliği ve lif üniformite oranını olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Cordeiro ve ark., 2024).

Bu çalışma, mikro ve makro bitki besin elementlerinden Çinko (Zn), Magnezyum (Mg) ve Bor (B)'un farklı dönemlerde yaprakтан uygulanmasının pamukta teknolojik özelliklere olan etkisini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

### MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kezer Yerleşkesinde bulunan deneme alanında 2017 yılında yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak Stoneville 468 pamuk çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada magnezyum kaynağı olarak "Ultrasol", bor kaynağı olarak "Carba Bor" ve çinko kaynağı olarak "Zinkek" kullanılmıştır.

Denemenin yürütüldüğü Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazisi düz ve düze yakın eğimlerde, derin ve orta derin topraklardan oluşmakta olup, organik madde kapsamı düşüktür. Bu alanların tuzluluk problemleri yoktur. Toprak profilleri boyunca içerdikleri yüksek oranda kil mineralleri nedeniyle kışları genişleyip şişmekte, yazları ise yüzeyden 80-90 cm derinliklere inen derin çatlaklar meydana gelmektedir. Deneme alanından ekim öncesi toprak örnekleri alınarak bazı toprak özellikleri belirlenmiştir. Belirlenen özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Deneme alanının toprak özellikleri

Tekstür	Kil	
pH	7.98	Hafif alkali
EC (mS/cm)	0.363	Tuzsuz
Kireç (%CaCO <sub>3</sub> )	13.02	Kireçli
Org.madde (%)	1.31	Düşük
N (%)	0.082	Düşük
P (ppm)	7.47	Az
K (me/100g)	0.98	Fazla
Fe (ppm)	5.70	Yeterli
Cu (ppm)	2.63	Yeterli
Zn (ppm)	0.23	Az
Mn (ppm)	6.04	Az

Kaynak: Siirt Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarı

**Tablo 1.** incelendiğinde, ekim öncesi alınan toprak örneklerinde, bünye killi, pH hafif alkali, elektriksel iletkenlik tuzsuz, kireçli, organik madde ve azot içeriği yönünden düşük, fosfor, çinko ve mangan yönünden az, demir ve bakır yönünden yeterli, potasyum kapsamı ise fazla bulunmuştur.

Uzun yıllar iklim verilerine göre yıllık; sıcaklık ortalaması 16,1 °C, en yüksek sıcaklık ortalaması 21,8 °C, en düşük sıcaklık ortalaması 11,1 °C, toplam yağış miktarı ortalaması 692,0 mm olarak gerçekleşen ilin, tespit edilen en yüksek hava sıcaklığı 46,0 °C, en düşük hava sıcaklığı ise -15,6 °C'dir (Anonim, 2017).

Denemenin yürütüldüğü 2017 yılı ile uzun yıllara ait iklim verileri Tablo 2' de verilmiştir.

**Tablo 2.** Denemenin yürütüldüğü 2017 yılı ile uzun yıllar iklim verileri

SIİRT	Yıl/Ay	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ortalama Sıcaklık (°C)	Uzun yıllar ort.	19,2	25,9	30,5	30,0	25,0	17,9
	2017	19,5	26,9	32,3	32,0	28,4	18,4
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	Uzun yıllar ort.	36,1	40,2	44,4	46,0	39,9	36,6
	2017	25,1	33,2	39,1	39,3	35,8	24,8
Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	Uzun yıllar ort.	13,5	18,9	23,3	23,1	18,7	12,7
	2017	13,9	20,0	24,8	24,5	21,5	12,6
Ortalama Nispi Nem (%)	Uzun yıllar ort.	50,1	34,1	26,6	25,7	30,9	46,5
	2017	51,7	29,5	19,0	19,0	19,1	34,6

\* Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Uzun Yıllar Ortalaması: 1929-2018

Denemenin yürütüldüğü tarla arazisi sonbaharda pullukla derin olarak ilkbaharda ise kültivatörle yüzlek olarak işlenmiş ve ekim öncesi 3 kez tapan çekilerek deneme alanı ekime hazır hale getirilmiştir. Denemede ekim işlemleri 10 Mayıs 2017 tarihinde deneme mibzeri ile yapılmıştır, ekimde her parsel 6 m uzunluğunda 4 sıradan oluşturulmuştur. Her bir parsel genişliği 2,8 m olup, bloklar arasında 2 m boşluk bırakılmıştır. Sıra arası mesafe ekim esnasında 70 cm sabit tutulmuş, sıra üzeri mesafe ise 10-15 cm olacak şekilde seyreltme yapılarak oluşturulmuştur. Deneme alanından toprak örnekleri alınarak toprak analizleri yapılmış ve bitkinin ihtiyaç duyduğu gübre miktarı zamanında verilmiştir. Ekim esnasında ihtiyaç duyulan azotun yarısı ile fosforun tamamı uygulanmış, geriye kalan azotun ikinci yarısı ise ilk sulama öncesinde uygulanmıştır. 2017 yılı yetiştirme sezonunda tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülen çalışmada kontrol uygulaması da dâhil olmak üzere aşağıda yer alan 10 farklı uygulama yapılmıştır. Kontrol uygulamasında geleneksel gübreleme (yapılan toprak analiz sonuçlarına göre pamuk bitkisinin ihtiyacı olan 16 kg da<sup>-1</sup> azot ve 8 kg da<sup>-1</sup> fosfor) uygulanmıştır. Diğer uygulamalar ise kontrole ilave olarak yapraktan sırt pülverizatörü yardımı ile uygulanmıştır.

### Uygulamalar

1. Kontrol	Geleneksel gübreleme; 16 kg da <sup>-1</sup> N, 8 kg <sup>-1</sup> da P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
2. Zn (45)	Ekimden 45 gün sonra Zn uygulaması
3. Zn (45 + 60)	Ekimden 45 ve 60. gün olmak üzere 2 kez Zn uygulaması
4. Zn (45 + 60 + 75)	Ekimden 45, 60 ve 75. gün olmak üzere 3 kez Zn uygulaması
5. B (45)	Ekimden 45 gün sonra B uygulaması
6. B (45 + 60)	Ekimden 45 ve 60. gün olmak üzere 2 kez B uygulaması
7. B (45 + 60 + 75)	Ekimden 45, 60 ve 75. gün olmak üzere 3 kez B uygulaması
8. Mg (45)	Ekimden 45 gün sonra Mg uygulaması
9. Mg (45+60)	Ekimden 45 ve 60. gün olmak üzere 2 kez Mg uygulaması
10. Mg (45+60+75)	Ekimden 45, 60 ve 75. gün olmak üzere 3 kez Mg uygulaması

Denemede tüm bakım işlemleri zamanında yapılmıştır, deneme süresince 3 kez el çapası, 2 kez makina çapası yapılmıştır. Bitki gelişim dönemi boyunca yabancı ot kontrolü ve zararlı kontrolü yapılmış, gerek duyulmadığı için ilaçlı mücadele uygulanmamıştır. Deneme damla sulama sistemi ile sulanmıştır. Sulamaya ekimden 40-45 gün sonra (taraklanma dönemi) başlanmış ve % 10 koza açma döneminde son verilmiştir.

### İncelenen özellikler

Çalışmada lif uzunluğu, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı, iplik olabilirlik indeksi (SCI), lif üniformite oranı, lif kopma uzaması, kısa lif oranı, lif olgunluk indeksi ve nem özellikleri incelenmiştir. Lif teknolojik analizleri GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü (GAPUTAEM) Lif kalite analiz laboratuvarında HVI (High Volume Instrument) cihazı yardımı ile belirlenmiştir. Hasat elle yapılmıştır. Hasatta parsellerin orta kısmında yer alan iki sıra hasat edilmiştir. Denemeden elde edilen tüm veriler, kullanılan deneme desenine uygun olarak istatistik paket program kullanılarak analiz edilmiştir. Gruplamalar LSD<sub>(0.05)</sub> e göre yapılmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

İncelenen özelliklere ilişkin elde edilen ortalama değerler Tablo 3 ve Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Lif uzunluğu, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı, iplik olabilirlik indeksi (SCI) ve lif üniformite oranı özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplamalar

Uygulamalar	Lif uzunluğu (mm)	Lif inceliği (micronaire)	Lif kopma dayanıklılığı (g / tex )	İplik olabilirlik indeksi	Uniformite oranı (%)
1. Kontrol	28,59 a-c	3,89	31,82	143,50	84,05
2. Zn (45)	28,68 a-c	3,77	32,17	145,25	83,92
3. Zn (45 + 60)	28,26 bc	3,68	31,90	146,50	84,42
4. Zn (45 + 60 +75)	28,98 ab	3,85	32,50	150,25	84,90
5. Bor (45)	29,06 a	3,89	33,80	150,50	84,12
6. Bor (45 + 60)	28,99 ab	3,76	32,87	152,50	85,02
7. Bor (45 + 60 +75)	28,06 c	3,90	30,82	135,50	83,12
8. Mg (45)	29,23a	3,76	31,65	144,00	83,72
9. Mg (45 + 60)	28,49 a-c	3,60	33,70	154,00	84,67
10. Mg (45 + 60 +75)	27,89 c	3,86	30,62	137,50	83,72
<b>Ortalama</b>	<b>28,20</b>	<b>3,79</b>	<b>31,96</b>	<b>147,44</b>	<b>83,99</b>
<b>CV (%)</b>	<b>1,88</b>	<b>10,0</b>	<b>5,99</b>	<b>6,29</b>	<b>1,16</b>
<b>LSD<sub>(0.05)</sub></b>	<b>0,79*</b>	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli değildir.

**Lif uzunluğu (mm):** Lif uzunluğu özelliğine ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplamalar, Tablo 3'te belirtilmiştir. Tablo'dan lif uzunluğu özelliği bakımından uygulamalar arasında %5 önem düzeyinde istatistiksel farklılıkların bulunduğu görülebilmektedir.

**Tablo 3'ten** uygulamalara bağlı olarak lif uzunluğuna ilişkin ortalama değerlerin, 27,89 mm ile 29,23 mm arasında değiştiği; uygulamalar arasında % 5 önem düzeyinde istatistiksel farklılıkların bulunduğu ve denemenin genel ortalamasının 28,20 mm olduğu görülmektedir. En düşük lif uzunluğu 27,89 mm ile 10 numaralı uygulamadan elde edilirken, en yüksek lif uzunluğu 29,23 mm ile 8 numaralı uygulamadan elde edilmiştir. Bu uygulamayı 5 numaralı uygulama 29,06 mm lif uzunluğu ile izlemiş ve bu iki uygulamanın aynı istatistiksel grubu paylaştıkları belirlenmiştir. Uygulamalar değerlendirildiğinde ekimden 45, 60 ve 75 gün sonra olmak üzere 3 kez yapraktan Çinko uygulanması durumunda en yüksek lif uzunluğu elde edilmiştir (28,98 mm). Bor uygulamasında ise en yüksek lif uzunluğu ekimden 45 gün sonra yapılan uygulamadan elde edilmiş (29,06 mm), 60'ıncı günde yapılan ikinci uygulamanın lif uzunluğunda azalmaya neden olmakla beraber aynı istatistiksel grupta yer aldığı belirlenmiş ancak 75. günde bir uygulama daha yapılması lif uzunluğunda azalmaya neden olmuştur. Bor uygulamasının erken dönemde 1 kez yapraktan uygulanması ile en yüksek lif uzunluğu elde

edilmiştir. Magnezyum uygulamasında ise en yüksek lif uzunluğu ekimden 45 gün sonra yapılan uygulamadan elde edilmiş (29,23 mm), 60'ıncı günde yapılan ikinci uygulamanın lif uzunluğunda azalmaya neden olmakla beraber aynı istatistiksel grupta yer almıştır, ancak 75. günde bir uygulama daha yapılması lif uzunluğunda azalmaya neden olmuştur. Magnezyum uygulamasının erken dönemde 1 kez yapraktan uygulanması ile en yüksek lif uzunluğu elde edilmiştir. Sonuç olarak erken dönemde (ekimden 45 gün sonra) yapılan bor ve magnezyum uygulamaları lif uzunluğunda artışa neden olmuş ve aynı istatistiksel grupta yer almışlardır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Durmaz (2002), Tekin (2011), Emara (2016), Rezaei ve Malakouti (2001), Sankaranarayanan ve ark. (2010), Buriro ve ark. (2016), Abid ve ark. (2007), Rajput ve ark. (2016)'nın elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir, ancak Yıldırım (2003) ile Shah ve ark. (2017)'nin elde ettiği bulgular ile örtüşmemektedir. Bu durum kullanılan materyal, deneme yerinin çevreyle ilgili koşullarından veya uygulanan kültürel önlemlerden kaynaklanmış olabilir.

**Lif inceliği (micronaire):** Lif inceliğine ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve  $LSD_{(0.05)}$  testine göre oluşan gruplamalar Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'den lif inceliği bakımından uygulamalar arasında istatistiksel önem düzeyinde bir farklılığın olmadığı izlenebilmektedir.

Lif inceliği bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak 3,60 ile 3,90 micronaire arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. En düşük değer (3,60) 9 numaralı uygulama olan Mg (45 + 60) konusundan, en yüksek değer ise 3,90 micronaire olarak Bor (45 + 60 +75) uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Durmaz (2002), Tekin (2011), Yener (2015), Rezaei ve Malakouti (2001), Sankaranarayanan ve ark. (2010), Buriro ve ark. (2016), Abid ve ark. (2007), Rajput ve ark. (2016)'nın elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir, ancak Yıldırım (2003) ile Shah ve ark. (2017) ve Emara (2016)'nın elde ettiği bulgular ile örtüşmemektedir. Bu durum kullanılan materyal, deneme yerinin çevreyle ilgili koşullarından veya uygulanan kültürel önlemlerden kaynaklanmış olabilir.

**Lif kopma dayanıklılığı ( $g\ tex^{-1}$ ):** Lif kopma dayanıklılığına ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve  $LSD_{(0.05)}$  testine göre oluşan gruplamalar Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'ten lif kopma dayanıklılığı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel önem düzeyinde bir farklılığın olmadığı izlenebilmektedir.

Lif kopma dayanıklılığı bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak 30,62 ile 33,80  $g\ tex^{-1}$  arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. En düşük değer 30,62  $g\ tex^{-1}$  ile Mg (45 + 60 +75) uygulamasından en yüksek değer ise 33,80  $g\ tex^{-1}$  olarak B (45) uygulamasından elde edildiği izlenebilmektedir. Denemenin genel ortalaması ise 31,96  $g\ tex^{-1}$  olarak elde edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Emara (2016), Sankaranarayanan ve ark., (2010)'nın elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir, ancak Durmaz (2002), Tekin (2011) ile Rajput ve ark. (2016)'nin elde ettiği bulgular ile örtüşmemektedir. Bu durum kullanılan materyal, deneme yerinin çevreyle ilgili koşullarından veya uygulanan kültürel önlemlerden kaynaklanmış olabilir.

**İplik olabilirlik indeksi (SCI):** İplik olabilirlik indeksi özelliğine ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve  $LSD_{(0.05)}$  testine göre oluşan gruplamalar Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'den iplik olabilirlik indeksi bakımından uygulamalar arasında istatistiksel önem düzeyinde bir farklılığın olmadığı izlenebilmektedir.

İplik olabilirlik indeksi bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak 135,50 ile 154,00 arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı

görülmektedir. En düşük değer 135,50 ile Bor (45 + 60 +75) uygulamasından en yüksek değer ise 154,00 Mg (45 + 60) uygulamalarından elde edildiği görülmektedir.

**Lif üniformite oranı (%):** Lif üniformite oranı özelliğine ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplamalar Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'den lif üniformite oranı özelliği yönünden uygulamalar arasında istatistiki önem düzeyinde bir farklılığın olmadığı izlenebilmektedir.

Üniformite oranı bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak %83,12 ile 85,02 arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir. En düşük değer %83,12 ile Bor (45 + 60 +75) uygulamasından, en yüksek değer ise %85,02 ile Bor (45 + 60) uygulamasından elde edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, elde ettikleri sonuçlarda üniformite yönünden istatistiksel olarak önemli farklılıklar elde ettiklerini bildiren Emara (2016), Tekin (2011), Sankaranarayanan ve ark. (2010)'nın elde ettiği bulgular ile örtüşmemektedir. Bu durum kullanılan materyal, deneme yerinin çevreyle ilgili koşullarından veya uygulanan kültürel önlemlerden kaynaklanmış olabilir.

**Tablo 4.** Lif kopma uzaması, kısa lif indeksi, lif olgunluk değeri ve nem içeriği özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplamalar

Uygulamalar	Lif kopma uzaması (%)	Kısa lif indeksi (%)	Olgunluk değerleri (%)	Nem(%)
1. Kontrol	6,65	6,05	0,85	7,65
2. Zn (45)	6,70	5,97	0,84	7,90
3. Zn (45 + 60)	6,85	5,60	0,84	7,85
4. Zn (45 + 60 +75)	6,92	5,62	0,84	7,97
5. Bor (45)	7,02	5,72	0,84	7,77
6. Bor (45 + 60)	6,85	5,62	0,84	7,82
7. Bor (45 + 60 +75)	6,57	6,87	0,85	7,82
8. Mg (45)	6,65	5,75	0,84	7,70
9. Mg (45 + 60)	6,60	5,87	0,84	7,82
10. Mg (45 + 60 +75)	6,55	5,75	0,85	7,77
<b>Ortalama</b>	<b>6,62</b>	<b>5,91</b>	<b>0,84</b>	<b>7,80</b>
<b>CV (%)</b>	<b>4,45</b>	<b>12,92</b>	<b>1,07</b>	<b>2,68</b>
<b>LSD<sub>(0.05)</sub></b>	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli değildir.

**Lif kopma uzaması (%):** Lif kopma uzaması özelliğine ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplamalar Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'den lif kopma uzaması özelliği yönünden uygulamalar arasında istatistiki önem düzeyinde bir farklılığın olmadığı izlenebilmektedir.

Lif kopma uzaması bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak %6,55 ile 7,02 arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir. En düşük değer %6,55 en yüksek değer ise % 7,02 olarak elde edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Sankaranarayanan ve ark., (2010)'nın elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir.

**Kısa lif indeksi (%):** Kısa lif indeksi özelliğine ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplamalar Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'den kısa lif indeksi özelliği yönünden uygulamalar arasında istatistiki önem düzeyinde bir farklılığın olmadığı izlenebilmektedir.

Kısa lif indeksi bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak %5,60 ile 6,87 arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir. En düşük değer %5,60, en yüksek değer ise %6,87olarak elde edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Tekin (2011)'in elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir.

**Lif olgunluk değeri (%):** Lif olgunluk değeri özelliğine ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve  $LSD_{(0.05)}$  testine göre oluşan gruplamalar Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'den lif olgunluk değeri özelliği yönünden uygulamalar arasında istatistiki önem düzeyinde bir farklılığın olmadığı izlenebilmektedir. Olgunluk değerleri bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak % 84 ile 85 arasında değiştiği tüm uygulamaların istenen aralıklarda olduğu izlenebilmektedir.

**Nem (%):** Nem özelliğine ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve  $LSD_{(0.05)}$  testine göre oluşan gruplamalar Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'den nem özelliği yönünden uygulamalar arasında istatistiki önem düzeyinde bir farklılığın olmadığı izlenebilmektedir. Nem değerleri bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak % 7,70 ile 7,90 arasında değiştiği görülmektedir.

## **SONUÇLAR**

Çalışmanın sonucunda lif uzunluğu özelliği bakımından uygulamalar arasında %1 önem düzeyinde istatistiksel farklılıklar elde edilmiştir. En yüksek lif uzunluğu Mg'un ekimden sonra 45 günde uygulanması ile elde edilmiştir, bu uygulamayı borun ekimden sonra 45. günde uygulanması takip etmiştir. İncelen diğer lif kalite özelliklerinde uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

## **ÖNERİLER**

Ekimden sonra 45'inci günde gerçekleştirilen bor ve magnezyum uygulamaları lif uzunluğu özelliğinde önemli bir artışa neden olmuştur. İncelenen diğer teknolojik özelliklerde de uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamasına rağmen bor'un 45. günde yapılan uygulamalarında daha yüksek değerler elde edilmiştir. Lif kalite özelliklerinden lif uzunluğu tekstil sektörünü ve iplik üretim süreçlerini yakından ilgilendirmektedir. Bu nedenle yapılacak araştırmalarda ekimden 45 gün sonra veya taraklanma döneminde bor ve magnezyum uygulaması dikkate alınmalıdır. Araştırma sonuçları bir yıllık verileri kapsamakta, bu tür çalışmaların en az iki yıl yürütüldükten sonra önerilerin sunulmasının daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir.

## **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Proje numarası 2018-SİÜFEB-13.

## KAYNAKLAR

- Abid, M., Ahmad, N., Ali, A., Chaudhry, M. A., Hussain, J., 2007. Influence of soil-applied boron on yield, fiber quality and leaf boron contents of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 3(1), 7-10.
- Anonim, 2023. Bitkisel üretim verileri İstatistikleri. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. [Ziyaret Tarihi, 01 Temmuz 2024].
- Anonim, 2018. 2017 Yılı Pamuk Raporu. T.C. Gümrük Ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. <http://koop.gtb.gov.tr/data/5ad06c80ddee7dd8b423eb24/2017%20Pamuk%20Raporu.pdf>
- Buriro, M., Soomro, S., Buriro, G. B., Jogi, Q., Kandhro, M. N., Rais, N., 2016. Effect of foliar applied boron, zinc and urea on growth and yield of cotton, *Science International*, Lahore, 28(4), 4113-4117.
- Cordeiro, L. F. D. S., Malenowtch, J. V. C., Cordeiro, C. F. D. S., Detoni Filho, J. A. C., Furlani Júnior, E., & Ferrari, S. (2024). Improving cotton yield and fiber quality in different tropical soils with boron fertilization. *Agronomy Journal*, 116, 1540–1550. <https://doi.org/10.1002/agj2.21553>
- Durmaz, M., 2002. Farklı Dozlardaki Mg Uygulamalarının Pamuk Bitkisinde Verim ve Kaliteye Etkisi. Yüksek lisans tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 48 s.
- Emara, A. A., 2016. Influence of potassium fertilization and spraying of zinc and manganese on cotton growth and productivity, *Journal of Plant Production*, Mansoura University, Giza, Egypt, 7 (10), 1115 – 1125.
- Errington, M. & Campbell, Lindsay & Rochester, I. & Tan, Daniel. (2007). Efficacy of foliar fertilisation in cotton. Conference: Fourth World Cotton Research Conference At: Lubbock, Texas Volume: p1686-1696. (Erişim Tarihi 17.07.2024)
- Kamalanathan S, SS Narayamin, PV Marappan 1965. The effect of micronutrients on yield and quality of MCU 3 cotton. *Madras Agri J.*:255-258.
- Karaman, M. R., 2012. Bitki Besleme (1. Baskı), Ankara, Dumat ofset, Matbaacılık San.Tic.Ltd.Şti.
- Krieg, D.R. 2002. Fiber quality genetic and environmental affectors. Texas Tech University Lubbock, Texas. [[www.cottoninc.com/2002\\_Conference\\_Presentations\\_Fiber\\_Quality\\_Genetics](http://www.cottoninc.com/2002_Conference_Presentations_Fiber_Quality_Genetics)], (Erişim Tarihi:15.07.2024).
- Radhika, K., Hemalatha, S., Maragatham, S., & Praveena, S. (2013). Effect of foliar application of micronutrients on the yield components of rice and soil available micronutrients status. *Asian Journal of Soil Science*, 8(2), 419–421
- Rajput S, Rana DS and Choudhary AK. 2016. Influence of diverse crop management practices on weed suppression, crop and water productivity and nutrient dynamics in Bt-cotton (*Gossypium hirsutum*) based intercropping systems in a semi-arid Indo Gangetic plains. *Indian Journal of Agricultural Science* 86 (12): 1637–164.
- Rezaei, H. and Malakouti, M. J., 2001. Critical levels of iron, zinc and boron for cotton in varaminregion. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2001 (3), 147-153.
- Sankaranarayanan, K., Praharaj, C.S., Nalayini, P., Bandyopadhyay, K.K., Gopalakrishnan, N., 2010. Effect of magnesium, zinc, iron and boron application on yield and quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 80 (8), 699–703.



- Shah, J. A., Sial, M. A., Abbas, M., 2017. Disparity in growth, yield and fiber quality of cotton genotypes grown under deficient and adequate levels of boron. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences*, 33 (2), 163-176.
- Silvertooth JC, Norton ER, Brown PW (1998) Evaluation of Planting Date Effects on Crop Growth and Yield for UPLAND and Pima Cotton, 1997. *Cotton Report*, 1998. <https://repository.arizona.edu/handle/10150/197036> (Erişim tarihi: 18.07.2024)
- Tekin, B., 2011. Pamukta potasyum ve çinko uygulamalarının fotosentez oranı ile lif, yağ verimi ve kalitesine etkilerinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 76 s.
- Yener, T., 2015. İkinci ürün pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) tarımında kullanılan yaprak gübrelerinin verim, verim komponentleri ve lif kalite özellikleri üzerine etkisi, Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 62 s.
- Yıldırım, A., 2003. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L. ) yaprağa bor uygulamalarının verim ve lif kalitesine etkisi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 49

**ÇİNKO, MAGNEZYUM VE BOR UYGULAMALARININ PAMUKTA (*Gossypium  
hirsutum* L.) VERİM VE VERİM UNSURLARI ÜZERİNE ETKİSİ (I)**

**Zir. Yük. Müh. Necmettin TAŞKIRAN (ORCID:0000-0002-0827-0211)**

Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri ABD

**Email:** necmettintaskran@gmail.com

**Prof. Dr. Çetin KARADEMİR\*(ORCID:0000-0002-6370-2427)**

Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Email:** cetinkarademir@siirt.edu.tr

**ÖZET**

Bu çalışma farklı çinko, bor ve magnezyum uygulama yöntemlerinin pamukta verim ve verim unsurları üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma 2017 yılında Siirt Üniversitesi deneme alanında tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüş ve denemede materyal olarak Stoneville 468 pamuk çeşidi ile %11 bor, % 9 çinko ve %16 magnezyum sülfat gübresi kullanılmıştır. Çalışmada her bir konu için ekimden 45, 60 ve 75 gün sonra olmak üzere 3 kez uygulama yapılmıştır. Denemede 10 farklı uygulama (Kontrol, Zn 45, Zn (45+60), Zn (45+60+75), Bor 45, Bor (45+60), Bor (45+60+75), Mg 45, Mg (45+60), Mg (45+60+75) ) yer almıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre kütlü pamuk verimi, lif verimi, çırçır randımanı ve bitkide koza sayısı yönünden uygulamalar arasında önemli istatistiksel farklılıklar elde edilmiştir. Kütlü pamuk verimi ve lif verimi bakımından en yüksek değerler Zn (45+60) döneminde çinko uygulamasından elde edilmekle birlikte, Bor (45) ve Zn (45+60+75) uygulamaları da Zn (45+60) uygulaması ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Bu bilgiler ışığında, 45+60'ıncı günlerde olmak üzere 2 kez çinko uygulamasının en yüksek verimi sağladığı ve bu uygulamanın verimi artırmak amacıyla önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bor, Çinko, Magnezyum, Pamuk, Verim, Verim Unsurları

**EFFECT OF ZINC, MAGNESIUM AND BORON APPLICATION ON COTTON  
(*Gossypium hirsutum* L.) YIELD AND YIELD COMPONENTS (I)**

**Abstract**

This study was carried out to determine the effect of different Zinc (Zn), Boron (B) and Magnesium (Mg) applications on yield and yield components of cotton. The study was carried out as the Randomized Complete Blocks Design with four replication under Siirt ecological conditions at 2017. In the study, Stoneville 468 cotton variety and 9% zinc, 11% boron, 16% magnesium sulphate fertilizers were used as materials. In the study totally three applications were performed for each plant nutrient as 45, 60 and 75 days after sowing. The study included 10 different (control, Zn 45, Zn (45+60), Zn (45+60+75), B 45, B (45+60), B (45+60+75), Mg 45, Mg (45+60), Mg (45+60+75)) applications. According to results obtained in the study, significant differences were determined between applications in terms of seed cotton yield, fiber yield, ginning percentage and number of bolls. The highest values in terms of seed cotton yield and fiber yield were obtained from foliar application in Zn (45+60) period. B (45) and Zn (45+60+75) applications were also in the same statistical group as Zn (45+60) applications. As a result of the study, it was concluded that the application of foliar Zn as two times in 45 and 60 days after sowing provided a significant increase in seed cotton yield, therefore it may be recommended for high yielding.

**Keywords:** Boron, Zinc, Magnesium, Cotton, Yield, Yield Components

## GİRİŞ

Pamuk kullanım alanları ile insanlık açısından vazgeçilmez kültür bitkileri arasında yer almaktadır. Ayrıca, yarattığı katma değer ve istihdam olanakları nedeniyle de dünya çapında ekonomik bir önem taşımaktadır (Anonim, 2018). Dünyada meydana gelen nüfus artışı ve ihtiyaçların artması beraberinde pamuk bitkisine olan talebi de artırmaktadır. Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.), çırçır sanayisi, lifi ve tekstil sanayisi, yağ ve yem sanayisi ile linteri ve kâğıt sanayisi gibi endüstri dallarının hammaddesi olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca, pamuk çiğidinden elde edilen yağ biyo-dizel üretiminde hammadde olarak kullanılabilir. Bu nedenle pamuk yağı petrole alternatif kültür bitkileri arasındadır. Türkiye’de 477.438 bin ha alanda pamuk tarımı yapılmakta ve bu alanlardan toplam 777.000 ton lif pamuk üretilmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 299.880 ha alanda pamuk ekimi yapılmakta ve 478.580 ton lif pamuk üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2023). Ancak üretilen pamuk tüketim ihtiyacını karşılayamamakta ve artan ihtiyaç ithalat yolu ile karşılanmaktadır. Bu ithalatı azaltmanın en etkili yolu verimliliği arttırmaktır. Pamuk tarımında artan girdi maliyetleri, pamuk tarımının ihtiyaç duyduğu yoğun iş gücü gibi sebeplerle diğer bölgelerde alternatif ürünlere bir yöneliş görülmesine rağmen (Candemir ve ark., 2017) Güneydoğu Anadolu Bölgesi için halen önemli bir tarım ürünü olarak varlığını korumaktadır.

Tarım yoğunlaştıkça ve besin elementi eksikliğinin ciddiyeti ve miktarı arttıkça besin elementleri arasındaki etkileşimlerin önemi de artmaktadır. Türk tarımı çoklu besin elementi eksikliği safhasına girmiş bulunmaktadır (Karaman, 2012). Bitkisel üretimde sulama, gübre kullanımı, tohum ıslahı, ekim sıklığı, makine kullanımı, zirai mücadele, toprak bakımı, toprak analizi, bitkinin genetik yapısı ve çevre koşulları ürün miktarını etkileyen unsurlardır. Bitki beslemede makro bitki besin elementlerinin yanı sıra mikro besin elementlerinin de önemi oldukça fazladır. Bu besin elementlerinden özellikle magnezyum, çinko, demir, kükürt, bakır, kalsiyum, bor vb. bitkisel üretimde önemli verim artışları sağlayabilmektedir. Gübrelemede başarının en önemli şartı, kuşkusuz gübreleme ile bitkinin tüm gelişim periyodu boyunca beslenme ihtiyacını karşılayabilmek ve bunu sağlarken çevre ve insan sağlığını dikkate alarak dengeli ve bilinçli bir gübreleme yapabilmektedir.

Mikro besin elementlerinin bitki gelişimi ve metabolizması için önemi, makro besin elementlerinden daha az değildir. Nitekim hangi besin elementi olursa olsun, ortamda yeterli miktarda bulunmaması durumunda bitki gelişimini tamamlayamamaktadır (Karaman, 2012). Aşırı noksanlık durumunda ise bitki gelişimi tamamen durmakta ve önemli verim kayıpları ortaya çıkmaktadır. Önemli mikro besin elementlerinden olan Bor (B) evrensel olarak pamuk üretiminde en önemli mikro besin elementi olarak tanınmıştır. Bitkinin tüm büyüme dönemleri için önemli iken, pamukta özellikle çiçeklenme ve koza gelişim dönemlerinde daha fazla önem kazanmaktadır (Şimşek, 2006). Bitki hücre oluşumunda azot ve karbonhidratların proteine dönüştürülmesinde, büyüme ve meyvelenmede (tarak, çiçek ve koza tutumu) oldukça önemli rol oynamaktadır (Şimşek, 2006). Pamukta tüm bitki büyümesi için gerekli olup, şeker ve besin elementlerinin yapraklardan kozaya taşınmasına yardımcı olmanın yanı sıra tozlanma ile tohum gelişmesini arttırmaktadır (Şimşek, 2006). Ahmad ve ark. (2019) pamukta Bor uygulaması ile ilgili olarak yürüttükleri çalışmalarında, Bor’un üç farklı seviyesini (0, 0.75 ve 1.50 kg B ha<sup>-1</sup>) hem toprağa hem de toprak + yapraktan uygulamışlardır. Yapraktan yapılan uygulamalar ekimden sonra 30, 60 ve 90 gün olmak üzere uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre toprak ve yaprağa 1,50 kg ha<sup>-1</sup> uygulamasının bitki büyüme oranı ve net asimilasyon oranını sırasıyla %15 ve %31 oranında artırdığını bildirmişlerdir. Bor uygulamasından sonra bitkide koza sayısı, koza ağırlığı ve sonuçta verimde %16’lık bir artışın gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Yine önemli mikro besin elementleri arasında yer alan Magnezyum (Mg) ve Çinko (Zn) pamuk yetiştiriciliğinde önemli verim artışları sağlamaktadırlar. Magnezyum (Mg), karbonhidrat metabolizması ile ilgili birçok enzim sistemlerinin de aktivasyonu için bitki yetiştirme ortamında bulunması zorunlu olan bir elementtir (Durmaz, 2002). Bitkilerde azot metabolizması ile ilgili olarak rol oynamakla birlikte klorofil molekülünün bileşimine giren ve fotosentez yapan hücrelerin % 6,7'sini oluşturan magnezyum, bitkilerin fotosentez olayında çok önemli bir rol oynamaktadır (Durmaz, 2002). Bitkide yeterli düzeyde olmadığında, bitkinin fotosentez yapma gücünü olumsuz yönde etkileyerek doğrudan verim kayıplarına yol açmaktadır.

Kajana (2020), Magnezyum sülfat (MgSO<sub>4</sub>), magnezyum oksit (MgO) ve magnezyum oksit nanoparçacıkları (nMgO) gibi farklı magnezyum (Mg) gübre kaynaklarının pamuk büyümesi ve gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmak için kontrollü koşullarda 20, 40, 60, 80 ve 100 ppm dozları ile yürüttükleri çalışmada, 60 ppm 50 nm MgO nano parçacıklarının yapraklardan uygulanmasının, bitki başına açan koza sayısını, tek bitki verimini ve kütlü pamuk verimini (1729 kg/ha) önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir. Çinko (Zn) ise, Türkiye topraklarında seviyesi düşük olan bir mikro besin elementidir. Bitki kök gelişimine olumlu etkide bulunmaktadır. Eksikliğinde önemli verim kayıplarına yol açmaktadır. Ahmed ve ark. (2019) pamukta beş farklı çinko dozu (0, 5, 7.5, 10 ve 12.5 kg Z ha<sup>-1</sup>) ile yürüttükleri çalışmada pamuğun biyolojik veriminin artan çinko dozu ile arttığını, çinko dozunun artması ile bitkide N, K, B ve Zn içerikleri değerlerinin de arttığını, P, Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn içeriğinin azaldığını, çinko uygulaması ile makro besin elementlerinin birikimi ile pamuk veriminin arttığını, sulanan koşullarda biyolojik verim ve bitkideki besin elementleri kompozisyonunun çinko uygulamasından önemli derecede etkilendiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışma, diğer bitkilerde olduğu gibi pamuk veriminde de önemli etkileri olan mikro ve makro bitki besin elementlerinden Çinko (Zn), Magnezyum (Mg) ve Bor (B)'un farklı dönemlerde yapraklardan uygulanmasının pamukta verim ve verim unsurları üzerine olan etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kezer Yerleşkesinde bulunan deneme alanında 2017 yılında yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak Stoneville 468 pamuk çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada magnezyum kaynağı olarak "Ultrasol", bor kaynağı olarak "Carba Bor" ve çinko kaynağı olarak "Zinkek" kullanılmıştır.

Denemenin yürütüldüğü Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazisi düz ve düze yakın eğimlerde, derin ve orta derin topraklardan oluşmakta olup, organik madde kapsamları düşüktür. Bu alanların tuzluluk problemleri yoktur. Toprak profilleri boyunca içerdikleri yüksek oranda kil mineralleri nedeniyle kışları genişleyip şişmekte, yazları ise yüzeyden 80-90 cm derinliklere inen derin çatlaklar meydana gelmektedir. Deneme alanından ekim öncesi toprak örnekleri alınarak bazı toprak özellikleri belirlenmiştir. Belirlenen özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 3.** Deneme alanının toprak özellikleri

Tekstür	Kil	
pH	7.98	Hafif alkali
EC (mS/cm)	0.363	Tuzsuz
Kireç (%CaCO <sub>3</sub> )	13.02	Kireçli
Org.madde (%)	1.31	Düşük
N (%)	0.082	Düşük
P (ppm)	7.47	Az
K (me/100g)	0.98	Fazla
Fe (ppm)	5.70	Yeterli
Cu (ppm)	2.63	Yeterli
Zn (ppm)	0.23	Az
Mn (ppm)	6.04	Az

Kaynak: Siirt Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarı

**Tablo 1.** incelendiğinde, ekim öncesi alınan toprak örneklerinde, bünyenin killi, pH hafif alkali, elektriksel iletkenlik tuzsuz, kireçli, organik madde ve azot içeriği yönünden düşük, fosfor, çinko ve mangan yönünden az, demir ve bakır yönünden yeterli, potasyum kapsamları ise fazla bulunmuştur.

Uzun yıllar iklim verilerine göre yıllık; sıcaklık ortalaması 16,1 °C, en yüksek sıcaklık ortalaması 21,8 °C, en düşük sıcaklık ortalaması 11,1 °C, toplam yağış miktarı ortalaması 692,0 mm olarak gerçekleşen ilin, tespit edilen en yüksek hava sıcaklığı 46,0 °C, en düşük hava sıcaklığı ise -15,6 °C'dir (Anonim, 2017).

Denemenin yürütüldüğü 2017 yılı ile uzun yıllara ait iklim verileri Tablo 2' de verilmiştir.

**Tablo 4.** Denemenin yürütüldüğü 2017 yılı ile uzun yıllar iklim verileri

SiİRT	Yıl/Ay	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ortalama Sıcaklık (°C)	Uzun yıllar ort.	19,2	25,9	30,5	30,0	25,0	17,9
	2017	19,5	26,9	32,3	32,0	28,4	18,4
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	Uzun yıllar ort.	36,1	40,2	44,4	46,0	39,9	36,6
	2017	25,1	33,2	39,1	39,3	35,8	24,8
Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	Uzun yıllar ort.	13,5	18,9	23,3	23,1	18,7	12,7
	2017	13,9	20,0	24,8	24,5	21,5	12,6
Ortalama Nispi Nem (%)	Uzun yıllar ort.	50,1	34,1	26,6	25,7	30,9	46,5
	2017	51,7	29,5	19,0	19,0	19,1	34,6

\* Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Uzun Yıllar Ortalaması: 1929-2018

Denemenin yürütüldüğü tarla arazisi sonbaharda pullukla derin olarak ilkbaharda ise kültivatörle yüzlek olarak işlenmiş ve ekim öncesi 3 kez tapan çekilerek deneme alanı ekime hazır hale getirilmiştir. Denemede ekim işlemleri 10 Mayıs 2017 tarihinde deneme mibzeri ile yapılmıştır, ekimde her parsel 6 m uzunluğunda 4 sıradan oluşturulmuştur. Her bir parsel genişliği 2,8 m olup, bloklar arasında 2 m boşluk bırakılmıştır. Sıra arası mesafe ekim esnasında 70 cm sabit tutulmuş, sıra üzeri mesafe ise 10-15 cm olacak şekilde seyreltme yapılarak oluşturulmuştur. Deneme alanından toprak örnekleri alınarak toprak analizleri yapılmış ve bitkinin ihtiyaç duyduğu gübre miktarı zamanında verilmiştir. Ekim esnasında ihtiyaç duyulan azotun yarısı ile fosforun tamamı uygulanmış, geriye kalan azotun ikinci yarısı

ise ilk sulama öncesinde uygulanmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüş ve çalışmada kontrol uygulaması da dâhil olmak üzere 10 farklı uygulama yer almıştır. Kontrol uygulamasında geleneksel gübreleme (yapılan toprak analiz sonuçlarına göre pamuk bitkisinin ihtiyacı olan 16 kg da<sup>-1</sup> azot ve 8 kg da<sup>-1</sup> fosfor) uygulanmış, diğer uygulamalarda ise kontrole uygulanan gübreye ilave olarak aşağıda belirtilen uygulamalar yaprakdan sırt pülverizatörü yardımı ile parsellere verilmiştir.

### Uygulamalar

1. Kontrol	Geleneksel gübreleme; 16 kg da <sup>-1</sup> N, 8 kg <sup>-1</sup> da P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
2. Zn (45)	Ekimden 45 gün sonra Zn uygulaması
3. Zn (45 + 60)	Ekimden 45 ve 60. gün olmak üzere 2 kez Zn uygulaması
4. Zn (45 + 60 + 75)	Ekimden 45, 60 ve 75. gün olmak üzere 3 kez Zn uygulaması
5. B (45)	Ekimden 45 gün sonra B uygulaması
6. B (45 + 60)	Ekimden 45 ve 60. gün olmak üzere 2 kez B uygulaması
7. B (45 + 60 + 75)	Ekimden 45, 60 ve 75. gün olmak üzere 3 kez B uygulaması
8. Mg (45)	Ekimden 45 gün sonra Mg uygulaması
9. Mg (45+60)	Ekimden 45 ve 60. gün olmak üzere 2 kez Mg uygulaması
10. Mg (45+60+75)	Ekimden 45, 60 ve 75. gün olmak üzere 3 kez Mg uygulaması

Denemede tüm bakım işlemleri zamanında yapılmıştır, deneme süresince 3 kez el çapası, 2 kez makina çapası yapılmıştır. Bitki gelişim dönemi boyunca yabancı ot kontrolü ve zararlı kontrolü yapılmış, gerek duyulmadığı için ilaçlı mücadele uygulanmamıştır. Deneme damla sulama sistemi ile sulanmıştır. Sulamaya ekimden 40-45 gün sonra (taraklanma dönemi) başlanmış ve % 10 koza açma döneminde son verilmiştir.

### İncelenen özellikler

Çalışmada kütlü pamuk verimi, lif pamuk verimi, çırçır randımanı, ilk el kütlü oranı, çiçeklenme gün sayısı, koza açma gün sayısı, bitki boyu, ilk meyve dalı boğum sayısı, odun dalı sayısı, meyve dalı sayısı ve koza sayısı özellikleri incelenmiştir. İncelenen bitkisel özellikler her parselden tesadüfi olarak seçilen 10'ar bitkide sayımlar yapıldıktan sonra ortalamaları alınarak hesaplanmıştır. Kütlü pamuk verimi ile lif verimi her parselden elde edilen ürün tartılarak parsel veriminin kg/da' a oranlanması ile elde edilmiştir. Hasat elle yapılmıştır. Hasatta parsellerin orta kısmında yer alan iki sıra hasat edilmiştir. Denemeden elde edilen tüm veriler, kullanılan deneme desenine uygun olarak istatistik paket program kullanılarak analiz edilmiştir. Gruplamalar LSD<sub>(0.05)</sub> e göre yapılmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

İncelenen özelliklere ilişkin elde edilen ortalama değerler Tablo 3 ve Tablo 4'te verilmiştir.

**Kütlü pamuk verimi (kg/da):** Kütlü pamuk verimine ait ortalama değerler ve LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplamalar, Tablo 3'te belirtilmiştir. Tablo 3'ten uygulamalara bağlı olarak kütlü pamuk verimine ilişkin ortalama değerlerin, 377,58 ile 546,36 kg/da arasında değiştiği; uygulamalar arasında % 1 önem düzeyinde istatistiki farklılıkların bulunduğu ve denemenin genel ortalamasının 479,60 kg/da olduğu görülmektedir. En düşük kütlü pamuk verimi 377,58 kg/da ile 10 numaralı uygulamadan elde edilirken, en yüksek kütlü pamuk verimi 546,36 kg/da ile 3 numaralı uygulamadan elde edilmiştir. Bu uygulamayı 5 numaralı uygulama 506,69 kg/da verim ile izlemiş ve bu iki uygulamanın aynı istatistiki grubu paylaştıkları belirlenmiştir. Uygulamalar değerlendirildiğinde ekimden 45 ve 60 gün sonra olmak üzere 2 kez yaprakdan çinko uygulanması durumunda en yüksek kütlü pamuk verimi elde edilmiştir. Çinko'nun

75'inci günde 3.kez uygulanması verimde azalmalara neden olmuştur. Bor uygulamasında ise en yüksek verim ekimden 45 gün sonra yapılan uygulamadan elde edilmiş, 60'ıncı günde yapılan ikinci uygulamanın verimde azalmaya, 75'inci günde yapılan 3.uygulamanın verimi tekrar yükselttiği izlenebilmektedir. Bor uygulamasının erken dönemde 1 kez yapraktan uygulanması ile en yüksek kütlü pamuk verimi elde edilmiş ve verim yönünden çinko uygulamasından elde edilen en yüksek verim ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Magnezyum uygulaması ve kütlü pamuk verimi incelendiğinde erken dönemde (ekimden 45 gün sonra) yapraktan uygulanan Magnezyum'dan en yüksek verim elde edilmiş ilave yapılan her uygulama verimde azalmalara yol açmıştır. Bu neden ile pamukta Magnezyum uygulanacak ise taraklanma başlangıcında uygulanan Magnezyumdan en yüksek verimin elde edildiği söylenebilir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Anderson ve Boswell (1968), Keogh ve Maples (1969), Shi ve Yu (1987), Mozafar (1993), Dong (1995), Mullins (1999), Rezaei ve Malakouti (2001), Durmaz (2002), Şimşek (2006), Kaptan (2013), Çevik ve Tarı (2019), Constable ve ark. (1988), Reddy ve ark. (1996), Abid ve ark. (2007), Sankaranarayanan ve ark. (2010), Ali ve ark. (2011), Yaseen ve ark. (2013), Singh ve ark. (2015), Basavanneppa ve ark. (2016), Saleem ve ark. (2016), Shah ve ark. (2017), Ahmed ve ark. (2019), Ahmad ve ark. (2019)'in elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir, ancak Murphy ve Lancaster (1971), Yıldırım (2003) ve Yarpuz (2008)'in elde ettiği bulgular ile örtüşmemektedir. Bu durum kullanılan materyal, deneme yerinin çevreyle ilgili koşullarından veya uygulanan kültürel uygulamalardan kaynaklanmış olabilir.

**Tablo 3.** Kütlü pamuk verimi, lif verimi, çırçır randımanı, ilk el kütlü oranı, ilk çiçek açma gün sayısı ve ilk koza açma gün sayısı özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplamalar

Uygulamalar	Kütlü Pamuk Verimi (Kg da <sup>-1</sup> )	Lif Verimi (Kg da <sup>-1</sup> )	Çırçır Randımanı (%)	İlk el kütlü oranı (%)	İlk çiçek açma gün sayısı (Gün)	İlk koza açma gün sayısı (Gün)
1. Kontrol	466,84 bc	198,45bc	42,50 cd	92,44	79,00	118,00
2. Zn (45)	447,97 cd	189,78 cd	42,35 cd	90,64	79,00	118,00
3. Zn (45 + 60)	546,36 a	242,72 a	44,42 a	89,80	81,50	120,50
4. Zn (45 + 60 +75)	494,37 b	205,00 bc	41,47 e	89,28	81,50	120,50
5. Bor (45)	506,69 ab	215,28 b	42,50 cd	87,24	79,00	118,00
6. Bor (45 + 60)	409,40 -f	175,12 de	42,77 c	90,38	79,00	118,00
7. Bor (45 + 60 +75)	448,60 cd	194,90 c	43,45 b	85,83	81,50	120,50
8. Mg (45)	444,58 c-e	193,34 c	43,50 b	88,42	81,50	120,50
9. Mg (45 + 60)	402,70 ef	170,42 e	42,32 cd	92,46	81,50	120,50
10. Mg (45 + 60 +75)	377,58 f	159,00 e	42,12 d	88,40	81,50	120,50
<b>Ortalama</b>	<b>479,60</b>	<b>169,91</b>	<b>42,67</b>	<b>88,35</b>	<b>80,50</b>	<b>119,50</b>
<b>CV (%)</b>	<b>6,37</b>	<b>6,25</b>	<b>0,95</b>	<b>5,28</b>	<b>3,95</b>	<b>2,65</b>
<b>LSD<sub>(0,05)</sub></b>	<b>42**</b>	<b>17,61**</b>	<b>0,59**</b>	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli değildir.

**Lif pamuk verimi (kg/da):** Lif pamuk verimine ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplamalar Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'den lif pamuk verimi açısından uygulamalar arasında %1 önem düzeyinde istatistiksel farklılıkların bulunduğu, lif pamuk verimine ilişkin ortalama değerlerin, 159,00 ile 242,72 kg/da arasında değiştiği ve denemenin genel ortalamasının 169,91 kg/da olduğu görülmektedir. En düşük lif pamuk verimi 159,00 kg/da ile 10 numaralı uygulamadan elde edilirken, en yüksek lif pamuk verimi 242,72 kg/da ile 3 numaralı uygulamadan elde edilmiştir. Bu uygulamayı borun ekimden 45 gün sonra



uygulandığı 5 numaralı uygulama 215,28 kg/da verim ile izlemiş ve 2. grupta yer almıştır. Uygulamalar değerlendirildiğinde ekimden 45 ve 60 gün sonra olmak üzere 2 kez yapraktan çinko uygulanması durumunda en yüksek lif pamuk verimi elde edilmiştir. Çinko'nun 75'inci günde 3. kez uygulanması lif veriminde azalmalara neden olmuştur. Bor uygulamasında ise en yüksek lif verimi ekimden 45 gün sonra yapılan uygulamadan elde edilmiş, 60'inci günde yapılan ikinci uygulamanın verimde azalmaya, 75'inci günde yapılan 3. uygulamanın verimi tekrar yükselttiği izlenebilmektedir. Bor uygulamasının erken dönemde 1 kez yapraktan uygulanması ile en yüksek lif pamuk verimi elde edilmiş ve verim yönünden Çinko uygulamasından elde edilen en yüksek verimden sonra 2. grupta yer almıştır. Magnezyum uygulaması ve lif pamuk verimi incelendiğinde erken dönemde (ekimden 45 gün sonra) yapraktan uygulanan Magnezyum'dan en yüksek lif verimi elde edilmiş ilave yapılan her uygulama verimde azalmalara yol açmıştır. Bu neden ile pamukta Magnezyum uygulanacak ise taraklanma başlangıcında uygulanan magnezyumdan en yüksek verimin elde edildiği söylenebilir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Anderson ve Boswell (1968), Keogh ve Maples (1969), Shi ve Yu (1987), Mozafar (1993), Dong (1995), Mullins (1999), Rezaei ve Malakouti (2001), Durmaz (2002), Şimşek (2006), Kaptan (2013), Çevik ve Tarı (2019), Constable ve ark. (1988), Reddy ve ark. (1996), Abid ve ark. (2007), Sankaranarayanan ve ark. (2010), Ali ve ark. (2011), Yaseen ve ark. (2013), Singh ve ark. (2015), Basavanneppa ve ark. (2016), Saleem ve ark. (2016), Shah ve ark. (2017), Ahmed ve ark. (2019), Ahmad ve ark. (2019)'in elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir, ancak Murphy ve Lancaster (1971), Yıldırım (2003) ve Yarpuz (2008)'in elde ettiği bulgular ile örtüşmemektedir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar ile literatür sonuçlarının uyumlu olmamasının nedeni kullanılan materyal, araştırmaların yürütüldükleri çevre ile ilgili olumlu veya olumsuz koşullar veya uygulanan kültürel önlemlerden kaynaklanmış olabilir.

**Çırcır randımanı (%):**Çırcır randımanına ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplamalar, Tablo 3'te belirtilmiştir. Tablo 3'te çırcır randımanı bakımından uygulamalar arasında % 1 önem düzeyinde istatistiki farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir.

Tablo 3'ten uygulamalara bağlı olarak çırcır randımanına ilişkin ortalama değerlerin, %41,47 ile 44,42 arasında değiştiği; uygulamalar arasında % 1 önem düzeyinde istatistiki farklılıkların bulunduğu ve denemenin genel ortalamasının % 42,67 olduğu görülmektedir. En düşük çırcır randımanı %41,47 ile 4 numaralı uygulamadan elde edilirken, en yüksek çırcır randımanı %44,42 ile 3 numaralı uygulamadan elde edilmiştir. Bu uygulamayı Bor (45 + 60 +75) ile Mg (45) uygulamaları izlemiş ve bu iki uygulamanın aynı istatistiki grubu paylaştıkları belirlenmiştir. Uygulamalar değerlendirildiğinde ekimden 45 ve 60 gün sonra olmak üzere 2 kez yapraktan çinko uygulanması durumunda en yüksek çırcır randımanı değeri elde edilmiştir. Çinko'nun 75'inci günde 3. kez uygulanması çırcır randımanında azalmalara neden olmuştur. Bor uygulamasında ise en yüksek verim ekimden (45+60+75) gün sonra yapılan uygulamadan elde edilmiş, 60'inci günde yapılan ikinci uygulamanın randımanında azalmaya, 45'inci günde yapılan 3. uygulamanın randımanı tekrar düşürdüğü izlenebilmektedir. Bor uygulamasının 3 kez yapraktan uygulanması ile en yüksek çırcır randımanı elde edilmiş ve çırcır randımanı yönünden magnezyum uygulamasından elde edilen en yüksek randıman ile aynı istatistiki grupta yer almıştır. Magnezyum uygulaması ve çırcır randımanı incelendiğinde erken dönemde (ekimden 45 gün sonra) yapraktan uygulanan Magnezyum'dan en yüksek çırcır randımanı elde edilmiş ilave yapılan her uygulama randımanında azalmalara yol açmıştır. Bu neden ile pamukta Magnezyum uygulanacak ise taraklanma başlangıcında uygulanan Magnezyumdan en yüksek randımanın elde edildiği söylenebilir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Sankaranarayanan ve

ark. (2010), Saleem ve ark. (2016) ve Tekin (2011)'in elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir, ancak Yıldırım (2003)'ün elde ettiği bulgular ile örtüşmemektedir. Bu durum kullanılan materyal, deneme yerinin çevreyle ilgili koşullarından veya uygulanan kültürel önlemlerden kaynaklanmış olabilir.

**İlk el kütlü oranı (%):** İlk el kütlü oranına ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplamalar, Tablo 3'te belirtilmiştir. Tablo 3'ten ilk el kütlü oranı bakımından uygulamalar arasında istatistikî önem düzeyinde bir farklılığın olmadığı izlenebilmektedir.

İlk el kütlü oranı bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak % 85,83 ile 92,46 arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistikî olarak önemli olmadığı görülmektedir. En düşük değer % 85,83, en yüksek değer ise % 92,46 olarak elde edilmiştir. 5 ve 7. uygulamaların ilk el kütlü oranı yönünden istatistiksel anlamda farklı olmamak ile birlikte erkencilik sağladığı görülmektedir.

**İlk çiçek açma gün sayısı (Gün):** İlk çiçek açma gün sayısına ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplamalar, Tablo 3'de belirtilmiştir. Tablo 3'te ilk çiçek açma gün sayısı bakımından uygulamalar arasında istatistikî önem düzeyinde bir farklılığın olmadığı izlenebilmektedir.

İlk çiçek açma gün sayısı bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak 79,00 ile 81,50 gün arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistikî olarak önemli olmadığı görülmektedir. En düşük değer 79,00 gün, en yüksek değer ise 81,50 gün olarak elde edilmiştir.

**İlk koza açma gün sayısı (Gün):** İlk koza açma gün sayısına ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplamalar, Tablo 3'te belirtilmiştir. Tablo 3'te ilk koza açma gün sayısı bakımından uygulamalar arasında istatistikî önem düzeyinde bir farklılığın olmadığı izlenebilmektedir.

İlk koza açma gün sayısı bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak 118,00 ile 120,50 gün arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistikî olarak önemli olmadığı görülmektedir. En düşük değer 118,00 gün, en yüksek değer ise 120,50 gün olarak elde edilmiştir.

**Tablo 4.** Bitki boyu, ilk meyve dalı boğum sayısı, odun dalı sayısı, meyve dalı sayısı ve koza sayısı özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplamalar

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)	İlk meyve dalı boğum sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> )	Odun dalı sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> )	Meyve dalı sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> )	Koza Sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> )
1. Kontrol	79,25	7,35	2,65b	8,95	17,22 b-d
2. Zn (45)	87,50	8,25	4,10a	9,25	18,47 a-c
3. Zn (45 + 60)	90,90	8,10	3,50a	10,25	20,10 a
4. Zn (45 + 60 +75)	90,50	8,15	4,00a	10,05	18,25 a-c
5. Bor (45)	87,00	8,00	3,70a	9,40	18,70 ab
6. Bor (45 + 60)	92,70	8,00	3,75a	10,05	14,92 ef
7. Bor (45 + 60 +75)	92,00	7,65	4,00a	10,05	16,65 b-e
8. Mg (45)	90,25	7,65	3,90a	10,45	16,35 c-e
9. Mg (45 + 60)	90,60	8,10	3,55a	10,05	15,20 d-f
10. Mg (45 + 60 +75)	86,10	8,00	4,10a	9,45	14,10 f
<b>Ortalama</b>	<b>88,68</b>	<b>7,94</b>	<b>4,06</b>	<b>10,15</b>	<b>14,62</b>
<b>CV (%)</b>	<b>3,95</b>	<b>7,82</b>	<b>13,97</b>	<b>8,78</b>	<b>9,06</b>
<b>LSD<sub>(0.05)</sub></b>	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>	<b>0,75**</b>	<b>Ö.D</b>	<b>2,24**</b>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli değildir.

**Bitki boyu (cm):** Bitki boyuna ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve LSD<sub>(0.05)</sub> testine göre oluşan gruplamalar, Tablo 4'te belirtilmiştir. Tablo 4'den bitki boyu değerlerinin

uygulamalara bağılı olarak 86,10 ile 92,70 cm arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir. En düşük değer 86,10 cm, en yüksek değer ise 92,70 cm olarak elde edilmiştir. 5. ve 10. uygulamaların bitki boyu değerlerini azalttığı, ancak farklılıkların önemli olmadığı görülmüştür. alışmalarında bitki boyu yönünden istatistiki önemlilik tespit eden Emara (2016), evik ve Tarı (2019), Durmaz (2002), Ümit (2008), Yarpuz (2008), Tekin (2011), Shah ve ark. (2017) ile araştırma bulguları kısmen farklılık göstermektedir. Bu durumun araştırmanın yürütüldüğü yıllardaki iklim koşulları farklılıklarından, materyal olarak kullanılan çeşit farklılığından ve kültürel işlemlerdeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünölmektedir.

**İlk meyve dalı boğum sayısı (Adet/bitki):** İlk meyve dalı boğum sayısına ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve  $LSD_{(0.05)}$  testine göre oluşan gruplamalar, Tablo 4'te belirtilmiştir. İlk meyve dalı boğum sayısı bakımından değerlerin uygulamalara bağılı olarak 7,65 ile 8,25 adet arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir. En düşük değer 7,65 adet, en yüksek değer ise 8,25 adet olarak elde edilmiştir. 7. ve 8. uygulamalarının ilk meyve dalı boğum sayısı değerlerini azalttığı, ancak farklılıkların önemli olmadığı görülmüştür. Elde edilen bulgular çalışmasında ilk meyve dalı boğum sayısı bakımından uygulamalar arasında istatistiki farklılıklar olduğunu bildiren Emara (2016)'nın bulguları ile örtüşmemektedir. Bu durumun araştırmanın yürütüldüğü yıllardaki iklim koşulları, materyal olarak kullanılan çeşit ve kültürel işlemlerdeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünölmektedir.

**Odun dalı sayısı (adet/bitki):** Odun dalı sayısına ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve  $LSD_{(0.05)}$  testine göre oluşan gruplamalar, Tablo 4'te belirtilmiştir. Tablo 4'te odun dalı sayısı bakımından uygulamalar arasında % 1 önem düzeyinde istatistiki farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir.

Tablo 4'ten uygulamalara bağılı olarak odun dalı sayısına ilişkin ortalama değerlerin, 3,50 adet ile 4,10 adet arasında değiştiği; uygulamalar arasında % 1 önem düzeyinde istatistiki farklılıkların bulunduğu ve denemenin genel ortalamasının 4,06 adet olduğu görülmektedir. En düşük odun dalı sayısı 3,50 ile 3 numaralı uygulamadan elde edilirken, en yüksek odun dalı sayısı 4,10 ile 2 ve 10 numaralı uygulamadan elde edilmiştir. Bu uygulamayı 4 numaralı uygulama 4,00 adet ile izlemiş ve bu iki uygulamanın aynı istatistiki grubu paylaştıkları belirlenmiştir. Uygulamalar değerlendirildiğinde ekimden 45 ve 45+60+75 gün sonra olmak üzere yapraktan çinko uygulanması durumunda en yüksek odun dalı sayıları elde edilmiştir. Çinko'nun 45+60'inci günde uygulanması odun dalı sayısında azalmalara neden olmuştur. Bor uygulamasında ise en yüksek odun dalı sayısı ekimden 45+60+75 gün sonra yapılan uygulamadan elde edilmiş, 45+60'ıncı günde ve nihayetinde 45'inci günde yapılan uygulamaların odun dalı sayısını azalttığı izlenebilmektedir. Bor uygulamasının erken dönemde 1 kez yapraktan uygulanması ile en düşük odun dalı sayısı elde edilmiş ve sonraki uygulamalarda odun dalı sayısı artmıştır. Magnezyum uygulaması ve odun dalı sayısı incelendiğinde magnezyumun yapıldığı her üç uygulama arasında istatistiki bir fark bulunmamakla birlikte ekimden 60 gün sonraki uygulamadan en düşük 75 gün sonraki uygulamadan ise en yüksek odun dalı sayıları elde edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Buriro ve ark., (2016)'nın elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir, ancak Tekin (2011)'in elde ettiği bulgular ile örtüşmemektedir. Bu durum kullanılan materyal, deneme yerinin çevreyle ilgili koşullarından veya uygulanan kültürel önlemlerden kaynaklanmış olabilir.

**Meyve dalı sayısı (adet/bitki):** Meyve dalı sayısına ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve  $LSD_{(0.05)}$  testine göre oluşan gruplamalar, Tablo 4'te belirtilmiştir. Meyve dalı sayısı

bakımından değerlerin uygulamalara bağlı olarak 9,25 ile 10,45 adet arasında değiştiği, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir. En düşük değer 9,25 adet, en yüksek değer ise 10,45 adet olarak elde edilmiştir. 2, 5 ve 10 uygulamaların meyve dalı sayısını azalttığı, ancak farklılıkların önemli olmadığı görülmüştür. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Buriro ve ark. (2016)'nın elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir, ancak Emara (2016), Durmaz (2002)'nin elde ettiği bulgular ile örtüşmemektedir. Bu durum kullanılan materyal, deneme yerinin çevreyle ilgili koşullarından veya uygulanan kültürel önlemlerden kaynaklanmış olabilir. Bu durumun araştırmanın yürütüldüğü yıllardaki iklim koşulları farklılıklardan, materyal olarak kullanılan çeşit farklılığından ve kültürel işlemlerdeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

**Koza sayısı (adet/bitki):** Koza sayısına ait uygulamalara ilişkin ortalama değerler ve  $LSD_{(0.05)}$  testine göre oluşan gruplamalar Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'te koza sayısı bakımından uygulamalar arasında % 1 önem düzeyinde istatistiki farklılıkların bulunduğu izlenebilmektedir. Araştırmada koza sayısına ilişkin ortalama değerlerin, 14,10 adet ile 20,10 adet arasında değiştiği; uygulamalar arasında % 1 önem düzeyinde istatistiki farklılıkların bulunduğu ve denemenin genel ortalamasının 14,62 adet olduğu görülmektedir. En düşük koza sayısı 14,10 ile 10 numaralı uygulamadan elde edilirken, en yüksek koza sayısı 20,10 ile 3 numaralı uygulamadan elde edilmiştir. Bu uygulamayı 5 numaralı uygulama 18,70 adet ile izlemiş ve bu iki uygulamanın aynı istatistiki grubu paylaştıkları belirlenmiştir. Uygulamalar değerlendirildiğinde ekimden 45 ve 60 gün sonra olmak üzere 2 kez yapraktan Çinko uygulanması durumunda en yüksek koza sayısı değeri elde edilmiştir. Çinko'nun 75'inci günde 3.kez uygulanması koza sayısında azalmalara neden olmuştur. Bor uygulamasında ise en yüksek koza sayısı ekimden 45 gün sonra yapılan uygulamadan elde edilmiş, 60'ıncı günde yapılan ikinci uygulamanın koza sayısında azalmaya, 75'inci günde yapılan 3.uygulamanın koza sayısını tekrar yükselttiği izlenebilmektedir. Bor uygulamasının erken dönemde 1 kez yapraktan uygulanması ile en yüksek koza sayısı elde edilmiş ve koza sayısı yönünden Çinko uygulamasından elde edilen en yüksek koza sayısı ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Magnezyum uygulaması ve koza sayısı incelendiğinde erken dönemde (ekimden 45 gün sonra) yapraktan uygulanan magnezyum'dan en yüksek koza sayısı elde edilmiş ilave yapılan her uygulama koza sayısında azalmalara yol açmıştır. Bu neden ile pamukta magnezyum uygulanacak ise taraklanma başlangıcında uygulanan magnezyumdan en yüksek koza sayısı elde edildiği söylenebilir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Durmaz (2002), Şimşek (2006), Tekin (2011), Yener (2015), Ali ve ark. (2011), Yaseen ve ark. (2013)'in elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir.

## SONUÇLAR

Çalışmanın sonucunda kütlü pamuk verimi, lif verimi, çırçır randımanı ve bitkide koza sayısı özellikleri bakımından uygulamalar arasında %1 önem düzeyinde istatistiksel farklılıklar elde edilmiştir. İncelen diğer özelliklerde uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Yürütülen çalışmada ekimden 45, 60 ve 75 gün sonra yapraktan Çinko, Magnezyum ve Bor elementleri uygulanmıştır. Ekimden sonra 45 ve 60'ıncı günde gerçekleştirilen çinko uygulaması kütlü pamuk verimi, lif verimi, bitkide koza sayısı ve çırçır randımanı özelliklerinde önemli bir artışa neden olmuştur. Bu uygulamaları bor elementinin ekimden 45 gün sonra yapılan uygulaması izlemiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde bu iki uygulama aynı grupta yer almıştır.

### **ÖNERİLER**

Bu bilgiler ışığında ekimden sonra 45+60'ıncı günlerde olmak üzere 2 kez çinko uygulamasının en yüksek verimi sağlamasından dolayı dikkate alınması gerektiği, bor uygulamasının ise erken dönemde ekimden sonra 45. günde uygulanması ile daha iyi sonuçların elde edildiği bu iki uygulamanın pamuk üretiminde verimi arttırmamasından dolayı uygulanabileceği önerilmektedir. Araştırma sonuçları bir yıllık verileri kapsamaktadır bu nedenle bu tür çalışmaların en az iki yıl yürütüldükten sonra önerilerin sunulmasının daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir.

### **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2018-SİÜFEB-13 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Abid, M., Ahmad, N., Ali, A., Chaudhry, M. A., Hussain, J., 2007. Influence of soil-applied boron on yield, fiber quality and leaf boron contents of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 3(1), 7-10.
- Ahmad, S., Hussain, N., Ahmed, N., Zaka, S.M., 2019. Influence of boron nutrition on physiological parameters and productivity of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) crop, *Pakistan Journal of Botany*, 51(2), 401-408.
- Ahmed, N., Abid, M., Ali, M. A., Masood, S., Rashid, A., Noreen, S., Hussain, S., 2019. Zinc application enhances biological yield and alters nutrient uptake by Cotton (*Gossypium hirsutum* L.), *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50 (3), 265-274.
- Ali, L., Ali, M., Mohyuddin, Q., 2011. Effect of foliar application of zinc and boron on seed cotton yield and economics in cotton-wheat cropping pattern, *Journal of Agricultural Research*, 49(2), 173-180.
- Anderson, O. E. and Boswell, F.C., 1968. Boron and manganese effects on cotton yield, lint quality and earliness of harvest. *Agronomy Journal* 60 (5), 488-493.
- Anonim, 2023. Bitkisel üretim verileri İstatistikleri. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. [Ziyaret Tarihi, 01 Temmuz 2024].
- Anonim, 2018. 2017 Yılı Pamuk Raporu. T.C. Gümrük Ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. <http://koop.gtb.gov.tr/data/5ad06c80ddee7dd8b423eb24/2017%20Pamuk%20Raporu.pdf>
- Basavanneppa, M. A., Ajayakumar, M.Y., Chittapur, B.M., 2016. Response of Bt Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to foliar nutrition in irrigated ecosystem. *International Journal of Science and Nature*. 7 (2), 262-264.
- Buriro, M., Soomro, S., Buriro, G. B., Jogi, Q., Kandhro, M. N., Rais, N., 2016. Effect of foliar applied boron, zinc and urea on growth and yield of cotton, *Science International*, Lahore, 28(4), 4113-4117.
- Candemir, S., Kızılaslan, N., Kızılaslan, H., Uysal, O., Aydoğan, M., 2017. Kahramanmaraş İlinde Dane Mısır ve Pamuk Üretiminde Girdi Gereksinimi ve Karlılıkları Açısından Karşılaştırmalı Analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (1), 1-8
- Constable, G. A., Rochester, I.J., Cook, J.B., 1988. Zinc, Copper, iron, manganese and boron uptake by cotton on cracking clay soil of high pH, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28(3), 351-356.
- Çevik, İ. H. ve Tarı, A.F., 2019. Sulama suyundaki farklı bor düzeylerinin pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) gelişimine etkisi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (Özel Sayı):16-23,
- Dong J. F., 1995. The yield increasing ability of spraying cotton with boron. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 3 (6), 160-176.
- Durmaz, M., 2002. Farklı Dozlardaki Mg Uygulamalarının Pamuk Bitkisinde Verim ve Kaliteye Etkisi. Yüksek lisans tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 48 s.
- Emara, A. A., 2016. Influence of potassium fertilization and spraying of zinc and manganese on cotton growth and productivity, *Journal of Plant Production*, Mansoura University, Giza, Egypt, 7 (10), 1115 – 1125.

- Kajana, D., 2020. Foliar application of magnesium oxide nanoparticles on nutrient element concentrations, growth, physiological, and yield parameters of cotton. *Journal of Plant Nutrition*, 43, 3035-3041.
- Karaman, M. R., 2012. *Bitki Besleme (1. Baskı)*, Ankara, Dumat ofset, Matbaacılık San.Tic.Ltd.Şti.
- Keogh, J.L. and Maples, R., 1969. Boron for cotton and soybeans on Loessial Plains soils. *Arkansas Agricultural Experiment Station, Bulletin 740*, 1-19.
- Mozafar, A., 1993. Role of boron in seed production. In: U.C. Gupta, edition, *Boron and its Role in Crop Production*. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 187–208.
- Mullins, G.L., 1999. Cotton response to sulfur on a coastal plain soil. *Better Crops*, 82 (4), 1-5.
- Murphy, B.C. and Lancaster J.D., 1971. Response of cotton to boron. *Agronomy Journal*, 63 (4), 539-540.
- Reddy, A.R., Reddy, K.R., Padjung, R., Hodges, H.F., 1996. Nitrogen nutrition and photosynthesis in leaves of pima cotton. *Journal of Plant Nutrition*, 19 (5), 755-770.
- Rezaei, H. and Malakouti, M. J., 2001. Critical levels of iron, zinc and boron for cotton in varamin region. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2001 (3), 147-153.
- Saleem, M., Wahid, M. A., Basra, S. M. A., Ranjha, A. M., 2016. Influence of soil applied boron on the boll retention, productivity and economic returns of different cotton genotypes, *International Journal of Agriculture and Biology*, 18 (1), 68–72.
- Sankaranarayanan, K., Praharaj, C.S., Nalayini, P., Bandyopadhyay, K.K., Gopalakrishnan, N., 2010. Effect of magnesium, zinc, iron and boron application on yield and quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 80 (8), 699–703.
- Shah, J. A., Sial, M. A., Abbas, M., 2017. Disparity in growth, yield and fiber quality of cotton genotypes grown under deficient and adequate levels of boron. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences*, 33 (2), 163-176.
- Shi, M.T. and G.Z. Yu., 1987. The available boron content in soils and the effect of boron applied to cotton. *China Cotton's* 3, 26-27.
- Singh, K., Rathore, P., Gumber, R.K., 2015. Effects of foliar application of nutrients on growth and yield of BT cotton (*Gossypium hirsutum* L.), *Bangladesh Journal of Botany*, 44 (1), 9-14.
- Şimşek, M.H., 2006. Toprağa ve yaprağa uygulanan bor gübrelenmesinin pamuğun büyümesi ve verimine etkisi, Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 117 s.
- Tekin, B., 2011. Pamukta potasyum ve çinko uygulamalarının fotosentez oranı ile lif, yağ verimi ve kalitesine etkilerinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 76 s.
- Ümit, H., 2008, Pamukta bor toksitesine dayanıklılık, Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 81 s.
- Yarpuz, E., 2011. Kahramanmaraş koşullarında üç değişik çinko (Zn) uygulama yönteminin üç pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinde kütlü verimi, verim unsurları ve kalite üzerindeki etkisi. Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 91 s.
- Yaseen, M., Ahmed, W., Shahbaz, M., 2013. Role of foliar feeding of micronutrients in yield maximization of cotton in Punjab, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, (2013) 37, 420-426.

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Yener, T., 2015. İkinci ürün pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) tarımında kullanılan yaprak gübrelerinin verim, verim komponentleri ve lif kalite özellikleri üzerine etkisi, Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 62 s.
- Yıldırım, A., 2003. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L. ) yaprağa bor uygulamalarının verim ve lif kalitesine etkisi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 49



**BAZI EKMEKLİK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN, FİDE DÖNEMİNDEKİ KURAKLIK  
STRESİNE FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL TEPKİLERİ**

**Muharrem URAL (ORCID:0000-0001-6446-4689)**

Gümüşhane Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

**Email:**muhammurdurall06@gmail.com

**Prof. Dr. Bilge BAHAR (ORCID:0000-0003-3985-8381)**

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi

**Email:**bilgebahar74@gmail.com

**Prof. Dr. Cemalettin BALTACI (ORCID:0000-0002-4336-4002)**

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi

**Email:**cbaltaci11@gmail.com

**ÖZET**

Bu çalışmada, 10 yerli ve 10 yabancı olmak üzere, 20 kışlık ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinin, fide dönemindeki kuraklık stresine karşı fizyolojik ve biyokimyasal tepkileri incelenmiştir. Bu anlamda, bitkiler üç yapraklı fide döneminde %100 ve %25 tarla kapasitesinde tutularak, su stresli ve su stressiz sera koşulları oluşturulmuştur. Çalışmalar, uygulamalar (su stressiz ve su stresli kurak koşullar) ana parsellere ve çeşitler alt parsellere yerleştirilmek suretiyle, üç tekrarlamalı olarak tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Çalışmada, uygulamaların kök/taç oranı, ELWR, K<sup>+</sup> içeriği, MTS, LTD, toplam klorofil, klorofil-a, klorofil-b, klorofil-a/b oranı, karotenoid içeriği, prolin içeriği ve toplam fenolik bileşik içeriği bakımından; uygulama×çeşit interaksiyonlarının ise kök/taç oranı, ELWR, MTS, K<sup>+</sup> ve klorofil-a/b oranı bakımından istatistiksel anlamda önemli değişimler gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; kuraklık stresi ile birlikte klorofil-b ve klorofil a/b, MTS, LTD, yaprak kül içeriği ve yaprak K<sup>+</sup> içeriğinde azalmalar gözlenirken; toplam klorofil, klorofil-a, kök/taç oranı, ELWR, karotenoid, prolin ve toplam fenolik içeriğinde ise artışlar olduğu saptanmıştır. Kurak koşullarda, en yüksek kök/taç oranı Miranda (0.32) ve Avantaj (0.26) çeşitlerinde gözlenmiştir. K<sup>+</sup> içeriği kurak koşullarda tüm çeşitlerde azalma göstermekle birlikte, en yüksek Kenanbey (23.87 mg kg<sup>-1</sup>) ve Gün-91 (23.03 mg kg<sup>-1</sup>) çeşitlerinde saptanmıştır. MTS bakımından Şanlı (%42.23) kurak koşullarda en yüksek değeri göstermiştir. Kurak koşullarda Şanlı ve Tosunbey çeşitleri, toplam klorofil ve klorofil-a içerikleri bakımından yüksek değerler göstermiştir. Buna göre, Şanlı ve Tosunbey çeşitlerinde toplam klorofil içeriği sırasıyla 3.37 mg g<sup>-1</sup> ve 3.31 mg g<sup>-1</sup>; klorofil-a içeriği ise sırasıyla 2.37 mg g<sup>-1</sup> ve 2.45 mg g<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Kurak koşullarda en yüksek karotenoid içeriği (4.40 mg g<sup>-1</sup>) Avantaj ve Şanlı (4.36 mg g<sup>-1</sup>) çeşitlerinde saptanmıştır. Çeşitler, prolin içeriklerini kurak koşullarda (1352 µmol g<sup>-1</sup>), normal koşullara (104 µmol g<sup>-1</sup>), göre ortalama 13 kat arttırmakla birlikte; en dikkat çeken çeşit, prolin içeriğini 20 kat arttıran Bayraktar çeşidi olmuştur. Kurak koşullarda en yüksek toplam fenolik madde içeriği, Avantaj çeşidinde (15.8 mg GA eşdeğeri g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Özetle, incelenen özelliklerin fide döneminde yaşanabilecek bir kuraklık stresinde tek başına olmamakla birlikte elzem ıslah kriterleri olduğu; nitekim, fide dönemindeki kuraklığa dayanıklılıkları ile öne çıkan Şanlı, Tosunbey, Avantaj, Bayraktar ve Miranda çeşitlerinin ıslah çalışmalarında ebeveyn olarak kullanılabilceği anlaşılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekmeçlik buğday, Kuraklık, Dayanıklılık kriterleri

## PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL RESPONSES OF SOME BREAD WHEAT CULTIVARS TO DROUGHT STRESS DURING THE SEEDLING STAGE

### Abstract

In this study, the physiological and biochemical responses of 20 winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars, 10 domestic and 10 foreign, to drought stress during the seedling period were examined. In this context, non-stressed and water-stressed greenhouse conditions were created by keeping the plants at 100% and 25% field capacity during the three-leaf seedling stage. The studies were carried out according to the split-plot trial design in random plots with three replications, with the treatments (non-stressed and water-stressed conditions) placed in the main plots and the varieties in the sub-plots. In the study, the treatments showed statistically significant changes in terms of root/shoot ratio, excised leaf water retention capacity (ELWR), potassium (K<sup>+</sup>) content, membrane thermal stability (MTS), leaf temperature depression (LTD), total chlorophyll, chlorophyll-a, chlorophyll-b, chlorophyll-a/b ratio, carotenoid content, proline content and total phenolic compound content while the application×variety interactions showed significant changes for root/crown ratio, ELWR, MTS, K<sup>+</sup> and chlorophyll-a/b ratio. As a result of the study, decreases were observed in chlorophyll-b and chlorophyll a/b, MTS, OYSF, leaf ash content and leaf K<sup>+</sup> content with drought stress while there were increases in total chlorophyll, chlorophyll-a, root/crown ratio, ELWR, carotenoid, proline and total phenolic content. In drought conditions, the highest root/crown ratio was observed in Miranda cv. (0.32) and Avantaj cv. (0.26). Although K<sup>+</sup> content decreased in all cultivars under drought conditions, the highest value was from in Kenanbey cv. (23.87 mg kg<sup>-1</sup>) and Gün-91 cv. (23.03 mg kg<sup>-1</sup>). Şanlı cv. showed the highest MTS value (42.23%) in drought conditions. In addition, Şanlı and Tosunbey cultivars showed high values for total chlorophyll and chlorophyll-a contents. Accordingly, total chlorophyll content in Şanlı cv. and Tosunbey cv. 3.37 mg g<sup>-1</sup> and 3.31 mg g<sup>-1</sup>, respectively; chlorophyll-a content was found as 2.37 mg g<sup>-1</sup> and 2.45 mg g<sup>-1</sup>, respectively, in these cultivars. In drought conditions, the highest carotenoid contents were detected in Advantage cv. (4.40 mg g<sup>-1</sup>) and Şanlı cv. (4.36 mg g<sup>-1</sup>). However, the cultivars increase their proline content nearly 13 times in drought conditions (1352 µmol g<sup>-1</sup>) compared to stress-free conditions (104 µmol g<sup>-1</sup>); the most notable cultivar was Bayraktar cv. which increased its proline content by 20 times. The highest total phenolic compound under drought conditions was determined from Advantage cv. (15.8 mg GA equivalent g<sup>-1</sup>). In summary, the examined traits are essential, but not the only, breeding criteria in case of drought stress that may be experienced during the seedling period; thus, it is understood that Şanlı, Tosunbey, Avantaj, Bayraktar and Miranda cultivars, which stand out with their drought resistance in the seedling stage, can be used as parents in breeding studies.

**Keywords:** Bread wheat, Drought, Resistance criteria

## INTRODUCTION

Wheat is the third most important grain type in the world after rice and corn, and provides 35% of the total grain-based foods alone (Miransari and Smith, 2019). It is stated that approximately 95% of the wheat grown worldwide today is bread wheat (*Triticum aestivum*) and the rest is durum wheat (*T. turgidum* subsp. *durum*) (Kulathunga et al., 2020). Wheat is used as a basic and strategic nutrient both in Turkey and in many countries around the world.

One of the main reasons for its widespread use is the high adaptability of wheat. Thus, thanks to this adaptability, it can be grown under many conditions. The most important stress factor that limits the adaptation ability of plants is drought stress, which ranks first with a share of 26% (Blum and Jordan, 1985). How sensitive plants are to drought stress; it varies depending on the degree of stress and its interaction with other stress factors, the plant species and genotype, and the developmental stage of the plant (Demirevska et al., 2009). In drought, when water availability is restricted in plants, partial stomatal closure is stimulated through a chemical signal transmitted from the roots to the leaves via the xylem, resulting in a severe decrease in the intracellular CO<sub>2</sub> level (Cheng et al., 2018). As a result, the first change that occurs in plants that sense water stress is the narrowing or closing of stomata in order to prevent water loss (Osakabe et al., 2014). As a result of closing stomata, there is a decrease in carbon dioxide uptake. As a result; reductions in leaf size, stem elongation, increases in roots and decreases in the amount of photosynthesis occur. These decreases negatively affect plant development and growth. Additionally, cell deaths occur as a result of the closure of plant stomata (Farooq et al., 2009; Anjum et al., 2011; Dolferus, 2014). It has been stated in many studies that there is a decrease in membrane stability (MTS) with drought stress. It has been stated that MTS may be related to the water retention capacity of the plant under drought stress and may result from different rooting or rhizome characteristics (Merewitz et al., 2010). It has been shown that keeping sufficient amounts of K<sup>+</sup> in the plant promotes root elongation; it has also been reported that it tends to improve the membrane structure in cases of water scarcity (Hassan et al., 2017). It has been stated in many studies that there is a decrease in MTS with drought stress. It has been stated that MTS may be related to the water retention capacity of the plant under drought stress and may result from different rooting or rhizome characteristics (Merewitz et al., 2010). It has been shown that keeping sufficient amounts of K<sup>+</sup> in the plant promotes root elongation; It has also been reported that it tends to improve the membrane structure in cases of water scarcity (Hassan et al., 2017). Another effect of K<sup>+</sup> is that it reduces the damage caused by drought stress; and improves and increases product quality (Aslam et al., 2014). Drought stimulates the formation of reactive oxygen species (ROS) such as <sup>1</sup>O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and OH in plant tissues, which then cause oxidative damage by increasing lipid peroxidation, attack membrane lipids, stimulate protein degradation and reduce MTS (Semida et al., 2020). Plants have various defense systems against oxidative stress caused by drought. Phenolic compounds, which contain various antioxidant metabolites such as phenolic acid, flavonoids, and anthocyanins, are ROS scavenging agents that play an important role in reducing the negative effects of drought (Rezaiyan et al., 2018). These secondary metabolites, whose synthesis increases under biotic and abiotic stress conditions; During drought stress, it acts as part of the antioxidant defense mechanism to prevent photosynthetic apparatus destruction, cell membrane damage, protein denaturation, and plant growth inhibition (Albergaria et al., 2020). These are ROS scavenging agents such as phenolic compounds, flavonoids, and anthocyanins, and they play an important role in reducing the effects of drought (Rezaiyan et al., 2018). These secondary metabolites during drought stress act as the part of the antioxidant defense mechanism to prevent photosynthetic destruction, cell membrane damage, protein denaturation,

and plant growth inhibition (Albergaria et al., 2020). One of the most typical responses during drought-induced ROS accumulation is the increase in the synthesis of osmotic protectors such as proline. Proline amino acid synthesized in plant cells in response to drought stress; in addition to serving as an osmolyte for osmotic regulation, it is involved in the stabilization of subcellular structures, reducing oxidation or photoinhibition of lipid membranes, and scavenging ROS (Semida et al., 2020). Also, water is vital in chlorophyll synthesis and high water content is required to maintain maximum chlorophyll content (Gholamin and Khayatnezhad, 2020). Chlorophyll is the primary pigment in many plant species, and deficiency in its density can lead to impaired growth, reduced yields and, more specifically, a relatively serious condition called chlorosis (Khayatnezhad and Gholamin, 2021). Nevertheless, under environmental stress, the chlorophyll content in green plants has been reported to decrease in susceptible variety leaves and increase in resistant variety leaves (Gholamin and Khayatnezhad, 2020).

In the study, in which some winter bread wheat varieties, which are frequently used in Turkey and some Asian/European countries, were used as materials, leaf chlorophyll content, ash content, K<sup>+</sup> content, MTS, radicle/seedling ratio, carotenoid content, ELWR, LTD, it is aimed to investigate some morpho-physiological and biochemical traits such as proline and total phenolic compounds and to recommend the cultivars that are the best in terms of these traits to wheat breeders.

## 1. MATERIAL AND METHODS

### 1.1. Experimental Design and Growing Seedlings

The study was carried out in Gümüşhane University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Food Engineering laboratories. While 10 bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars (Bayraktar, Gerek-79, Gün-91, Hamitbey, Harmankaya, Kenanbey, Konya-2000, Sönmez, Şanlı, Tosunbey) originating from Turkey were obtained from the Central Research Institute of Field Crops, the other 10 bread wheat cultivars (Accent, Alex, Avantaj, Katia, Kujalnik, Lucillus, Miranda, Padoima, Select, Tacitus) were obtained from CIMMYT. The study was conducted in a laboratory conditions with 3 replications according to the split-plot trial design in randomized plots, in 28 vials and under white fluorescent light (30000 lux illumination) under 16/8 day light/ night (photoperiod) conditions. The soil used in sowing was composed by homogeneously mixing soil taken from the forest area in a center village of Gümüşhane Province and burnt farm manure in a 2:1 ratio. Then, the sowing was done on June 3, 2021, in 7 cm deep vials filled with this soil passed through a 5 mm sand sieve, with a sowing depth of 1.5-2.0 cm and 25 seeds in each viola. The first irrigation was done on June 3, 2021, at 100% field capacity (FC) for all sowed seeds (water-stressed and non-stress conditions). One week after sowing, the second irrigation was again 100% FC. Third irrigation was done again a week later, at 100% FC in the non-stressed application and at 25% FC in the water-stressed application. Fourth irrigation after one week, similar to the third irrigation. The fifth and sixth irrigations were done at three-day intervals similar to the irrigations of third and fourth irrigations and the seedlings with three leaves were ready for harvest for morpho-physiological and biochemical analyzes (June 28, 2021). All experimental analyzes were performed on the third leaves.

### 1.2. Investigated Traits and Analysis Methods

The root and above-ground parts (shoots) were separated from each other, weighed and proportioned separately, and the root/shoot ratio was calculated based on fresh weight. Values related to chlorophyll was determined and calculated according to the method by Arnon (1949).

In addition, the method of Lichtenthaler (1987) was used to determine the amount of carotenoids. To determine the leaf ash content, combustion was carried out in a muffle furnace at 550-600 °C for 6 h (AOAC, 2000). The potassium content of the leaves was determined on the ICP-MS device according to the EPA 6020 method. The method of Blum and Ebercon (1981) was used to determine membrane stability. The method of Lonbani and Arzani (2011) was used to determine ELWR capacity. LTD was calculated by subtracting leaf temperature from ambient temperature, and this method was modified as similar to the method of Fischer et al. (1998). Proline content was done according to the method of Bates et al. (1973). Total phenolic compounds was determined according to Kasangana et al. (2015).

### 1.3. RESULTS AND DISCUSSIONS

#### 1.4. Root/Shoot Ratio, ELWR, and Leaf Ash Content

Root/shoot ratio of cultivars under water-stressed conditions increased compared to cultivars under non-stressed conditions. Under non-stressed conditions, the cultivar that gave the highest root/shoot ratio was Lucillus (0.14), while the cultivar that gave the lowest root/shoot ratio was Accent (0.07). Under stressed conditions, Miranda (0.32) gave the highest root/shoot ratio, while Sönmez (0.13) gave the lowest root/shoot ratio (Table 1). Baloch et al. (2012) obtained similar findings in their study. They also stated that there were significant differences in the root/shoot ratio between cultivars and this ratio decreased in arid conditions. ELWR values under stressed conditions (mean 80.59%) were higher than under non-stressed conditions (mean 55.20%). While these values vary between 40.51% (Lucillus) and 65.94% (Konya-2000) under non-stressed conditions, depending on the varieties; it changed between 74.44% (Katia) and 83.96% (Tacitus) under stressed conditions (Table 1). As seen in Table 1, it was observed that all varieties increased their ELWR values under stressed conditions (Table 1). This may be due to the fact that cultivars tend to close their stomata in drought conditions, stopping transpiration, thus reducing water loss and retaining more water. Already, looking at the LTD values of bread wheat cultivars under water stress, it was seen that the varieties could not sweat and cool down due to closing their stomata to prevent water loss from the leaves under stress, and therefore could not reduce their leaf temperatures (Table 2). These results were consistent with those of Din et al. (2020). Leaf ash content values of stressed (19.10%) and non-stressed (20.29%) conditions did not show statistical differences (Table 1). However, while this distribution was between 17.72% (Şanlı) and 23.36% (Kujalnik) under non-stressed conditions, it was between 16.67% (Tosunbey) and 21.63% (Select) under stressed conditions. In the study conducted by Öztürk and Aydın (2017), it was observed that leaf ash content decreased in almost all varieties with late drought stress; however, in our study, this decrease in stressed conditions was statistically insignificant. This may be explained that the cultivars are still in the seedling stage.

**Table 1.** Mean values of root/shoot ratio, ELWR capacity and leaf ash content of some winter bread wheat cultivars under non-stressed and water-stressed conditions

Cultivars	Root/shoot ratio		ELWR capacity (%)		Leaf ash content (%)	
	Non-Stressed	Water-stressed	Non-Stressed	Water-stressed	Non-Stressed	Water-stressed
Accent	0.07 <sub>1</sub> *	0.23 <sub>b-d</sub>	62.74 <sub>de</sub> *	79.55 <sub>a</sub>	22.79	20.84
Alex	0.12 <sub>g-1</sub>	0.21 <sub>b-d</sub>	61.67 <sub>d-f</sub>	83.05 <sub>a</sub>	21.31	20.08
Avantaj	0.08 <sub>1</sub>	0.26 <sub>ab</sub>	58.87 <sub>d-g</sub>	80.34 <sub>a</sub>	21.62	20.27
Bayraktar	0.12 <sub>f-1</sub>	0.18 <sub>d-h</sub>	49.64 <sub>g-j</sub>	82.91 <sub>a</sub>	19.99	17.38
Gerek-79	0.10 <sub>1</sub>	0.19 <sub>c-f</sub>	52.41 <sub>f-1</sub>	80.22 <sub>a</sub>	20.61	18.46
Gün-91	0.10 <sub>1</sub>	0.21 <sub>b-d</sub>	59.02 <sub>d-g</sub>	79.45 <sub>a</sub>	20.57	19.48
Hamitbey	0.13 <sub>f-1</sub>	0.18 <sub>d-g</sub>	58.74 <sub>d-g</sub>	82.97 <sub>a</sub>	18.90	17.64
Harmankaya	0.10 <sub>1</sub>	0.23 <sub>b-d</sub>	51.83 <sub>f-1</sub>	79.70 <sub>a</sub>	21.43	19.29
Katia	0.10 <sub>1</sub>	0.23 <sub>b-d</sub>	54.39 <sub>e-h</sub>	74.44 <sub>a-c</sub>	19.50	19.14
Kenanbey	0.10 <sub>1</sub>	0.20 <sub>b-e</sub>	43.65 <sub>ij</sub>	80.80 <sub>a</sub>	21.35	19.88
Konya-2000	0.09 <sub>1</sub>	0.17 <sub>d-h</sub>	65.94 <sub>b-d</sub>	83.46 <sub>a</sub>	17.78	16.75
Kujalnik	0.10 <sub>1</sub>	0.25 <sub>bc</sub>	44.78 <sub>h-j</sub>	80.19 <sub>a</sub>	23.36	21.35
Lucillus	0.14 <sub>e-1</sub>	0.22 <sub>b-d</sub>	40.51 <sub>j</sub>	80.41 <sub>a</sub>	22.79	21.54
Miranda	0.11 <sub>1</sub>	0.32 <sub>a</sub>	63.97 <sub>de</sub>	75.57 <sub>ab</sub>	19.14	18.31
Padoima	0.11 <sub>h1</sub>	0.23 <sub>b-d</sub>	54.69 <sub>e-h</sub>	80.71 <sub>a</sub>	20.02	19.44
Select	0.10 <sub>1</sub>	0.25 <sub>bc</sub>	46.59 <sub>h-j</sub>	77.95 <sub>a</sub>	19.41	21.63
Sönmez	0.12 <sub>h1</sub>	0.13 <sub>f-1</sub>	65.03 <sub>cd</sub>	82.88 <sub>a</sub>	19.02	17.76
Şanlı	0.10 <sub>1</sub>	0.20 <sub>b-e</sub>	60.01 <sub>d-f</sub>	83.42 <sub>a</sub>	17.72	17.45
Tacitus	0.11 <sub>1</sub>	0.22 <sub>b-d</sub>	46.49 <sub>h-j</sub>	83.96 <sub>a</sub>	20.40	18.69
Tosunbey	0.09 <sub>1</sub>	0.20 <sub>b-e</sub>	62.94 <sub>de</sub>	79.77 <sub>a</sub>	18.06	16.67
Mean	0.10 <sub>b</sub>	0.22 <sub>a</sub>	55.20 <sub>b</sub>	80.59 <sub>a</sub>	20.29	19.10
LSD <sub>ap</sub>		0.04		5.94		ns
LSD <sub>ap×c</sub>		0.065		10.03		ns

\*: Values in the same letter group are not different at the 0.05 significance level. LSD<sub>ap</sub> and LSD<sub>ap×c</sub> show the least significance difference values for application and application×cultivar interaction, respectively; ns means not significant.

### 1.5. Leaf K<sup>+</sup> content, MTS, and LTD values

The mean K<sup>+</sup> content of the cultivars under non-stressed conditions (35.14 mg kg<sup>-1</sup>) exceeds twice that under water-stressed conditions (16.02 mg kg<sup>-1</sup>) (Table 2). Leaf K<sup>+</sup> contents of the cultivars vary between 7.53 mg kg<sup>-1</sup> (Miranda) and 45.49 mg kg<sup>-1</sup> (Hamitbey) under non-stressed conditions; it varied between 6.76 mg kg<sup>-1</sup> (Miranda) and 23.87 mg kg<sup>-1</sup> (Kenanbey) under stressed conditions (Table 2). Majid et al. (2007) reported that cultivars tend to accumulate potassium to escape stress under drought conditions. Hu et al. (2006) reported that the decrease in potassium content in leaves with drought was due to the increase in the number of leaves. However, in our study, the decreases in K<sup>+</sup> under drought may be due to the fact that the seedlings in the three-leaf stage cannot receive K<sup>+</sup> due to lack of water and roots. It was observed that the MTS values of the cultivars under stressed conditions (31.89%) decreased statistically significantly compared to non-stressed conditions (53.05%). Moreover, it varies between 27.50% (Miranda) and 60.40% (Şanlı) under non-stress conditions; in stressful conditions, the distribution was between 14.40% (Advantage) and 47.23% (Şanlı). From here, it is understood that Şanlı cv showed the highest MTS values in both conditions (Table 2). Sairam et al. (1997) stated that membrane stability decreased with water and temperature stress in the later stages (like anthesis stage). The mean LTD values of the cultivars under stressed

conditions (3.48 °C) decreased statistically significantly compared to non-stressed conditions (8.60 °C) (Table 2). This is related to the fact that in dry conditions, plants close their stomata and do not sweat, thus not being able to cool their leaves. Although application×cultivar interactions did not show statistically significant differences; LTD values ranged from 7.29 (Accent) to 9.71 (Miranda) under non-stressed conditions; it varied between 2.63 (Kujalnik) and 4.41 (Accent) under stressed conditions (Table 2). Our findings are consistent with Chen et al. (2020) and Yang et al. (2019) is similar to the findings.

**Table 2.** Mean values of leaf K<sup>+</sup> content, MTS, LTD of some winter bread wheat cultivars under non-stressed and water-stressed conditions

Cultivars	Leaf K <sup>+</sup> content (mg kg <sup>-1</sup> )		MTS (%)		LTD (°C)	
	Non-Stressed	Water-stressed	Non-Stressed	Water-stressed	Non-Stressed	Water-stressed
Accent	39.55 a-d*	18.92 g-j	54.27 a-d*	30.20 j-m	7.29	4.41
Alex	37.48 a-e	18.89 g-j	57.13 ab	41.10 fg	8.42	3.55
Avantaj	27.60 e-g	12.91 i-l	52.70 b-e	14.40 o	9.09	2.78
Bayraktar	34.72 b-e	14.90 h-l	50.23 de	28.10 l-n	8.91	3.00
Gerek-79	39.94 a-c	14.69 h-l	56.00 a-d	36.30 g-j	8.95	2.79
Gün-91	35.29 a-e	23.03 f-i	54.97 a-d	31.87 i-m	7.31	4.07
Hamitbey	45.49 a	14.29 h-l	52.90 b-e	32.53 i-l	8.37	3.99
Harmankaya	40.61 a-c	13.31 i-l	52.43 b-e	25.93 mn	8.53	3.55
Katia	29.47 d-f	9.67 j-l	46.60 ef	27.30 l-n	9.09	3.79
Kenanbey	35.78 a-e	23.87 f-h	55.90 a-d	29.80 k-m	7.92	3.61
Konya-2000	38.13 a-d	17.49 g-k	57.40 ab	36.80 g-i	8.34	3.49
Kujalnik	37.68 a-e	21.33 f-i	58.20 ab	37.10 g-i	9.36	2.63
Lucillus	35.37 a-e	22.00 f-i	55.20 a-d	28.67 l-n	8.36	3.51
Miranda	7.53 kl	6.76 l	27.50 l-n	22.87 n	9.71	3.63
Padoima	21.26 f-i	14.03 h-l	50.03 de	28.53 l-n	8.23	3.74
Select	30.89 c-f	14.28 h-l	50.50 c-e	33.43 h-l	7.89	3.70
Sönmez	42.72 ab	17.01 h-l	56.40 a-d	36.00 g-k	8.63	3.46
Şanlı	45.12 a	16.62 h-l	60.40 a	47.23 ef	8.72	3.65
Tacitus	40.81 a-c	16.05 h-l	56.80 a-c	39.87 gh	9.10	3.00
Tosunbey	37.33 a-e	10.35 j-l	55.43 a-d	29.80 k-m	9.69	3.29
Mean	35.14 a	16.02 b	53.05 a	31.89 b	8.60 a*	3.48 b
LSD <sub>ap</sub>	13.03		6.33		2.16	
LSD <sub>ap×c</sub>	10.29		6.49		ns	

\*: Values in the same letter group are not different at the 0.05 significance level. LSD<sub>ap</sub> and LSD<sub>ap×c</sub> show the least significance difference values for application and application×cultivar interaction, respectively; ns means not significant.

### 1.6. Leaf Chlorophyll Contents (total chl., chl-a., chl-b., chl-a/b)

The mean total chlorophyll contents of the cultivars were found statistically higher in stressed conditions (2.95 mg g<sup>-1</sup>) than in non-stressed conditions (2.40 mg g<sup>-1</sup>) (Table 3). Ghanem and Al-Farouk (2024) showed different findings in their study; it is thought that this difference is due to the increase in chlorophyll-a in our study. Although the interaction values are not statistically significant; total chlorophyll content of the cultivars showed a distribution between 2.01 mg g<sup>-1</sup> (Select) and 2.79 mg g<sup>-1</sup> (Şanlı) under non-stressed conditions, and between 2.47 mg g<sup>-1</sup> (Gün-91) and 3.37 mg g<sup>-1</sup> (Şanlı) and under stressed conditions (Table 3). The

chlorophyll-a contents of the winter bread wheat genotypes examined in the study are parallel to the total chlorophyll content. As a matter of fact, when Table 3 is evaluated; chlorophyll-a contents in stressed conditions ( $2.08 \text{ mg g}^{-1}$ ) appear to be statistically higher than in non-stressed conditions ( $1.70 \text{ mg g}^{-1}$ ) (Table). Thus, as similar to our study; Fani (2012) stated that chlorophyll-a content increased due to increasing drought stress in alfalfa, as an indicator of resistance to drought. In contrast to total chlorophyll and chlorophyll-a contents, chlorophyll-b contents; showed statistically significant decreases in stressed conditions ( $0.74 \text{ mg g}^{-1}$ ) compared to non-stressed conditions ( $1.14 \text{ mg g}^{-1}$ ). Chlorophyll-b content of the cultivars varies between  $0.81 \text{ mg g}^{-1}$  (Select) and  $1.49 \text{ mg g}^{-1}$  (Tosunbey) under non-stressed conditions; it varied between  $0.47 \text{ mg g}^{-1}$  (Avantaj) and  $1.05 \text{ mg g}^{-1}$  (Harmankaya) under stressed conditions (Table 3). Chlorophyll-b values are similar to the results of Saeidi and Abdoli (2015). The chlorophyll-a/b ratio in stressed conditions (0.25) was found statistically lower than in non-stressed conditions (0.80). Depending on the cultivars, under non-stressed conditions this ratio is between 0.41 (Katia) and 1.19 (Lucillus); in stressed conditions, it varied between 0.08 (Avantaj, Bayraktar and Sönmez) and 0.55 (Harmankaya) (Table 3). Although chlorophyll-a/b values are similar to the findings of Saeidi and Abdoli (2015), it is understood that our findings are lower than theirs.

**Table 3.** Mean values of leaf chlorophyll contents (total chl., chl-a, chl-b, chl-a/b) of some winter bread wheat cultivars under non-stressed and water-stressed conditions

Cultivars	Total chlorophyll ( $\text{mg g}^{-1}$ )		Chlorophyll-a ( $\text{mg g}^{-1}$ )		Chlorophyll-b ( $\text{mg g}^{-1}$ )		Chlorophyll-a/b	
	Non-Stressed	Water-stressed	Non-Stressed	Water-stressed	Non-Stressed	Water-stressed	Non-Stressed	Water-stressed
Accent	2.10	2.91	1.47	2.14	1.09	0.81	0.80 c-e*	0.37 g-n
Alex	2.39	2.84	1.69	2.01	1.23	0.95	0.91 a-d	0.47 f-k
Avantaj	2.41	2.91	1.72	2.04	0.97	0.47	0.57 e-g	0.08 n
Bayraktar	2.40	2.93	1.71	2.03	1.06	0.75	0.67 d-f	0.08 n
Gerek-79	2.45	2.50	1.74	1.75	0.94	0.49	0.52 e-j	0.14 mn
Gün-91	2.40	2.47	1.68	1.73	1.23	0.87	0.94 a-d	0.45 f-l
Hamitbey	2.55	2.94	1.81	2.06	1.36	0.71	1.05 a-c	0.24 i-n
Harmankaya	2.61	2.99	1.87	2.11	1.29	1.05	0.89 b-d	0.55 e-h
Katia	2.30	2.85	1.64	2.01	0.82	0.69	0.41 f-m	0.27 h-n
Kenanbey	2.40	2.94	1.67	2.08	0.93	0.64	0.54 e-h	0.17 l-n
Konya-2000	2.72	3.12	1.92	2.21	1.43	0.86	1.10 a-c	0.34 g-n
Kujalnik	2.17	2.97	1.56	2.09	0.90	0.69	0.58 e-g	0.24 i-n
Lucillus	2.22	2.78	1.58	1.93	1.37	0.74	1.19 a	0.32 g-n
Miranda	2.16	3.19	1.53	2.25	0.90	0.69	0.54 e-i	0.18 k-n
Padoima	2.25	2.82	1.59	2.00	0.91	0.73	0.54 e-h	0.21 k-n
Select	2.01	2.73	1.42	1.93	0.81	0.72	0.47 f-k	0.28 h-n
Sönmez	2.77	3.20	1.96	2.22	1.34	0.84	0.94 a-d	0.08 n
Şanlı	2.79	3.37	1.96	2.37	1.32	0.55	0.95 a-d	0.11 n
Tacitus	2.22	3.16	1.56	2.23	1.33	0.77	1.15 ab	0.27 h-n
Tosunbey	2.65	3.31	1.91	2.45	1.49	0.83	1.16 ab	0.23 j-n
Mean	2.40 b	2.95 a	1.70 b	2.08 a	1.14 a	0.74 b	0.80 a	0.25 b
LSD <sub>ap</sub>	0.35		0.26		2.22		0.308	
LSD <sub>ap×c</sub>	ns		ns		ns		0.293	



\*: Values in the same letter group are not different at the 0.05 significance level.  $LSD_{ap}$  and  $LSD_{ap \times c}$  show the least significance difference values for application and application  $\times$  cultivar interaction, respectively; ns means not significant.

### 3.4. Contents of Carotenoid, Proline, and Total Phenolic Compound

The mean carotenoid content of the cultivars were found statistically higher in stressed conditions ( $3.05 \text{ mg g}^{-1}$ ) than in non-stressed conditions ( $1.57 \text{ mg g}^{-1}$ ) (Table 4). Although the interaction (application  $\times$  cultivar) values are not statistically significant, under non-stressed conditions, the highest value was observed in Katia ( $2.03 \text{ mg g}^{-1}$ ) and the lowest value ( $1.17 \text{ mg g}^{-1}$ ) in Lucillus and Tacitus varieties. Under stressed conditions, the highest carotenoid contents were in Avantaj ( $4.40$ ) and Şanlı ( $4.36$ ) while the lowest values were observed in Harmankaya ( $2.06 \text{ mg g}^{-1}$ ) and Gün-91 ( $2.07 \text{ mg g}^{-1}$ ) cultivars (Table 4). These findings are consistent with the results of Akbarian et al. (2011).

The mean of proline contents of cultivars under stressed conditions ( $1351.91 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$ ) was 13 times that in non-stressed conditions ( $104.09 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$ ). Indeed, the mean proline content in stressed conditions was statistically significantly higher than in non-stressed conditions (Table 4). The results are similar to the findings of Naz and Perveen (2021) and Van Heerden and De Villiers (1996). On the other hand, although the interaction values are not statistically significant, the highest proline content was in the Hamitbey ( $134.67 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$ ) variety and the lowest proline content was in the Sönmez ( $81.39 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$ ) variety under non-stressed conditions; under stressed conditions, these values ranged between  $739.04 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$  (Miranda) and  $1720.79 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$  (Hamitbey) (Table 4).

Total phenolic compound content showed a statistically significant change between water-stressed and non-stressed treatments. Accordingly, the total phenolic compound content of stressed conditions ( $9.36 \text{ mg GAE L}^{-1}$ ) was found higher than non-stressed conditions ( $2.93 \text{ mg GAE L}^{-1}$ ) (Table 4). The results were consistent with those of Ma (2014) and Habib et al. (2020) while the results of Nawaz et al. (2015) were under these results. As can be seen in Table 4, interaction values did not show statistically significant changes.

**Table 4.** Mean values of the contents of carotenoid, proline, and total phenolic compound of some winter bread wheat cultivars under non-stressed and water-stressed conditions

Cultivars	Carotenoid (mg g <sup>-1</sup> fresh weight)		Proline (μmol g <sup>-1</sup> fw)		Total phenolic compound (mg GAE L <sup>-1</sup> fw)	
	Non-Stressed	Water-stressed	Non-Stressed	Water-stressed	Non-Stressed	Water-stressed
Accent	1,35	3,01	102,94	1273,56	1,87	9,11
Alex	1,38	2,33	91,27	1261,14	2,02	6,15
Avantaj	1,90	4,40	116,58	1639,61	5,65	15,80
Bayraktar	1,63	2,99	102,99	1688,71	4,75	10,46
Gerek-79	1,90	3,66	103,78	1412,94	3,25	10,89
Gün-91	1,40	2,07	106,60	1303,36	2,01	6,89
Hamitbey	1,37	2,93	134,67	1720,79	2,73	9,79
Harmankaya	1,46	2,06	95,76	1000,26	2,32	6,20
Katia	2,03	3,16	94,73	1145,83	2,31	11,85
Kenanbey	1,86	3,25	117,30	1485,05	3,55	11,18
Konya-2000	1,37	2,56	124,31	1432,68	2,39	6,69
Kujalnik	1,83	3,31	95,86	1425,24	2,65	10,22
Lucillus	1,17	3,02	85,64	1164,01	2,88	6,62
Miranda	1,74	3,33	85,69	739,04	4,65	9,86
Padoima	1,79	2,79	93,31	1308,51	1,99	8,10
Select	1,76	2,82	144,30	1096,06	3,62	6,06
Sönmez	1,47	2,68	81,39	1605,79	1,95	10,87
Şanlı	1,54	4,36	90,12	1285,18	2,53	12,28
Tacitus	1,17	3,05	111,71	1406,34	3,01	8,40
Tosunbey	1,28	3,14	102,93	1644,04	2,53	9,82
Mean	1.57 b	3.05 a	104.09 b*	1351.91 a	2.93 b	9.36 a
LSD <sub>ap</sub>	0.454		292.76		1.682	
LSD <sub>ap×c</sub>	ns		ns		ns	

\*: Values in the same letter group are not different at the 0.05 significance level. LSD<sub>ap</sub> and LSD<sub>ap×c</sub> show the least significance difference values for application and application×cultivar interaction, respectively; ns means not significant.

## 2. CONCLUSION AND SUGGESTIONS

Plants experiencing drought stress increase antioxidant (AO) pigments such as carotenoids, chlorophyll-a, and total chlorophyll in their leaves, or accumulate AO substances such as proline and phenolic compounds, in order to adapt or to resist drought. These behaviors of plants provide information about the drought tolerance or adaptation ability of the plant if it encounters drought stress. During drought stress, carotenoids protect the chlorophyll pigment from excessive light energy as shadow pigments and act as antioxidants to scavenge against reactive molecules that may form during drought. Proline increases under stress conditions such as drought, providing the plant with unique durability and stress tolerance, and plays the role of both an osmotic protector and antioxidant. In this study, increases in proline, carotenoid and phenolic compounds once again revealed that these metabolites are of vital importance in the adaptation of wheat seedlings to drought and in eliminating oxidative damage caused by drought. Not only these biochemical properties, but also other physiological parameters should be used as breeding criteria in similar studies in the early seedling stage, especially if a large

number of breeding materials are used. However, such studies must be supported by field trials. However, when all the traits studied within the scope of this study are evaluated together; Şanlı, Tosunbey, Avantaj, Bayraktar and Miranda cultivars can be considered to be used as parents or standards in drought resistance or tolerance studies.

#### **ACKNOWLEDGEMENT**

This study was produced from the MSc thesis of Author Muharrem Ural and he would like to thank his laboratory colleagues (Müşerref GÜNAY and Esmâ GÜLBAHAR) because of their laboratorial supports.

## REFERENCES

- Akbarian, A., Arzani, A., Salehi, M., & Salehi, M. (2011). Evaluation of triticale genotypes for terminal drought tolerance using physiological traits. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81(12), 1110-1115.
- Albergaria, E. T., Oliveira, A. M., & Albuquerque, U. P. (2020). The effect of water deficit stress on the composition of phenolic compounds in medicinal plants. *South African Journal of Botany*, 131, 12-17.
- Anjum, S. A., Farooq, M., Wang, L. C., Xue, L. L., Wang, S. G., & Wang, L. (2011). Gas exchange and chlorophyll synthesis of maize cultivars are enhanced by exogenously-applied glycinebetaine under drought conditions. *Plant, Soil and Environment*, 57(7), 326-331.
- AOAC (2000). *Official Methods of Analysis*. 17<sup>th</sup> Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15.
- Aslam, M., Zamir, M. I., Afzal, I., & Amin, M. (2014). Role of potassium in physiological functions of spring maize (*Zea mays* L.) grown under drought stress. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 24(5), 1452-1465.
- Baloch, M. J., Dunwell, J., Khakwani, A. A., Dennett, M., Jatoi, W. A., & Channa, S. A. (2012). Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages. *Journal of Agricultural Research*, 50(3), 299-310.
- Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
- Blum, A., & Ebercon, A. (1981). Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Science*, 21, 43-47.
- Blum, A., & Jordan, W. R. (1985). *Breeding crop varieties for stress environments*. (Cilt 2). *Critical Reviews in Plant Sciences*.
- Chen, Z., Yang, X., Song, W., Khan, A., Najeeb, U., & Li, P. (2020). Water-saving cultivation plus super rice hybrid genotype improves water productivity and yield. *Agronomy Journal*, 112(3), 1764-1777.
- Cheng, L., Han, M., Yang, L., Yang, L., Sun, Z., & Zhang, T. (2018). Changes in the physiological characteristics and baicalin biosynthesis metabolism of *scutellaria baicalensis georgi* under drought stress. 122, 473-482.
- Demirevska, K., Zasheva, D., Dimitrov, R., Simova-Stoilova, L., Stamenova, M., & Feller, U. (2009). Drought stress effects on rubisco in wheat: changes in the rubisco large subunit. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31, 1129-1138.
- Din, A., Ahmad, M., Watto, F. M., Ahmed, S., Ali, I., & Shah, M. K. (2020). Drought tolerance screening in thirty common wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Sarhad Journal of Agriculture*, 36(1), 168-177.
- Dolferus, R. (2014). To grow or not to grow: a stressful decision for plants. *Plant Science*, 229, 247-261.
- Fani, E. (2012). Changes Chlorophyll a in Response to Drought Stress in alfalfa (vs. Nick Urban) in Climatic Conditions of the South West Iran. *Advanced Studies in Biology*, 4(11), 545-550.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1), 185-212.

- Fischer, R. A., Rees, D., Sayre, K. D., Lu, Z. M., Condon, A. G., & Saavedra, A. L. (1998). Wheat Yield Progress Associated with Higher Stomatal Conductance and Photosynthetic Rate, and Cooler Canopies. *Crop Sci.* 38:1467-1475.
- Ghanem, H. E., & Al Farouk, M. O. (2024). Wheat Drought Tolerance: Morpho Physiological Criteria, Stress. *Journal of Plant Growth Regulation*.
- Gholamin, R., & Khayatnezhad, M. (2020). Assessment of the correlation between chlorophyll content and drought resistance in corn cultivars (*Zea mays*). *Helix-The Scientific Explorer| Peer Reviewed Bimonthly International Journal*, 10(5), 93-97.
- Habib, N., Ali, Q., Ali, S., Javed, M. T., Haider, M. Z. ve Perveen, R. (2020). Use of nitric oxide and hydrogen peroxide for better yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under water deficit conditions: growth, osmoregulation, and antioxidative defense mechanism. *Plants*, 9(2), 285.
- Hassan, M. U., Aamer, M., Chattha, M. U., Ullah, M. A., Sulaman, S., & Nawaz, M. (2017). The role of potassium in plants under drought stress: mini review. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 13, 268-271.
- Hassan, N. M., El-Bastawisy, Z. M., El-Sayed, A. K., Ebeed, H. T., & Alla, M. M. (2015). Roles of dehydrin genes in wheat tolerance to drought stress. *Journal of Advanced Research*, 6(2), 179-188.
- Hu, Y., Burucs, Z., & Schmidhalter, U. (2006). Short-Term Effect of Drought and Salinity on Growth and Mineral Elements in Wheat Seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 29, 2227-2243.
- Kasangana, P. B., Haddad, P. S., & Stevanovic, T. (2015). Study of polyphenol content and antioxidant capacity of *Myrianthus arboreus* (Cecropiaceae) root bark extracts. *Antioxidants (Basel)*, 4(2), 410-426.
- Khayatnezhad, M., & Gholamin, R. (2021). The effect of drought stress on the superoxide dismutase and chlorophyll content in durum wheat genotypes. *Advancements in Life Sciences*, 8(2), 119-123.
- Kulathunga, J., Reuhs, B. L., & Simseka, S. (2020). A review: novel trends in hulled wheat processing for value addition. (Cilt 106). *Trends in Food Science and Technology*.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.
- Lonbani, M., & Arzani, A. (2011). Morpho-physiological traits associated with terminal drought stress tolerance in triticale and wheat. *Agronomy Research*, 9(1-2), 315-329.
- Ma, D., Sun, D., Wang, C., Li, Y., & Guo, T. (2014). Expression of flavonoid biosynthesis genes and accumulation of flavonoid in wheat leaves in response to drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 80, 60-66.
- Majid, S. A., Asghar, R., & Murtaza, G. (2007). Potassium-calcium interrelationship linked to drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 39(5), 1609-1621.
- Merewitz, E., Meyer, W., Bonos, S., & Huang, B. (2010). Drought stress responses and recovery of texas × kentucky hybrids and kentucky bluegrass genotypes in temperate climate conditions. *Agronomi Dergisi*, 102(1), 258-268.
- Miransari, M., & Smith, D. (2019). Sustainable wheat (*Triticum Aestivum* L.) production in saline fields: a review. *critical reviews in biotechnology*. (Cilt 39). *Critical Reviews in Biotechnology*.

- Nawaz, H., Hussain, N., & Yasmeen, A. (2015). Growth, yield and antioxidants status of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under water deficit conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52(4), 953-959.
- Naz, S., & Perveen, S. (2021). Response of wheat (*Triticum aestivum* L. var. GALAXY-2013) to pre-sowing seed treatment with thiourea under drought stress. *Pakistan Journal of Botany*, 53(4), 1209-1217.
- Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., & Phan Tran, L. S. (2014). Response of plants to water stress. *Frontiers in Plant Science*, 5, 86.
- Öztürk, A., & Aydın, M. (2017). Physiological characterization of turkish bread wheat genotypes for resistance to late drought stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41(6), 414-440.
- Rezayian, M., Niknam, V., & Ebrahimzadeh, H. (2018). Differential responses of phenolic compounds of *Brassica napus* under drought stress. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 8(3), 2417-2425.
- Saeidi, M., & Abdoli, M. (2015). Effect of drought stress during grain filling on yield and its components. gas exchange variables. and some physiological traits of wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17, 885-898.
- Sairam, R. K., Deshmukh, P. S., & Shukla, D. S. (1997). Tolerance of drought and temperature stress in relation to increased antioxidant enzyme activity in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 178, 171-178.
- Semida, W. M., Abdelkhalik, A., Rady, M. O., Marey, R. A., & Abd El-Mageed, T. A. (2020). Exogenously applied proline enhances growth and productivity of drought stressed onion by improving photosynthetic efficiency, water use efficiency and up-regulating osmoprotectants. *Scientia Horticulturae*, 272(1), 109580.
- Van Heerden, P. D., & De Villiers, O. T. (1996). Evaluation of proline accumulation as an indicator of drought tolerance in spring wheat cultivars. *South African Journal of Plant and Soil*, 13(1), 17-21.
- Yang, X., Wang, B., Chen, L., Li, P., & Cao, C. (2019). The different influences of drought stress at the flowering stage on rice physiological traits, grain yield, and quality. *Scientific Reports*, 9(1), 3742.

## ATLARDA AYAĞIN KLİNİK VE RADYOLOJİK MUAYENESİ

**Dr. Öğr. Üyesi Emine ÇATALKAYA (ORCID:0000-0001-7884-5407)**  
Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi  
**Email:**eminecatalkaya21@gmail.com

**Veteriner Hekim Mehmet ÇATALKAYA (ORCID:0000-0002-3884-4474)**  
GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi  
**Email:**memetcatalkaya@hotmail.com

### ÖZET

Topallık atlarda en sık karşılaşılan sorunlardan biridir. Atlarda topallığın nedenlerinin görülme sıklığı atın cinsine ve kullanımına göre değişse de, atlarda topallığın en yaygın nedeni ayak patolojisi veya ayağa bağlı amudiyet bozukluğudur. Amudiyet bozukluğu topallığın asıl nedeni olmasa bile iskelet ve kas yapısını olumsuz etkileyerek ve çeşitli anatomik yapılara (kas, eklem, kemik) binen yük dengesini olumsuz etkileyerek topallığa sebep olabilir. Ayak kaynaklı topallıklar, topallık vakalarının büyük çoğunluğunda doğrudan veya dolaylı olarak rol oynar. Gelişimsel sorunlar, yürüyüş analizi, topallık muayeneleri ve satın alma öncesi muayeneler gibi nedenlerle ayak muayenesi gerekebilir. Ayağın klinik ve radyografik muayeneleri tanı için önemlidir. Ancak bu durum için sağlıklı yumuşak doku parametrelerini, sağlıklı kemik anatomisini ve normal tırnak anatomisini ve her bir anatomik yapının birbiriyle olan ilişkisini bilmek ve tanımlamak için disiplinli, metodolojik bir yaklaşım gereklidir. Bu çalışma disiplini ve protokolü aynı zamanda bu yapıların yere teması, ayağın destek dokuları ve atın vücut ağırlığının uyguladığı kuvvetlere verdiği tepkiyi de ortaya koymalıdır. Ayak muayenesi yapılırken belirli bir sistematikte fiziksel muayene yapılarak topallığın lokalizasyonu belirlenmelidir. Muayene ilk olarak inspeksiyonla başlamalı, bunu direkt ve indirekt palpasyon takip etmelidir. Bu muayenelerle lokalize edilemeyen topallıklarda regional anestezi ile topallığın lokalizasyonu ve radyografik muayene için bölge belirlenmelidir. Bu aynı zamanda radyografik muayenede kullanılan röntgen pozisyonlarının belirlenmesinde de oldukça önemlidir. Çünkü ayağı oluşturan anatomik yapıların her birinin iyi şekilde belirlendiği radyografik pozisyonlar vardır ve bunların bilinmesi de gereklidir. Bir ayağı veya ayak radyografisi incelenirken radyograma giren tüm anatomik alanlar detaylı bir şekilde incelenmelidir. Sadece bir odak noktasına kilitlenmemelidir. Bu basit yaklaşım, yeterli tanısal bilgi olmadan fikir oluşturmanın yaygın bir sonucu olan yanlış yorumlamanın önlenmesine etkili bir şekilde yardımcı olur.

**Anahtar Kelimeler:** At, ayak, radyolojik muayene, tırnak.

## CLINICAL AND RADIOLOGICAL EXAMINATION OF THE FOOT IN HORSES

### ABSTRACT

Lameness is one of the most common problems in horses. Although the incidence of causes of lameness in horses varies depending on the breed and use of the horse, the most common cause of lameness in horses is foot pathology or foot-related posture disorder. Even if immobility is not the main cause of lameness, it can cause lameness by negatively affecting the skeletal and muscular structure and by negatively affecting the load balance on various anatomical structures (muscle, joint, bone). Foot-related lameness plays a direct or indirect role in the vast majority of lameness cases. Foot examination may be required for reasons such as developmental problems, gait analysis, lameness examinations and pre-purchase examinations. Clinical and radiographic examinations of the foot are important for diagnosis. However, for this situation, a disciplined, methodological approach is required to know and define healthy soft tissue parameters, healthy bone anatomy and normal nail anatomy, and the relationship of each anatomical structure to each other. This work discipline and protocol should also reveal the response of these structures to the contact with the ground, the supporting tissues of the foot, and the forces exerted by the horse's body weight. While performing a foot examination, the location of the lameness should be determined by performing a systematic physical examination. The examination should first begin with inspection, followed by direct and indirect palpation. In cases of lameness that cannot be localized by these examinations, the area should be determined for localization of the lameness and radiographic examination with regional anesthesia. This is also very important in determining the x-ray positions used in radiographic examination. Because there are radiographic positions in which each of the anatomical structures that make up the foot are well determined, and it is necessary to know them. When examining a foot or foot radiograph, all anatomical areas included in the radiogram should be examined in detail. It should not be focused on just one focal point. This simple approach effectively helps avoid misinterpretation, which is a common consequence of forming opinions without sufficient diagnostic information.

**Keywords:** Horse, foot, radiological examination, nail.



## GİRİŞ

Topallık atçılıkta en sık karşılaşılan sorunlardan biridir. Ayak, topallık olgularının büyük çoğunluğunda ya doğrudan ya da dolaylı olarak rol oynar (Ross ve McIlwraith, 2011; Baxter et al., 2020; Ersöz-Kanay, ve ark., 2024). Atlarda ayak sağlığının korunmasında ve devam ettirilmesinde veteriner hekim ve nalbantların rolü büyüktür. Her iki meslekte de önemli ve tamamlayıcı roller oynamaktadır. Veteriner hekimlerden ve nalbantlardan sıklıkla gelişimsel sorunlar, yürüyüş analizi, topallık muayeneleri ve satın alma öncesi muayeneler gibi çeşitli nedenlerle ayağı muayene etmeleri istenir. Tecrübeli bir nalbantın bilgi ve becerileri ile veteriner hekimlerin bilgi ve tecrübelerinin birleştirilmesi, hem klinik hem de radyografik muayenelerin teşhis ve prognostik potansiyelini büyük ölçüde artırır. Ayağın klinik ve radyografik muayeneleri tanı koymada oldukça önemlidir (Redden, 2003). Tanıda önemli olan, çeşitli normal yumuşak doku parametrelerini, normal kemik anatomisini ve normal tırnak kapsülü anatomisini ve ayrıca her bir anatomik bileşenin birbiriyle olan ilişkisini ortaya çıkarmak ve tanımlamak için uygun şekilde muayene etmektir. Uygulanacak muayene protokolü ile veteriner hekim atın ayağının yer teması, destek dokuları ve atın vücut ağırlığının uyguladığı kuvvetlere verdiği tepkiyi belirleyebilmelidir. Bir ayağı veya radyografiyi muayene ederken hem sağlıklı (normal) yapıların hem de hasta olan kısımların muayene edilmesi gerekir (Redden, 2003, Turner, 2003).

## KLİNİK MUAYENE

Muayenenin amacı ne olursa olsun, fiziki muayene ayağın değerlendirilmesinde çok önemli bir aşamadır (Ross ve McIlwraith, 2011, Çatalkaya, 2024). Bu muayenenin kapsamı ve niteliği duruma uygun hale getirilmelidir. Aynı zamanda at ilgisinin talepleri de dikkate alınmalıdır. İyi hekimlik bilgisi, ayak anatomisinin ve fizyolojisinin bilinmesi, uygun ve güvenli bir muayene için diğer ön koşullardır. İyi ve eksiksiz alınan bir anamnez (yaşı, ırkı, atın ne amaçla kullanıldığı, topallığın ne zaman ilk gözlemlendiği, ne gibi durumlarda topallığın şekillendiği, nallamanın ne zaman yapıldığı, şişlik varsa ne zamandan beri olduğu vs), fiziki muayeneyi tamamlar (Redden, 2003; Moyer ve Carter, 2007; Schumacher et al., 2012). Ayağı incelerken anamnez dinlenmeli, ancak hemen sonuca varılmamalı, at ilgililerinin ya da bakıcısının fikirlerinden etkilenilmemeli eksiksiz bir muayene yapılmalıdır. Muayene atın ayağı kaldırılmadan palpasyondan önce inspeksiyonla muayene başlamalıdır. İnspeksiyon, atın yaklaşık 2-3 metre uzağından olacak şekilde önünden, yanından, arkasından, omuz ve sağrısından tırnaklara kadar yapılmalıdır. İnspeksiyonda tırnağın yapısı (dar ya da geniş, sivri vb) atın duruşu, tüm ayaklara eşit miktarda vücut ağırlığını dağıtması, hangi ayağını daha fazla istirahatte tuttuğunun izlenmesi, lokal yangı belirtilerinin (şişkinlik, renk değişikliği) ve lokal kas atrofisinin varlığının belirlenmesi, yürüyüş ve tırta ayaklarının izlenmesi önemli bilgiler verecektir (Moyer ve Carter, 2007; Ross ve Dyson, 2010; Baxter et al., 2020; Kılıç ve Ermutlu, 2023). Yürüyüş ve tırta topallığın teşhisi daha rahat anlaşılmaktadır. Yürüyüş ve tırta adım boyları, adımlarda ayağın yerde temas süresi, ayağın hangi bölümünün ilk olarak yere temas ettiği, sık ayak değiştirmenin varlığı vb yönden at izlenmelidir. Yürüyüşte veya tırta atın kafa hareketlerinin izlenmesi de önemlidir. Topallık ön ayakta ise at lezyonlu olan ayağına bastığında kafayı yukarı kaldırırken, sağlam ayağına bastığında kafasını indirir. Topallık arka ayakta ise bu durum tam tersidir. Ayrıca arka ayaklarda sağrının inspeksiyonu da topallığın hangi ayakta olduğunun belirlenmesinde önemlidir. At problemlili (lezyonlu) olan ayağına bastığında aynı bacağın sağrı kısmında da çökme gözlemlenir (Kılıç ve Ermutlu, 2023).

İnspeksiyon işleminden sonra tırnağın palpasyonu yapılmalıdır. Atın muayenesinde her ne kadar belirli genellemeler yapılabilse de, atın cinsi, yaşı, çevresi ve kullanımından etkilenen

tırnak özellikleri için bir dizi normal aralık vardır. Bu faktörlerin getirdiği değişkenlik göz önüne alındığında normal aralığı çok geniş olabilir. Sağlıklı at ayağının yapısındaki bu değişkenlikleri bilmek, klinik önemi olan normalden hafif sapmaların belirlenmesine yardımcı olabilir. Eğer at ayağının normal parametreleri, yaşı, çevresi ve ne amaçla kullanıldığı bilinmezse, bazı durumların gözden kaçırılmasına neden olabilir (Redden, 2003; Baxter et al., 2020).

Topallıklarda fiziki muayene tanıyı koymak ve soruna cevap bulmak için yapılır. Fiziki muayenede inspeksiyondan sonra tırnağın ve ayağı oluşturan diğer yapıların elle muayenesi yapılır. Bu amaç için ayağın tabanı ve çevresi temizlenmelidir. Tabanında herhangi bir kir bulunmayacak şekilde iyi temizlemek ve tırnağın zemin yüzeyini hafifçe törpülemek, olası birkaç alanı ortaya çıkarabilir. Hızlı bir görsel muayeneden sonra, başparmağı kullanarak koroner bant boyunca, ökçelere ve hatta ince ayak tabanlı atlarda hassasiyet alanlarını tespit etmek için elle basınç yaparak ağrı varlığı veya duyarlı alanlar belirlenmeye çalışılır. Tırnak içindeki canlı dokulardaki duyarlılığı belirlemek için tırnak muayene pensleri dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır. Çünkü uygunsuz kullanım atın daha fazla acı çekmesine ve hafif baskıya bile abartılı tepki vermesine neden olabilir (Redden, 2003; Turner, 2003; Moyer ve Carter, 2007).

Tırnak muayene pensleri uygularken çok yumuşak bir şekilde uygulanmalıdır. Hassasiyetin arttığı alanları belirlemek için gereken tek şey, tabanın hafif hareket etmesine neden olacak yeterli basınçtır. Yani tırnak muayene pensi uygulanırken tırnak tabanının belirli oranda esnemesi gereklidir. Ayrıca bu işlem yapılırken ayağın uygun şekilde tutulması da önemlidir. Eğer at tutuş şekli rahatsız oluyorsa ağrının yeri tam olarak belirlenmeyebilir veya yanlış belirlenebilir. Ağrı varlığında at hassasiyetin olduğu bölgeye dokunulduğunda ve basınç yapıldığında duyacağı ağrıdan dolayı ayağını çekmek isteyecektir (Dabareiner ve Carter, 2003; Redden, 2003;).

Ağrının lokalizasyonunun belirlenmesi hastanın refahı ve uygun tedavi yönteminin belirlenmesi açısından önemlidir. Ağrı oluşturan hasarlı yapı ve/veya yapıların yerinin belirlenmesi aynı zamanda yardımcı muayene tekniklerinde (örneğin radyografi) hangi bölgeye odaklanılacağı hakkında da bilgi verir. Bu amaçla fiziki klinik muayenede ağrının yerinin belirlenemediği durumlarda regional anestezi (intraartiküler analjezi, palmar sinir blokajı gibi) ile ağrı lokalize edilebilir (Schumacher et al., 2000; Nagy et al., 2009). Tırnak, altındaki canlı dokuyu koruma özelliğine sahip cansız bir dokudur. Tırnakta oluşan lezyonlar canlı dokuya temas etmediği sürece ağrı oluşturmaz. Ancak, tırnağın temel koruyucu fonksiyonunun ve ökçelerin şok emici özelliklerinin etkilendiği durumlarda büyük önem taşır. Dolayısıyla bu durumda “teşhis” çok yönlüdür. Bununla birlikte, durumu, yumuşak dokuların hafif, orta veya aşırı derecede zarar görmesi ile ilişkili hafif, orta veya aşırı tırnak kaybı olarak tanımlayarak basitleştirilebilir. Tıbbi bir teşhise ve hasta ilgililerinin acil taleplerini karşılamak için hızlı bir çözüme odaklanmak yerine, hasarlı kısımların belirlenmesi, sorunun çözümüne odaklanmasına olanak tanır.

Digital yastığın (çatal) derinliği, başparmağımızı ökçe çıkıntıları arasındaki sığ çöküntüye ve aynı elin işaret parmağını çatalın ortasına yerleştirerek tahmin edilebilir. Güçlü, sağlıklı ökçeli cins atlarda, bu mesafe yaklaşık 3-3,5 inç aralığındadır. Bu mesafe normal aralığın çok altında olduğunda, radyografik olarak yumuşak doku hasarının görülmesi beklenebilir. Bu basit gözlem, koroner bantın yere göre eğiminin dikkate alınmasıyla birleştiğinde, aynı zamanda taban derinliğinin tahmin edilmesine de olanak sağlar. Arka ayaklarda bu mesafenin az olduğu ayaklarda genellikle bel ve sağrı bölgesinde ağrıya neden olur. Bu gibi atlarda ökçe yüksekliği ve plantar açı yeniden sağlandığında ağrı da ortadan kalkacaktır (Redden, 2003; Turner, 2003).

Nallı tırnak muayenesi yapılırken asıl problemin tespit edilemediği durumlarda veya lezyonun linea alba düzeyinde olacağı tahmin edildiğinde ve radyografik muayenede ayağı iyice incelemek için atın nalının çıkarılması gerekir. Nallar tırnak duvarının dayanma yüzeyinin, terminal tabakalarının ve tabanın çevresinin incelenmesini engeller. Ancak nal çıkarılırken dikkatli olunmalıdır. Kırılgan yapıya sahip tırnaklarda ve atın tırnak ve vücut yapısına göre ayarlanmış özel nallarda veteriner hekimin tecrübesi yoksa iyi bir nalbant tarafından nalın çıkarılması daha doğrudur. Ayrıca tırnak muayenesinde koku alma duyusu çok önemlidir. Bu tırnak tabanında oluşmuş bir enfeksiyon tablosunun belirlenmesine yardımcı olabilir. Tecrübe ile yumuşak doku nekrozunu ve kemiği etkileyen septik durumu ayırmak bile mümkündür (Ross ve Dyson, 2010).

Fiziki Muayenede Önemli Hususlar:

- Fiziki muayene ayağın değerlendirilmesinin en önemli parçasıdır.
- Metodolojik bir yaklaşım ile muayene gerçekleştirilmelidir.
- Muayene ederken önce ayağı oluşturan yapıların normali bilmek gereklidir (atın cinsine, yaşına, ortamına ve durumuna göre normal tırnak yapısını bilmek); normalin dışında olan durumlar sorunlu yapıları gösterir.
- Ağrının yeri bir veya daha fazla yerde lokalize olabilir.
- Tırnak muayenesi yapılırken iç kısımda olan parmak kemiği ve ilgili yumuşak dokular gözümüzde canlandırılmalıdır ve lezyonlu bölgelerin belirlemek için bu önemlidir (Redden, 2003).

## RADYOGRAFİK MUAYENE

Tırnak muayenesinde radyografik muayenenin temel amacı ayağı oluşturan kemiklerin (falankslar, naviküler kemik interfalangeal eklem yüzeyleri) incelenmesidir (Ersöz-Kanay ve ark., 2024; Çatalkaya, 2024). Genellikle muayene yapılırken tırnak kapsülü içindeki yumuşak dokulara çok az dikkat edilir veya hiç edilmez. Bu yaklaşım, radyografik incelemenin kapsamını ve doğruluğunu ve dolayısıyla ayağı ilgilendiren topallığın tedavisi için bir eylem planı geliştirmedeki değerini ciddi şekilde sınırlandırmaktadır. Distal falanks, ayağın yapısal ve işlevsel bütünlüğü açısından hayati önem taşıyan yumuşak dokular tarafından korunan bir yapıdır. Yumuşak dokulardan herhangi biri hasar gördüğünde veya normal sınırlarının üzerinde gerildiğinde fonksiyon bozukluğu kaçınılmazdır. Tırnağa bağlı oluşan topallıkların birçoğunda aynı zamanda yumuşak dokunun da bir dereceye kadar etkileneceği bilinmelidir. Bu nedenle tırnak kapsülü içindeki yumuşak doku bölgelerinin değerlendirilmesi ayağın radyografik muayenesinin son derece önemli bir parçasıdır (Dabareiner ve Carter, 2003; Turner, 2003; Moyer ve Carter, 2007).

Radyografinin yumuşak dokuları görüntülemeye nispeten zayıf olduğu doğru olsa da, ayak içindeki yumuşak dokular hakkında pek çok bilgi, yumuşak doku ayrıntıları göz önünde bulundurularak çekilen kaliteli radyografilerden elde edilebilir. En azından, tırnağın dış duvarının dış yüzeyine radyoopak malzeme kullanılarak sınırlandırılmasıyla, alt kısım ve tırnak kapsülünün genişliği hem tırnak duvarı hem de taban için doğru bir şekilde ölçülebilir. Zemin yüzeyi ya nal tarafından ya da konumlandırma bloğunun yüzeyindeki radyoopak bir işaretleyici ile belirlenebilir (Turner, 2003).

Radyolojik muayene yapılmadan önce ayak çevresi ve tabanı kir ve yabancı cisimler yönünden temizlenmelidir (Himani et al., 2019). Aksi durumda tırnak tabanında veya tırnak duvarında radyografide kontrast verebilecek herhangi bir kir radyogramın yanlış yorumlanmasına sebep olabilir. Lateromedial pozisyonda atın nalı yerinde bırakılabilir, ancak diğer radyografik pozisyonlarda nalın sökülmesi gereklidir. Tırnağın radyografik muayenesinde tırnağı oluşturan

yapıların tamamının radyogramda görülmesi için tırnak altına uygun büyüklükte bir takoz uygulanması gereklidir.

Topallığın ayaktaki yeri belirlendikten sonra radyolojik muayene ilk yapılan yardımcı muayene tekniklerinden biridir (Turner, 2003; Rijkenhuizen et al., 2012, Çatalkaya, 2022). Ayağı oluşturan anatomik yapıların radyografik muayenesi altı pozisyonda değerlendirilebilir (Turner, 2003; Kamiloğlu, 2018, Ersöz-Kanay ve ark., 2024).

- Mediolateral pozisyon
- Dorsopalmar pozisyon
- Dorsoproksimal-palmarodistal pozisyon
- Dorsoproksimal-palmarodistal 90° oblik pozisyon
- Palmaroproksimal-palmarodistal oblik pozisyon
- Dorsolateral-palmaromedial 45° oblik pozisyon

**Lateromedial pozisyon:** Bu pozisyon distal falanks, naviküler kemik, distal interfalangeal eklem, ikinci falanksın bir bölümü ve ayağın yumuşak dokularını içerir. Dorsopalmar ayak dengesi, tırnak-pastern açısı (yalnızca at her iki ekstremitesine eşit yük verdiğinde), laminitiste distal falanksın yer değiştirmesi, distal interfalangeal eklem hastalıklarını ve distal falanks hastalıklarını değerlendirmek için en uygun bir pozisyonudur (Weaver ve Brakzai, 2010; Sherlock ve Parks, 2013). Ancak bu pozisyonda naviküler kemik patolojileri tam belirgin olmayabilir.

**Dorsopalmar pozisyon:** Dorsopalmar pozisyon diğer pozisyonlara göre daha az tercih edilir. Ancak lateromedial ayak bozukluklarını (dengesizliği), bazı distal falanks kırıklarını ve tırnak kemiğinin kollateral kırıklarının ossifikasyonunu değerlendirmek için tercih edilebilir (Weaver ve Brakzai, 2010).

**Dorsoproksimal-palmarodistal pozisyon:** Bu pozisyonda distal falanksın dorsal ve soleal kısmının görüntülenmesi için tercih edilir (O'Sullivan et al., 1999; Weaver ve Brakzai, 2010). Naviküler kemik bu pozisyonda belirlenebilir. Ancak daha net olarak görüntülenebilmesi için farklı bir pozisyon tercih edilmelidir.

**Dorsoproksimal-palmarodistal 90° oblik pozisyon:** Naviküler kemik dorsoproksimal-palmarodistal pozisyona göre bu pozisyonda daha iyi değerlendirilir. Bu pozisyonda dikkat edilmesi gereken nokta naviküler kemiğin iyi bir şekilde görülmesi için dorsal tırnak duvarı ya dik ya da yere yaklaşık 85° açı yapacak şekilde konumlandırılmalıdır. Tırnak duvarının dik konumlandırılması naviküler kemiğin proksimal sınırının tanımlanmasını iyileştirirken öne doğru açılabilmesi kemiğin distal sınırının daha iyi tanımlanmasını sağlar (Weaver ve Brakzai, 2010).

**Palmaroproksimal-palmarodistal oblik pozisyon:** Bu pozisyon naviküler kemiğin fleksör yüzeyinin, palmar korteksinin ve medullasının değerlendirilmesini sağlar. Bu görünümde lateromedial veya dorsoproksimal-palmarodistal pozisyonda görülemeyen ince detaylar görülebilir. Bu nedenle elde edilmesi zor olsa da naviküler kemiğin tam olarak incelenmesi için gerekli bir pozisyonudur (Wilson et al., 2001; Weaver ve Brakzai, 2010).

**Dorsolateral-palmaromedial 45° oblik pozisyon:** Bu pozisyon ise distal falanksın lateral ve medial palmar kısımlarının değerlendirilmesine olanak sağlar (Weaver ve Brakzai, 2010).

Bu pozisyonların her biri, kemik yüzeylerinin herhangi birinde oluşabilecek önemli değişikliklerin varlığı açısından değerlendirilmelidir. Tüm ayağın ve ayağı oluşturan anatomik yapıların radyografik muayenesinin gerektiği durumlarda bu pozisyonların tamamı çekilerek değerlendirilebilir. Radyografilerin anatomik yapılarda şekillenen değişim ve/veya lezyon açısından değerlendirilmesi ve anormalliklerin patolojik anlamda ne anlama geldiğinin belirlenmesi de gereklidir (Schumacher et al., 2012). Genellikle radyografiler geçici olarak

belirlenen tanıyla tutarlı radyografik bulgular açısından incelenir. Ancak sadece bir alana veya odak noktasına odaklanmamalı, tüm radyogram incelenmelidir. Aksi takdirde eksik veya hatalı tanı ve tedavi olacağından dolayı topallık prognozu olumsuz yönde etkilenebilir. Ayrıca yetersiz sayıda radyografik görüntü veya teknik açıdan düşük kaliteli radyogramlar da hatalı tanıya sebep olabilir (Turner, 2003).

## **SONUÇ**

Ayağı oluşturan anatomik yapıların iyi bir şekilde incelenmesi, ayağın normal yapısının ve fonksiyonunun anlaşılmasını sağlar. Klinik ve radyografik muayeneler, yapısal veya fonksiyonel bütünlüğün bozulduğu alan ve/veya alanları belirlemeyi amaçlayan tanı araçlarıdır. Bu amaç için atın cinsi, yaşı, çevresi ve ne amaçla kullanıldığının bilinmesi ve bu doğrultuda atın ayağının normal anatomik yapısının bilinmesi de önemlidir. Tırnak muayenesinde veteriner hekimin iki amacı olmalıdır. Bunlardan birincisi atın topallık sorununa çözüm bulmak ve tedavi etmek, ikincisi ise atın yapısal ve işlevsel bütünlüğün korunmasını sağlamaktır. Bu amaca ancak iyi bir anatomik bilgi ve ayağı oluşturan anatomik yapıların birbiri ile olan bağlantıları ve herhangi bir yapıda oluşabilecek bir hasarın ne gibi bir klinik tablo oluşturduğunu bilmek iyi bir klinik muayene kadar önemlidir. Ayrıca bazı spesifik muayene teknikleri muayenede kullanılsa dahi hem klinik hem de radyografik muayenelerde disiplinli, belirli sistematik bir yaklaşım geliştirmek ve uygulamak da aynı derecede önemlidir. Muayeneyi yapan hekim muayene esnasında ne kadar çok bilgi toplarsa ve bu verilerin önemini göz önünde bulundurduğunda, ihmal ve yanlış yorumlama hatalarını en aza indirir. Veteriner hekimlerin muayene prosedürlerine yapabilecekleri belki de en önemli ekleme, ayağın yumuşak dokuları hakkında ayrıntılı bilgi sağlayan görüntüleme teknikleri ve radyografik muayene protokolüdür.

**KAYNAKLAR**

1. Baxter, G. M., Stashak, T. S., & Keegan, K. G. (2020). Examination for lameness: History, visual exam, and conformation. *Adams and Stashak's lameness in horses*, 67-188.
2. Catalkaya, E. (2022). Treatment and outcomes of horses with acute synovitis in the racing season: a 167 case series study. *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*, 14(2), 47-54.
3. Çatalkaya, E. (2024). Clinical and Radiological Evaluation of Racehorses with Sesamoiditis: Case Series. *Indian Journal of Animal Research*, 58(6).
4. Dabareiner, R. M., & Carter, G. K. (2003). Diagnosis, treatment, and farriery for horses with chronic heel pain. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 19(2), 417-441.
5. Ersöz-Kanay, B., Çatalkaya, E., Arserim, N. B., Ketani, M. A., & Demirtaş, B. (2024). Clinical and Radiological Evaluation of Distal Extremity Lesions in Racehorses. *Revista Científica de la Facultade de Veterinaria*, 34(1).
6. Himani, A. K., Anand, A. R. U. N., Singh, N. A. V. D. E. E. P., Uppal, V. A. R. I. N. D. E. R., & Mohindroo, J. I. T. E. N. D. E. R. (2019). Clinical occurrence and radiographic diagnosis of distal limb lameness in equine. *Indian Journal of Animal Sciences*, 89(1), 15-24.
7. Kamiloğlu A. (2018). *Çiftlik Hayvanlarında Ayak Hastalıkları*. Medipres, Ankara.
8. Kılıç, E. & Ermutlu, C.Ş. (2023). *Sistemik Muayene*. Özaydın, İ. (Ed). *Veteriner Genel Cerrahi*, Ankara Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara.
9. Moyer, W. A. & Carter, G. K. (2007) Examination of the equine foot. In: Floyd, A. E., Mansmann, R. A. (Eds). *EquinePodiatry*. St.Louis: Elsevier Saunders, USA.
10. Nagy, A., Bodó, G., Dyson, S. J., Szabo, F., & Barr, A. R. S. (2009). Diffusion of contrast medium after perineural injection of the palmar nerves: an in vivo and in vitro study. *Equine veterinary journal*, 41(4), 379-383.
11. O'Sullivan, C. B., Dart, A. J., Malikides, N., Rawlinson, R. J., Hutchins, D. R., & Hodgson, D. R. (1999). Nonsurgical management of type II fractures of the distal phalanx in 48 Standardbred horses. *Australian veterinary journal*, 77(8), 501-503.
12. Redden, R. F. (2003). Clinical and radiographic examination of the equine foot. *AAEP Proceedings*. 49:169-185.
13. Rijkenhuizen, A. B., de Graaf, K., Hak, A., Fürst, A., ter Braake, F., Stanek, C., & Greet, T. R. (2012). Management and outcome of fractures of the distal phalanx: a retrospective study of 285 horses with a long term outcome in 223 cases. *The Veterinary Journal*, 192(2), 176-182.
14. Ross, M. W., & Dyson, S. J. (2010). *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. Elsevier Health Sciences.
15. Ross, M. W., & McIlwraith, C. W. (2011). Conformation and lameness. *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, 15-32.
16. Schumacher, J., Taylor, D. R., Schramme, M. C., & Schumacher, J. (2012). Localization of pain in the equine foot emphasizing the physical examination and analgesic techniques.
17. Schumacher, J., Steiger, R., Schumacher, J., de Graves, F., Schramme, M., Smith, R., & Coker, M. (2000). Effects of analgesia of the distal interphalangeal joint or palmar digital nerves on lameness caused by solar pain in horses. *Veterinary surgery*, 29(1), 54-58.
18. Sherlock, C., & Parks, A. (2013). Radiographic and radiological assessment of laminitis. *Equine Veterinary Education*, 25(10), 524-535.

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- 19.** Turner, T. A. (2003). Examination of the equine foot. *The Veterinary Clinics of North America. Equine practice*, 19(2), 309-332.
- 20.** Weaver, M. & Brakzai S. (2010). *Handbook of Equine Radiography*. Elsevier Saunders. USA.
- 21.** Wilson, A. M., McGuigan, M. P., Fouracre, L., & MacMahon, L. (2001). The force and contact stress on the navicular bone during trot locomotion in sound horses and horses with navicular disease. *Equine Veterinary Journal*, 33(2), 159-165.

## HAYVANLARDA YARA İYİLEŞMESİNİN FİZYOLOJİSİ VE KLİNİK DEĞERLENDİRİLMESİ

**Dr. Öğr. Üyesi Emine ÇATALKAYA (ORCID:0000-0001-7884-5407)**  
Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Diyarbakır  
**Email:**eminecatalkaya21@gmail.com

**Veteriner Hekim Mehmet ÇATALKAYA (ORCID:0000-0002-3884-4474)**  
GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi, Diyarbakır  
**Email:**memetcatalkaya@hotmail.com

### ÖZET

Yara, yumuşak dokuların normal anatomik yapı ve fonksiyonun bozulmasıdır. Bu işleyişin yeniden sağlanmasına ve doku bütünlüğünün yeniden kazanılmasına ise yara iyileşmesi adı verilir. Yara iyileşmesi, lokal hücreleri, damar sistemini ve hücre dışı matriksi içeren cilt travmasını takip eden karmaşık bir olaylar dizisidir. İyileşme, sürecin başlatılması ve iyileşmenin süreç boyunca yönlendirilmesi ve sürdürülmesi için sitokinlere ve büyüme faktörlerine ihtiyaç duyar. Yara iyileşmesinin nihai amacı, yaralanma bölgesinde benzer yapıya sahip olan ve vücuda koruma sağlayan doku üretimidir. Operatif veya travmatik olarak dokunun hasar görmesini takiben, her organizmanın öncelikli görevi; kanamayı durdurma, enfeksiyonu önleme, bozulan anatomik bütünlüğü sağlama ve fonksiyonel yapıyı onarmaktır. Normal iyileşme sürecindeki herhangi bir değişiklik, iyileşmenin gecikmesine veya ek doku hasarına yol açabilir. Anormal yara iyileşmesine neden olan faktörler hayvan türüne özgü olabilir ve hem içsel (sistemik) faktörleri hem de dışsal (çevresel) faktörleri içerebilir. Genel olarak yara iyileşmesinin; inflamasyon, onarım olgunlaşma aşaması olmak üzere üç aşamada gerçekleştiği birçok çalışmada bildirilmektedir. Yaranın her aşamasında bir önceki iyileşme aşamasını tamamlamış olması gerekmesine rağmen, yaralar aynı anda birden fazla iyileşme aşaması gösterebilir. Yara iyileşmesinin her aşaması, birçok aracının dahil olduğu bir dizi mikroskobik olayı kapsar. Tüm yaraların düzgün şekilde iyileşmediği göz önüne alındığında, neyin gerekli olduğunu tanımlanabilmesi için yara iyileşme sürecini bilmek oldukça önemlidir. Yaraların yönetimi ve farklılıkların tanınması, yara değerlendirmesi için TIME ilkesinin (T: Tissue (doku), I: Infection ve inflammation (enfeksiyon ve inflamasyon), M: Moisture (Nem), E: Edge of wound/ epithelial edge advancement (yara kenarı/epitelial ilerleme)) benimsenmesiyle optimize edilebilir. Bu çalışmanın amacı, yara iyileşmesinin aşamalarına, farklı türler arasındaki iyileşme farklılıklarına, iyileşmeyi geciktirdiği bildirilen faktörlere genel bir bakış sağlamaktır.

**Anahtar kelimeler:** Yara iyileşmesi, yara fizyolojisi, inflamasyon, time.



## PHYSIOLOGY AND CLINICAL EVALUATION OF WOUND HEALING IN ANIMALS

### ABSTRACT

Wound is the disruption of normal anatomical structure and function of soft tissues. Restoring this function and regaining tissue integrity is called wound healing. Wound healing is a complex series of events following skin trauma that involves local cells, the vasculature, and the extracellular matrix. Healing requires cytokines and growth factors to initiate the process and to guide and sustain healing throughout the process. The ultimate goal of wound healing is the production of tissue that has a similar structure to the injury site and provides protection to the body. Following operative or traumatic tissue damage, the primary task of every organism is; The aim is to stop bleeding, prevent infection, ensure damaged anatomical integrity and repair the functional structure. Any change in the normal healing process can lead to delayed healing or additional tissue damage. Factors that cause abnormal wound healing may be specific to the animal species and include both intrinsic (systemic) factors and extrinsic (environmental) factors. In general, wound healing; It has been reported in many studies that it occurs in three stages: inflammation and repair maturation stage. Although each stage of the wound must have completed the previous stage of healing, wounds can show more than one stage of healing at the same time. Each stage of wound healing involves a series of microscopic events involving many mediators. Considering that not all wounds heal properly, it is very important to know the wound healing process so that one can identify what is required. Management of wounds and recognition of differences are based on the TIME principle for wound evaluation (T: Tissue, I: Infection and inflammation, M: Moisture, E: Edge of wound/ epithelial edge advancement) can be optimized by adopting. The aim of this study is to provide an overview of the stages of wound healing, differences in healing between different types, and factors reported to delay healing.

**Keywords:** Wound healing, wound physiology, inflammation, time.

## GİRİŞ

Yara, fiziksel, kimyasal, termal, mikrobiyal veya immünolojik faktörlere bağlı olarak canlı dokunun hücresel, anatomik ve fonksiyonel bozulmasıdır (Shrivastav et al., 2018; Masson-Meyers et al., 2020; Aydın ve ark., 2022, Özaydın ve Aydın, 2023). Yara iyileşmesi, travmayı takiben hasarlı bölgede meydana gelen ve lokal hücreleri, damar sistemini ve hücre dışı matrisi içeren karmaşık bir olaylar dizisidir (Bhattacharya et al., 2020; Lux, 2022; Flynn et al., 2023). Normal iyileşme sürecindeki herhangi bir değişiklik, iyileşmenin gecikmesine, doku hasarına yol açabilir. Anormal yara iyileşmesine neden olan faktörler türe özgü olabilir. Bu hem sistemik faktörlere hem de çevresel faktörlere bağlı olabilir (Lux, 2022).

Bir yaralanma sonrasında dokular, yara iyileşmesini hızlandırmak için yaralanan bölgedeki hücrelerden ve matrislerden doku faktörleri üretebilir. Yaralanmaya karşı doğal bir tepki olarak ortaya çıkan yara iyileşme süreci, çok sayıda karmaşık ve koordineli dinamik süreci kapsamaktadır. Optimum koşullardaki yaralarda bu süreçler düzenli olarak ilerleyebilirken, çeşitli olumsuz faktörler de bu ilerlemeyi bozabilmektedir. İyileşmenin kesintiye uğradığı yaralar, yüksek morbidite ve mortalite oranlarına yol açarak şiddetli ağrı, fonksiyon kaybı, sepsis ve gangren oluşumuna neden olarak sonuçta hastanın yaşam kalitesini bozabilir. Bu durumda tedavi maliyeti önemli ölçüde artar. Hipoproteinemi, hiperglisemi, hipovolemi, ödem, yetersiz beslenme, çeşitli sitotoksik ajanlar, radyasyon, diyabet, üremi, sistemik enfeksiyonlar ve yaşlanma gibi çeşitli faktörler cildin anatomisini ve biyolojisini değiştirerek normal onarım döngüsünü etkileyerek yara iyileşmesini engeller (Sami et al., 2019; Wilkinson ve Hardman, 2020, Özaydın ve Aydın, 2023). Yara iyileşmesi sürecinin her aşamasında, büyüme faktörleri, sitokinler ve kemokinler gibi yara iyileşmesinin araçlarını kapsayan bir dizi mikroskobik olay ortaya çıkar. Yaralarda, bir önceki aşama tamamlanmış olsa bile iyileşmenin birden fazla aşaması aynı anda gerçekleşebilir (Lux, 2022). Bazı araştırmalarda yara iyileşme süreci dört aşamayı kapsar: 1) hemostazis 2) inflamasyon, 3) çoğalma ve 4) yeniden şekillenme süreçleri (Shrivastav et al., 2018; Al-Masawa et al., 2022; Baldassarro et al., 2022; Fischer et al., 2023). Ancak bazı araştırmacılar ise yara iyileşmesini üç aşamaya ayırmak amacıyla genellikle birinci ve ikinci aşamaları birleştirmişlerdir (Jimi et al., 2017; Baktır, 2019; Lux, 2022). Tüm yaraların düzgün şekilde iyileşmediği göz önüne alındığında, yaranın bir sonraki aşamaya ilerlemesine yardımcı olmak ve neyin gerekli olduğunu tanımlayabilmemiz için yara iyileşmesi aşamalarını anlamak oldukça önemlidir (Davidson, 2015; Lux, 2022)

## YARA İYİLEŞMESİNİN FİZYOLOJİSİ

Yara iyileşmesi aşamaları genellikle doğrusal bir zaman çizelgesinde ayrı birkaç aşamada izah edilir, ancak bu aşamalar sıklıkla birbiriyle örtüşen zaman dilimlerinde meydana gelir. Yaranın her bölümünün ilerlemeden önceki iyileşme aşamasını tamamlamış olması gerekmesine rağmen, yaralar aynı anda birden fazla iyileşme aşaması gösterebilir (Richardson et al., 2013; Wang et al., 2018). Yara iyileşmesinin tüm aşamaları büyüme faktörleri, sitokinler ve kemokinler gibi yara iyileşmesinin mediatörleri içeren bir dizi mikroskobik olayı kapsar.

### Hemostazis

Yara iyileşmesinin ilk adımını oluşturur. Bu başlangıç aşamasında, yaralanmayı hemen sonra çok sayıda iç ve dış pıhtılaşma faktörü aktive olur ve vazokonstriksiyon şekillenir (Verma et al., 2019). Vazokonstriksiyon, trombosit degranülasyonu ve agregasyonu ile fibrin birikimi bu aşamanın karakteristik süreçleridir (Wang ve Xu, 2020; Özaydın ve Aydın, 2023). Sonuç olarak fibrin, fibronektin, vitronektin ve trombospondinden oluşan bir pıhtı oluşur. Bu pıhtı zamanla kuruyarak yara kabuğunu oluşturur ve bu kabuk yarayı etkili bir şekilde kapatır ve kanamayı önler. Kabuk aynı zamanda bakterilere karşı koruma sağlamak, bağışıklık hücreleri için yapısal

bir iskele oluşturmak ve erken onarıma katkıda bulunmak da dahil olmak üzere bir dizi sekonder işleve de hizmet eder (Wilkinson ve Hardman, 2020).

### **İnflamasyon Fazı**

İnflamatuvar fazın yaralanmadan sonra birkaç dakika ile 24 saat içerisinde meydana geldiği rapor edilmiştir (Verma et al., 2019). İnflamasyon fazı, kapillar permeabilite artışı ve yara bölgesine inflamatuvar hücrelerin gelmesi ile karakterizedir (Wang ve Xu, 2020; Parlar Köprülü ve ark., 2022). Bu aşamada yara bölgesine doku artıkları ve bölgesel bakterileri temizlemek için ilk olarak nötrofiller gelir. Daha sonra yara bölgesine ulaşan monositler, monosit kemotaktik protein-1 (MCP-1), transforme edici büyüme faktörü-beta (TGF- $\beta$ ) ve diğer sitokinler tarafından düzenlenen makrofajlara dönüşür. Makrofajlar onarımda çok önemli bir rol oynar. Bakteriyel fagositozu yapmanın yanı sıra fibrin pıhtı rezolüsyonu, anjiyogenez ve fibroplazi gibi süreçlerde de rol oynarlar (Verma et al., 2019; Wang ve Xu, 2020). İnflamatuvar faz temiz bir yara yatağında yaklaşık 72 saat sürer. Ancak enfeksiyon ve diğer olumsuz faktörlerin varlığında bu süre uzar (Lux, 2022).

### **Proliferasyon Fazı (Onarım Aşaması)**

Yaradaki inflamasyon hücrelerinin sayısı azaldığında proliferasyon aşaması gerçekleşir. Ancak monositlerin yaraya göçü ve makrofaj aktivasyonu devam eder. Tipik olarak yaralanma sonrası 2 ile 3. günde başlayan ve 2 ile 4 haftaya kadar süren bu süreç, fibroblastlar, endotel hücreleri ve keratinositler olmak üzere üç hücre tipini içerir (Verma et al., 2019). Yara bölgesine göç eden fibroblastlar, yara kontraksiyonu ve gerilme gücü oluşumuna katkıda bulunan kollajen lifleri üretir. Endotel hücreleri ise yara yakınındaki sağlam venüllerden çoğalır ve anjiyogenez sürecine katılır. Bu aşamaya eşlik eden önemli bir olay yara kontraksiyonudur. Yaralanmadan yaklaşık dört gün sonra dermal fibroblastlardan farklılaşan miyofibroblastlar, yaranın kontraksiyonunda çok önemli bir rol oynar (Grada et al., 2018; Lux, 2022; Özaydın ve Aydın, 2023). Proliferasyon fazının ilerleyen aşamalarında keratinositler yara bölgesine doğru göç eder ve yara bölgesi ile köprüler oluşturmada rol oynar (Lux, 2022; Flynn et al., 2023). Keratinositler çoğaldıkça yara kenarları arasındaki bağlantılar güçlenir ve bu da çoğalma evresinin sonuna yaklaşıldığını gösterir. Granülasyon dokusu oluştuğunda eş zamanlı olarak yara kenarlarından merkeze doğru re-epitelizasyon süreci şekillenir ve bu da proliferasyon evresinin tamamlandığını gösterir (Parlar Köprülü ve ark., 2022).

### **Olgunlaşma ve Yeniden Şekillenme Fazı**

Proliferasyon aşamasını takiben (yaralanma sonrası yaklaşık 3. hafta), yeniden şekillenme aşaması olarak bilinen yara iyileşmesinin son aşaması meydana gelir. Bu aşamada kollajen dokuyu güçlendirmek için yeniden düzenlenerek çapraz bağlar oluşturur (Ersöz-Kanay ve ark., 2023). Ayrıca bu aşamada yara bölgesindeki fibroblast sayısı azalır, kollajen üretimi dengeye ulaşır, epitelizasyon tamamlanır, yara rengi solar, yaranın gerilme gücü artar, skar dokusu hacmi azalır ve sonuçta iyileşmiş skar dokusunun oluşması sağlanır. Yara iyileşmesinin en uzun aşaması olan olgunlaşma aşaması haftalar veya aylarca sürebilir (Lux, 2022; Özaydın ve Aydın, 2023, Ersöz-Kanay ve ark., 2023).

## **HAYVAN TÜRLERİNDE YARA İYİLEŞMESİNDEKİ FARKLILIKLAR**

Hayvanlarda yara iyileşmesi aşamaları aynı veya benzer şekilde iyileştiği düşünülse de, iyileşmenin nihai sonucu farklı türler arasında farklılık gösterebilir. İnsanlarda yara iyileşmesinin belirlenmesinde hayvanlar, maliyet, hızlı yara iyileşmesi ve doku analizi ve testler için deney modelleri olarak kullanılmıştır (Dunn et al., 2013; Seaton et al., 2015). Örneğin, sıçanlar ve fareler ağırlıklı olarak yara yatağının kasılmasıyla iyileşirken, derileri altta yatan yapılara sıkı bir şekilde yapışık olan domuzlarda yara genellikle epitelizasyon yoluyla iyileşirler

(Yao et al., 2001; Dunn et al., 2013). Farelerde ve tavşanlarda, cilde ve fasiaya sıkı bir şekilde bağlı olan ve alttaki kas tabakasından bağımsız harekete izin vererek seğirme ve kasılmayı sağlayan panniculus carnosus kasının varlığından (Zhou et al., 2019) dolayı bu hayvanlarda yaralar, yara kenarlarının kontraksiyonu yoluyla iyileşir (Wong et al., 2011; Zindle et al., 2021; Saeed ve Martins-Green, 2023; Özaydın ve Aydın, 2023). Yapılan bir çalışmada kemirgen modellerinde yara kapanmasında yara kontraksiyonunun önemli rol oynadığı ve epitelizasyondan sonra da kontraksiyon etkisinin devam ettiği bildirilmiştir (Chen et al., 2015). Tek tırnaklılarda da yara iyileşmesi farklı olabilmektedir. Yaralanmaların yaygın görüldüğü tek tırnaklılarda tedavi pahalıdır ve genellikle ötenazi ile sonuçlanır (Theoret et al., 2013). Atların ve midillilerin yara iyileşme süreçlerini karşılaştırılan bir araştırmada, atlarda yara iyileşmesinin daha geç olduğu ve özellikle distal ekstremite yaralarında taşkın granülasyon dokusu oluşturmaya yatkın olduğu bildirilmiştir. Genel olarak, atların gövde yaralarındaki fibroblast büyümesi ekstremite yaralarından daha fazladır ve atların ekstremite yaralarında midillilere kıyasla önemli ölçüde daha az fibroblast büyümesi vardır. (Miller et al., 2000). Midillilerde yara, yara kenarlarının kontraksiyonu ile iyileşirken, atlarda genellikle re-epitelizasyon yoluyla iyileşir. Atlarda granülasyon dokusu çok hızlı (midilli ve sıçanlardan daha hızlı) bir şekilde oluşturur (Lux, 2022)

Köpekler ve kediler arasındaki iyileşme açısından tür farklılıklarının, kedilerde granülasyon dokusu oluşumu ve azalmış kutanöz perfüzyon, azalmış granülasyon dokusu üretimi ve epitelizasyonu, azalmış doku kontraksiyonu ve daha zayıf iyileşmiş doku kuvvetinin olduğu rapor edilmiştir (Bohling et al., 2006). Köpeklerde granülasyon dokusunun oluşumu alttan başlar ve yaranın tüm yüzeyini koyu kırmızı bir renkle kaplayabilir, kedilerde yaranın çevresinde granülasyon dokusu oluşur ve daha soluk bir renkle merkeze doğru ilerler (Bohling et al., 2006; Lux, 2022). Yalancı iyileşme ve yara ceplerinin oluşumu gibi yara iyileşmesindeki komplikasyonlar kedi ve köpekler arasında farklılık gösterebilir. Kedilerde bu durumlar daha yaygın görülmektedir. Yalancı iyileşme iyileşmiş gibi görünen dikiş uygulanmış yaralar için kullanılan bir terimdir. Ancak dikişler alındıktan sonra doku gerildiğinde yaranın iyileşmediği ve tekrar yara kenarlarının birbirinden ayrıldığı gözlemlenir. İndolent cep oluşumu durumunda ise yara kontraksiyonu oluşmadığı için yara iyileşmesi gecikir veya tam olarak oluşmaz (Ersöz-Kanay ve ark., 2023).

## YARA İYİLEŞMESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Yara iyileşmesinin çeşitli aşamalarında bazen hastaya ait bazen de yaraya bağlı lokal olarak oluşan hücresel veya biyokimyasal olaylar yara iyileşmesini olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilir. Bu gibi durumlar yara iyileşmesini aksatarak veya engelleyerek kronik yaralara veya ülserlere neden olabilir (Ersöz-Kanay, 2023). Kronik yaraların bazı tipik özellikleri arasında yüksek düzeyde bakteri, inflamatuvar sitokinler, proteazlar ve reaktif oksijen türleri, bozulmuş ve işlevsiz ekstra sellüler matriks ve düşük mitogenik aktiviteye sahip yaşlı hücreler yer alır (Percival et al., 2010; Lux, 2022).

### Enfeksiyon

Yarada enfeksiyon varlığı ağrı, eritem, ödem ve irinli bir akıntı ile karakterize bir durumdur. Ayrıca klinik olarak enfeksiyon varlığı dokunun 1 mm<sup>3</sup>'ünde >1 milyon koloni oluşturan birim bakteri yoğunluğu ile karakterizedir (Ersöz-Kanay, 2023). Enfeksiyon oluşturan mikroorganizmalar, virülans faktörleri, adezyon faktörleri ve antifagositik faktörleri serbest bırakarak ve nötrofil lizisine neden olarak yara iyileşmesini olumsuz etkiler. Nötrofillerin lizisi yara yatağına sitotoksik maddelerin salınmasına neden olur. Bu da doku nekrozuna ve normal fonksiyonların bozulmasına neden olur (Caldwell, 2020). Bu durum uzun süreli bir inflamatuvar

yanıt, yüksek düzeyde proinflatuvar yoluyla zayıf yara iyileşmesine ve kronikleşmeye neden olan bakteriyel varlığı işaret eder. Köpek ve kedilerde ensizyonel yaralarda en sık *Staphylococcus sp.* ile karşılaşıldığı bildirilmiştir. Aynı zamanda yara iyileşmesinde hipotermi, hipotansiyon ve zayıf doku oksijenasyonu da önemlidir (Özaydın, 2004; Lux, 2022; Ersöz-Kanay, 2023).

### **İlaçlar**

Yara iyileşmesi üzerinde olumsuz etkilere sahip olma potansiyeline sahip en yaygın olarak sorumlu tutulan ilaçlar arasında kortikosteroidler, kemoterapötikler, immünoşüpresif ajanlar ve nonsteroidal antiinflatuvar ilaçlar (NSAID'ler) yer alır. NSAID'lerin kemirgenlerde, tavşanlarda ve köpeklerde kemik iyileşmesini baskıladığı bilgileri mevcuttur. NSAID'ler veteriner hastalarda yaygın olarak kullanılan ve etkili bir analjeziktir ve yara iyileşmesi ile ilgili endişelere rağmen, olası yan etkileri tam olarak bilinmediği için yara tedavisinde rutin olarak kullanılmaktadır.

İmmünoşüpresif ajanlar, hayvanlarda immün aracılı hastalıklar ve neoplazi dahil olmak üzere çeşitli hastalıklarda kullanılır. Kemoterapide kullanılan ilaçlar, fibroblastlar gibi hızla bölünen hücreleri etkilediği için yara iyileşmesi tedavisinde kullanılmamalıdır (Lux, 2022; Ersöz-Kanay, 2023). Kortikosteroidlerin iyileşme üzerinde olumsuz etkileri vardır (Özaydın, 2004; Lux, 2022; Ersöz-Kanay, 2023). Bu mitojenik uyarıların ve kemotaksisin azalmasına yol açan sitokin ekspresyonunun, nötrofil adezyonunun ve migrasyonunun azalması, yaraya daha az makrofaj infiltrasyonu, fibroblast migrasyonu ve kollajen birikiminin inhibisyonu ile açıklanabilir (Lux, 2022). Bu etkilerin klinik sonuçları arasında yara açılması, gecikmiş yara iyileşmesi ve enfeksiyon yer alır. Bu etkiler doz ve tedavi süresiyle ilişkilidir. A vitamininin, kortikosteroidlerin yara iyileşmesi üzerindeki etkilerini önemli ölçüde tersine çevirdiği rapor edilmiştir ve kronik kortikosteroid tedavisi gören yara hastalarında yardımcı tedavi olarak düşünülebilir. Yara tedavisi sırasında kortikosteroidlerden kaçınılmalıdır, ancak kısa süreli tedavi (5-10 günden az) güvenli olabilir. Daha uzun bir kür gerekirse ve yara iyileşmesi zayıfsa, tedavi planına A vitamini eklenmelidir (Özaydın, 2004; Lux, 2022; Ersöz-Kanay, 2023).

### **Metabolik hastalıklar**

Diabetes mellitus, hiperadrenokortisizm ve hipotiroidizm gibi endokrin hastalıklarının yanı sıra kronik böbrek hastalığı veya akut böbrek hasarında görülen üremi de yara iyileşmesini zorlaştırmaktadır (Lux, 2022; Ersöz-Kanay, 2023). Diabetes Mellitus, fibroblastların ve lökositlerin askorbik asit taşınmasını engelleyen hiperglisemiyle sonuçlanır ve böbrek fonksiyon bozukluğunu ve yetersiz beslenmeyi güçlendirir; bunların tümü yetersiz iyileşmeye ve enfeksiyon riskinin artmasına neden olabilir (Özaydın, 2004; Lux, 2022; Ersöz-Kanay, 2023). Diyabetin köpeklerde ve kedilerde yara iyileşmesi komplikasyonlarına neden olduğu bildirilmese de potansiyel bir risk olarak düşünülmelidir.

Hiperadrenokortisizm adrenal bezler tarafından aşırı kortizol üretimi ile karakterizedir. Hem hiperadrenokortisizm hem de hipotiroidizmin postoperatif yara enfeksiyonu riskini arttırdığı rapor edilmiştir.

Akut böbrek hasarı olan hastalarda şekillenen üremi anjiyogenezin ve hücre proliferasyonunun azalmasına neden olarak yara iyileşmesini olumsuz yönde etkiler. Yara tedavisi gerektiren bir hastada metabolik bir hastalığın varlığı biliniyorsa, yara iyileşmesinde metabolik hastalığı uygun şekilde kontrol etmeye yönelik tüm seçenekler mümkün olan en kısa sürede uygulanmalıdır.

### **Beslenme**

Yetersiz beslenme ve/veya kötü beslenme ve açlık, normal yara iyileşme sürecini olumsuz şekilde değiştirebilir. Beslenme yetersizliği inflamasyonun uzamasına, fibroblast çoğalmasının azalmasına ve kollajen sentezinin değişmesine yol açarak yara kuvvetinin azalmasına ve enfeksiyon riskinin artmasına neden olabilir (Lux, 2022). Yaranın varlığı, yaralanmanın ciddiyeti ile orantılı olarak hayvanda artan katabolik durum ve yetersiz beslenme durumlarında yara iyileşmesinin tüm aşamaları için gerekli olan protein, yağ ve karbonhidratların eksikliği iyileşmenin gecikmesine neden olur (Lux, 2022; Ersöz-Kanay, 2023). İyileşme sırasında yetersiz protein, gecikmiş yara iyileşmesi ve sekonder olarak yaraların açılmasıyla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca yetersiz beslenme veya beslenememe, lökosit ve bağışıklık sistemi fonksiyonlarının bozulmasına neden olarak enfeksiyon riskini artırır.

### **Vitamin ve Mineraller**

Elektrolitler, mineraller (bakır, çinko, magnezyum, demir vb) ve vitaminlerin tümü yara iyileşmesinde kofaktörlerdir (Özaydın, 2004; Lux, 2022; Ersöz-Kanay ve ark., 2023). Magnezyum, protein oluşumu, kollajen sentezi ve doku büyümesi için gereklidir. Demir eksikliği kan yapımını, mangan eksikliği glukoz metabolizmasını, çinko yetersizliği epitelizasyon, kollajen sentezini olumsuz etkiler (Özaydın, 2004; Ersöz-Kanay ve ark., 2023). Birçok vitamin yara iyileşmesini hızlandırdığı için yara iyileşmesinde tercih edilmektedir. A vitamininin kortikosteroid tedavisi sırasındaki faydalı etkilerinin yanı sıra, neoplazi, diyabet ve radyasyon nedeniyle komplike olan iyileşmeyi yeniden sağladığı rapor edilmiştir. A vitamininin iyileştirici etkilerinin, gelişmiş inflamatuvar yanıtın, artan epidermal büyüme faktörü reseptörlerinin ve artan kollajen sentezinin bir sonucu olduğundan şüphelenilmektedir (Lux, 2022). C vitamini kollajen sentezinin ve yara gerilim gücünün artmasına etki ederek yara iyileşme sürecini hızlandırır. Eksikliği yara iyileşme sürecini sekteye uğratar. Tiamin ise hücre içi enerji sentezinde önemli rol üstlenerek yara iyileşmesini olumlu yönde etkiler. Ayrıca kollajen sentezini de uyarıcı bir etkiye de sahiptir (Özaydın, 2004). Birçok vitaminin yara iyileşmesini olumlu yönde etkilese de E vitamini kollajen sentezini ve inflamatuvar süreci olumsuz etkileyeceği bildirilmektedir. Ayrıca E vitamininin, yara tedavisinde reçete edilen A vitamininin olumlu etkilerini etkisiz hale getirdiği düşünülmektedir (Ersöz-Kanay, 2023).

### **Yaranın lokalizasyonu**

Yaranın lokalizasyonu enfeksiyon, yarada büyüme, gecikmiş veya yetersiz iyileşme gibi komplikasyonlara zemin hazırlayabilir. Kemik çıkıntılarının olduğu bölgelerdeki yaralar, kemik ile çevresel yüzeyler veya bandajlar arasında dokuların sıkışmasına maruz kalır ve bu da doku hasarına, iskemi ile kapiller basıya ve avasküler nekroza neden olur. Eklem bölgelerindeki yaralar, eklem hareketleriyle gerilim, kompresyon ve kesme kuvvetlerine maruz kalır. Aşırı hareket iyileşmeyi sekteye uğrattığı için ateller, bandajlar ekstremiteyi stabilize ederek yara iyileşmesine katkıda bulunabilir (Lux, 2022; Ersöz-Kanay ve ark., 2023).

### **Radyoterapi ve kemoterapi**

Radyoterapi yaralara neden olabilir ve dokuların enfeksiyona karşı direncini azaltabilir. Radyasyon, iyileşmede görev alan epitelyal ve endotelyal hücreler, fibroblastlar ve miyofibroblastlar da dahil olmak üzere hızla bölünen hücrelere önemli ölçüde zarar verir (Özaydın, 2004; Lux, 2022). Ayrıca uzun süreli radyasyon terapisi dokuların oksijenasyonu da olumsuz yönde etkileyerek yara iyileşmesinin gecikmesine neden olabilir (Lux, 2022).

Kemoterapide kullanılan ajanlarda yara iyileşmesini geciktirir. O nedenle tümörlü hastalarda cerrahi tedavi uygulanmışsa, kemoterapi yara iyileşmesi olduktan sonra (yaklaşık 2-3 hafta) yapılması planlanmalıdır (Özaydın, 2004).

### **Histamin ve polipeptid büyüme faktörleri**

Histamin inflamasyon döneminde bölgesel kan akımı, angiogenezis ve fibroplaziyi hızlandırıcı bir etki yaparak yara iyileşmesini hızlandırır. Polipeptid büyüme faktörleri ise DNA sentezi, hücre gelişimi ve farklılaşması, protein ve kollajen sentezi, yara gerilim gücünün artması gibi yara iyileşmesinde önemli olan birçok aşamada etkin rol oynarlar (Özaydın, 2004; Ersöz-Kanay ve ark., 2023).

### **YARA DEĞERLENDİRMESİ İÇİN TIME PRENSİBİ**

Bazı araştırmacılar, yara iyileşmesinin değerlendirilmesinde ve tedavisinde veya sekonder yara iyileşmesinin değerlendirilmesinde TIME kısaltmasını gündeme getirdiler. TIME kavramına göre yara iyileşmesi dört kategoriye ayrılır: Doku (T: Tissue), inflamasyon/enfeksiyon (I: Infection and Inflammation), nem (M: Moisture) ve yara kenarı/epitel ilerlemesi (E: Edge of wound/epithelial edge advancement) (Lux, 2022). 2019 yılında Moore ve ark. bildirdikleri çalışmada TIME kavramını, yara iyileşmesinin tam olarak değerlendirmesini içerecek şekilde güncellediler. Bu yeni yaklaşım, hastanın değerlendirilmesini, multidisipliner bir tedavi planının dikkate alınmasını, sistemik hastalığın tedavisini ve kontrolünü, ardından yara iyileşme sürecinin tekrar tekrar değerlendirilmesini içerir.

#### **Doku (T: Tissue)**

TIME'in doku kategorisinin odak noktası, nekrotik ve cansız dokular, yabancı maddeler, kabuk, eksudat ve biyofilm için değerlendirme, tanımlama ve tedavinin belirlenmesine dayanır. Yarada nekrotik dokuların veya yabancı maddelerin varlığı, inflamasyon aşamasında enfeksiyona, onarım aşamasında re-epitelizasyon ve kontraksiyonu engeller. Bu nedenle yabancı cisimler ve nekrotik dokular yaradan uzaklaştırılmalıdır. Yara pansumanları, yara yatağında veya yara çevresinde olan kir, yabancı cisim ve nekrotik dokuların uzaklaştırmasına yardımcı olur. Ek olarak, yara temizliği ve lavaj yüzeysel kontaminantları ve kontamine eksudatları uzaklaştırabilirken, yara debridmanı inflamasyonu teşvik eden ve enfeksiyon odağı görevi gören nekrotik dokuları uzaklaştırır (Gall ve Mannet, 2010).

#### **Enfeksiyon ve inflamasyon (I: Infection and inflammation)**

Yara iyileşmesinin uzun süren inflamatuvar fazı sıklıkla matriks metalloproteinaz (MMP), elastaz ve lökosit düzeylerinde artışa neden olur. Bu da yara iyileşmesini olumsuz etkiler. Normal yara iyileşmesinde inflamatuvar fazın yaklaşık üç gün sürmesi beklenir. İnflamasyon belirtileri (kızarıklık, şişlik, sıcaklık ve ağrı) bu süreyi aşarsa klinisyen veteriner hekim bu durumun nedenini araştırmalıdır. Enfeksiyon ve inflamasyon kategorisinde tanımlanan ilgili faktörlere, uygun iyileşmeyi teşvik etmek için müdahale etmelidir. Her ne kadar inflamatuvar fazda açık enfeksiyon meydana gelebilse de, klinisyen, gecikmiş iyileşmede onarım fazında biyofilm varlığı potansiyelinin farkında olmalıdır (Lux, 2022).

#### **Nem (M: Moisture)**

Akut yara eksudatı, büyüme faktörlerini, lökositleri ve kemotaktik faktörleri içerir. Bunlar yara iyileşmesini destekleyen yapılardır. Kronik yaralarda ise zarar verici proteazlar bulunur. Aşırı yara nemi, yara ve yara çevresindeki dokuların maserasyonuna neden olur. Nem eksikliği ise yaranın kurummasına neden olur. Her iki durumda da yara iyileşmesinin gecikir. Genellikle yara örtüleri bu nem dengesinden sorumludur ve yara örtülerinin yaranın maserasyonunu önlemek için yeterince emici olması, yara iyileşmesini desteklemek için nemi tutması ve kolayca uygulanıp çıkarılabilmesi gerekir (Dowsett, 2008)

#### **Yara kenarı/epitel kenarların ilerlemesi (E: Edge of wound/epithelial edge advancement)**

Yara kenarı değerlendirmesi epitelyalizasyonun, kontraksiyonun ve yara çevresindeki derinin sağlığının izlenmesinden oluşur. TIME'daki bu kategori, önceki kategorilerin tümüne yönelik

değerlendirmeleri içerir; çünkü sağlıklı doku, enfeksiyon varlığı veya aşırı inflamasyon ve aşırı nem, yaranın iyi bir şekilde iyileşme yeteneğini etkileyebilir. Diğer tüm TIME kategorileri uygun şekilde yönetilirken, onarım aşamasında yaranın uygun olmayan şekilde ilerlemesi durumunda, yara iyileşmesi için yardımcı tedaviler düşünülmelidir (Latimer et al., 2018).

## **SONUÇ**

Hayvanlarda çeşitli nedenlerle oluşan yaraların etkili bir şekilde yönetilmesi için yara iyileşme sürecinin, bu süreci etkileyebilecek faktörlerin ve türler arasındaki farklılıkların bilinmesi önemlidir. Bu çalışmada, yara iyileşme aşamaları ve etkiyene faktörler anlatılmakta ve aşamalar beklendiği gibi ilerlemediğinde klinisyen veteriner hekimin karar vermesine yardımcı olabilecek TIME ilkesi anlatılmaktadır. Bu bilgiler, veteriner hekime ne gibi durumların olabileceği konusunda fikir verecektir, böylece iyileşmedeki kusurlar belirlenmeye çalışılacaktır.



**KAYNAKLAR**

1. Al-Masawa, M. E., Alshawsh, M. A., Ng, C. Y., Ng, A. M. H., Foo, J. B., Vijakumaran, U., ... & Law, J. X. (2022). Efficacy and safety of small extracellular vesicle interventions in wound healing and skin regeneration: A systematic review and meta-analysis of animal studies. *Theranostics*, 12(15), 6455.
2. Aydın, U., Özaydın, İ., Anuk, T., Taşçı, S. K., Ermutlu, C. Ş., Ermutlu, D. G., ... & Cihan, M. (2022). Can Viscoelastic Materials Prevent Fibrosis in Incisional Skin Wounds? An Experimental Study in a Mouse Model. *Pakistan Veterinary Journal*, 42(1), 122-126.
3. Baldassarro, V. A., Lorenzini, L., Giuliani, A., Cescatti, M., Alastra, G., Pannella, M., ... & Giardino, L. (2022). Molecular mechanisms of skin wound healing in non-diabetic and diabetic mice in excision and pressure experimental wounds. *Cell and Tissue Research*, 388(3), 595-613.
4. Bakır, G. (2019). Wound repair and experimental wound models. *Experimed*, 9(3), 130-137.
5. Bhattacharya, N., Indra, A. K., & Ganguli-Indra, G. (2020). Healing of Full-Thickness Murine Skin Wounds Containing Nanofibers Using Splints for Efficient Reepithelialization and to Avoid Contracture. *Stem Cells and Tissue Repair: Methods and Protocols*, 115-123.
6. Bohling, M. W., Henderson, R. A., Swaim, S. F., Kincaid, S. A., & Wright, J. C. (2006). Comparison of the role of the subcutaneous tissues in cutaneous wound healing in the dog and cat. *Veterinary Surgery*, 35(1), 3-14.
7. Caldwell, M. D. (2020). Bacteria and antibiotics in wound healing. *Surgical Clinics*, 100(4), 757-776.
8. Chen, L., Mirza, R., Kwon, Y., DiPietro, L. A., & Koh, T. J. (2015). The murine excisional wound model: Contraction revisited. *Wound Repair and Regeneration*, 23(6), 874-877.
9. Davidson, J. R. (2015). Current concepts in wound management and wound healing products. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 45(3), 537-564.
10. Dowsett, C. (2008). Exudate management: a patient-centred approach. *Journal of wound care*, 17(6), 249-252.
11. Dunn, L., Prosser, H. C., Tan, J. T., Vanags, L. Z., Ng, M. K., & Bursill, C. A. (2013). Murine model of wound healing. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (75), e50265.
12. Ersöz Kanay, B., Çatalakaya, E., Yayla, S., & Altan, S. (2023). Yara İyileşme Biyolojisi ve Etkileyen Faktörler. *Veteriner Genel Cerrahi [Wound Healing Biology and Affecting Factors*. In, Özaydın, İ.(Ed): *Veterinary General Surgery*, 129-142.
13. Flynn, K., Mahmoud, N. N., Sharifi, S., Gould, L. J., & Mahmoudi, M. (2023). Chronic wound healing models. *ACS Pharmacology & Translational Science*, 6(5), 783-801.
14. Fischer, K. S., Litmanovich, B., Sivaraj, D., Kussie, H. C., Hahn, W. W., Hostler, A. C., ... & Gurtner, G. C. (2023). Protocol for the splinted, human-like excisional wound model in mice. *Bio-protocol*, 13(3).
15. Gall, T. T., & Monnet, E. (2010). Evaluation of fluid pressures of common wound-flushing techniques. *American journal of veterinary research*, 71(11), 1384-1386.
16. Grada, A., Mervis, J., & Falanga, V. (2018). Research techniques made simple: animal models of wound healing. *Journal of Investigative Dermatology*, 138(10), 2095-2105.

17. Jimi, S., De Francesco, F., Ferraro, G. A., Riccio, M., & Hara, S. (2017). A novel skin splint for accurately mapping dermal remodeling and epithelialization during wound healing. *Journal of Cellular Physiology*, 232(6), 1225-1232.
18. Latimer, C. R., Lux, C. N., Roberts, S., Drum, M. G., Braswell, C., & Sula, M. J. M. (2018). Effects of hyperbaric oxygen therapy on uncomplicated incisional and open wound healing in dogs. *Veterinary surgery*, 47(6), 827-836.
19. Lux, C. N. (2022). Wound healing in animals: a review of physiology and clinical evaluation. *Veterinary dermatology*, 33(1), 91-e27.
20. Masson-Meyers, D. S., Andrade, T. A., Caetano, G. F., Guimaraes, F. R., Leite, M. N., Leite, S. N., & Frade, M. A. C. (2020). Experimental models and methods for cutaneous wound healing assessment. *International journal of experimental pathology*, 101(1-2), 21-37.
21. Miller, C. B., Wilson, D. A., Keegan, K. G., Kreeger, J. M., Adelstein, E. H., & Ganjam, V. K. (2000). Growth characteristics of fibroblasts isolated from the trunk and distal aspect of the limb of horses and ponies. *Veterinary Surgery*, 29(1), 1-7.
22. Moore, Z., Dowsett, C., Smith, G., Atkin, L., Bain, M., Lahmann, N. A., ... & Jaimes, H. (2019). TIME CDST: an updated tool to address the current challenges in wound care. *Journal of wound care*, 28(3), 154-161.
23. Özeydin, İ. (2004). Travmatik yaralar. *Veteriner Acil Klinik*, 128-137.
24. Özeydin, İ., & Aydın, U. (2023). Experimental Skin-Wound Methods and Healing-Assessment in Animal Models: A Review. *Pakistan Veterinary Journal*, 43(3).
25. Parlar Köprülü, R. E., Mutlu, G., İpekçi, E., & Okur, M. E. (2022). Yara fizyolojisi ve deneysel yara modelleri: Geleneksel derleme. *Literatür Eczacılık Bilimleri Dergisi*.
26. Percival, S. L., Thomas, J. G., & Williams, D. W. (2010). Biofilms and bacterial imbalances in chronic wounds: anti-Koch. *International wound journal*, 7(3), 169-175.
27. Richardson, R., Slanchev, K., Kraus, C., Knyphausen, P., Eming, S., & Hammerschmidt, M. (2013). Adult zebrafish as a model system for cutaneous wound-healing research. *Journal of Investigative Dermatology*, 133(6), 1655-1665.
28. Saeed, S., & Martins-Green, M. (2023). Animal models for the study of acute cutaneous wound healing. *Wound Repair and Regeneration*, 31(1), 6-16.
29. Sami, D. G., Heiba, H. H., & Abdellatif, A. (2019). Wound healing models: A systematic review of animal and non-animal models. *Wound Medicine*, 24(1), 8-17.
30. Seaton, M., Hocking, A., & Gibran, N. S. (2015). Porcine models of cutaneous wound healing. *ILAR journal*, 56(1), 127-138.
31. Shrivastav, A., Mishra, A. K., Ali, S. S., Ahmad, A., Abuzinadah, M. F., & Khan, N. A. (2018). In vivo models for assesment of wound healing potential: A systematic review. *Wound medicine*, 20, 43-53.
32. Theoret, C. L., & Wilmink, J. M. (2013). Aberrant wound healing in the horse: naturally occurring conditions reminiscent of those observed in man. *Wound repair and regeneration*, 21(3), 365-371.
33. Wang, P. H., Huang B-S, Horng H-C et al. (2018). Wound healing. *J Chin Med Assoc* 81, 94–101.sta
34. Wang, J., & Xu, J. (2020). Effects of topical insulin on wound healing: a review of animal and human evidences. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 719-727.
35. Wilkinson, H. N., & Hardman, M. J. (2020). Wound healing: cellular mechanisms and pathological outcomes. *Open biology*, 10(9), 200223.

- 36.** Wong, V. W., Sorkin, M., Glotzbach, J. P., Longaker, M. T., & Gurtner, G. C. (2011). Surgical approaches to create murine models of human wound healing. *BioMed research international*, 2011(1), 969618.
- 37.** Verma, R., Gupta, P. P., Satapathy, T., & Roy, A. (2019). A review of wound healing activity on different wound models. *Journal of Applied Pharmaceutical Research*, 7(1), 01-07.
- 38.** Yao, F., Visovatti, S., Johnson, C. S., Chen, M., Slama, J., Wenger, A., & Eriksson, E. (2001). Age and growth factors in porcine full-thickness wound healing. *Wound repair and regeneration*, 9(5), 371-377.
- 39.** Zhou, S., Wang, W., Zhou, S., Zhang, G., He, J., & Li, Q. (2019). A novel model for cutaneous wound healing and scarring in the rat. *Plastic and reconstructive surgery*, 143(2), 468-477.
- 40.** Zindle, J. K., Wolinsky, E., & Bogie, K. M. (2021). A review of animal models from 2015 to 2020 for preclinical chronic wounds relevant to human health. *Journal of tissue viability*, 30(3), 291-300.

## FOTOVOLTAİK (pv) GÜNEŞ PANELLERİNDE UYGULANAN BAZI SOĞUTMA YÖNTEMLERİNİN PANEL VERİMLİLİĞİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

**Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN (ORCID:0000-0003-1701-126X)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği

**Email:**akilickan@adu.edu.tr

**Esra Melike GÜREL (ORCID:0009-0000-0493-4730)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği

**Email:**emelikegurel@gmail.com

### ÖZET

Fosil yakıt tüketiminin oluşturduğu olumsuz iklim değişiklikleri sonucunda yenilebilir enerji kaynaklarına verilen önem artış göstermektedir. Yenilebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinin kullanımının tercih edilme sebepleri ekonomik ve temiz bir enerji kaynağı olmasıdır. Güneş enerjisinden elektrik üretiminde fotovoltaik (PV) paneller öne çıkmaktadır. PV güç sistemlerde verim değişik nedenlere bağlı olarak (%5- %20) arasında değişmektedir. PV panellerde kirlenme, güneş ışınlarının geliş açısı, hücre tipi, gölgelenme ve sıcaklık artışı PV sistemlerin verimine etki eden faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Sıcaklık artışından dolayı güneş enerjisinin fazlalığı modüllerde ısınmaya neden olmaktadır. Sıcaklık artışı incelendiğinde 25°C modül sıcaklığı üzerine çıktığında, panellerin genel veriminde ciddi enerji düşüşüne sebep olduğu görülmektedir. Bunun sonucunda PV panelde kayıplar ortaya çıkmaktadır. Bu kayıpları en aza indirmek için PV panelleri soğutulabilmektedir. Çalışma, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Binası çatısına fotovoltaik güneş panelleri kurularak verimin artırılması hedeflenmiştir. Güneş panelleri; maksimum verim elde edilebilmesi için güney cephesine bakacak şekilde zeminle 37° açı ile konumlandırılmıştır. Sistemde altı düz 270 Watt'lık polikristal fotovoltaik (PV) panel kullanılmıştır. Bu panellerden birisi normal (soğutmasız) diğerleri ise kompres jel, DC fan ve sulama sistemi ile döşenmiş (su ile soğutmalı) panellerdir. Deney sisteminde 9 gün boyunca 10.00-17.00 saatleri arasında saat başı değer ölçümleri yapılmıştır. Kirlenme ve toz birikmesi gibi üretimi azaltıcı faktörleri önlemek için paneller günlük olarak temizlenmiştir. Sistemde kullanılan fotovoltaik soğutmalı ve fotovoltaik soğutmasız normal panelin yüzey sıcaklıkları Kızılötesi Infrared Termometre yardımıyla ölçülüp Watt metredeki; güç (W) ve voltaj (V) değerleri alınmıştır. Sistem tarafından elde edilen veriler Microsoft Excel programında grafik ve çizelgeler haline getirilerek değerlendirilmiştir. Su ile soğutma sonucunda soğutmalı panelin güç (W) değeri soğutmasız panele göre ortalama %49 daha fazla güç ürettiği tespit edilmiştir. PV panellerinden gün içerisinde en verimli üretim yaptığı saat aralığı 12:00-14:00 olarak tespit edilmiştir. Jel ile soğutma sonucunda soğutmalı PV panelde soğutmanın etkisi ile verim %47 daha fazla olmuştur. Hava akımı ile soğutmada, soğutmalı sistemin soğutmasız sisteme göre yaklaşık %8 güç ürettiği tespit edilmiştir. PV panellerinden gün içerisinde en verimli üretim yaptığı saat aralığı 11:00-14:00'dür. Elde edilen veriler doğrultusunda her üç sistem birbiri ile karşılaştırıldığında su ile soğutulan sistemin daha etkili olduğu görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Verim, Hava Akımı, Jel, Su, Enerji, Fotovoltaik Panel

**DETERMINATION OF THE EFFECT ON PANEL EFFICIENCY OF SOME  
COOLING METHODS APPLIED IN PHOTOVOLTAIC (pv) SOLAR PANELS**

**ABSTRACT**

The adverse climate changes resulting from fossil fuel consumption have increased the importance of renewable energy sources. Solar energy, one of the renewable energy sources, is preferred due to its economic and clean nature. Photovoltaic (PV) panels are prominent in electricity generation from solar energy. The efficiency of PV power systems varies between (5%-20%) depending on different reasons. Factors affecting the efficiency of PV systems include contamination, the angle of sunlight incidence, cell type, shading, and temperature increase. Excessive solar energy leads to heating in the modules due to temperature rise. When the temperature increase is examined, it is seen that when the module temperature exceeds 25°C, it causes a serious energy decrease in the overall efficiency of the panels. Consequently, losses occur in PV panels. As a result, losses occur in the PV panel. PV panels are cooled to minimise these losses. The study aimed to enhance the efficiency of photovoltaic solar panels by installing cooling systems on the roof of the Faculty of Agriculture building at Aydın Adnan Menderes University. The solar panels were positioned facing the south with an angle of 37° to the ground to achieve maximum efficiency. The system used six flat 270 Watt polycrystalline photovoltaic (PV) panels. One of these panels was normal (uncooled), while the other was equipped with a cooling system (water cooled) consisting of a compress gel, DC fan, and irrigation system. In the experimental system, hourly value measurements were taken hourly between 10.00-17.00 over 9 days. To prevent production-reducing factors like contamination and dust accumulation, the panels were cleaned daily. The surface temperatures of the cooled and uncooled PV panels were measured using an Infrared Thermometer and Watt (W), voltage (V), ampere (A), watt peak (WP) and ampere hour (Ah) values were taken on the Watt meter. The data obtained by the system were evaluated by turning them into graphs and charts in Microsoft Excel programme. As a result of water cooling, it was determined that the power (W) value of the cooled panel produced 49% more power on average than the uncooled panel. It was determined that the most efficient production time range of PV panels during the day was 12:00-14:00. As a result of cooling with gel, the efficiency of the cooled PV panel was 47% higher with the effect of cooling. In air flow cooling, it was determined that the cooled system produced approximately 8% more power than the uncooled system. The most efficient production time interval of PV panels during the day is 11:00-14:00. In line with the data obtained, when all three systems are compared with each other, it is seen that the system cooled with water is more effective.

**Keywords:** Efficiency, Air Flow, Gel, Water, Energy, Photovoltaic Panels

## GİRİŞ

Enerji, teknolojinin hızla geliştiği günümüz dünyasında hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Bunun yanında doğal kaynakların hızla tükenmesi, çevre kirliliğiyle birlikte ekolojik dengenin bozulmaya başlaması ve enerji üretiminin yüksek maliyetli olması, enerjinin verimli ve etkili bir şekilde kullanılması, farklı ve temiz kaynaklardan enerji üretilmesi konusunda çok daha duyarlı olmaya zorlamaktadır (Kabul, 2014). Fosil yakıtların oluşturduğu zararlar nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artış göstermektedir. Bu enerjilerin başlıcaları kömür, petrol ve doğalgazdır. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş açısından oldukça zengin bir ülkedir. Güneş enerjisinden elektrik üretimi gibi farklı projeler geliştirilerek yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneşten, önemli bir şekilde yararlanılabilir. Güneş hücresi malzemelerinin çoğu; yeryüzüne gelen güneş spektrumunun sınırlı bir kısmına cevap verir. Yalnızca güneş hücresi malzemesinin cevap aralığına karşılık gelen ışınım; elektrik üretmek için güneş hücresi tarafından kullanılmaktadır. Güneş spektrumunun kullanılmayan ışınım, enerjilerini güneş hücresinde ısı olarak yaymaktadır. Bu ısı yayılımı; güneş enerjili fotovoltaik sistemde ısı kayıplara yol açar, böylece 2 performansını düşürür. PV hücrelerinin çıkış gücü, güneş hücresinin çalışma sıcaklığı arttığında azalır. Bu nedenle, daha iyi performans için, güneş hücrelerinin düşük çalışma sıcaklığını korumak gereklidir. PV panellerin düşük verimliliği, düşük enerji dönüşüm verimliliği ile ilgilidir. Dönüşüm verimlilik, kullanılan PV panelin türüne ve çevre koşullarına bağlıdır. Bu ısı, konveksiyon ve radyasyon ile ön yüzeyden ve arka yüzeydeki hava boşluğundan çevreye kaybolur. Üretilen ısı, PV çalışma sıcaklığında bir artışa neden olur. Elektron taşıma özellikleri nedeniyle, PV çalışma sıcaklığında artış, PV panelleri tarafından üretilen çıkışı önemli ölçüde azaltacaktır. Örneğin, kristalin silikon güneş pilleri, çalışma sıcaklığındaki her 1°C artışı için tipik bir güç paneli verimli çıktı elde etmek için düşük dönüşüm çalışma sıcaklığında çalışabilmelidir. Çıkış gücünün sıcaklık bozulmasını en aza indirmek için üretilen ısı enerjisi dağıtılmalıdır. Böylece, sıcaklık farkı azalırken çalışma sıcaklığı ortam sıcaklığına yakın tutulabilir. PV panelden verimli çıkış gücü elde etmek için bir şekilde hücre montajından ekstra ısı çıkararak PV panellerin soğutulması gereklidir. Bu mevcut kağıt, PV panelinin sıcaklığını düşürmek için havayı soğutma ortamı olarak kullanan soğutma mekanizmasına odaklandı. PV panelin sıcaklığını soğutmak için hava soğutma teknolojisi kuvvet veya doğal konveksiyon kullanılabilir.

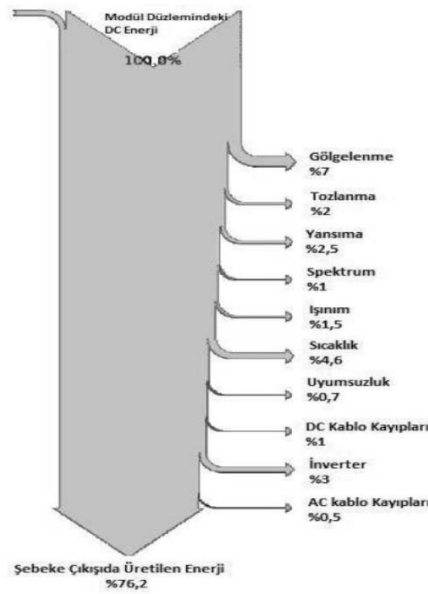
Güneş enerjisinden elektrik üretmek amacıyla kullanılan fotovoltaik (PV) modüllerin verimini azaltan en önemli parametrelerden biri modül sıcaklıklarının artmasıdır (Kabul, 2014). Prasad ve Snow (2005), farklı tipteki PV panellerinin verimlilik ve alan gereksinimlerini hesaplamışlardır. Kaddoura ve ark. (2016), PV modüllerinde eğim açısının yüzeye düşen ışınım miktarını etkileyen önemli faktör olduğunu belirtmişlerdir. Zaraket ve ark. (2017), PV modüllerinde hücre sıcaklığının verimlilik üzerine etkilerini saptamışlardır. Hücre sıcaklığı ile performans arasında ters bir ilişki bulunmuştur. Hücre sıcaklığı arttıkça PV panellerinin verimliliği azalmaktadır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, güneş enerjisinden elektrik üretimi için sadece PV modülün yeterli olduğu ancak güneş, panel yüzeyine direkt olarak geldiğinden yüzeyin ısındığı tespit edilmiştir. Yüzey ısındıkça panelin veriminde düşme meydana gelmektedir. Bu verim düşüşünü önlemek için panel yüzeyinin soğutulması gerekmektedir. Panel yüzeyinin soğutulmasında kullanılan değişik metotlar bulunmaktadır, ancak soğutma işlemini gerçekleştirmek için suyun kullanıldığı araştırmaların sayısı oldukça az olması bu çalışmanın amacını belirlemiştir.

Yapılan bu çalışmada, Aydın ilinde aynı şartlarda çalıştırılan iki fotovoltaik panel dikkate alınmış ve bu panellerden biri su, jel ve hava akımı ile soğutma işlemine tabi tutulmuştur.

Soğutmalı ve soğutmasız fotovoltaik paneller karşılaştırılarak, su, jel ve hava akımı ile yapılan soğutma işleminin verimliliğe etkisi incelenmiştir.

### PV Verimini Etkileyen Faktörler

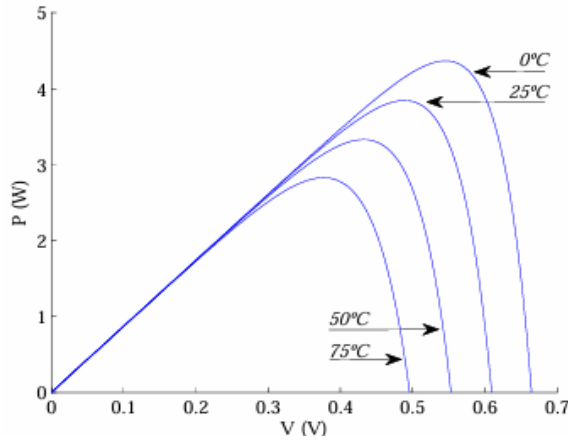
Şekil 1.1. de görüldüğü gibi güneş enerjisinden elektrik üretimi sırasında kullanılan fotovoltaik panellerde birçok kayıplar meydana gelmektedir. Bir PV sistemin verimini etkileyen faktörler şunlardır: Dönüştürücü verimi, akümülatör verimi, sıcaklık, PV sistemin gölgelenme durumu, kablo kalınlığı, tozlanma, yön durumu, PV dizilerin eğim açısı, PV hücrelerin yüzeyine uygulanan işlemler ve sisteme uygulanan bakım/onarım işlemleridir (Öztürk, 2008). Bu kayıplar arasında en fazla gölgelenme ve sıcaklık ile meydana gelir ve PV panel çıkış gücünün azalmasına sebep olmaktadır. Işınımın engellendiği durumlarda fotovoltaik hücrede elektrik enerjisi üretimi olmayacaktır.



Şekil 1.1. Modül enerji kayıplarının yüzdesel dağılımı (Deniz, 2013)

### Sıcaklık

Sıcaklık, PV panel verimi için önemli faktörlerden biridir. FV sistemlerde kullanılan panelin özelliğine göre, güneş enerjisinin %5'i ile %25'i elektrik enerjisine dönüştürülür. Panelin arkasında biriken ısı, panelin arka kısmının havalandırılması ile doğrudan ilişkilidir. Artan sıcaklık ile fotovoltaik hücrelerde kısa devre akımı artarken, açık devre gerilimi azalmaktadır. Bu nedenle belli bir sıcaklığın üstüne çıkıldığında, PV panellerde güç ve verim olumsuz etkilenmektedir. Sıcaklıktan dolayı oluşan verim düşüşüne göre her 1°C'lik sıcaklık artışı kristal silikon fotovoltaik modüllerde gücün % 0.5 oranında azalmasına, amorf silikon modüllerde ise gücün % 0.2 oranında azalmasına neden olmaktadır (Boztepe 2015).



Şekil 1.2. Bir fotovoltaik panelde sabit ışınım ve sıcaklıklar arasındaki güç çıkışları (Rodrigues vd. 2011)

### Gölgelenme

Panel üzerine düşen gölge, PV hücrelere ulaşan ışığın azalmasına neden olmaktadır. Işık miktarı azaldıkça hücrelerin enerji üretimi azalış göstermektedir. Gölgelenen hücre, diğer hücrelere kıyasla direnç etkisi göstermektedir. Bu durumda hücrede ani bir sıcaklık değişimi meydana gelir. PV sistem tasarımında gölgelenme analizleri yapılarak panellerin gölge alması engellenmeye çalışılır(Gökçe, 2020).

### Kirlenme

Fotovoltaik panellerin elektrik enerjisi üretim verimini etkileyen en önemli faktörlerden biri panel yüzeyinin toz, çamur vb. ile kirlenmesidir. Özellikle güneş panel sisteminin kurulacağı bölgenin coğrafi konumu, panel yüzeylerindeki kirlenme sonucu enerji verimliliğinde yüksek oranda olumsuz etkiye sebep olmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda; PV panel yüzeylerinin özellikle de tozdan kirlenmesinden kaynaklı verimlerinin %4 ile %32 oranında düşüş gösterdiği tespit edilmiştir(İçel, 2024).

### İnverter Kayıpları

Doğru akımı alternatif akıma çeviren inverter, fotovoltaik sistemin verimini etkileyen faktörlerden biridir. Doğru inverter seçimi yapılmadığı takdirde sisteme yetersiz gelen inverter üretilen enerjiyi kapasitesinin altında dönüştürerek sistemde aksaklığa sebep olur.

## MATERYAL VE YÖNTEM (GELİŞME)

### Materyal

#### Fotovoltaik Paneller

PV paneller, Güneş'in verdiği ısı ve ışığı elektrik enerjisine çevirerek tüm ihtiyaç alanlarında ve yaşam yerlerinde kullanılabilir hale getirir, diğer enerji kaynaklarına göre çok daha fazla önem taşımaktadır. Fotovoltaik paneller gerekli ortam koşullarının sağlandığı durumlarda maksimum güç üretebilirler.

Polikristal fotovoltaik paneller gerek verimi, gerekse enerji maliyeti açısından dengelidir ve fiyatı oldukça uygundur. Birçok güneş enerji santrali, polikristal fotovoltaik panelleri ile yapılmaktadır. Ayrıca havadaki ısı değişimlerinde monokristale göre daha az etkilenir. Bu fotovoltaik panellerin verimlilik oranları yaklaşık %15 civarındadır. Sistemimizde toplam 6 adet 270 W gücünde polikristal fotovoltaik panel kullanılmıştır.





Şekil 2.1. Fotovoltaik Panel

### Akü

Aküler kendisine gelen elektriği, içerisinde barındırdığı kimyasallar sayesinde depolayarak ihtiyaç duyulduğu anda bağlı olan cihaza veya şebekeye aktaran cihazlardır. Sistemimizde Lexron marka 12 V, 100 Ah 1 adet jel akü kullanılmıştır. Sistem tarafından üretilen elektrik enerjisi şarj regülatörü tarafından 12 V DC gerilim ile akülere iletilir. 12V DC gerilim akülerde depo edilerek ihtiyaç anında kullanılabilir. 12V DC gerilim akülerde depo edilerek ihtiyaç anında kullanılabilir.



Şekil 2.2. Jel Akü

### Güneş Paneli Solar Şarj Kontrol Cihazı (Regülatör)

Şarj regülatörleri sistem güvenliği için büyük bir önem arz etmektedir. Özellikle akü'yü koruyabilmek ve verimli enerji üretilesi için uygun özellekte şarj regülatörü kullanılmalıdır. Sürekli değişik değerlerde üretilen elektrik enerjisinin sisteme ve akü'ye zarar vermesi engellenmiş olur.



Şekil 2.3. Güneş Paneli Solar Şarj Kontrol Cihazı

### Ölçüm ve Kayıt Cihazları

Kayıt cihazları (Watt metre) kullanılarak üretilen elektrik enerjisi değeri (DC) ölçülmüştür. Kayıt cihazları ile üretilen elektrik enerjisi okunabilir ve kontrol edilebilir. Bu cihazları soğutmalı ve soğutmasız panellere ayrı ayrı montaj edilerek DC olarak üretilen enerji değerleri ölçülerek kayıt edilmiştir. Enerji kaynaklarında kullanılan ölçüm ve kayur cihazı led ekranı

üzerinde ; anlık üretilen güç (W), anlık akım değeri (A), anlık gerilim (V) ve ölçüm aralığındaki üretilen enerji miktarı (Wh), akım değeri (Ah), maksimum güç miktarı (Wp), maksimum gerilim (Vp), maksimum akım değeri (Ap) okunabilmektedir.



Şekil 2.4. DC Kayıt Cihazı

### Kızılötesi (Infrared) Termometre

Panel yüzeylerinin sıcaklık değerlerini okumak için ise Kızılötesi Infrared Termometre kullanılmıştır.



Şekil 2.5. KızılÖtesi Infrared Termometre

### Solar Kablolar

Güneş enerji sisteminde çevre koşullarına karşı dayanıklı kayıpları en aza indirebilmek için güneş panelleri için özel üretilmiş solar kablolar kullanılmıştır.



Şekil 2.6. Solar Kablolar

### Diğer Ekipmanlar

Güneş paneli tarafından üretilen elektrik enerjisinin solar kablolar ile iletimi sırasında kablo bağlantıları konnektörler yardımı ile gerçekleştirilmektedir.

Konnektörler ile yapılan bağlantılar sayesinde solar kabloların bağlantı noktalarındaki güvenlik daha iyi durumdadır. Konnektörler ile yapılan bağlantı noktalarında gerilim düşmesini engelleyerek sistemin daha verimli çalışmasını ve bağlantı noktalarındaki kayıpları minimum seviyeye indirmektedir.



Şekil 2.7. Paralel ve Seri Konnektörler

### Tüketec Ampul

Sistemde üretilen elektriği kullanmak için 1 adet tüketec ampül kullanılmıştır. Tüketec ampülü aküye bağlanarak aktif hale getirilmiştir ve PV panellerin sürekli yüklü olmasını sağlamıştır. Tüketec ampülü 12V ve 90/100W değerlerine sahiptir.



Şekil 2.8. Tüketec Ampül

### Manometre

Kapalı kapta, basınç altında bulunan sıvı ve gaz basıncını ölçmeye yarayan ölçüm aletlerine manometre denir. Basınçölçer olarak da adlandırılır. Sıvı veya gazların buldukları kapların birim alanlarına uyguladıkları kuvvete basınç denir. Manometreler, sıvılı ve metal manometreler olarak iki tiptir. Kullanım amacı basınç altında çalışan sistemlerde yeterli basıncın sağlanıp sağlanmadığını ölçmek üzerinedir.

Güneş enerjisi sisteminde su ile soğutma işlemi için gerekli suyun akışında basıncın kontrolü için metal manometre kullanılmıştır. Sistemdeki soğutma suyu 1.1 bar basınç ile hareket etmiştir.



Şekil 2.9. Metal Manometre

### Sulama Borusu ve Damlama Memesi

Soğutma suyunun sisteme aktarılmasını sağlamak için 16 mm çapındaki sulama borusu kullanılmıştır. Soğutma suyunun PV panelin yüzeyine homojen bir şekilde yayılımını sağlamak için debi ayarlı damlama sulama memeleri kullanılmıştır.



Şekil 2.10. Sulama Borusu ve Debi Ayarlı Sulama Damlama Memesi

### Fan

Hava akımı ile soğutmalı fotovoltaik sistemde 4 adet 120x120x25mm ölçülerinde 12 V 0.20 A DC fan kullanılmıştır. Fanlar alüminyum sac üzerine monte edilerek aküden elektrik enerjisi olarak çalıştırılmıştır.



Şekil 2.11. Soğutucu Fan

### Kompres Jel

İçerdiği jel formülü soğukluğunu ve sıcaklığını uzun süre muhafaza etmesini sağlar. Çok kullanımlıdır. Soğuk ve sıcak uygulamanın gerektiği durumlarda hem soğuk hem de sıcak olarak kullanılabilir. Jel ile soğutmalı sistemde fotovoltaik panelin arkasına panel hava alacak şekilde döşenmiştir.

Monokristal panele gelen güneş ışınlarını soğurarak panelin sıcaklığını azaltıp elektrik üretimini artırmaktadır. Sistemde 13 x 26 ebatlarında 24 adet kompres jel kullanılmıştır.



Şekil 2.12. Kompres Jel

### **Yöntem**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Binası Çatısı'na fotovoltaik güneş panelleri kurularak verimin artırılması hedeflenmiştir. Güneş panelleri; maksimum verim elde edilebilmesi için güney cephesine bakacak şekilde zeminle 37° açı olacak şekilde konumlandırılmıştır. Bu sayede güneş ışınlarının panel yüzeyine dik gelmesini sağlayarak yüksek verim elde edilmektedir. Paneller çatıya sabitlenen demir sehpa üzerine yerleştirilerek sabitlenmiştir. PV (fotovoltaik) panellerin beton çatıya yerleştirilmesinde amaç, enerji üretimini etkileyecek etkenleri minimum seviyeye indirebilmektir. Enerji üreteçleri kurulan sistemlerin; regülatör, tüketeç ampulü ve akü gibi ana materyalleri aksi bir durumda rahat bir şekilde müdahale edilebilmesi ve hava şartlarında dolayı sistemin zarar görmesini engellemek amacıyla panellerin altına yerleştirilmiş olup üzerine yağmur sularından korumak amacıyla tente ile örtülmüştür. Güneş panellerinden üretilen elektrik enerjisi (DC) regülatör ile aküler içerisinde depolanmaktadır. Akülere bağlanan araba farı akülerden enerjiyi alarak aktif hale gelir. Bu sayede far akünün doldur boşalmasını sağlar ve doğru değer okumaları yapılmasını sağlamaktadır. Sistemde altı düz 270 Watt'lık polikristal fotovoltaik (PV) panel kullanılmıştır. Bu panellerden birisi normal (soğutmasız) diğerleri ise kompres jel, DC fan ve sulama sistemi ile döşenmiş (soğutmalı) panellerdir.

Jel ile soğutma sisteminde, kontrollü güneş panelinin altına çift katlı ortası boş kalacak şekilde 24 adet kompres jel döşenmiştir. Jellerin kaymaması için altına panel boyutunda plastik malzeme kullanılmış olup üzerine 4 adet küçük tahta parçası koyularak jellerin kayması önlenmiştir.



Şekil 2.13. Jel İle Soğutma Sistemi

Sistemde, sulama borusuna su vanasına bağlanarak, 1 adette metal manometre yerleştirilerek 25 dakika arayla 5 dakikalık 1.1 Bar basınçta suyun panellere gitmesini sağlamıştır. Basıncı ayarlanmış sistem panelin üst kısmına yerleştirilmiş sulama borusu demir çubuklarla sabitlenerek üzerlerine 4 adet debi ayarlı sulama damlama memeleri yerleştirilmiştir. Bu memeler sayesinde soğutma suyunun tüm panel yüzeyine temas etmesi sağlanmıştır.



Şekil 2.14. Su İle Soğutma Sistemi

Hava akımı ile soğutma sisteminde soğutmalı panelin arka yüzeyine alüminyum saç üzerine sabitlenmiş 4 adet DC fan yerleştirilmiştir. Yerleştirilen fanlar alüminyum saç malzeme ile panelin arka yüzeyindeki sıcak havayı dışarıya çekerek soğutulmuştur.



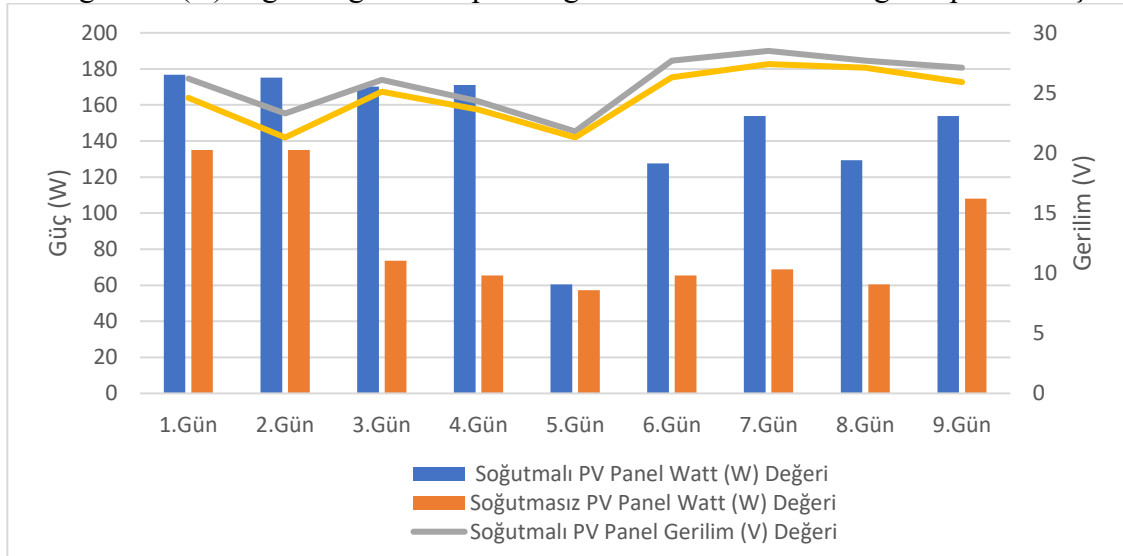
Şekil 2.15. Hava Akımı İle Soğutma Sistemi

Deney sistemlerinde hava sıcaklığının yaklaşık olarak stabil gittiği 9 gün boyunca değer ölçümleri yapılmıştır. Kirlenme ve toz birikmesi gibi üretimi azaltıcı faktörleri önlemek için paneller günlük olarak temizlenmiştir. Sistemde kullanılan fotovoltaik soğutmalı ve fotovoltaik soğutmasız panelin Watt metredeki; Watt(W), voltaj (V) değerleri alınmıştır. Sistem tarafından elde edilen veriler Microsoft Excel programında grafik ve çizelgeler haline getirilerek değerlendirilmiştir.

## BULGULAR

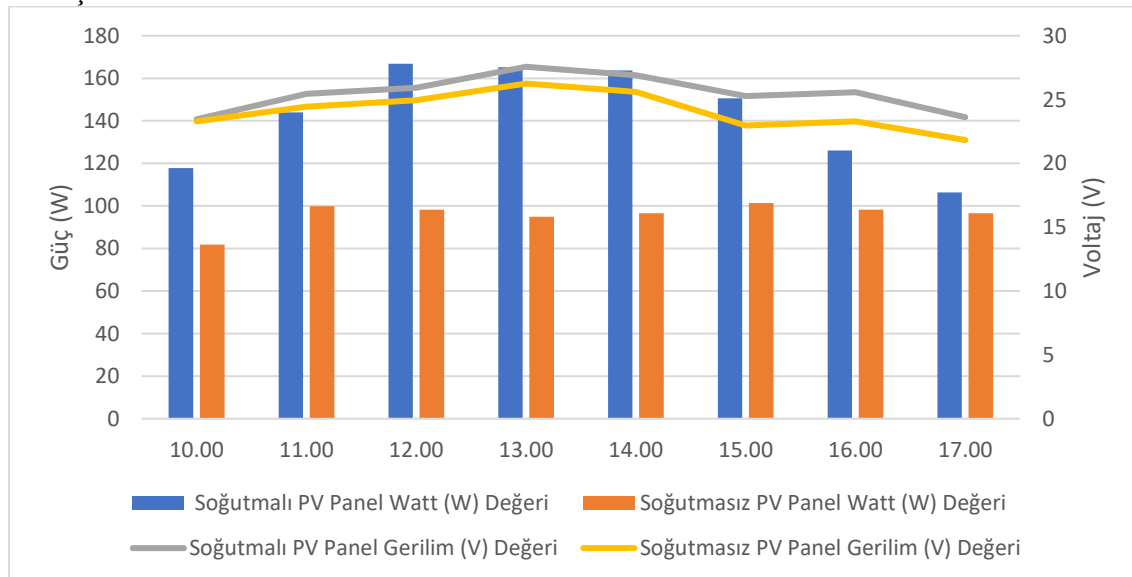
### Su ile Soğutma

Elde edilen kayıt ve raporlar doğrultusunda soğutmalı panelin Güç (W) değeri soğutmasız panele göre ortalama %49 daha fazla güç ürettiği görülmektedir fakat 5. günde hava kapalı ve yağmurlu olduğu için aralarında fark oluşmayıp minimum değerler görülmüştür. Soğutmalı panelin gerilim (V) değeri soğutmasız panele göre %5 daha fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.1. Gün Bazında Soğutmalı ve Soğutmasız PV Panellerin Ortalama Gerilim ve Güç Değerlerine Ait Grafik

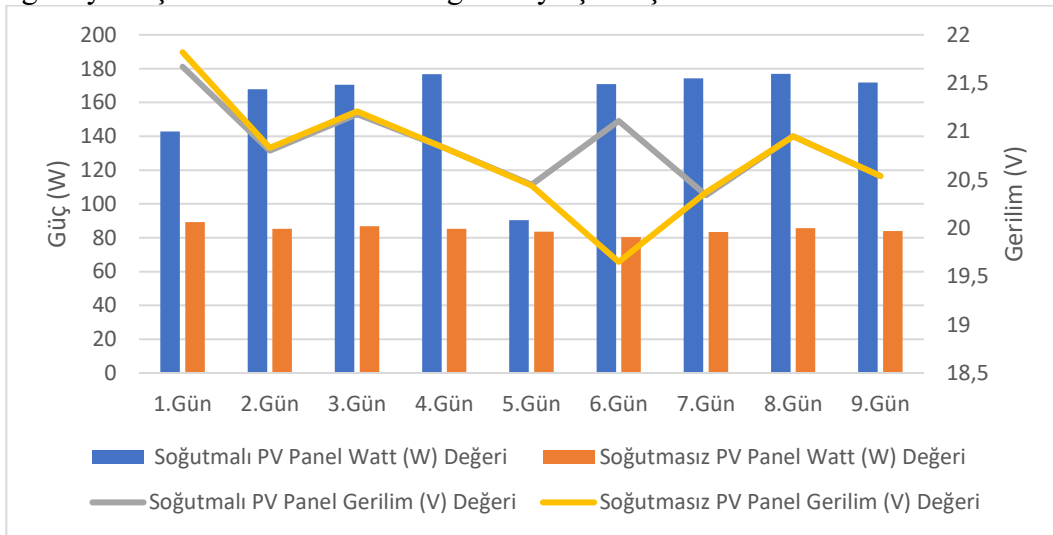
Şekil 3.2'deki grafikte PV panellerinden gün içerisinde en verimli üretim yaptığı saat aralığı 12:00-14:00 olarak tespit edilmiştir. Soğutmalı PV panelde soğutmanın etkisi ile verim daha fazla artış göstermiştir ve gün sonuna kadarda normal panele göre yüksek bir şekilde ilerleme olmuştur.



Şekil 3.2. Saat Bazında Soğutmalı ve Soğutmasız PV Panellerin Ortalama Gerilim ve Güç Değerlerine Ait Grafik

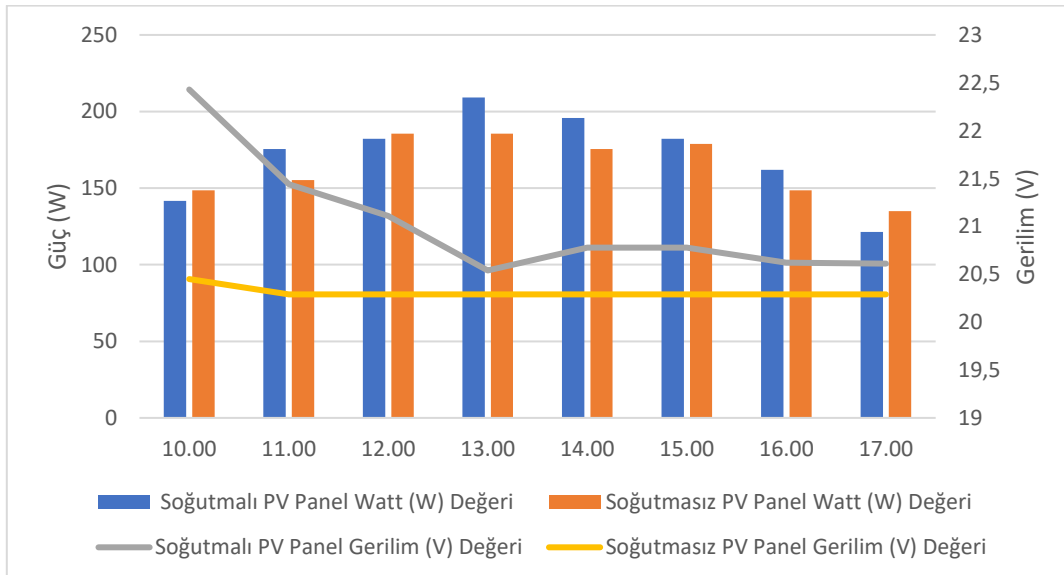
### Jel İle Soğutma

Elde edilen kayıt ve raporlar doğrultusunda kompres jel ile döşenmiş fotovoltaik güneş panelleri sisteminden soğutmalı PV güneş panelinin ortalama olarak % 47 daha fazla güç ürettiği görülmektedir. Havanın sıcaklığı, ışınımın panele düşme açısı, rüzgar ve nem güneş panellerinin elektrik üretimini etkilemektedir. Soğutmalı panelin Gerilim (V) değeri soğutmasız panele göre yaklaşık %1 daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 3.3. Gün Bazında Soğutmalı ve Soğutmasız PV Panellerin Ortalama Gerilim ve Güç Değerlerine Ait Grafik

Şekil 3.4'deki grafikte saat bazında soğutmalı ve soğutmasız PV panellerin gerilim ve güç değerleri verilmiştir.



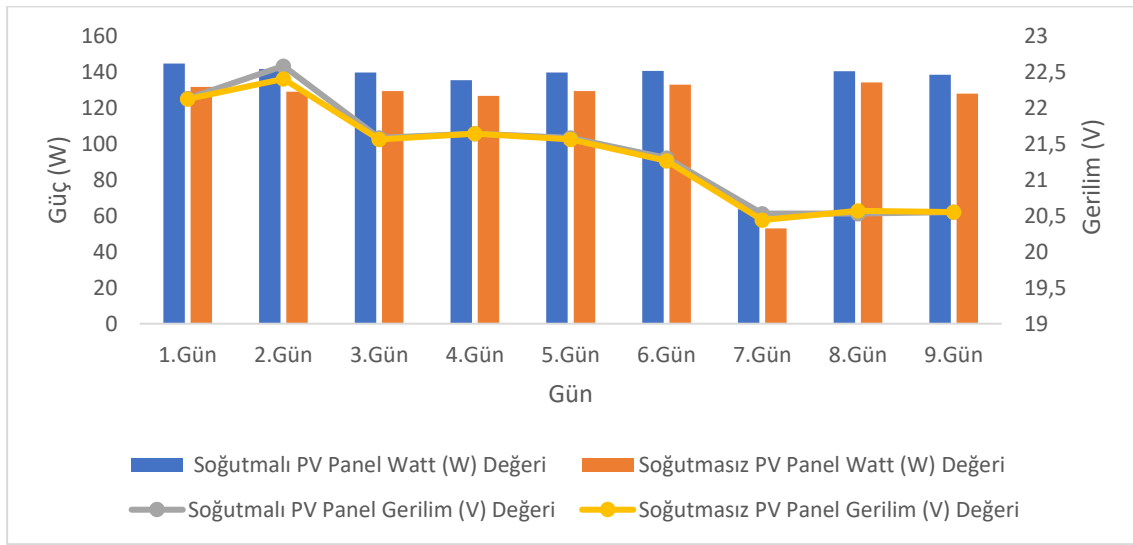
Şekil 3.4. Saat Bazında Soğutmalı ve Soğutmasız PV Panellerin Ortalama Gerilim ve Güç Değerlerine Ait Grafik



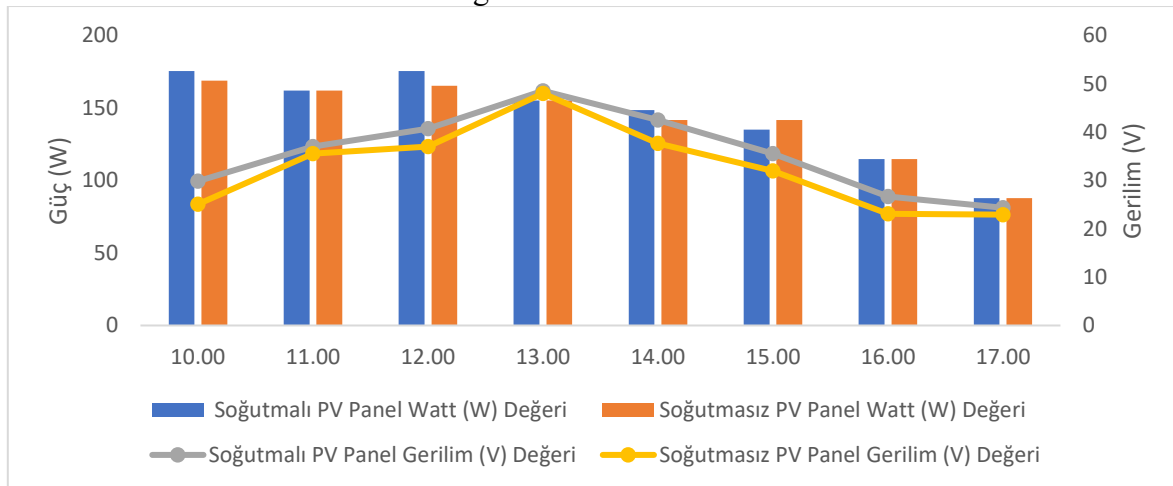
Şekil 3.4’da saat başı PV panellerden alınan voltaj ve güç değerleri ortalaması yer almıştır. Voltajın ve gücün en fazla olduğu zamanlar saat 13.00 olarak verilmiştir. PV panellerinden gün içerisinde en verimli üretim yaptığı saat aralığı 12:00-14:00’dür. Akşam saatlerine doğru güç ve voltaj değerlerinin düşmesiyle elektrik üretiminin azaldığı da görülmektedir. Havanın sıcaklığı, ışınımın panele düşme açısı, rüzgar ve nem güneş panellerinin elektrik üretimini etkilemektedir.

### Hava Akımı İle Soğutma

Elde edilen kayıt ve raporlar doğrultusunda soğutmalı sistemin soğutmasız sisteme göre yaklaşık %8 güç ürettiği tespit edilmiştir. Hava koşullarının değişmesi nedeniyle her iki panelinde güç ve gerilim değerleri düşmektedir ve verimi etkilemektedir.



Şekil 3.5. Gün Bazında Soğutmalı ve Soğutmasız PV Panellerin Ortalama Gerilim ve Güç Değerlerine Ait Grafik



Şekil 3.6. Saat Bazında Soğutmalı ve Soğutmasız PV Panellerin Ortalama Gerilim ve Güç Değerlerine Ait Grafik

Şekil 3.6 incelendiğinde en yüksek güç ve gerilim saat 13.00'da ölçülmüştür. Elde edilen verilere göre soğutmalı ve soğutmasız sistem arasında en yüksek fark 14.00 ölçülmüştür. DC fanların 13.00 saatinde minimum verimlilikle çalışıldığı görülmüştür.

## SONUÇ

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yerleşkesi'nde yapılan bu çalışmada, fotovoltaiik güneş panelleri gölge olmayan, güneş ışınlarının direkt vurduğu çatıya kurulmuştur. Kısmi gölgeleme durumu fotovoltaiik panel verimini önemli ölçüde etkilediği için paneller gölgelenmeye maruz kalmayacak şekilde yerleştirilmiş olup ayrıca maksimum güç noktası izleyiciler kullanılmıştır. Bu çalışmada enerji kaynağı olarak 270 W 6 adet polikristal güneş paneli kullanılmıştır. Buradan da 12V 90-100 W luk Tüketeç ampül sisteme bağlayarak üretilen elektrik enerjisi kullanılmıştır ve bu sayede sürekli olarak güneş panelinin yüklü olması sağlanmıştır.

Güneş ışınlarının panellere dik açıyla düşmesini sağlayan sistem kurulduğunda verim en yüksektir. Fotovoltaiik panellerin soğutulması panel verimini doğrudan etkilemektedir.

Jel ile soğutmada, kontrollü deney sisteminin normal fotovoltaiik güneş panel sistemine göre % 47 daha fazla güç ürettiği görülmüştür. PV panellerde üretilen elektrik enerjisi 12V,100 Ah değerindeki 1 adet jel aküye aktarılmıştır.

Su ile soğutmada PV panellerin yüksek sıcaklıklarda yaşayacakları verim kaybını önlemek hedeflenmiştir. Su ile soğutmada yapılan araştırmada edindiğimiz bilgiler dahilinde dikkat edilmesi gereken en önemli şeylerden durum kullanılan suyun kireç oranı yüksek ise panel yüzeyinde kireçlenmeler meydana gelir ve bu yüzeye gelen güneş ışınlarını panel soğuramaz, verimde kayıplar oluşur. Belli bir süreden sonra panel ömrünü de kısaltır. Temizlik PV panellerde ciddi açıdan önemlidir. Çünkü panel yüzeyinde oluşan toz, pisli vb. kirleticiler ciddi açıdan verimi düşürmektedir. Soğutmalı sistemin soğutmasız sisteme göre %49 daha fazla güç ürettiği tespit edilmiştir.

Hava akımı ile soğutmada, güneş panelleri tarafından üretilen elektrik enerjisi DC gerilimli akülere gönderilerek depolanır. Soğutmalı fotovoltaiik sistemimizin elektrik enerjisini aküden sağlanmaktadır. Kurulumu gerçekleştirdiğimiz soğutmalı fotovoltaiik panel sistemini tercih etme sebebimiz minimum harcama ile maksimum verim elde edebilmektir. Kullandığımız fanların gerilim ve akım değerleri düşük olduğu için verim kayıpları minimize edilmiştir. Soğutmalı ve soğutmasız fotovoltaiik sistemimiz gün boyunca aktif olarak kullanılmış ve tüketicilere elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu süre boyunca soğutmalı fotovoltaiik sistem soğutmasıza göre %8 daha fazla güç üretmiştir.

Elde edilen verilere göre fotovoltaiik panellerin gereğinden fazla ısınması güneş ışınımını elektrik enerjisine çevirme oranını azaltmaktadır. Kurulan fotovoltaiik panellerin verileri incelenmiş ve sıcaklığın en yüksek olduğu saatlerin sabah ve öğle arası olduğu belirlenmiştir. GES'te kullanılacak fotovoltaiik panellerin maruz kalacağı maksimum sıcaklık göz önünde bulundurulmuş olup sıcaklığa dayanıklılık katsayısı yüksek olan paneller seçilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda her üç sistem birbiri ile karşılaştırıldığında aynı gün bazında su ile soğutulan sistemin daha etkili olduğu görülmektedir.

**KAYNAKÇA**

- Boztepe, M. (2015). Güneş Enerjisi Sistemleri. EÜ Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Ders Notları, İzmir.
- Deniz, E. (2013). GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİNDE KAYIPLAR.
- İçel, Y. (2024). Kirliliğin PV Panel Verimine Etkisi ve Panel Temizleme Yöntemleri. *Interdisciplinary Studies on Contemporary Research Practices in Engineering in the 21st Century-VI*, 201.
- Kabul, A., & Duran, F. (2014). Isparta ilinde fotovoltaik/termal (PV/T) hibrit sistemin performans analizi. *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 6(1), 31-43.
- Kaddoura, T. O., Ramli, M. A., & Al-Turki, Y. A. (2016). On the estimation of the optimum tilt angle of PV panel in Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 626-634.
- ÖZTÜRK, H. H. GÜNEŞ ENERJİSİNDEN FOTOVOLTAİK YÖNTEMLE ELEKTRİK ÜRETİMİNDE GÜÇ DÖNÜŞÜM VERİMİ VE ETKİLİ ETMENLER.
- Prasad, D., & Snow, M. (2014). *Designing with solar power: a source book for building integrated photovoltaics (BiPV)*. Routledge.
- Rodrigues, E. M. G., Melicio, R., Mendes, V. M. F., & Catalao, J. P. (2011, April). Simulation of a solar cell considering single-diode equivalent circuit model. In *International conference on renewable energies and power quality, Spain* (Vol. 1, No. 9, pp. 13-15).
- Savaş, S., Duraklar, K., Çınar, O. A., Koç, M., Turan, A., Uslu, U., ... & Duşbudak, H. (2022). Güneş enerjisi sistemlerinde yenilikçi ve akıllı bakım onarım. *Journal of Information Systems and Management Research*, 4(2), 35-49.
- Yiğit, F. (2023). Şebekeye bağlı 1 MW güneş enerji santralinin PVsyst ile simülasyonu ve performans parametrelerinin değerlendirilmesi.
- Zaraket, J., Aillerie, M., & Salame, C. (2017). Capacitance evolution of PV solar modules under thermal stress. *energy procedia*, 119, 702-708.

## GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ ELEKTRİKLİ YEM KARMA MAKİNESİ PROTOTİPİNİN GELİŞTİRİLMESİ

**Vedat SAĞLAM (ORCID:0009-0008-4952-7926)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

**Email:**vedatsaglam@hotmail.com

**Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN (ORCID:0000-0003-1701-126X)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

**Email:**akilickan@adu.edu.tr

### ÖZET

Tarımın bir kolu olan hayvancılık, ülke ekonomisinde gelişmeyi canlandırıcı etkiye sahip olması bakımından stratejik bir öneme sahiptir. Hayvan sayılarının artmasıyla birlikte yetiştiricilikte kullanılan teknikler de hızla gelişmiştir. Modern üretim teknikleri, maliyetlerin düşürülmesinde ve kârlılık düzeyinin artırılmasında en önemli faktördür. Çalışmanın amacı, enerji fiyatlarının yüksekliği ve ülkemiz hayvancılık sektörünün potansiyeli göz önüne alınarak, hayvan kapasitesi az olan işletmeler için; mevcut bir traktöre veya harici dönü hareketine ihtiyaç duyan yem karma ve dağıtma makinelerine alternatif olarak, güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma ve dağıtma makinesinin tasarımının ve imalatının yapılmasıdır. Sistemin tasarımı 3 boyutlu Solidworks (deneme sürümü) programıyla gerçekleştirilmiş ve imalat bu tasarıma göre yapılmıştır. Sistem, yürüme hareketi için arka tekerlerin takıldığı üzerinde 800 watt gücünde DC motor tahrikli diferansiyel, 4 hayvanın yemini hazırlayabilen 0,75 m<sup>3</sup> kapasiteli yem karma haznesi, içerisindeki helezonu döndürmek için 1,5 kW gücünde elektrik motoru ve 1/40 çevrim oranına sahip redüktör içermektedir. Bunların hareketi için gerekli olan enerjiyi sağlamak amacıyla 1 adet 250 Watt (W) güneş paneli, 2 adet 12 voltaj (V) gücünde akü ve 1 adet dönüştürücü kullanılmıştır. Hayvan yemi, güneş enerjisi kullanılarak akülerin gün içinde şarj edilmesiyle hazırlanmıştır. Makine hem saha çalışmalarında hem de laboratuvar denemeleriyle test edilmiştir. Şarj süresi, deşarj süresi, ileri ve geri makine yürüme hızı, saatlik akım değerleri belirlenmiştir. Makinanın şarj süresi yaklaşık 12 saat, yürüme hızı boşta 0,9 m/sn yem dağıtma esnasında 0,4 m/sn olarak ölçülmüştür. Bunların yanında, alan denemelerinde süt sığırcılığı için yoğun olarak kullanılan yem rasyonları göz önüne alınarak yem yükleme ve karıştırmanın yaklaşık 25 dk, boşaltma süresinin ise yaklaşık 2 dk olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, makinanın haziran ayı şartlarında güneşlenme süresinde sabah ve akşam yemlerini başka enerjiye ihtiyaç olmadan yeterli homojenlikte karıştırıp dağıtabildiğini ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş Enerjisi, Yem Karma, Tasarım, Elektrik, Kendi Yürür

\*Bu çalışma ADÜ BAP tarafından ZRF-17047 nolu proje olarak desteklenmiştir.

**DEVELOPMENT OF PROTOTYPE OF SOLAR ASSISTED POWER FEED MIXER  
WORKING WITH ELECTRIC POWER**

**ABSTRACT**

Livestock production, a branch of agriculture, has strategical importance due to its refreshing effect on country economy. The techniques used in breeding has progressed rapidly with the increasing number of animals. Modern production techniques are the most important factor in reducing costs and increasing the level of profitability. The aim of the study is to design and manufacture of a solar energy assisted electric feed mixing and dispersing machine as an alternative to feed mixing or distributing machines that require an existing tractor or external rotary movement for enterprises with low capacity farms considering the potential of our country's livestock sector and the high cost of energy. The design of the system was performed using 3-D Solidworks (trial version) programme and the manufacture was done according to this design. The system consists of a differential driven by an 800 watt DC motor mounted on the rear wheels for the walking movement, a feed mixer tank with a capacity of 0.75 m<sup>3</sup> which is capable of preparing the feed of four animals, a 1.5 kW electric motor to rotate the spiral and gearbox with  $i=1/40$ . To supply the energy needed for the movement, 1 solar panel of 250 watt (W), 2 batteries of 12 voltage (V) and 1 inverter were used. The feed was prepared using the solar energy by charging the batteries during daylight. The machinery was tested both in field trials and with the laboratory tests. Charging time, discharge period, the speed of back and forward movement, hourly current values were tested. The charging time of the machine was approximately 12 hours and the walking speed was measured as 0.9 m/sec at idle and 0.4 m/sec during feed distribution. Besides, taking the feed rations most used in cattle breeding into consideration, feed loading and mixing time were about 25 minutes, discharging value was about 2 minutes. The results have shown that the machinery was capable of mixing the morning and night feeds homogenously in climatic conditions of June, without any other energy requirement.

**Keywords:** Solar Power, Feed Mixer, Design, Electric, Self-Propelled

\*This study was supported by ADU BAP as project numbered ZRF-17047.

## GİRİŞ

Ekonomik gelişme ve artan nüfusa bağlı olarak enerji tüketimin oldukça büyük değerlere ulaştığı günümüzde enerjinin temininde ve kullanımında sürekliliğin sağlanması yanında yaşadığımız çevrenin temiz kalması ve bizden sonra gelecek nesillere yaşanılabilir bir dünya bırakmayı tasarlamamız gerekmektedir.

Tarımın bir kolu olan hayvancılık, tarımın diğer alanlarında ve ülke ekonomisinde gelişmeyi canlandırıcı etkiye sahip olması sebebiyle stratejik bir öneme sahiptir. Dünya nüfusunun hızla artışına paralel olarak her geçen gün insan beslenmesinde kullanılan gıda kaynaklarının daha iyi değerlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Hayvancılıkta ise Dünyada bu ihtiyacın büyük bölümü sığırdan karşılanmaktadır (Sarica ve ark, 2004).

Hayvan sayılarının artmasıyla birlikte yetiştiricilikte kullanılan tekniklerde hızla gelişmiştir. Modern üretim teknikleri, maliyetlerin düşürülmesinde ve kârlılık düzeyinin artırılmasında en önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tekniklerin başında beslemeye ait işlemler ve bunlara ait mekanizasyon araçları gelmektedir (TİGEM, 2003).

Süt ve besi hayvancılığında en yüksek maliyet yem harcamalarında karşılanmaktadır. Doğru yemleme politikaları hem yemleme maliyetini düşürmekte, hem de verimliliği artırmaktadır. Uygun yemleme yöntemleri içerisinde kullanılan yem karma ve dağıtma makinalarının önemi büyüktür. Yetiştiriciliği yapılan hayvanlara ait hazırlanan rasyonların yetiştiricilik tekniğine uygun olarak çalışan ve işletme büyüklüğüne uygun kapasitede makine ile verilmesi maliyet ve verimlilikte önemli katkı sağlayacaktır.

Diğer taraftan, tarımdaki modern teknoloji uygulamaları için enerji tüketimi artmıştır. Tarım alet/makinaları kullanımları ve taşımacılık uygulamaları en önemli enerji kaynağı olan fosil yakıtların tüketimini gerektirmektedir. Fosil yakıtların doğrudan veya dolaylı olarak kullanımıyla ortaya çıkan çevresel sorunların etkin bir şekilde önlenmesi için, bütün sektörlerde olduğu gibi, tarım sektöründe de yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması gerekmektedir. Tarım sektöründe etkin olarak yararlanılabilecek başlıca enerji kaynakları olarak biyokütle ve elektrik enerjisinin gelmektedir (Öztürk H., 2010).

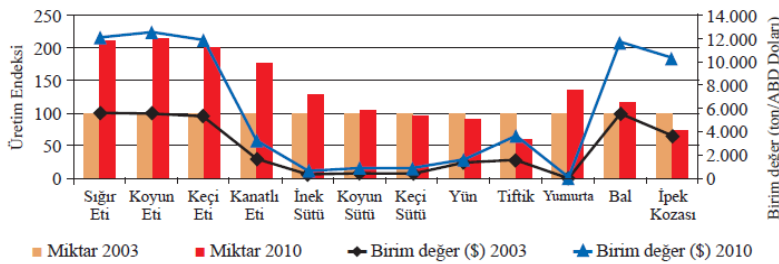
Sürekli artan enerji talebinin karşılanması sonucunda konvansiyonel enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Dünya genelinde, petrolün ortalama 42 yıl, doğalgazın 60.4 yıl, kömürün ise 122 yıl sonra tüeneceği tahmin edilmektedir. Güneş sonsuz bir enerji kaynağıdır. Türkiye konumu itibariyle güneş kuşağında bulunan bir ülkelerdir. Ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m<sup>2</sup>) dir. Ülkemizdeki güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olması nedeniyle tarımda güneş enerjisinden faydalanma imkanları oldukça geniştir.

Bu çalışmada güneşten elde edilen elektrik enerjisini depolayabilen bir yem karma ve dağıtma makinasının prototipinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Böylece hem enerji verimliliğinin sağlanması, hem de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilmesi planlanmıştır. Geliştirilen güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinası prototipinin günümüzde yapılmış bir örneğinin olmaması tarım makinaları ve hayvancılık sektörü için emsal oluşturabilmesi ve özgünlük açısından büyük önem taşımaktadır. Bu prototip ile Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinası için gerekli olan parametreler belirlenmiş ve olanaklar dahilinde üretim gerçekleştirilmiştir. Çalışma, tarım makinelerinde elektrik enerjisi ve teknolojisi kullanımının yaygınlaştırılması, bunun yanında yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin tarım sektöründe kullanılmasına yönelme üzerine örnek bir çalışma niteliği taşımaktadır. Elde edilen veriler, kapasite artırımıyla daha büyük makineler için de kullanılabilir olma özelliği taşımaktadır.

## DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE HAYVANCILIK

Hayvancılık insanların dengeli ve sağlıklı beslenmesi, hayvancılığa bağlı endüstrinin gelişmesi, kırsal alanda kısa dönemde ve en az yatırımla iş imkanı sağlanması, kalkınmada öncelikli bölgelerin geliştirilmesi, zirai alanlarda verimin artırılması bakımından tüm Dünya açısından oldukça önemlidir. Tarımda gelişmiş ülkelerin çoğunda hayvancılığın tarımsal üretim içerisindeki oranı %50'nin üzerindedir. Bu yüzde Fransa'da %60 iken, İngiltere'de %70, Almanya'da ise %75'e kadar çıkmıştır. Dünyada tarımsal üretimin değeri yaklaşık 3,3 trilyon dolar iken bunun %34'ü hayvancılık sektörü tarafından karşılanmaktadır (Anonim, 2015). Dünya sığır sayısı 2013 yılı itibarıyla 1,5 milyar baş düzeyindedir ve Brezilya ile Hindistan en fazla hayvan sayısına sahip ülkelerdir. Bu iki ülke toplam hayvan varlığının %30' unu oluşturmaktadır. Etiyopya, ABD ve Çin diğer önemli sığır varlığının olduğu ülkelerdir.

Türkiye'de toplam tarımsal üretimde hayvansal üretimin payı 2003 yılında % 29'dan, 2010 yılında % 32'ye artmıştır. Hayvansal üretimin 2010 yılı değeri 38 milyar TL olarak gerçekleşmiş, buna en büyük katkıyı inek sütü (% 30) ve sığır eti (% 30) yapmıştır. TÜİK verilerine göre 2003-2010 yıllarına ait üretimin miktar ve değeri incelendiğinde manda dışındaki hemen tüm türlerin etlerinde birim fiyatların yaklaşık 2 kat arttığı görülmektedir. Et üretimi yıllık kişi başı 4,4-8,7 kg arasında değişmiştir. Sığırcılık sektöründe 2008'de başlayan sıkıntı, 2008-2009 arasında, toplam et üretiminde beyaz etin payının artmasına (% 75) sebep olmuştur. Ancak 2010-2011 döneminde bu oranın eski seviyesinde (% 66-69) gerçekleştiği görülmektedir. Türkiye'de hayvansal üretim miktarları Şekil 2.1'de verildiği gibidir (Anonim, 2014).



Şekil 2.1. Türkiye de Hayvansal Üretim

## Hayvancılıkta Yemleme ve Yem Karma Makinaları

Hayvancılıkla verim artışının sağlanması için hayvanlara verilen yemin miktarı ve bileşimi önem arz etmektedir. Bilindiği gibi hayvan yemi olarak çok farklı sayı ve çeşitte hammadde kullanılabilir. Bu yem hammaddelerinin hayvanların tüketmesi için verilirken homojen bir karışım halinde verilmesi, verim artışı ile birebir ilgili olduğundan yem karma işlemi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye sığır varlığı bakımından sayısal olarak Avrupa'da üst sıralarda yer almasına rağmen, birim başa ait verim bakımından yapılan sıralamada oldukça gerilerde yer bulmaktadır. Hayvansal üretimin içinde süt sığırcılığı da önemli bir yere sahiptir. Türkiye'de ortalama işletme başına düşen hayvan sayısı 3,9 dur. Ülkemiz hayvancılık işletmelerinin ve süt sığırcılığının önemli kısıtlarından biri işletmelerin daha çok aile işletmeleri niteliğinde olmalarıdır. Bu durum yeni teknolojik gelişmelerin hayvancılığa uygulanmasını da zorlaştırmaktadır. Hayvansal ürünlere gün geçtikçe artan talebin karşılanabilmesi için hayvan sayısı artırılmalı ya da birim başına verimi yükseltilmelidir. Hayvan sayısının sürekli olarak artırılması mümkün ve ekonomik olmadığından hayvan başına verimin yükseltilmesi önem arz etmektedir (Soyak ve ark, 2007).

Hayvancılık için büyük öneme sahip olan yem karma ve dağıtma işi, gücünü traktör kuyruk milinden veya elektrik motorundan alan sabit, asılır tip, çekilir tip ve az sayıda termik motorlu yem karma ve dağıtma makineleri ile gerçekleştirilmektedir. Günümüzde kendi yürür yem karma ve dağıtma makineleri büyük kapasitelidir ve termik motor ile çalışmaktadır. Ülkemizde üretimi yapılan yem karma makineleri römork tarzında olup, bir çekiciye güç aktarımına yani traktöre ihtiyaç duymaktadır. Son yıllarda üretilen traktörler daha yenilikçi teknoloji içermeleri ve birçok ihtiyaca yönelik olarak tasarlanıp üretildiğinden satış fiyatları yüksektir. Römork tipli yem karma makineleri, yüksek satın alma ve işletme maliyetine sahip traktörlerin sadece yürüyüşünden ve kuyruk milinden faydalanmaktadır. Bu durum yem karma ve dağıtma işleminin özellikle küçük işletmeler için maliyetini arttırmaktadır. Son yıllarda hem ulusal hem uluslararası pazarda otomotiv endüstrisinde ve tarım makineleri sektöründe araştırma-geliştirme yatırımları ve geleceğe yönelik projelerde elektrikli araçların yer aldığı görülmektedir. Yenilenebilir olmayan yakıtların gelecekte azalacağı ve biteceği yönündeki tahminler ile ülkemizdeki yüksek yakıt fiyatları üreticileri ve tüketicileri farklı enerji kaynaklarıyla çalışan makinelere yönlendirmektedir. Ancak kullanılacak olan elektrik enerjisinin üretim kaynağı da önem taşımaktadır. Çünkü ülkemizde elektrik enerjisinin büyük oranı linyit ya da doğalgazdan elde edilmektedir. Bu durum dışa bağımlılığı artırdığı gibi, çevre kirliliği sorunlarını da beraberinde getirmektedir(Akdeniz, 2015).

## MATERYAL VE YÖNTEM (GELİŞME)

### Materyal

Ülkemizde bulunan hayvancılık işletmeleri incelendiğinde en önemli maliyet unsurunun yemleme ve yem karma sistemleri olduğu görülmektedir. Bu çalışmada küçük kapasiteli hayvancılık işletmelerine yönelik olarak kullanılacak, herhangi bir çekici ve dönü hareketine ihtiyaç duymadan, depolanabilen güneş enerjisi ile tüm hareketini sağlayabilecek küçük hacimli elektrikli kendi yürür bir yem karma ve dağıtma makinesi geliştirilerek bu makinenin labaratuvar ve alan performanslarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, ilk aşamada ülkemizdeki büyükbaş et ve süt sığırcılığı işletmeleri yoğunluğu göz önünde bulundurularak ortalama hayvan sayısının 3,9 adet olduğu görülmüştür.

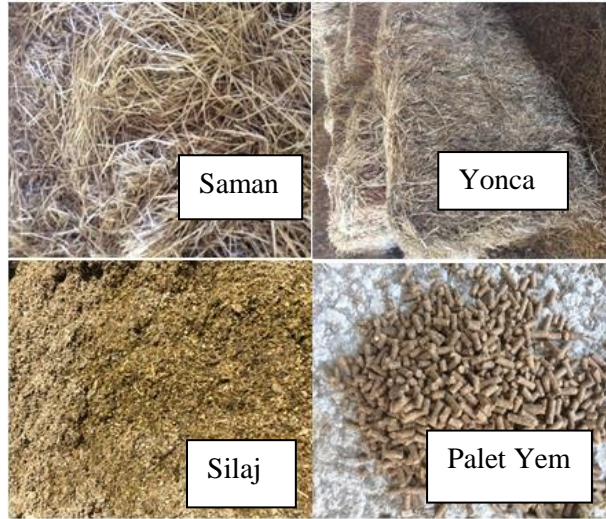
Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasını tasarlanırken ortalama 500 kg canlı ağırlığa sahip 25 kg süt verimi alınan 4 adet süt sığına verilmek üzere yem rasyonu hazırlanmıştır. Yem rasyonunun genel bileşimi Çizelge 3.1.'de verildiği gibidir.

**Çizelge 3.1.** Yem rasyonunun genel bileşimi

Yem	Miktar (kg)
Mısır silajı	40
Kuru ot/Saman	8
Yonca	6
Palet Yem (Süt Yemi)	13
Toplam Ağırlık	67

Yem rasyonunda yer alan hammaddeler Şekil 3.1'de gösterildiği gibidir.





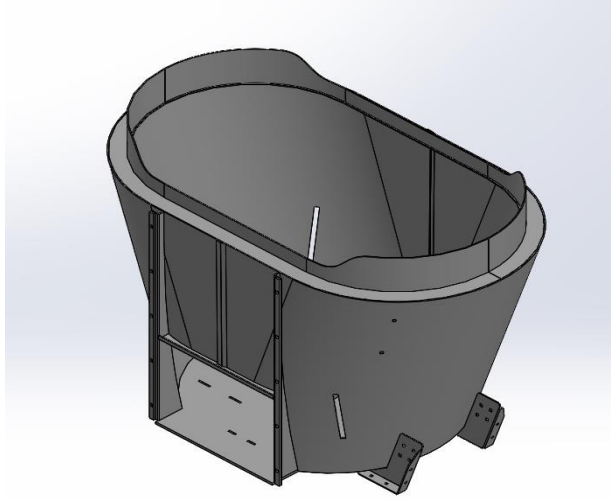
**Şekil 3.1.** Yem hazırlamada kullanılan hammaddeler

Çalışmada, bilgisayar ortamında tüm organların 3 boyutlu ve 2 boyutlu olarak çizimleri tasarım programı aracılığı ile çizilmiştir. Bilgisayar ortamında yapılacak olan tasarım için AUTOCAD-SOLIDWORKS paket programlarının deneme sürümü kullanılmıştır. Bu program yenilikçi, kullanımı kolay, bilgisayar için hazırlanmış 3 boyutlu tasarım programıdır. Program her türlü makine, tesis, ürün tasarımında kullanıcıya bilgisayarın kolaylıklarını kullanarak hızlı bir şekilde çizim yapmasını sağlar ve parasolid prensibinde çalıştığı için kullanıcıya, tasarımın her aşamasında müdahale şansı vererek, modelin boyutlarının, ölçülerinin ve ayrıntılarının istenilen şekilde değiştirilmesi imkanı vardır, saniyelerle ölçülebilecek zaman dilimlerinde teknik resim ve montajların yapılmasını sağlar. Feature tree (tasarım ağacı) ile yapılan işlemlerin sıraları ve yapıları değiştirilebilir. Üstelik yapılan değişiklikler sonucu varsa yapılmış olan montaj ve teknik resim anında güncelleşir. Böylece kullanıcıya teknik resimde veya montajda parçaya müdahale edebilme şansı doğar.

Güneş enerjili yem karma karma ve dağıtma makinasının 9 kısımdan oluşmasına karar verilmiştir. Bu kısımlar aşağıda verilmiştir.

### **Yem Karma Haznesi**

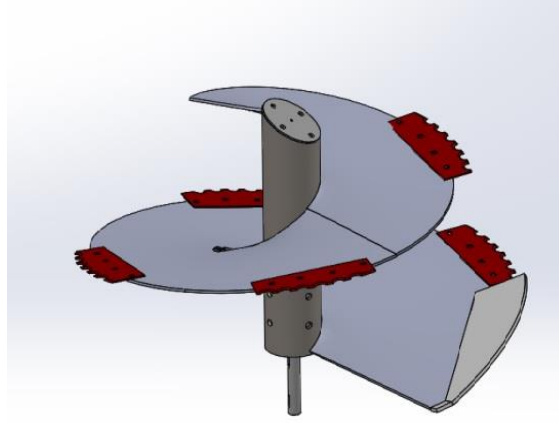
Yem karma haznesi çiftlikte bulunan hayvan sayısına göre, farklı hacimlerde, yem ve diğer maddelerin homojen olarak karıştırıldığı bölümdür. Dikey olarak tasarlanmış yem karma haznesi. 0,75 m<sup>3</sup> hacimli olarak üretilmiştir. Yem karma makinasının, yem haznesinin yan sac kalınlıkları 4 mm taban sacı ise 12 mm'dir. Makine sağdan boşaltmalı olup yem kapağı elle açılıp kapanmaktadır. Yan sacları silindirde oval şekle getirilmiş olup tasarımda yapılan ölçülerde önce saclar birbirine puntalanmış daha sonra ana kaynağı yapılmıştır. İmalatı gerçekleştirilen yem karma haznesine ait tipik modüler görünüm Şekil 3.2.'de verildiği gibidir.



Şekil 3.2. Yem karma haznesi

### Helezon ve Bıçaklar

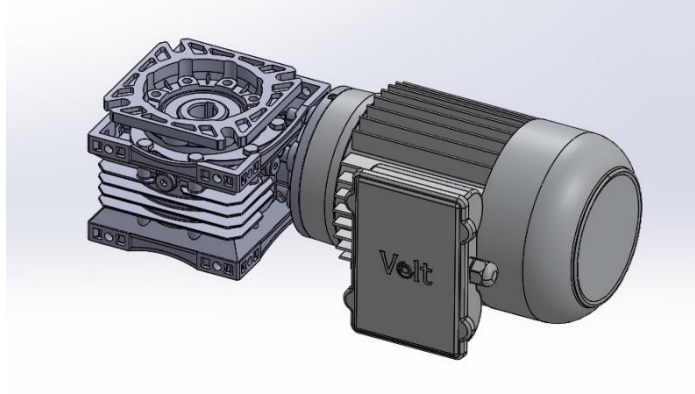
Yem karma makinalarında bulunan helezon ve üzerinde bulunan bıçaklar içerisine atılan yem maddelerinin homojen bir şekilde karışmasını ve materyal boyutlarının istenen ölçüğe gelmesini sağlamaktadır. Helezon üzerinde toplam 5 adet bıçak bulunmaktadır. Helezon ve bıçaklara ait modüler görünüm Şekil 3.3.'de verildiği gibidir.



Şekil 3.3. Helezon ve bıçaklar

### Redüktörlü Elektrik Motoru

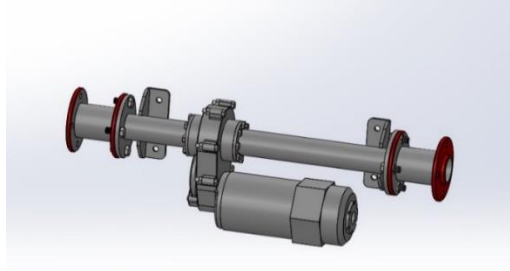
Redüktörlü elektrik motoru, makine içinde bulunan helezona belirli bir devirde güç tahriği sağlayarak dönmesini sağlamaktadır. Makinada 1,5 KW ve 220 volt luk 1500 d/d bir elektrik motorlu ile 1/40 tahvil oranına sahip bir redüktör kullanılmıştır. Bunun sonucunda helezona 37 d/d dönü hareketi elde edilmiştir. Redüktörlü elektrik motoruna ilişkin bir görünüm Şekil 3.4.'de verildiği gibidir.



Şekil 3.4. Redüktörlü Elektrik Motoru

### Diferansiyel (DC Motor Tahrikli)

Motorlu taşıtlarda, devindirici (döndürücü) motor kuvvetinin devindirici tekerleklere aktarılmasında kullanılan dişli düzendir. Motor kuvvetini her iki tekerleğe eşit olarak dağıtmakla birlikte, örneğin taşıt bir virajı dönerken, tekerleklerin değişik uzunluklarda yol almasını da olanaklı kılar. Üzerinde bulunan 24 Volt 800 Watt Dc motor aküden direk olarak elektrik alıp hareketi gerçekleştirmektedir. Diferansiyel (Dc Motor Tahrikli) ilişkin bir görünüm Şekil 3.5.'de verildiği gibidir.



Şekil 3.5. Diferansiyel(Dc Motor Tahrikli)

### Motor Sürücü

Motor sürücü ürünleri endüstrinin temeli olan standart indüksiyon motorlarının hızının ve torkunun kontrol edilmesi için kullanılırlar. Motor sürücüye ait bir görünüm Şekil 3.6.'da verildiği gibidir.

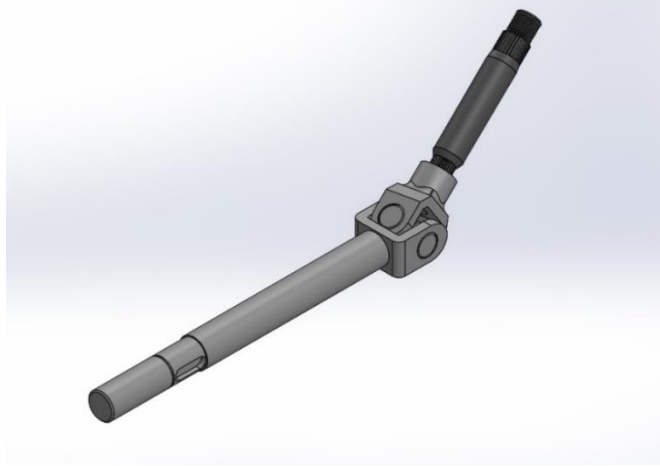


Şekil 3.6. Motor Sürücü Kartı

### Tekerlek-Direksiyon-Direksiyon Mili

Motorlu araçların hepsinde bulunan direksiyon En temel ve basit haliyle bir mil üzerine bağlanmış olan direksiyon ona bağlı dik dişli düzeneği çevirerek tekerleklerin dönüş hareketini sağlamaktadır. Dişli çubuk – dişli çark adı verilen bu düzeneğin tüm otomobil, jip, kamyonet ve

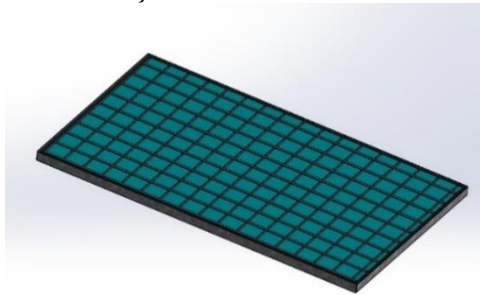
minibüs tarzı araçlarda kullanılmaktadır. Tüm direksiyon tiplerinde temel prensip şu şekildedir; Direksiyon mili üzerindeki dişli çubuğun rotlarının bir mil üzerindeki dişli çarkı döndürmesi ve buna bağlı olarak tekerleklerin yönlendirilerek hareket etmesi esasına dayanmaktadır. Tekerlek-Direksiyon-Direksiyon Miline ait bir görünüm Şekil 3.7.'de verildiği gibidir.



Şekil 3.7. Tekerlek-Direksiyon-Direksiyon Mili

### Güneş Paneli

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek için en temel elemanlar güneş panelleridir. Güneş panelleri (solar paneller) çeşitli şekillerde üretilirler. Ancak çalışma prensipleri aynıdır. İhtiyaç duyulan enerji önceden hesaplanarak bir işletmenin ihtiyacı KW/H cinsinden belirlenir. Güneş ışınlarını elektrik enerjisine çeviren cihazdır. Verimleri panel tipine göre değişmekle birlikte % 15-20 arasındadır. Laboratuvar çalışmaları devam etmekte olup verim değerlerinin yükseltilmesi hedeflenmektedir. Türkiye şartlarında güneşlenme süresi; kışın 5 saat, sonbaharda 7 saat ve yazın 11 saattir. Makinada kullandığımız güneş panelinin teknik özellikleri yukarıdaki tabloda görülmektedir. 250 Watt 24 Volt ve 8 Amper/Sa güç üretim kapasitesine sahip bir panel kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Güneş Paneli

### Dönüştürücü

Frekans değiştirici anlamına gelen ve alternatif akımdan (AC), doğru akıma (DC), doğru akımdan (DC), alternatif akım (AC) 3 faz biçimine dönüştürülebilen, frekansı ve gerilimi ayarlanabilen bir cihazdır. Doğru akım enerjisini alternatif akım enerjisine çevrilmesine yarayan cihazlardır. Genel olarak tam sinüs çıkışı veren ve vermeyen olmak üzere iki çeşit evirici bulunmaktadır. Hassas yüklerin bulunduğu sistemlerde tam sinüs çıkışı verebilen eviricilerin kullanılması gereklidir. Evirici gücü, sistemde aynı anda çalışabilecek yüklerin güç

değerleri toplanarak elde edilir. Makinada 3000 VA 2400 W 24 V Akıllı Tam Sinüs Dönüştürücü kullanılmıştır. Güneş panelinden aldığı 24 V enerji ile aküleri şarj etmekte ve akülerden aldığı 24 volt DC akımı helezonu döndürmek için gerekli olan 220 AC akıma çevirmektedir. Dönüştürücüye çalışma prensibi (bağlantı şeması) Şekil 3.9.'da verildiği gibidir.

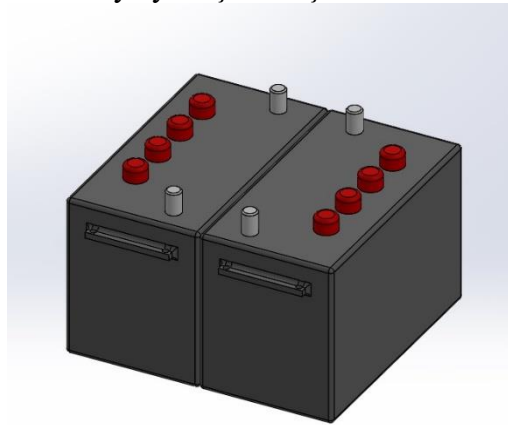


Şekil 3.9. Dönüştürücü, güneş paneli ve akünün bağlantı şeması

### Akü

Elektrik enerjisini, kimyasal enerjiye çevirerek depo eden ve gerektiğinde kimyasal enerjiyi, elektrik enerjisine dönüştürerek geri veren parçaya akü (akümülatör, batarya) denir.

Aküler elektrik enerjisinin depolanmasında kullanılır. Makinenin çalışmadığı sürelerde enerji depolamak için kullanılacaktır. Akü kapasitesinin belirlenmesinde en önemli faktör sistemin güneş göremeyeceği gün sayısını ya da saatini hesaplamaktır. Sistemde 2 adet 12 volt 105 ah jel aküye yer verilmiştir. Aküler birbirine seri bağlanmış ve 24 volt olarak kullanılmıştır. Aküler makinada koltuğun altındaki bölme yerleştirilmiştir.



Şekil 3.10. Akü

## YÖNTEM

### Tasarım

Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinası prototipinin geliştirilmesi çalışmaları genel olarak 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak makinanın ortalama 4 baş hayvancılık işletmesine sahip bir işletme için kullanılabilecek rasyon miktarlarından yola çıkarak güneş enerjisi güç ve ekipman hesaplamaları yapılmıştır. Makinanın küçük hacimli ve kendi yürür olduğu için rasyon karıştırılırken minimum elektrik motoru gücü 1,5 kw olarak belirlenip tüm hesaplamalar bunun üzerinden devam etmiştir.

Hesaplamalarda kullanılan formül seti aşağıda verilmektedir.

### Yem Karma Haznesi Hacim Hesaplaması:

Çizelge 3.1’de verilen ortalama toplam yaş ağırlık değerleri ve yoğunluklar dikkate alınarak aşağıdaki formül yardımıyla yem karma makinesinin depo ve karma ünitesi hacmi bu tasarım için eşitlik (3.1) kullanılarak hesaplanmıştır (Mihcakan ve ark., 2007).

$$T = M \cdot P \quad (3.1)$$

T : Depo ve karma ünitesi hacmi (m<sup>3</sup>)

M : Bir öğünde verilecek toplam yem yaş ağırlığı (kg)

P : Yemin özgül kütlesi (m<sup>3</sup>/kg)

### Motorun Harcadığı Güç:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi / 1000 \quad (3.2)$$

P : Güç (kW)

I : Akım (A)

U : Gerilim (V)

cosφ : Güç faktörü

### DC motor – Diferansiyel gerekli güç hesabı:

#### Tekerlek Sürtünmesi;

$$F = m \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot R_r \quad (3.3)$$

#### Gerekli Kuvvet;

$$F = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) \quad (3.4)$$

#### Bu kuvveti yenmek için gerekli olan güç (Kw) ;

$$P = F \cdot v / 1000 \quad (3.5)$$

Gerekli olan güç değeri sistem verimine göre düzenlendiğinde net güç miktarı formülü aşağıdaki gibidir (Anonim, 2010);

$$F = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) + m \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot R_r + V^2 \quad (3.6)$$

m : Kütle(kg)

a : Eğim açısı (°)

R<sub>r</sub> : Dönme sürtünme katsayısı

v : Hız (m/s)

g : Yer çekimi ivmesi (m/s<sup>2</sup>)

E = P/e

E = Net Güç (kW)

P = Güç (kW)

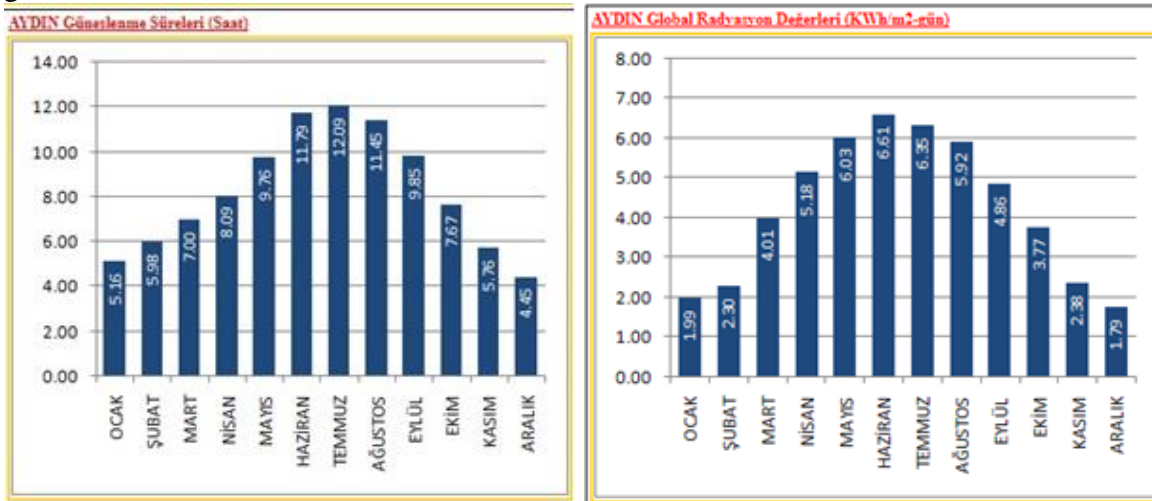
e = Verim (η)

Çizelge 3.2. Hareket için gerekli parametreler

Toplam Kütle(m)	550 kg
Yer çekimi(g)	9,81 m/s <sup>2</sup>
Eğim Açısı (α)	5
Dönme Sürtünme Katsayısı(Rr)	0,015
Hız(v)	5 km/h
Sistemin Toplam Verimi(e)	0,9

### Güneş Paneli Seçimi

Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinası ile gerçekleştirilen denemelerde Aydın ilindeki ortalama güneşlenme süreleri de dikkate alınmıştır. Aydın ilinin yıl içinde ortalama güneşlenme sürelerine ilişkin veriler ve global radyasyon değerleri Şekil 3.10'da verildiği gibidir.



Şekil 3.11. Aydın ilinin aylık ortalama güneşlenme süreleri ve global radyasyon değerleri

### Dönüştürücü Hesabı

Dönüştürücü kapasite eşitlik [3.7] ile hesaplanabilir (Çolak ve ark., 2012).

$$S = P / \mu \quad (3.7)$$

S: Gerekli dönüştürücü kapasitesi

P: Güç miktarı

μ: Dönüştürücünün Verimi

### Akü Kapasite Hesabı

$$Ak = h \cdot z \cdot tb \cdot k \quad (3.8)$$

Ak: Akü kapasite Hesabı

h: Enerjinin aküden çekileceği saat

z: Deşarj derinliği

tb: Batarya sıcaklık katsayısı

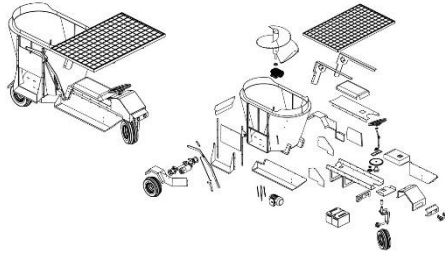
k: Saatlik batarya kapasitesi ihtiyacı (Ah/h)

Yukarıda verilen formül ve hesaplama setleri kullanılarak makina üzerinde kullanılacak güneş enerjisi sarj, depolama ve güç ekipmanları tek tek belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen güneş enerjisi sarj, depolama ve güç ekipmanları katalog bilgilerinde bulunan fiziksel ölçüler belirlenmiştir. Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinası prototipinin tasarımının ikinci aşaması olarak makinaya ait güneş enerjisi ekipmanlarının fiziksel ölçüleri ve genel yem karma makinası tasarım parametreleri gözönünde bulundurularak, bilgisayar ortamında tasarım programı kullanılarak iki boyutlu ve üç boyutlu teknik resimleri oluşturulmuştur.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Makine İmalatı

Solidworks programında 3 boyutlu tasarımı yapılan yem karma makinası patlatma resmi hazırlanarak bölümlere ayrılmış ve daha sonra imalatın yapılması için 2 boyutlu imalat resimleri hazırlanmıştır.



Şekil 4.1. Makinanın tasarım ve patlatılmış montaj resmi

Ana bölümlerin imalat aşamaları ve özellikleri aşağıda verildiği gibidir:

### İmalat Aşamaları

Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasının imalat aşamaları aşağıda verildiği gibidir.

#### a. Üç boyutlu tasarım

Çalışmada tüm organların 3 boyutlu olarak çizimleri bilgisayar ortamında Solidworks tasarım programı aracılığı ile çizilmiştir.

#### b. İmalat resimlerinin hazırlanması

3 boyutlu tasarımı yapılan güneş enerji destekli yem karma makinasının patlatma resmi hazırlandıktan sonra bölüm bölüm makinanın 2 boyutlu imalat resimleri hazırlanmıştır.

#### c. Kesim ve kıvrım işlemlerinin yapılması

Hazırlanan imalat resimlerine göre sacların kesimi sac kalınlıklarına göre plazma tezgahında yapılmıştır. Hazır olan kesimler abkant pres ve silindir vasıtasıyla sac kalınlıklarına göre ayarlanan kalıplarda verilen ölçülere göre şekillendirilmiştir ve kaynaklı birleştirmeye hazır hale getirilmiştir.

#### d. Kaynak işlemleri

Kesim ve kıvrımı yapılan malzemeler ilk olarak makine blümleri olarak parçalar ayrılmıştır. Daha sonra kaynaklı birleştirme için kalıp içersine alınıp önce puntalı birleştirme yapılmıştır. Belli noktalardan birbirine punta yöntemi ile bağlanan parçalar gazaltı (MIG /MAG) kaynağı yöntemi uygulanarak uygun kaynak teli ile kaynaklı birleştirme yapılmıştır.

#### e. Boyama

Kaynak işlemi biten malzemeler ilk önce üzerinde kaynak çapakları ve yüzey düzgünlüğü için kumlama işlemine tabii tutulmuştur. Bu işlemden sonra yüzeydeki yağdan ve paslardan arındırmak için solisyon ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Yıkanan makine üzerine ilk kat olarak astar boya işlemi uygulanmıştır. Bu işlemin kurumasının ardından yüzeye son kat olarak akrilik boya uygulandı ve kuruması için yaklaşık olarak 60-70 C derece fırında bekletilmiştir.

#### f. Montaj

Montaja hazır olan sac malzemeler ve hazır olarak alınan diğer ekipmanlar montaj şemasına göre civatalı olarak birleştirmeleri yapılmıştır.

#### g. Test

Montaj işleminin ardından makine belirlenen kiriterlere göre teste tabii tutulmuştur.





Şekil 4.2. İmalatı tamamlanmış güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinesi

#### Alan Denemeleri

Alan denemelerinde hazırlanan rasyonlar güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında karılmıştır. Karma işlemi sırasında makinarya ilişkin incelenen incelenen parametreler Çizelge 4.1’de verildiği gibidir.

**Çizelge 4.1.** Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında rasyon hazırlamaya ilişkin süreç parametreleri

Sabah yemi	Akşam yemi
Karıştırma süresi	Karıştırma süresi
Boşta geçen süre	Boşta geçen süre
Yemliğe geçiş süresi	Yemliğe geçiş süresi
Dağıtma süresi	Dağıtma süresi

Makinanın alan denemeleri Aydın ili Koçarlı İlçesi’nde yer alan Pazarlı Çiftliği’nde 04-24.06 2017 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Denemelerde 4 adet sağlır hayvanın yemi baz alınarak sabah ve akşam yemleri hazırlanmıştır. Denemelerin gerçekleştirildiği haziran ayında güneşlenme süresi ortalama 11.79 saat, global radyasyon değeri ise 6.61 KWh/m<sup>2</sup>’dir. Alan denemelerinde sabah yemi saat 08:00 de hazırlanmış; güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinası yemleme işlemi bittikten sonra tekrar güneş altındaki alana bırakılmıştır. Akşam yemi ise saat 20:00’da hazırlanmıştır. Makine toplamda 12 saat boyunca güneş altındaki açık alanda bekletilmiştir. Denemelerde elde edilmiş ortalama değerler ve standart sapmaları Çizelge 4.2.’de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında rasyon hazırlamaya ilişkin süreç parametrelerine ait ortalama değerleri

Parametre	Değer
Şarj süresi	11.79 saat
Karıştırma süresi	25 dk 10 sn ± 1 dk 50 sn
Boşta geçen süre	1 dk 15 sn
Yemliğe geçiş süresi	1 dk 48 sn ± 19 sn
Dağıtma süresi	1 dk 50 sn ± 29 sn

Bu rasyonları hazırlama esnasında makinanın harcadığı güç değerleride ölçülmüştür. Makina güneşin etkin olduğu saatlerde akülere saatte yaklaşık 7 Amper güç depoladığı ölçülmüştür. makinaya yem maddelerinin ilk atıldığı esnarlarda yem boyutlarının büyük olmasından dolayı ve ilk karışım esnasında 55 Amper ile 65 Amper arasında değişen güç harcadığı görülmüştür. 10 dakika karışımdan sonra yapılan ölçümde Avometrede 45 ile 5 Amper arasında değişen güç çekimi görülmüştür. 20 dakikalık karışım sonucunca yem karışımı tamamlanmaya yakın yem maddelerinin boyutları küçüldüğü için 35 Amper ile 45 Amper arasında değişen güç harcaması görülmüştür. Bu değerleri gösterir tablo Çizelge 4.3’de verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında rasyon hazırlama esnasında makinanın harcadığı güç değerleri

Parametre	Değer (Amper)
Helezon boşta	25
Helezon ilk yükte	55 - 65
Helezon orta yükte	45 - 55
Helezon son yükte	35 - 45
Araç boşta yürüme	15-20
Yem dağıtma esnasında	60 - 65

Elde edilen ortalama değerler makine toplam işlem süresinin (karıştırma süresi+ boşta geçen süre + yemliğe geçiş süresi + dağıtma süresi) ortalama 30 dakika olduğunu ortaya koymaktadır. Sabah yemi yapıldıktan sonra makina güneşli açık alana bırakıldıktan yaklaşık 12 saat sonra akşam yemi hazırlanmıştır. Bu süre zarfında akülerde depolanan enerji, dışarıdan enerji ihtiyacına gerek kalmadan yemleri hazırlamaya yeterli olmuştur.

### Laboratuvar Denemeleri

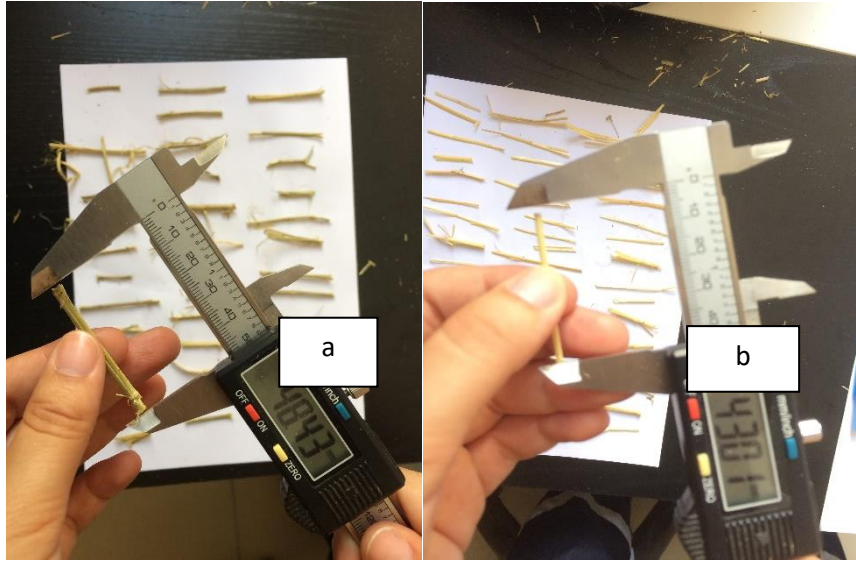
#### Yem Boyutu

Çalışmanın laboratuvar denemeleri kısmında, hazırlanan her rasyon içerisinden alınan numunelerin içinden saman ve yonca parçaları seçilmiş ve makinanın yem hazırlama sürecinde boyutlarını kaç mm boyutuna düşürdüğü ölçülmüştür. Boyutu küçültülmüş yonca ve saman örneklerine ilişkin fotoğraf Şekil 4.12’de verildiği gibidir.

Hazırlanan karılmış yemin içinden seçilen numunelere ait temsili bir fotoğraf ise Şekil 4.12.’de verildiği gibidir.



Şekil 4.3. Hazır hale gelmiş yem numunesi



Şekil 4.4. Boyutu küçültülmüş yonca (a) ve saman (b) örnekleri

Karma işleminden önce güneş enerjisi destekli yem karma makinasının içine atılan balya halindeki saman ve yonca uzunluk boyutları 15-40 cm arasında değişmiştir. Karma işlemi sonunda rasyon içinden seçilen numunelere ait parçacık büyüklüklerini gösteren dağılım Çizelge 4.6'de verildiği gibidir. Sonuçlar karma işleminden sonra saman boyutlarının ortalama 40 mm, yonca boyutlarının ise ortalama 42 mm düzeyine düştüğünü göstermektedir.

Çizelge 4.4. Karma işlemi sonunda elde edilen yemlerin boyutlarını gösteren dağılım

Yem tipi	Yem boyutu (mm)									
Saman	52	43	53	41	39	57	42	60	27	41
	35	36	26	25	20	21	43	37	69	
Yonca	54	32	36	47	70	53	34	60	38	
	49	47	34	27	33	35	62	48	58	51

### Homojenlik Testi

Üretilen güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasının etkinliğini ölçmek amacıyla homojenlik testi yapılmıştır. Bu amaçla saman, yonca, silaj, palet yem belli süre karıştırıldıktan sonra istenen boyuta ulaşılması ve karışımın hazırlanması sonucunda hayvanlara dağıtılan yemden alınan numune laboratuvar ortamında tartılmıştır. Tartımdan sonra numune içinden izleme materyali olarak belirlenen palet yemler seçilmiş ve tekrar tartılmıştır. Palet yemlerin tüm yeme oranı belirlenerek, makinanın ne kadar homojen karışımlar yapabildiği belirlenmiştir. Karma işlemi sonunda laboratuvara getirilen yem örneği ve içinden seçilen palet yem miktarını gösteren fotoğraflar Şekil 4.14'de verildiği gibidir.



Şekil 4.5. Karma işlemi yapılmış numuneler ve içindeki palet yem düzeyi  
Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinasında yapılan karma işlemi sonucunda elde edilen yemlerin palet yem içeriği ve oranına ait dağılım Çizelge 4.5’de verildiği gibidir.

Çizelge 4.5. Karma işlemine tabi tutulmuş yemlerin palet yem içeriği

Numune Ağırlığı (gr)	Palet yem ağırlığı (gr)	Palet yem oranı (%)
30,33	6,46	21,30
44,05	9,78	22,20
38,66	7,09	18,34
38,51	7,58	19,68
47,86	9,33	19,49
46,80	8,60	18,38
37,58	7,23	19,24
44,64	8,25	18,48
36,28	6,98	19,24
48,22	8,36	17,34
36,78	7,62	20,72
42,96	9,56	22,25
38,66	6,88	17,80
46,35	9,88	21,32
39,75	7,89	19,85

Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makine prototipinin içine atılan 67 kg yemin 13 kg’ı (% 19.40) palet yemen oluşmaktadır. Karma işlemi sonunda elde edilen yemlerde tespit edilen palet yem oranları Çizelge 4.3.’ten de görüldüğü gibi % 17.80-22.25 arasında değişen değerler almıştır. Denemelerde kullanılan yemlerde tespit edilmiş palet yem miktar ve oranlarına ait ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri ise Çizelge 4.6’de verildiği gibidir.

Çizelge 4.6. Palet yemin tüm yemdeki oranına ve miktarına ilişkin değerler

	Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı
Palet yem miktarı (g)	8.10	1.09	0.13
Palet yem oranı (%)	19.71	1.50	0.08

Çizelge 4.6’de görülen standart sapma ve varyasyon katsayısı verileri makinanın oldukça iyi düzeyde homojen karışımlar sağladığına işaret etmektedir.

## **SONUÇ**

Ülkemizde bulunan hayvancılık işletmeleri incelendiğinde en önemli maliyet unsurunun yemleme ve yem karma sistemleri olduğu görülmektedir. Bu çalışmada küçük kapasiteli hayvancılık işletmelerine yönelik olarak kullanılabilecek, herhangi bir çekici ve dönü hareketine ihtiyaç duymadan, depolanabilen güneş enerjisi ile tüm hareketini sağlayabilecek küçük hacimli elektrikli kendi yürür bir yem karma ve dağıtma makinesi geliştirilerek bu makinanın laboratuvar ve alan performanslarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgular yem karma haznesinde bir elektrik motoru ve redüktör ile içerisinde bulunan bir helezon vasıtasıyla karıştırılması ve helezon üzerinde bulunan bıçaklar ile yemin istenilen boyuta getirebildiğini ortaya koymuştur. Makinanın yürümesi ise üzerinde DC bir elektrik motoru bulunan diferansiyel ile gerçekleşmiştir. Bu iki elektrik motorunun dönü hareketi güneş enerjisiyle veya şebekeden alınan elektrikle depolanan akülerden elde edilmiştir. Akülerden alınan elektrik enerjisi bir dönüştürücü vasıtasıyla helezonu döndüren elektrik motoruna 24 Voltu 220 volta çevirerek dönü hareketini vermiştir.

İmalatı yapılmış olan makine ile gerçekleştirilen laboratuvar denemelerinde şarj süresi, deşarj süresi, ileri ve geri makine yürüme hızı, saatlik akım değeri gibi kriterler tespit edilmiştir. Alan denemelerinde ise süt sığırcılığı için yoğun olarak kullanılan yem rasyonları göz önüne alınarak yem yükleme, karıştırma, boşaltma, yem boyutlarının belirlenmesi, yem karıştırma homojenliği gibi değerlere bakılmıştır. Bu değerler sonucunda yaz aylarında dört hayvan için hazırlanmış olan sabah ve akşam yeminin güneş enerjisinden elde edilen elektrik enerjisiyle hazırlanabildiği gözlemlenmiştir. Makinanın hazırladığı yemden alınan numuneler incelendiğinde ise homojenliğin ve yem boyutlarının istenen nitelikte olduğu görülmüştür.

İmalat sonucunda gerekli sonuçların elde edilmesi ile büyük kapasiteli termik motorlu yem karma ve dağıtma makineleri ile traktörlerle çekilir yem karma ve dağıtma makineleri yerine kullanılabilecek çevre ve hayvan sağlığı açısından güvenli, egsoz ve gazı salgılamayan, yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisi kullanımının önünün açılması hedeflenmektedir. Ülkemizde hayvan yetiştiriciliğinin büyük bir çoğunluğunu oluşturan küçük kapasiteli işletmelerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek güneş enerjisi ile çalışan bir makine üretimi gerçekleştirilmiştir.

#### KAYNAKLAR

- Akdeniz, M., & Kılıçkan, A. (2018). Küçük Ölçekli İşletmeler İçin Elektrikli Kendi Yürür Yem Karma ve Dağıtma Makinesinin Bilgisayar Destekli Tasarımı. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2), 17-23. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.412242>
- Anonim, 2010. Geliştirme Raporu [[http://www.turkcadcam.net/grup/dosyalar/EA\\_Rapor\\_Kaan\\_07.04.2010.pdf](http://www.turkcadcam.net/grup/dosyalar/EA_Rapor_Kaan_07.04.2010.pdf)], Erişim Tarihi: 07.04.2015.
- Anonim, 2014. T.C. Kalkınma Bakanlığı, Hayvancılık, Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- Anonim, 2015. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi, Tarımsal Ekonomi ve Politika Araştırmaları Bölüm Başkanlığı, Hayvancılık Raporu.
- Öztürk, H., Yaşar B., and Eren Ö., 2010. "Tarımda Enerji Kullanımı ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları." TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı pp. 909-932, Ankara.
- Sarıca, Ş., Ulutaş, Z., Şahin, A. 2004 "Türkiye Hayvancılığının Mevcut Durumu."
- Soyak, A., M. İ. Soysal, and E. K. Gürcan. 2007. "Tekirdağ ili süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri ve bu işletmelerdeki siyah alaca süt sığırlarının çeşitli morfolojik özellikleri üzerine bir araştırma." Tekirdağ Ziraat Fak Derg 4.3, 297-305.
- TİGEM 2003. Tarım işletmeleri genel müdürlüğü hayvancılık sektör raporu.

**LAWSONIA INERMIS AND THE ART OF BODY DECORATION: EXAMINING  
THE INTERPLAY OF ART, AGRICULTURE, AND CULTURE IN NIGERIA**

**Ajayi, OLAYEMI T. \***

Department of Art and Design,  
The Federal Polytechnic, Ilaro, Ogun State, Nigeria  
**Email:**Olayemi.ajayi@federalpolyilaro.edu.ng

**Fagoyinbo, OLORUNWA T.**

Department of Art and Design,  
The Federal Polytechnic, Ilaro, Ogun State, Nigeria

**Abstract:**

Lawsonia inermis, commonly known as henna, is deeply rooted in Nigerian cultural practices, serving as a natural dye for body decoration that intertwines art, agriculture, and culture. This study explores the multifaceted role of henna in Nigerian society, examining its agricultural production, artistic application, and cultural significance. Despite its widespread use and cultural importance, there is a lack of comprehensive research on how henna cultivation and body art intersect with Nigerian cultural practices and agricultural systems. This study seeks to fill this gap by investigating the interplay between henna's agricultural, artistic, and cultural dimensions. The study is anchored in cultural anthropology and ethnobotany, providing a holistic understanding of how agricultural practices and cultural traditions shape and are influenced by henna body art. These frameworks elucidate the interconnectedness of henna cultivation and its cultural and artistic applications. Adopting a qualitative approach, the research utilizes ethnographic fieldwork in Nigerian regions where henna is both cultivated and used for body decoration. Data collection methods include participant observation, semi-structured interviews with henna farmers, artists, and community members, as well as visual documentation of henna art practices. The findings reveal that henna body art is integral to Nigerian cultural rituals and social events, symbolizing beauty, health, and spirituality. The cultivation of Lawsonia inermis supports local economies and sustains traditional art forms. The study highlights how agricultural production of henna is intertwined with cultural heritage, each reinforcing the other. The study concludes that Lawsonia inermis cultivation and henna body art are vital to Nigeria's cultural and economic landscape. It recommends promoting sustainable agricultural practices and cultural heritage preservation through the arts. Further research should investigate the impact of modernization and globalization on henna traditions in Nigeria.

**Keywords:** Agriculture, Body decoration, Cultural heritage, Ethnobotany, Henna, Lawsonia inermis

### **Introduction**

*Lawsonia inermis*, commonly known as henna, holds a prominent place in Nigerian cultural practices, primarily serving as a natural dye for body decoration. The multifaceted role of henna encompasses art, agriculture, and cultural heritage, reflecting a rich tapestry of interconnected traditions (Chairunnisa, & Solihat, 2019; Semwal, et.al 2014). Despite its widespread use and cultural significance, there is a conspicuous gap in comprehensive research that explores how henna cultivation and body art intersect with Nigerian cultural practices and agricultural systems. This study seeks to fill this gap by examining the interplay between henna's agricultural, artistic, and cultural dimensions.

Henna's profound cultural and artistic relevance is well-recognized; however, the agricultural aspects of its production and their contribution to local economies are often neglected. This oversight hampers a full understanding of the role of henna in Nigerian society, particularly how its cultivation supports and sustains cultural traditions and local economies. Previous studies have largely focused on the cosmetic and aesthetic uses of henna (Kumar & Singh, 2006; Gupta et al., 2013), neglecting the broader socio-economic and agricultural contexts.

This study aims to investigate the intricate relationships between henna cultivation, body art, and cultural practices in Nigeria. The objectives include:

- i. Exploring the agricultural production of *Lawsonia inermis* in Nigeria.
- ii. Analyzing the artistic applications of henna in body decoration.
- iii. Examining the cultural significance of henna in various Nigerian communities.
- iv. Assessing the economic impact of henna cultivation on local economies.

Despite the cultural prominence of henna, there is a significant lacuna in scholarly literature addressing the comprehensive nexus of its agricultural, artistic, and cultural aspects. Existing research predominantly focuses on henna's cosmetic applications (Kumar & Singh, 2006; Sharma et al., 2012), with scant attention to how these dimensions collectively contribute to and sustain cultural heritage and local economies.

This study aims to contribute to the body of knowledge by providing a holistic understanding of the interconnectedness of henna cultivation and its cultural and artistic applications. By adopting a qualitative approach anchored in cultural anthropology and ethnobotany, this research will highlight how agricultural practices and cultural traditions mutually reinforce each other, offering insights into sustainable agricultural practices and cultural heritage preservation. The findings will be valuable for policymakers, cultural practitioners, and scholars interested in the intersections of art, agriculture, and culture.

By shedding light on these underexplored dimensions, this study will underscore the vital role of *Lawsonia inermis* in Nigeria's cultural and economic landscape, advocating for the promotion of sustainable practices that honor and preserve this rich heritage. Further research should investigate the impact of modernization and globalization on henna traditions in Nigeria to ensure their continuity and vitality in a rapidly changing world.





Fig. 1. Dry henna balls (seeds). Source: Google.

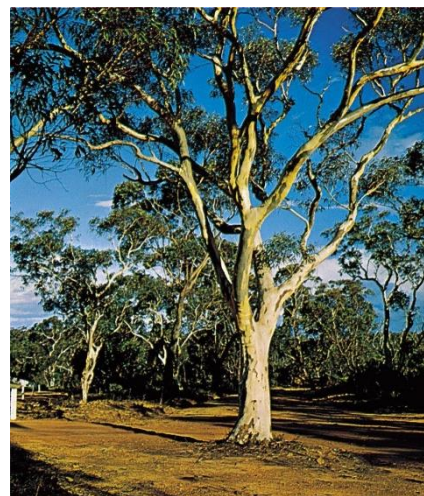


Fig. 2: Henna tree

### **Theoretical Framework**

This study is anchored in two primary theoretical frameworks: Cultural Anthropology and Ethnobotany. Cultural anthropology, propounded by pioneers such as Edward Burnett Tylor (1871) and Franz Boas (1911), explores the intricate web of cultural practices, beliefs, and artifacts within societies. This theory is particularly relevant as it facilitates an understanding of how henna body art is deeply embedded in Nigerian cultural rituals, social events, and identity formation. By examining the cultural significance of henna, this framework helps to elucidate the symbolic meanings and social functions of henna body decoration in Nigerian communities. Ethnobotany, a field significantly developed by Richard Evans Schultes in the mid-20th century, investigates the relationships between people and plants in their environment. This theory is crucial for understanding the agricultural dimension of *Lawsonia inermis* cultivation. It highlights how traditional knowledge systems and agricultural practices sustain not only local economies but also cultural heritage. Ethnobotany provides insights into how the cultivation of henna supports local livelihoods and preserves indigenous knowledge, which is vital for advocating sustainable agricultural practices. By integrating these frameworks, the study comprehensively addresses the interplay between the agricultural production, artistic application, and cultural significance of henna in Nigeria. This dual approach ensures a holistic understanding of *Lawsonia inermis*, encompassing both its economic impact and its cultural resonance within Nigerian society.

### **Methodology**

This study employs a qualitative approach, utilizing ethnographic fieldwork to explore the cultural, artistic, and agricultural dimensions of *Lawsonia inermis* in Nigeria. Data collection methods include participant observation to immerse in the daily practices of henna application and cultivation, and semi-structured interviews with a diverse group of stakeholders such as henna farmers, artists, and community members. These interviews aim to capture personal narratives and local knowledge regarding henna's cultural and economic roles. Additionally, visual documentation will be employed to record the intricate art of henna body decoration and its various forms.

Data analysis will involve thematic analysis of qualitative data gathered from fieldwork. Transcribed interviews and observational notes will be coded to identify recurring themes related to the agricultural practices, artistic expressions, and cultural significance of henna. This iterative process will allow for the identification of patterns, insights, and relationships within the data, ensuring a comprehensive exploration of *Lawsonia inermis* in Nigerian society.

### **Results and Findings**

This study rigorously examined the agricultural, artistic, and cultural dimensions of *Lawsonia inermis*, known as henna, within Nigerian society, building upon a qualitative ethnographic approach detailed in the methodology. Agricultural practices surrounding henna cultivation were found to be integral to local economies, sustaining livelihoods through traditional methods deeply embedded in indigenous knowledge systems (Gupta et al., 2013). Insights from participant observation and semi-structured interviews with henna farmers underscored the cultural significance of henna in body decoration across diverse Nigerian communities, where it symbolizes beauty, health, and spirituality (Sharma et al., 2012)



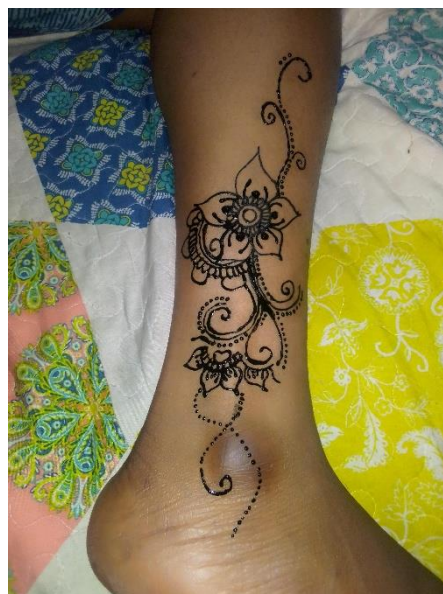
**Fig. 3:** Floral design on the back of a human body using on 2 hands of a human body using the henna paint



**Fig. 3:** Decorative design



**Fig 5:** Artistic design on the two hands of a female henna enthusiast



**Fig. 6:** A human leg showing beautiful floral designs created with henna.

Ethnographic fieldwork provided rich contextual understanding, revealing how henna is intricately woven into cultural rituals and social events. Visual documentation captured the diversity of henna art forms and their evolution over time. The economic impact of henna extended beyond agricultural production to include its role in local commerce and cultural tourism. However, while the study comprehensively explored these dimensions, future research could further investigate the environmental sustainability of henna cultivation practices and the impacts of globalization on traditional henna traditions in Nigeria.

These findings advance our understanding of henna's contributions to Nigeria's cultural heritage and economic landscape, emphasizing the importance of sustainable practices and policies to safeguard its cultural integrity amidst ongoing socio-economic changes.

### Discussion

The findings of this study, supported by the visual representations in Figures 3 to 6, illuminate the intricate interplay of agricultural, artistic, and cultural dimensions surrounding *Lawsonia inermis*, commonly known as henna, within Nigerian society. These figures vividly depict various henna designs on human bodies, each showcasing the aesthetic appeal and cultural significance of henna artistry.

The agricultural aspect of henna production was found to be deeply intertwined with local economies, supporting livelihoods through traditional cultivation practices rooted in indigenous knowledge systems (Gupta et al., 2013). This underscores the resilience and adaptability of henna cultivation in sustaining cultural traditions amidst evolving socio-economic landscapes. Artistically, henna emerged as more than a cosmetic application, embodying profound cultural meanings across various Nigerian communities. Figures 3 to 6 exemplify henna's role as a symbol of beauty, health, and spirituality, prominently featuring in cultural rituals and social events (Sharma et al., 2012). The study's ethnographic approach provided nuanced insights into the diverse practices and symbolic significance of henna body art, highlighting its adaptive capacity within contemporary contexts.

Economically, henna cultivation extends its impact beyond agricultural outputs, influencing local commerce and cultural tourism, as evidenced by the findings from fieldwork and participant observations. However, the study also identifies challenges such as the need for sustainable practices to ensure the long-term viability of henna cultivation and the preservation of cultural heritage. Future research should focus on environmental sustainability and the impacts of globalization on henna traditions in Nigeria, ensuring that policies and practices support both economic development and cultural preservation.

This study, bolstered by visual evidence in Figures 3 to 6, underscores the multifaceted role of henna in enriching Nigeria's cultural tapestry and economic landscape. By advocating for sustainable agricultural practices and policies that preserve cultural heritage, it contributes to broader discussions on the intersection of art, agriculture, and culture in a globalized world.

## **Conclusion and Recommendations**

### **Conclusion**

In conclusion, this study has provided a comprehensive exploration of *Lawsonia inermis*, commonly known as henna, within Nigerian society, focusing on its agricultural, artistic, and cultural dimensions. The research revealed that henna cultivation not only sustains local economies through traditional agricultural practices deeply rooted in indigenous knowledge systems but also serves as a significant cultural symbol across diverse Nigerian communities. Artistically, henna embodies meanings of beauty, health, and spirituality, playing a central role in cultural rituals and social events. Ethnographic fieldwork provided nuanced insights into the adaptive capacity of henna within contemporary contexts, illustrating its resilience amidst changing socio-economic landscapes. The economic impact of henna extends beyond agricultural outputs to include contributions to local commerce and cultural tourism, underscoring its multifaceted role in enriching Nigeria's cultural heritage and economic fabric.

### **Recommendations**

Based on the study findings, several recommendations are proposed to enhance the sustainability and cultural significance of *Lawsonia inermis*, or henna, within Nigerian society. Firstly, stakeholders should prioritize promoting sustainable cultivation practices to ensure environmental conservation and minimize ecological impact. Collaborative efforts among government agencies, NGOs, and local communities are essential for developing guidelines and incentives that support farmers in adopting these practices.

Secondly, efforts to preserve henna's cultural heritage should be intensified through educational programs, cultural festivals, and heritage conservation initiatives. These initiatives aim to raise awareness about the cultural significance of henna, showcase traditional henna artistry, and document indigenous knowledge associated with its cultivation and usage.

Thirdly, supporting artistic innovation within the henna community is crucial. Initiatives should empower henna artists through workshops, grants, and collaborations that encourage the integration of traditional techniques with modern artistic expressions.

Furthermore, ongoing research is needed to investigate henna's socio-economic and environmental impacts. This research should inform evidence-based policies that balance economic development with cultural preservation, ensuring henna's sustainable integration into Nigeria's cultural heritage and economic fabric.

**References**

- Chairunnisa, B., & Solihat, A. (2019). Henna Art in Global Era: From Traditional to Popular Culture. Joint proceedings of the International Conference on Social Science and Character Educations (IcoSSCE 2018) and International Conference on Social Studies, Moral, and Character Education (ICSMC 2018). <https://doi.org/10.2991/ICOSSCE-ICSMC-18.2019.41>.
- Gupta, V. K., Fatima, A., Faridi, U., Negi, A. S., Shanker, K., Kumar, J. K., ... & Saikia, D. (2013). Antimicrobial potential of *Lawsonia inermis* Linn. *International Journal of Biological Macromolecules*, 32(2), 124-126. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.03.016>
- Kumar, V., & Singh, P. (2006). *Lawsonia inermis*: A plant with cosmetic and medicinal benefits. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 3(6), 196-202. <https://doi.org/10.3923/jcpr.2006.196.202>
- Semwal, R., Semwal, D., Combrinck, S., Cartwright-Jones, C., & Viljoen, A. (2014). *Lawsonia inermis* L. (henna): ethnobotanical, phytochemical and pharmacological aspects.. *Journal of ethnopharmacology*, 155 1, 80-103 . <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.05.042>.
- Sharma, V., Paliwal, R., & Sharma, S. (2012). Phytochemical analysis and antimicrobial activity of *Lawsonia inermis*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(1), 92-96. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.1745>

## **THE PHARMACIST'S ROLE IN MEDICATION THERAPY COUNSELING**

**G. AKASHKUMAR**

Senior Scientist, Honda Research Institute USA

### **Abstract**

**Objective:**The current article is aimed at identifying the best practice for counseling around depression in community and outpatient pharmacies, resulting in a draft guideline, proposing key steps and an algorithm for integration of community pharmacists into care for patients with depression. **Methods:**A literature review was performed followed by a detailed analysis, for the purpose of creation a short draft document used as a basis for creation of a guideline for pharmaceutical care for patients with depression. The technological scheme PRISMA flow diagram was applied. The paper is based on current knowledge, taking into consideration already published articles, guidelines, and recommendations about pharmaceutical care for patients with depression, giving a basis for further studies. **Results:**This paper includes two main sections: 1) depression – a short description of the main symptoms, risk factors and pharmacotherapy guidelines available in Bulgaria important for the purposes of ensuring qualitative community-based pharmaceutical care; and 2) the pharmacists' role in providing high-quality care – the main aspects of pharmaceutical care for patients with depression with specific examples. **Conclusion:**The involvement of pharmacists in supporting depressive patients is crucial taking into account the specific characteristics of the pharmacological treatment: delayed onset of clinical results, risks in case of sudden pharmacotherapy abruption without physician consultation, multiple adverse drug reactions and drug–drug, drug–food and drug–alcohol interactions, etc. The current article could also be used as an initial document for creating a methodological guideline for providing pharmaceutical care services for patients with depression.

**Keywords:** depression, drug-related problems, pharmaceutical care, pharmacists, guideline

**Introduction :**

The role of pharmacists in healthcare is integral and multifaceted, encompassing a wide range of responsibilities that contribute significantly to patient care. One of the essential aspects of a pharmacist's role is medication therapy counseling. Medication therapy counseling involves the provision of information and guidance to patients regarding their prescribed medications, over-the-counter (OTC) products, and various aspects of their medication regimen. This vital function not only ensures the safe and effective use of medications but also plays a crucial role in improving patient outcomes and promoting overall well-being.

In this discussion, we will explore the significance of medication therapy counseling, the responsibilities of pharmacists in this domain, and the various ways in which pharmacists contribute to optimizing medication use for patients. Through their expertise, accessibility, and patient-centered approach, pharmacists serve as a valuable resource in the healthcare system, bridging the gap between healthcare providers and patients to promote medication adherence, minimize potential drug-related problems, and enhance patient understanding of their **medications.**

Medication therapy counseling goes beyond simply dispensing medications; it involves active engagement with patients to educate them about their medications, address their concerns, and empower them to take an active role in their healthcare. Pharmacists are uniquely positioned to provide this level of personalized care and support, making them an essential part of the healthcare team. This discussion will delve into the various aspects of a pharmacist's role in medication therapy counseling, including medication education, adherence support, side effect management, and collaborative care coordination with other healthcare providers.

As the field of pharmacy continues to evolve, so does the pharmacist's role in patient care. In this context, this exploration of the pharmacist's role in medication therapy counseling serves to underscore the critical importance of this function and the positive impact it has on patients' lives. Through effective counseling and patient engagement, pharmacists play a vital role in ensuring that medications are not only prescribed but also understood, used correctly, and ultimately contribute to improved health outcomes.

**Background :**

Pharmaceutical care is a responsible provision of drug therapy for the purposes of achieving definite outcomes and improvement of patient's quality-of-life. The main responsibilities of the pharmacists are defined as a result of long-term studies: 1) to ensure that all medications are appropriate, effective, and safe for a particular patient, and 2) to identify, solve, and prevent various drug-related problems (DRPs). In 2013 a working group formed by investigator members of the Pharmaceutical Care Network Europe (PCNE) preformulated the definition so as to respond to the current expectations and views: "Pharmaceutical Care is the pharmacist's contribution to the care of individuals in order to optimize medicines use and improve health outcomes".

Depression is a common psychiatric illness, which is associated with several specific symptoms such as depressed mood, markedly diminished interest or pleasure in activities, psychomotor retardation, weight loss or weight gain, fatigue or loss of energy, feelings of worthlessness or guilt, recurrent thoughts of death, or recurrent suicidal ideation, etc. Being chronic in nature and affecting people of working age, depression leads to great economic and financial burden, which is also evaluated in a number of studies. Moreover, the World Health Organization (WHO) reports that depression will be the second leading cause of disability in the world by 2020. Non-adherence to antidepressants, which is defined as being over 75% after 6 months,

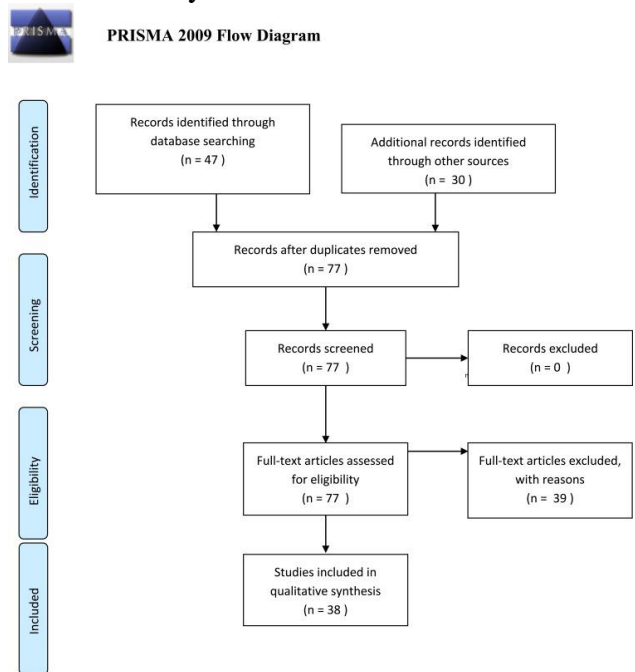
could lead to a lack of effect, to higher costs and significant burden for the patient, family, and society.

**Methods :**

A literature review of the published literature regarding pharmaceutical care, depression treatment, and role of the pharmacist in the care for patients with depressive disorder was performed. A detailed analysis for the purpose of creating a short guideline for pharmaceutical care for patients with depression was made. The discussion about the guideline’s structure and further validation of the drafted guideline are planned to be the next steps. The paper is based on the current knowledge taking into consideration already published articles, guidelines, and recommendations about pharmaceutical care for patients with depression.

**Results and Discussion :**

There were 77 papers relevant to our research question: 47 in PubMed and 30 from other sources (books, paper-based reports, guidelines, and articles). The study selection process is presented in Figure 1. No potentially relevant studies after duplicates were removed. After reviewing the titles, abstracts, and the full publications, 39 of the articles meeting exclusion criteria were excluded and only 38 were summarized.



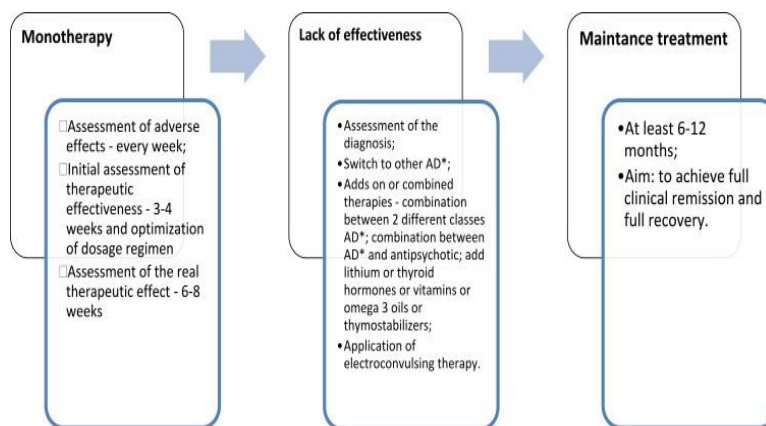
The characteristics of the included studies are initially analyzed, summarized, and combined for the purposes of presenting initial ideas for creating a guideline. They are presented in the current part of the article as we are planning to present a discussed and validated version of the guideline in a further more detailed paper.

**Depression – Symptoms, Epidemiology, and Treatment:**

Depression is a common psychiatric disorder affecting more than 300 million people worldwide. It causes significant distress, limitations in personal and social functioning, and worsens the quality-of-life of those affected. The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5) outlines specific criteria for the diagnosis of depression. Some of the most specific symptoms are depressed mood, loss of interest or pleasure, significant weight loss or weight gain, a slowing down of thought and a reduction of physical movement,

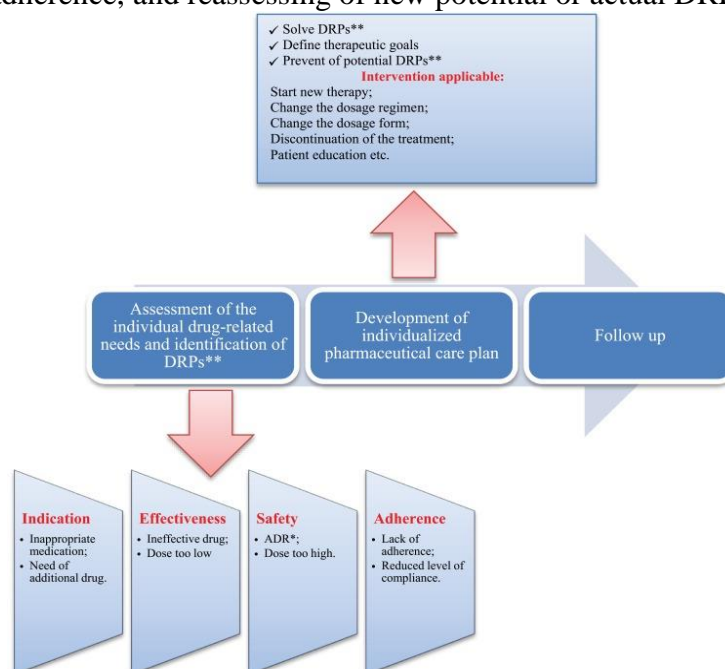


fatigue or loss of energy, feelings of worthlessness or excessive or inappropriate guilt, diminished ability to think or concentrate, recurrent thoughts of death or suicidal thoughts. Among all mental disorders, depression is related to the highest risk of suicide, followed by schizophrenia and alcohol abuse. The main causes for depression are genetic factors, personal predisposition, concomitant diseases, family history, huge life changes (negative or positive events), or social determinants (stress, isolation, loneliness, unemployment). Depression might be in mild, moderate, or severe form, which is defined after complex clinical evaluation based on the number, type, and severity of the symptoms.



**Pharmaceutical Care Aspects for Patients with Depression:**

The pharmacist’s obligations in the process of providing pharmaceutical care are: (1) collection of specific information for the patient’s demographic data, history of disease, medication therapy (current therapy, dose, therapeutic regimen, allergies, immunizations, previous drug therapy), current complaints; (2) analyzing the collected information so as to identify drug-related problems, to assess whether all medications are effective and safe for the patient as well as patient’s adherence and compliance. Follow-up was aimed at defining the therapy effectiveness and long-term safety, assessing clinical results, defining the level of achieving the goals, level of adherence, and reassessing of new potential or actual DRPs



Communication with the Patients and Their Family Members/Caregivers:

Establishment of contact with the patient with depression, asking appropriate questions  
Communication with patients with mental problems presents a challenge for every pharmacist. Despite the various communication difficulties, the pharmacist should apply innovative strategies for overcoming them.<sup>37</sup> The pharmacist should play the dominant role during the conversation, applying appropriate voice tone, using simple and short sentences and body language without discussing several issues simultaneously – a focus should be made on a specific problem through a variety of technical and non-technical skills.<sup>38</sup> The consulting pharmacist should pay attention to and adapt the discussion towards patient's difficulties related to verbal speech and memorization. The pharmacist as a health professional is able to recognize the initial symptoms, to identify the risky groups, and to target vulnerable people to join supporting groups, initiate nonpharmacological treatment, or make an appointment with a psychiatrist for prescribing eventually of the most appropriate pharmacotherapy.

Creation of Individualized Therapeutic Plan and Defining of Specific Goals:

The main therapeutic goal in patients with depression is overcoming the symptoms with reducing as much as possible the adverse drug reactions, prevention of suicidal thoughts, and improving the remission rates. The pharmacist may be actively involved in achieving the goals through realization of various educational programs for clarifying how important the therapy is. Development of an individualized therapeutic plan in collaboration with the psychiatrist and the affected patient and his family members/caregivers, taking into consideration the individual needs and preferences could significantly optimize the therapy and improve the level of adherence.

**Conclusion :**

Application of pharmaceutical care services for patients with depression is effective and leads to condition improvement, reduction of the side-effects, timely identification of and the overcoming of potential or actual DRPs, and improvement of patients' quality-of-life. Collaboration between psychiatrists, pharmacists, and the active inclusion of the affected and their relatives in the therapy could optimize and improve the complex care for patients with depression and achieving the targeted therapeutic outcomes.

The current article could be used as an initial proposal for creating a methodological guideline for providing pharmaceutical care services for patients with depression. A number of follow-up studies are needed to assess the feasibility of implementing community-based pharmaceutical care for patients with depression, the level of knowledge of pharmacists on depression, the effect of pharmaceutical care on this patient group, and the economic benefits from the point of view of society.

### References

- Hepler CD, Strand LM. Opportunities and responsibilities in pharmaceutical care. *Am J Hosp Pharm.* 1990;47(3):533–543. [PubMed] [Google Scholar]
- Cipolle R, Strand L, Morley P. Chapter Three: Toward a Philosophy of Pharmaceutical Care Practice. *Pharmaceutical Care Practice. The Patient Centered Approach to Medication Management.* 3rd ed. McGrawHill Medical; 2012:73–100. [Google Scholar]
- Position Paper on the definition of Pharmaceutical Care 2013. PCNE. Available from: [https://www.pcne.org/upload/files/3\\_PCNE\\_Definition\\_Position\\_Paper\\_final.pdf](https://www.pcne.org/upload/files/3_PCNE_Definition_Position_Paper_final.pdf). Accessed January, 2019.
- Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM–5). Available from: <https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm>. Accessed February5, 2020.
- Kessler RC. The costs of depression. *Psychiatr Clin North Am.* 2011;35(1):1–14. doi: 10.1016/j.psc.2011.11.005 [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Trautmann S, Rehm J, Wittchen HU. The economic costs of mental disorders: do our societies react appropriately to the burden of mental disorders? *EMBO Rep.* 2016;17(9):1245–1249. doi: 10.15252/embr.201642951 [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Greenberg PE, Birnbaum HG. The economic burden of depression in the US: societal and patient perspectives. *Expert Opin Pharmacother.* 2005;6(3):369–376. doi: 10.1517/14656566.6.3.369 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Reddy MS. Depression: the disorder and the burden. *Indian J Psychol Med.* 2010;32(1):1–2. doi: 10.4103/0253-7176.70510 [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Rubio-Valera M, Bosmans J, Fernández A, et al. Cost-effectiveness of a community pharmacist intervention in patients with depression: a Randomized Controlled Trial (PRODEFAR study). *PLOS.* 2013. doi: 10.1371/journal.pone.0070588 [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

**SURVEY ON THE LEVEL OF INTERNET ADDICTION AMONG SCIENCE EDUCATION  
STUDENTS IN FEDERAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY MINNA, NIGER STATE.**

**Jatau, T.K.,**

Department of Science Education  
Federal University of Technology Minna, Niger State, Nigeria.

**Idris, U.S.B,**

Department of Science Education  
Federal University of Technology Minna, Niger State, Nigeria.

**Yaki, A.,**

Department of Science Education  
Federal University of Technology Minna, Niger State, Nigeria.

**Saifullahi, M.**

Department of Science Education  
Federal University of Technology Minna, Niger State, Nigeria.

**Abstract**

The study is to examine the level of internet addiction among Science Education Students in FUT Minna. The objectives of this study are to examine the level of internet addiction among Science Education Students in FUT Minna, examine gender influence on internet addiction among Science Education Students, determine the influence of internet addiction among Science Education Students in FUT Minna based on parent's economic status. The study was guided by three research questions and two hypotheses were formulated to guide the study. The research adopted the descriptive survey research. Population of the study comprise of 525; 100-500 level students from science education. One hundred and twenty (120) questionnaires were distributed base on Krejcie and Morgan (1970) sample size determination. Data collected was analyzed using descriptive and inferential statistics. From the findings, it was discovered that the level of internet addiction among Science Education students is high. Analysis revealed that the male students have a higher mean rank of 61.21 compared to the female students having 59.47 and analysis also revealed that the students whose parents are in the category of the entrepreneurs have a mean rank of 60.96 compared to the students whose parents are civil servants having a mean rank of 59.92. The result found that there is no predominance in the internet addiction between male and female science education students (2914.000,  $p = .78$ ) and the difference in the internet addiction of science education students based on parents' socio economic status was statistically insignificant at  $U 1744.500P = .87$ . After data analysis on the level of internet addiction, it was shown that the statistical population was at risk for internet addiction. Hence, with respect to students' internet addiction, it is recommended that special training and entertainment plans are developed so that their internet use is reduced.

**Keyword:** internet addiction, science education students, gender, and parents' socio economic status.

## **INTRODUCTION**

The digital revolution has transformed the way we live, learn, and interact with the world. With just a few clicks, we can access a vast ocean of information, connect with people across continents, and engage in various online activities. However, this technological marvel has brought about a concerning phenomenon that demands our attention - internet addiction.

According to Merriam (2016), addiction is a strong and harmful need to regularly do something (such as gamble) or engage in certain activities. In the research paper on the prevalence and forms of internet addiction, Mustapha and Muhammed (2017) defined internet addiction as a compulsive need for and use of internet to play games, watch pornography or shop online which may impact the user in several harmful ways such as loss of money, sleep or productivity, with such individuals experiencing security, peace, success, attachment, and intimacy even if they are temporary and artificial.

In recent years, internet usage has experienced a remarkable surge globally, with billions of people connecting to the online world. Nigeria, as a leading country in Africa, has witnessed significant growth in internet penetration due to improved infrastructure and increased availability of affordable devices and internet services. According to Statista, the internet penetration rate in Nigeria was 51% as at January 2022, meaning that about half of the total population used the internet. Among various demographics, students have embraced the internet as an essential tool for academic pursuits, communication, and social interaction. However, according to Yusuf, et. al. (2020) the increasing prevalence of internet usage among students also raises concerns about the potential negative consequences of excessive and unregulated internet use, such as poor grades and negligence to studies. Several researchers have studied internet addiction and its effects on students' characteristics, but more is needed to be known about the problem in Nigeria (Afolabi et al, 2022); Oyinvwi and Ojimaoyo, 2021; and Olatoke et al, 2023). According to Buhari (2013), the internet provides numerous benefits to students, such as access to educational resources, global connectivity, communication and social interaction, entertainment and recreational activities as well as the convenience and efficiency it offers to various tasks, it is crucial to understand the implications of extensive internet usage among students. In a study carried out by Samaha and Hawi, (2016) The reliance on the internet for academic and social purposes can have both positive and negative impacts on students' well-being and academic performance. Therefore, exploring these implications is vital to ensure a balanced approach that maximizes the benefits while mitigating the potential risks associated with internet usage among Science Education Students.

Internet usage patterns among students are diverse and multifaceted. Some students prioritize educational purposes, utilizing the internet for e-learning, research, and academic collaboration. Others are more inclined towards recreational activities, such as online gaming, video streaming, and social media engagement. These patterns vary based on individual preferences, academic demands, and personal interests.

However, an important aspect to consider is the potential dependency and habitual behavior that can emerge from internet usage among students. The ease of access and the appeal of online platforms may lead to the development of routines or rituals around internet use, posing challenges in managing time and maintaining a healthy balance between online and offline activities.

Understanding these internet usage patterns is crucial for educators, parents, and policymakers. It enables the development of strategies and interventions that promote responsible internet use, enhance digital literacy skills, and address potential risks associated with excessive or problematic internet use among students. By recognizing and addressing these patterns, stakeholders can support students in maximizing the benefits of the internet while mitigating potential negative consequences.

As students increasingly rely on the internet in their daily lives, it is important to consider the potential implications of extensive internet usage. While the internet offers numerous benefits, it also brings forth certain challenges and risks that can impact students' well-being, academic performance, and overall development, while exploring the potential effects of excessive internet use on students in FUT Minna, Niger State. By understanding these implications, we can develop strategies and interventions to promote responsible internet use and support students in harnessing the benefits of the online world while mitigating any negative consequences.

### **STATEMENT OF PROBLEM**

There has been a considerable increase of internet users worldwide in the last decade. Students use the internet due to their educational research needs. The rate and type of the internet use may affect their information-seeking behavior. The excessive use of the internet causes dangers in the improper use of it. Its addiction may have serious consequences such as changing the lifestyle in order to spend more time on the internet, ignoring the health and main activities, ignoring family and friends, and finally educational and physical problems such as Carpal Tunnel Syndrome (Pain and numbness in hands and wrists), dry eyes or strained vision, backaches and neck aches; severe headaches, sleep disturbance and pronounced weight gain or weight loss. Tak, and Catsambis, (2023), observed that children spend more time watching television and movies, playing video games and surfing the Internet than they spend in school per year. Singh and Barmola (2015) reported that the students who were in the severe and profound groups of internet addiction were found to have detrimental effects on both in their academic performance and mental health rather than the students who were addicted to the internet usage moderately. Hence, this research work seeks to survey the level of internet addiction among Science Education Students in FUT Minna Niger State.

### **AIM AND OBJECTIVES OF THE STUDY**

The aim of this study is to examine the level of internet addiction among Science Education Students in FUT Minna.

The study objectives are:

1. To assess the level of internet addiction among Science Education Students in FUT Minna.
2. To examine gender influence on internet addiction among Science Education Students in FUT Minna.
3. To determine the influence of internet addiction among Science Education Students in FUT Minna based on parent's economic status.

### **RESEARCH QUESTIONS**

1. What is the level of internet addiction among Science Education Students in FUT Minna?

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

2. Is there difference in the internet addiction between male and female students in Science Education FUT Minna, Niger State
3. Is there difference in the internet addiction of Science Education students in FUT Minna, based on parent's economic status?

### **RESEARCH HYPOTHESIS**

**H0<sub>1</sub>**. There is no significant differences in the internet addiction among male and female students in Science Education FUT Minna

**H0<sub>2</sub>**. There is no significant difference in the internet addiction between students in Science Education FUT Minna based on parents' economic status.

### **RESEARCH METHODOLOGY**

#### **Research Design**

The research design in this study is descriptive survey design. Survey method was used because it enabled the researcher to gather large amount of information which focused on internet addiction among Science Education Students in FUT Minna Niger State.

#### **Population of the Study**

The population of the study comprises of all the 525 undergraduate students for the 2022/2023 academic session of the department of Science Education, Federal University of Technology Minna, Niger State.

#### **Summary of Population 2022/2023 Academic Session**

LEVEL	MALE	FEMALE	TOTAL
100	74	53	127
200	64	50	114
300	64	51	115
400	66	35	101
500	36	32	68
TOTAL	304	221	525

---

#### **Sample and Sampling Techniques**

The sample size for this study is one hundred and twenty (120) students from Science Education. Dependent with the aid of Sample Advisor at 3% confidence interval from 500-100 levels. The 120 students will be selected via stratified sampling technique which will allow representation at all levels.

#### **Research Instrument**

A well-structured questionnaire was used as the research instrument. The researcher designed the questionnaire on Internet Addiction which was tagged as Internet Addiction Questionnaire (IAQ). The questionnaire consisted of Section A and B. Section A has to do with the demographic information about the respondents. Sections B consist of twenty (20) items that examines internet usage, symptoms of addiction, distractions from daily routines and health challenges, having Always, Often, Sometimes, Rarely and Never as well as the type of scale to be used. On a likert scale of 1-5.

### **Validity of the Research Instrument**

To determine the face and content validity of the research instrument in this study, two experts from Science Education Department, Federal University of Technology Minna, one computer expert and an expert from the Department of Educational Technology; reviewed the questionnaire in order to determine the appropriateness, content coverage, in terms of accountability, adequacy and relevance to the stated objectives. Their comments, suggestions and corrections was used to produce the final draft of the instrument.

### **Reliability of the Instrument**

The reliability of the instrument was determined by carrying out a pilot study on College of Education (COE) students, Minna Niger State, who were not part of the main study. The reliability analysis was calculated using cronbach alpha method of internal consistency to ascertain the reliability of the instrument, which check showed the reliability coefficient of 0.80.

### **Method of Data Collection**

The researcher who administered the questionnaires to the respondents in the selected institution area of study, waited for the retrieval of the questionnaires in order to ensure compliance and return of all the copies of instruments that was administered. There is high return-rate of one hundred percent (100%) of the questionnaires.

### **Method of Data Analysis**

The data obtained was analyzed using descriptive and inferential statistics. Mean and standard deviation to answer the research questions. For hypotheses testing, Mam Whitney U-test was used with the aid of statistical package for social sciences (SPSS version 23.0). All hypotheses will be tested at 0.05 level of significance.

## **RESULTS AND ANALYSIS**

**Research Question 1:** What is the level of internet addiction among Science Education Students in FUT Minna?



**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

**Table 1:** Analysis of result on the level of internet addiction among Science Education Students in FUT Minna.

S/NO	ITEMS	MEAN	SD	REMARK
1.	How frequently do you feel restless, anxious, or distressed when you are unable to access the internet for an extended period of time?	3.73	1.13	Addicted
2.	To what extent do you feel bored while you are not using an internet device?	3.57	1.12	Addicted
3.	How frequently do you experience negative consequences (e.g. poor performance, health problems) as a result of excessive internet use?	2.36	1.18	Not Addicted
4.	How frequently does spending time on the internet distract you from your academic responsibilities (e.g., assignments, studying)?	3.03	1.20	Addicted
5.	How frequently do you fear that life without the internet would be boring, empty, and joyless?	3.63	1.26	Addicted
6.	How frequently do you lose sleep due to over-browsing, chatting, etc.?	3.17	1.19	Addicted
7.	How frequently do you feel disturbed or annoyed if someone bothers you while you are online?	3.11	1.20	Addicted
8.	How frequently do others in your life complain to you about the amount of time you spend online?	3.02	1.23	Addicted
9.	How frequently do you experience headaches or eye strain as a result of the amount of time spent on the internet?	2.95	1.24	Not Addicted
10.	How frequently do you find it difficult to control the amount of time you spend on the internet?	3.10	1.27	Addicted
11.	To what extent do you use severe social media?	3.72	1.13	Addicted
12.	To what extent do you feel isolated from people due to the constant use of the internet?	2.95	1.18	Not Addicted
13.	To what extent do you subscribe to online programs?	3.54	1.18	Addicted
14.	How frequently do you subscribe to unlimited data plans?	3.32	1.30	Addicted
15.	To what extent do you upgrade your mobile devices to access the internet?	3.79	1.14	Addicted

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

16.	How frequently do you use the internet mainly for socializing and entertainment (e.g., social media, streaming, and gaming)?	3.88	1.15	Addicted
17.	How frequently do you feel pressured to present a certain picture or persona on social media?	2.97	1.22	Not Addicted
18.	How many hours per day do you spend on the internet for online gaming or other forms of digital entertainment?	2.83	1.42	Not Addicted
19.	How many hours per day do you spend on the Internet for academic purposes?	2.78	1.07	Not Addicted
20.	How many hours per day do you spend on social media platforms chatting?	2.84	1.30	Not Addicted
21.	How many days per week do you engage in excessive internet usage?	3.71	1.43	Addicted
	GRAND MEAN	3.23	1.21	Addicted

Table 1 shows the mean response of the level of internet addiction among Science Education Students in FUT Minna. The grand mean response to all statement is 3.23, with standard deviation of 1.21 considering the bench mark of 3.00. From the findings in the table, it can be seen that majority of the science education students are highly addicted to the internet.

**Research Question 2:** Is there difference in the internet addiction between male and female students in Science Education FUT Minna, Niger State.

**Table 2:** Analysis on difference in the internet addiction between male and female students in Science Education.

Rank	GENDER	N	Mean Rank
Addiction	Male	71	61.21
	Female	49	59.47
	Total	120	

Based on gender, Table 2 presents the result on Mann- Whitney ranking of the difference between male and female internet addiction. Analysis revealed that the male students have the highest mean rank of 61.21 compared to the female students having the mean rank of 59.47.

**Research Question 3:** Is there difference in the internet addiction of Science Education students in FUT Minna, based on parent's economic status?

**Table 3:** Analysis on the difference in the internet addiction of Science Education students in FUT Minna, based on parent's economic status.

Rank	PES	N	Mean Rank
Addiction	Civil Servant	53	59.92
	Entrepreneur	67	60.96
	Total	120	

Based on Parental Economic Status, Table 3 presents the result on Mann- Whitney ranking of the difference in the internet addiction among Science Education students. Analysis revealed that students whose parents are in the category of the entrepreneur have the highest mean rank

of 60.96 compared students whose parents are in the category of civil servants, having the mean rank of 59.92.

**Testing of Hypotheses**

**Hypotheses 1:** There is no significant differences in the internet addiction among male and female students in Science Education FUT Minna

**Table 1:** Mann-Whitney Test of difference in the internet addiction between male and female students in Science Education FUT Minna, Niger State

Ranks	GENDER	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann- Whitney U	P
Addiction	Male	71	61.21	4346.00	2914.000	.787*
	Female	49	59.47	2914.00		
	Total	120				

**\*Insignificant**

**Table 1** above presents the Mann-Whitney Test of the differences in internet addiction based on gender. The results indicates that U-test (71, 49) = 2914.000,  $P > 0.05$ , hence the null hypothesis was accepted. This indicates that there is no predominance in internet addiction based on gender.

**Hypotheses 2:** There is no significant difference in the internet addiction between students in Science Education FUT Minna based on parents’ economic status.

**Table 2:** Mann-Whitney Test of Internet addiction based on Parent’s economic status

Ranks	PES	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann- Whitney U	P
Addiction	Civil Servant	53	59.92	3175.50	1744.500	.870*
	Entrepreneur	67	60.96	4084.50		
	Total	120				

**\* Insignificant**

Table 2 above presents the Mann-Whitney Test of the differences in internet addiction based on parental economic status. The results indicates that U-test (53, 67) = 1744.500,  $P > 0.05$ , hence the null hypothesis was accepted. This implies that there was no significant difference in the internet addiction of science education students based on parental occupation, which indicates that students whose parents are in the category of either civil servants or entrepreneurs can have access to android phones as well as the internet.

**Discussion of Findings**

Here, Internet addiction levels of science education students were found to be highly addictive as seen in the mean scores of the students. It has also been determined by the tables that there was no significant difference between male and female and also there was no significant difference in the internet addiction based on parents’ socio economic stautus. University students are frequently viewed by the professional public as one of the most vulnerable demographic groups. This high susceptibility is often attributed to their constant access to the internet, adaptable daily schedules, and the fact that upon entering university, they often find themselves in a new environment without their previous social connections, prompting the development of new relationships and social statuses—a process significantly facilitated by the Internet (Chraska, 2019). Moreover, the internet serves as an ubiquitous tool deeply integrated into daily routines, notably prevalent among student populations (Rahmani,et al., 2022). The

study indicates that due to the widespread availability of the internet across society, it unveils a statistically insignificant difference between internet addiction (IA) and parents' socioeconomic status. This finding aligns with the results of previous research conducted in Turkish and Iranian contexts, which also observed that socioeconomic status had no discernible impact on internet addiction (Seyrek et al., 2017; Shoghli et al., 2018).

Some studies have suggested notable gender disparities in Internet addiction, with male respondents demonstrating a significantly higher propensity for Internet addiction compared to their female counterparts (Nduanya et al., 2018; Shahnaz and Karim, 2014; Vyjayanthi, Surabhi, Mohammed, and Sundarnag, 2014). However, it's important to note that other research contradicts these findings, Dufour et al., (2016) in his research work stated that, there was no significant difference between genders with regard to the proportion who were considered at risk of internet addiction problem no matter which cut-off point was employed. To address this inconsistency, a meta-analysis on gender differences in Internet addiction was conducted by Sua, Hana, Jina, Yana, and Potenzac in 2019. This meta-analysis covered a wide range of geographical regions. The analysis revealed that the average effect size was relatively small. However, when considering individual nations, social norms and Internet penetration emerged as associated factors for these gender differences in Internet addiction (Sua et al., 2019).

## **CONCLUSION**

According to certain authors (Hayat et al., 2020), excessive internet dependency can result in adverse outcomes for students, particularly concerning their academic pursuits. The overuse of the internet has emerged as a prominent issue in contemporary society, leading to both physical and mental detriments. This review paper reveals that the internet has evolved into a crucial information source for students, with a profound impact. It leads to numerous disruptions in academic performance, social relationships, emotional well-being, and more. Thus, it is imperative to regulate internet usage and explore treatment methods for internet addiction.

## **RECOMMENDATIONS**

Based on the findings, the following recommendations were made:

1. School administrators and policymakers should organize conferences, workshops, and seminars to enlighten students about the importance of obtaining realistic, objective self-assessments.
2. School counselors should lead initiatives to raise awareness among students regarding the detrimental effects of excessive internet usage.
3. It is recommended that students who have internet addiction are appropriately treated by family and school so that they can come back to the normal life.

## REFERENCES

- Afolabi, A. A., Ilesanmi, O. S., Adebayo, A. M., and Aanuoluwapo, A. A. (2022). Prevalence and pattern of internet addiction among adolescents in Ibadan, Nigeria: A cross-sectional study. *Cureus*, 14(2).
- Buhari, S. R. (2013). Internet access and use by academic staff and students in a Nigerian Polytechnic. *ICCMTD-2013*, 108.
- Chraska, M. (2019) 'Typology Of Czech University Students By Their Internet Addiction', *Education and Educational Psychology –Conference Proceedings, ICEEPSY 2019*, pp. 558–567. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.11.65>.
- Dufour, M., Brunelle, N., Tremblay, J., Leclerc, D., Cousineau, M. M., Khazaal, Y., and Berbiche, D. (2016). Gender difference in internet use and internet problems among Quebec high school students. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 61(10), 663-668.
- Hayat, A. L., Kojuri, J. and Amini, M. (2020) 'Academic procrastination of medical students: The role of Internet addiction', *Journal of advances in medical education and professionalism*, Vol. 8, No. 2, pp.83–89. <https://doi.org/10.30476/JAMP.2020.85000.1159>
- Mustapha, M. L. A., and Muhammed, S. A. (2017). Prevalence and Forms Of Internet Addiction Among Youths In Kwara State, Nigeria.
- Nduanya, C. U., Okwaraji, F. E., Onyebueke, G. C., and Obiechina, K. I. (2018). A cross sectional study on internet addiction, locus of control and psychological distress in a sample of Nigerian undergraduates. *The Journal of Medical Research*, 4(3), 146-150. Available at: <https://doi.org/10.31254/jmr.2018.4308>.
- Olatoke, L., Jalo, I., Duwap, M., and Aliu, R. (2023). Internet Addiction and Online Activities among Secondary School Adolescents in North East Nigeria. *Journal of BioMedical Research and Clinical Practice*, 6(1–2), 9–16.
- Oyinwii, U. V., and Ojimaajo, E. S. (2021). Relationship between internet addiction and academic achievement of secondary school students In Nasarawa North Senatorial of Nasarawa State, Nigeria. *Journal of the Nigerian Council of Educational Psychologists*, 14(1).
- Rahmani, A. M., Bayramov, S., and Kiani Kalejahi, B. (2022). Internet of things applications: opportunities and threats. *Wireless Personal Communications*, 122(1), 451-476.
- Shahnaz, I., and Karim, A. K. M. (2014). Gender difference in internet addiction among young adults. *Dhaka University Journal of Psychology*, 38, 111-122.
- Sua, W., Hana, X., Jina, C., Yana, Y., and Potenzac, M. N. (2019). Are males more likely to be addicted to the internet than females? A Meta-analysis involving 34 global jurisdictions. *Computers in Human Behaviour*, 99, 86-100. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.04.021>.
- Samaha, M., and Hawi, N. S. (2016). Relationships among smartphone addiction, stress, academic performance, and satisfaction with life. *Computers in Human Behavior*, 57, 321–325.
- Singh, N. and Barmola, K.C. (2015). Internet Addiction, Mental Health and Academic Performance of School Students/Adolescent. *The International Journal of Indian Psychology*, 2 (3).
- Tak, S., and Catsambis, S. (2023). "Video games for boys and chatting for girls?": Gender, screen time activities and academic achievement in high school. *Education and Information Technologies*, 1-29.

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

Yusuf, A. M., Mukhtar, M. I., Galadanci, B. S., and Muaz, S. A. (2020). Internet Usage and Addiction and Effects on the Academic Performances of Computer Science Students at Bayero University, Kano, Nigeria. *Journal of Information Science, Systems and Technology*, 4(2), 20–30.

## **CHROMATOGRAPHY - OVERVIEW**

### **S.SAKTHI\***

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India.

**Email:**sakthisivasun20@gmail.com

### **T. AKSHAYA**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India.

### **B. Amirtha LAKSHMI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India.

### **C. Priya DHAARANI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India.

### **S. SOWMIYA**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India.

### **M.K. VIJAYALAKSHMI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India.

### **Dr.R. SRINIVASAN**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India.

#### **Abstract:**

Chromatography is an analytical method that separates a given mixture into its constituents. The approach depends on the idea that when a mixture and a mobile phase flow across a stationary phase, the components separate due to their differential affinities for these two phases. The stationary phase firmly retains components, which move gradually with the flow of the mobile phase. Compared to that, components that are poorly held by the stationary phase move quickly. These develop owing to changes in mobility; sample components split into separate bands or zones that may be qualitatively and statistically analysed. Chromatography is a popular method in clinical labs for detecting inborn carbohydrate, protein, and lipid metabolic abnormalities. Vitamins, tumour indicators, metabolites, hormones, and medicines in body fluids have all been measured. In pharmacology, chromatography is used to determine drug purity and concentration. Chromatography may be used to analyse environmental samples for pollutants, poisons, medications, as well as to uncover numerous novel biomolecules that might help us understand biomarkers and disease processes.

**Keywords:** Analytical method, mobile phase, stationary phase, affinity and drug purity.

### **INTRODUCTION:**

Chromatography is an effective separation process. It has been employed in almost all areas of research during the past few decades. Mikhail Tswett, a Russian botanist, designed the chromatography [1]. He utilised this method to isolate several plant pigments, including chlorophyll and xanthophylls. Because separated species exhibited as coloured bands on the column, he labelled the process "chromatography" [2]. The term chroma signifies colour, and graphien indicates to write. Chromatography is a process of separation in which the separation components are dispersed between the two phases one known as the stationary phase whereas the other as the mobile phase [3]. The stationary phase in solid, liquid and gas acts as a supporting medium. It is an important component of chromatography because it interacts with compounds as they pass through, leading to separation. The stationary phase interacts with a separate mixture of components according to their polarity, charge, size, and affinity. Thus, various analytes interact in different ways with the stationary phase, resulting in different retention periods & elution patterns [4]. The mobile phase is a liquid or gas that transports the sample and moves compounds through the stationary phase, leading to separation. By altering the constituents of the mobile phase, the rate of movement may be regulated, resulting in efficient separation [5]. The analyte nature determines whether the mobile phase is isocratic or gradient, polar or nonpolar. The sample's components move across the mobile and stationary phases [6]. The stationary phase firmly retains components, which move slowly with the flow of the mobile phase. However, components which are poorly held by the stationary phase move quickly. Due to variations in mobility, sample components split into discrete bands or zones that may be examined qualitatively and quantitatively [7]. When both phases are selected effectively, and the mobile phase progressively separates the sample components into bands [8]. At the final stage of the process, components split as a result of their contact with the stationary phase. The least retarded component releases first, whereas the most firmly retained component is eluted last [9].

### **TYPES OF CHROMATOGRAPHY:**

Chromatography processes are classified based on the stationary and mobile phase that interact with the solute, physical condition of mobile phase and the bed shape [10].

1. Depend on the interaction of solute with mobile and stationary phase
  - Adsorption Chromatography
  - Molecular Exclusion Chromatography
  - Ion Exchange Chromatography
  - Partition Chromatography
2. Depend on physical state in mobile phase
  - Affinity Chromatography
  - Liquid Chromatography
  - Gas Chromatography
3. Depend on bed shape in Chromatographic
  - Column Chromatography
  - Thin Layer Chromatography
  - Paper Chromatography
  - Planar Chromatography [11].

### **PAPER CHROMATOGRAPHY:**



Partition is the fundamental idea of paper chromatography, wherein different components are dispersed or partitioned within liquid phases [12]. Aqueous solvent is used in the filter paper's pores, serving as a stationary phase while the mobile phase passes over the paper. The chemicals in the mixture are separated by the capillary action of the paper's pores because of their varying affinities for solvents in the mobile phase and stationary phase [13]. The components can alternatively be separated using the concept of adsorption between solid and liquid phases, in which the liquid solvent acts as the mobile phase and the solid surface of the paper acts as the stationary phase [14].

**Types of paper chromatography:**

- **Ascending chromatography:**

This technique involves keeping a solvent reservoir at the bottom of the beaker and dipping a piece of paper loaded with sample into the solvent, allowing the chromatogram to ascend and develop due to the solvent moving upward on the paper [15].

- **Descending chromatography:**

This method of chromatography is preferred over simple ascending chromatography because it facilitates the easy separation of solutes with low R<sub>f</sub> value, maintains a constant solvent flow rate, and requires less time. The chromatogram is developed by allowing the solvent to travel downwards the paper [16].

**ION- EXCHANGE CHROMATOGRAPHY:**

Electrostatic interactions that occur between charged protein groups and a matrix are an important component of ion-exchange chromatography [17]. Ionic ties are used to increase the protein's affinity for the column, and the matrix contains an ion load that is opposite to that of the protein that has to be separated [18]. Either by adjusting the pH, ion salt concentration, or ionic strength of the buffer solution, proteins are extracted from the column. Anion-exchange matrices, which are negatively charged ion-exchange matrices, are used to adsorb positively charged proteins. Positively charged proteins are matrices coupled with negatively charged groups [19].

**COLUMN CHROMATOGRAPHY (HPLC):**

The most common kind of column chromatography is called high-performance liquid chromatography, sometimes known as high pressure liquid chromatography [20]. The relative solubility of the analyte's two liquid phases determines the separation process. HPLC uses a pump to transport the mobile phase and analytical substances through the column, a detector to provide a characteristic retention period for the analyte, and several kinds of stationary phase, usually hydrophobic saturated carbon chains [21]. The column temperature, composition of the solvent employed, and the flow velocity of the mobile phase all influence the analyte's retention duration. In HPLC, the increased pressure required to force the mobile phase to pass through the tightly packed column and analyte is provided by a pump instead of gravity [22].

**GAS CHROMATOGRAPHY:**

Gas chromatography (GC) can be classified into two types namely gas solid and liquid chromatography [23]. In gas-liquid chromatography, the stationary phase is a thin layer of non-volatile liquid attached to solid support, and separation occurs by partition. In gas-solid chromatography, a solid adsorbent is applied as a stationary phase, and separation occurs

through the adsorption process [24]. The intended separation sample is first turned into vapours and then combined with the gaseous mobile phase. A sample's more soluble components move more slowly in stationary phase while its less soluble components move more quickly. As a result, the partition coefficient is used to split the components [25].

#### **THIN LAYER CHROMATOGRAPHY**

A thin glass plate covered with silica gel or aluminium oxide serves as the solid phase in thin layer chromatography. A solvent selected based on the characteristics of the mixture's various components is the mobile phase [26]. The distribution of a component between a liquid mobile phase as eluting solvent that is moving travel to the solid phase and a solid fixed phase placed to a glass or plastic plate is an essential component of TLC [27]. A starting point situated just above the bottom of the TLC plate receives a little application of a compound or combination [28]. After that, the plate is developed in a developing chamber with a shallow solvent pool somewhat lower than the one into which the extract was poured. Through the process of the capillary action, the solvent is pulled up through the plate's particles [29]. As the solvent passes over the mixture, each component either stays in the solid phase or dissolves in the solvent and ascends the plate. The physical characteristics of each molecule, thus its molecular structure, particularly its functional groups, determine whether the compound travels up the plate or remains behind [30]. The compound's physical characteristics are more comparable to that of the mobile phase, the more time it will remain in the mobile phase. The Mobile Phase will transport the more soluble chemicals the farthest towards the TLC plate. The chemicals that are more difficult to dissolve in the mobile phase but have greater affinity for the particles with the TLC plate will remain behind [31].

#### **SIZE EXCLUSION CHROMATOGRAPHY:**

Size exclusion chromatography (SEC) separates mixtures based on their molecular size [32]. Solutes are separated by differential exclusion or inclusion as they travel through a stationary phase composed of heterosporous cross-linked polymeric gels. The approach is based on the varied penetration rates of each solute molecule inside the interior of gel particles [33]. To separate the molecules, a column of gel particles must be in equilibrium with a suitable mobile phase. Large molecules that are totally excluded by the pores go through the space between the gel particles and may arrive first in the effluent [34].

#### **USES OF CHROMATOGRAPHY:**

- Chromatography is a highly effective method for determining the purity of samples.
- Chromatography may be used to determine the quantity of mixture in a sample.
- It is used to separate a mixture of chemicals [35].
- Fingerprint, DNA, and RNA analysis uses both paper chromatography and gas chromatography.
- Chromatography may be used to separate chiral molecules that are nearly identical in molecular weight, element, and physical characteristics, differing only in optical isomers [36].
- HPLC and GC are widely used to identify pollutants in pesticides and oils, including polychlorinated biphenyls (PCBs).
- Identifying the nutritional quality, spoilage, and additives in foods [37].
- HPLC is utilised for protein separation processes such as enzyme purification., plasma fractionation, and insulin purification [38].

- Clinical studies such as urine analysis and antibiotic analysis can be performed using chromatography [39].
- It may be used to assess the degree of contamination in water [40].

**CONCLUSION:**

Chromatography is a vital analytical technique used to separate, identify, and quantify components within a mixture. Its versatility spans various types, such as gas, liquid, and thin-layer chromatography, each suited to different applications and sample types. The method's core principle involves the differential distribution of components between a stationary phase and a mobile phase, leading to their separation. Advances in chromatography, including high-performance liquid chromatography (HPLC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), have significantly enhanced sensitivity, resolution, and speed. These improvements have broadened its application across fields such as pharmaceuticals, environmental testing, and biochemistry. Despite its complexity, the continual evolution of chromatographic techniques ensures their critical role in scientific research and industrial processes, providing precise and reliable results necessary for quality control, regulatory compliance, and innovation.

**REFERENCE:**

1. Ravali R, Phaneendra M, Bhanu JK, Ramya SL, Sushma K. Recent Trends in Analytical Techniques for the Development of Pharmaceutical Drugs. *J Bioanal Biomed.*, 2011; R1: 002.
2. French D. Clinical utility of laboratory developed mass spectrometry assays for steroid hormone testing. *J Mass Spectrom Adv Clin Lab.* 2023 Apr;28:13-19. [PMC free article] [PubMed].
3. M. S. Tswett, On the new form of adsorption phenomena and its application in biochemical analysis, *Proc. Warsaw Natural Biol. Soc.* 1903, 14, 20.
4. L. S. Palmer, Carotinoids and Related Pigments-The Chromophlipids ,ACS Monograph Series, American Chemical Society, New York, 1922, 316.
5. Muñoz-Guerra JA, Prado P, García-Tenorio SV. Use of hydrogen as a carrier gas for the analysis of steroids with anabolic activity by gas chromatography-mass spectrometry. *J Chromatogr A.* 2011 Oct 14;1218(41):7365-70. [PubMed].
6. Meisenhelder J, Bursik S, Lunn G, Strober W. Laboratory safety. *Curr Protoc Hum Genet.* 2008 Apr;Appendix 2:Appendix 2A. [PubMed]
7. A. T. James and A. J. P. Martin, Gas–solid partition chromatography. The separation and micro-estimation of volatile fatty acids from formic acid to dodecanoic acid, *J. Biochem.* 1952, 50, 679.
8. A. J. P. Martin and R. L. M. Synge, A new form of chromatogram employing two liquids phases 1. A theory of chromatography 2. Application to the micro determination of the higher monoamino-acids in proteins,*J. Biochem.*1941, 35, 1358.
9. Harwood L. M., Moody C. J., *Experimental organic chemistry: Principles and Practice (Illustrated edition ed.):* 180.
10. Bailon P, Ehrlich G. K., Fung W. J. and Berthold W., *An Overview of Affinity Chromatography*, 2000, Humana Press.
11. Borgatta L, Fisher M, Robbins N. Hand protection and protection from hands: hand-washing, germicides and gloves. *Women Health.* 1989;15(4):77-92. [PubMed].
12. Z. Fu, L. Sun, J. Cai, X. Wang, X. Wang, S. Zheng, and X. Shen, “Paper Chromatographic Separation of Racemic Diphenylmethyl Alcohols Using Only Pure Water Surfactant Micellar Mobile Phase and Host—Guest Chromatography,” *Journal of chromatographic science*, vol. 35, no. 7, pp. 309-314. 1997.
13. Coskun O. Separation techniques: Chromatography. *North Clin Istanbul.* 2016;3(2):156-160. [PMC free article] [PubMed]
14. Shetty PP, Jacob P, Shenoy RP, Nalini K. Use of single solvent thin layer chromatography to diagnose different organic acidurias. *Indian J Med Res.* 2021 Jul;154(1):150-153. [PMC free article] [PubMed]
15. Neverova I, Van Eyk JE. Role of chromatographic techniques in proteomic analysis. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2005 Feb 05;815(1-2):51-63. [PubMed]
16. Sahu PK, Ramisetti NR, Cecchi T, Swain S, Patro CS, Panda J. An overview of experimental designs in HPLC method development and validation. *J Pharm Biomed Anal.* 2018 Jan 05;147:590-611. [PubMed]
17. Santiago M, Strobel S. Thin layer chromatography. *Methods Enzymol.* 2013;533:303-24. [PubMed]
18. Cuatrecasas P, Wilchek M, Anfinsen CB. Selective enzyme purification by affinity chromatography. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1968;61:636–43. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].

19. Das M, Dasgupta D. Pseudo-affinity column chromatography based rapid purification procedure for T7 RNA polymerase. *Prep Biochem Biotechnol.* 1998;28:339–48. [PubMed] [Google Scholar].
20. H. G. Cassidy, “Investigation of paper chromatography,” *Analytical Chemistry*, vol. 24, no. 9, pp. 1415-1421. 1952.
21. G. Zweig, and J. Sherma, “Paper Chromatography—Past, Present and Future,” *Journal of Chromatographic Science*, vol. 11, no. 6, pp. 279-283. 1973.
22. Beyaza A, Fana W, Carr PW, Schellinger AP. Instrument parameters controlling retention precision in gradient elution reversed-phase liquid. *J Chromatogr A.* 2014 Dec 05;1371:90-105. [PMC free article] [PubMed].
23. Powell CM. What is Newborn Screening? *N C Med J.* 2019 Jan-Feb;80(1):32-36. [PubMed].
24. Kulle AE, Welzel M, Holterhus PM, Riepe FG. Principles and clinical applications of liquid chromatography - tandem mass spectrometry for the determination of adrenal and gonadal steroid hormones. *J Endocrinol Invest.* 2011 Oct;34(9):702-8. [PubMed].
25. Preston RM. Aseptic technique: evidence-based approach for patient safety. 2005 May 26-Jun 8 *Br J Nurs.* 14(10):540-2, 544-6. [PubMed]
26. Muñoz-Guerra JA, Prado P, García-Tenorio SV. Use of hydrogen as a carrier gas for the analysis of steroids with anabolic activity by gas chromatography-mass spectrometry. *J Chromatogr A.* 2011 Oct 14;1218(41):7365-70. [PubMed].
27. B. Nikolova-Damyanova, “Quantitative thin-layer chromatography of triacylglycerols. Principles and application,” *Journal of liquid chromatography & related technologies*, vol. 22, no. 10, pp. 1513-1537. 1999.
28. F. Kurzer, “An early application of paper chromatography,” *Journal of Chemical Education*, vol. 55, no. 5, pp. 321, 1978/05/01. 1978.
29. D. H. Peterson, and L. M. Reineke, “A paper chromatographic technique and its application to the study of new antibiotics,” *Journal of the American Chemical Society*, vol. 72, no. 8, pp. 3598-3603. 1950.
30. M. S. Gibson, and F. Crane, “Paper chromatography method for identification of ethylene,” *Plant physiology*, vol. 38, no. 6, pp. 729. 1963.
31. Plenis A, Olędzka I, Kowalski P, Miękus N, Bączek T. Recent Trends in the Quantification of Biogenic Amines in Biofluids as Biomarkers of Various Disorders: A Review. *J Clin Med.* 2019 May 09;8(5) [PMC free article] [PubMed]
32. T. McCullough, and W. Rocabado, “Combined ascending-descending paper chromatography,” *Journal of chemical education*, vol. 69, no. 12, pp. 995. 1992.
33. L. Hough, “Application of paper partition chromatography to the separation of the polyhydric alcohols,” *Nature*, vol. 165, no. 4193, pp. 400-400. 1950.
34. J. Zijp, “Application of paper chromatography to the identification of accelerators and antioxidants: IV. Detection of antioxidants,” *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas*, vol. 75, no. 10, pp. 1129-1136. 1956.
35. A. Jeanes, C. Wise, and R.-J. Dimler, “Improved techniques in paper chromatography of carbohydrates,” *Analytical Chemistry*, vol. 23, no. 3, pp. 415-420. 1951.
36. Das M, Dasgupta D. Pseudo-affinity column chromatography based rapid purification procedure for T7 RNA polymerase. *Prep Biochem Biotechnol.* 1998;28:339–48. [PubMed] [Google Scholar].

37. Wilchek M, Chaiken I. An overview of affinity chromatography in affinity chromatography–Methods and protocols. Humana Press. 2000:1–6. [PubMed] [Google Scholar].
38. Szablocs Fekete, Alain Beck, Jean-Luc Veuthey, Davy Guillarme, Theory and practice of size exclusion chromatography for the analysis of protein aggregates, Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, (2014) page no. 161-173.
39. Amicon, Dye-ligand chromatography. Applications method. Theory of matrix gel media, Amicon Division. Cherry Hill Drive, MA 01923: N.R. Grace&Company-Conn. 24; 1989. [Google Scholar].
40. Queiroz JA, Tomaz CT, Cabral JM. Hydrophobic interaction chromatography of proteins. J Biotechnol. 2001;87:143–59. [PubMed] [Google Scholar].

**TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERDE SULAMA: KEKİK, KİMYON, ÇÖREKOTU,  
ÇEMEN VE ANASON ÜZERİNE BİR İNCELEME**

**Öğr. Gör. Havva Nur DEMİR DEVECİ\* (ORCID:0009 0005 6827 7334)**

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler  
Programı

**Email:** hndemir@erbakan.edu.tr

**Prof. Dr. Ramazan TOPAK (ORCID:0000 0003 3748 2720)**

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

**Email:** rtopak@selcuk.edu.tr

**ÖZET**

Tıbbi bitkiler, insan ve hayvan hastalıklarının tedavi edilmesinde kullanılan bitkiler olarak, kokulu bitkiler ise aromatik bitkiler olarak isimlendirilmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkiler doğada kendiliğinden yetişenler ve kültürü yapılanlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin çoğunluğu kurak ve yarı kurak bölgelerde yetişebildiği için bu bölgelerin önemli ticari ürünleridir ve dolayısıyla ekonomiye katkı sağlamaktadırlar. Bu bölgelerde yıllık yağış miktarı az olduğundan su kısıtı, kültürü yapılan bu bitkilerin üretimini de sınırlandıran temel unsurlardan biridir. Dolayısıyla yüksek ürün verimi için sulama kaçınılmaz olmaktadır. Kıt bir kaynak olan suyun gelecek nesiller için önemi ve mevcut ihtiyaç göz önüne alındığında, tıbbi ve aromatik bitkilerde de optimum bir sulama yönetimine ihtiyaç vardır. Bu bağlamda bitki için uygun bir sulama programı ve sulama yönteminin belirlenmesi, su tasarrufu ve daha yüksek verim için çok önemlidir. Basıncılı sulama yöntemlerinin, sulama suyu tasarrufu ve etkinliği yönünden salma sulama yöntemlerinin üstünü olduğu bilinen bir gerçektir. Günümüze kadar birçok araştırmacı, tıbbi ve aromatik bitkilerde bitki su tüketimleri, sulama suyu gereksinimleri ve sulama programlarını esas alan çok sayıda araştırma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada, kimyon, anason, kekik, çemen, ve çörekotu gibi tarımı yapılan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerde sulama ile ilgili yürütülmüş bazı araştırmalar incelenerek, sonuçları kısaca sunulmuştur. Söz konusu bitkilerde sulama yönetimine ilişkin yapılan araştırmalar, verimliliğin artırılması ve sulamadan tasarruf sağlanmasının kapsamını, sakinlerini ve uygulanabilirliğini göstermektedir. Kısacası ele aldığımız tıbbi ve aromatik bitkilerde yürütülen araştırmalar, sulama yönetimi konusunda umut verici sonuçlar ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, Sulama Programı, Sulama-Verim İlişkileri, Sulama Yöntemleri

**IRRIGATION IN MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS: A REVIEW FOR  
CUMIN, BLACK CUMIN, FENUGREEK, OREGANO AND ANISE**

**Abstract**

Medicinal plants are called plants used to treat human and animal diseases, and odorous plants are called aromatic plants. While some of these plants are collected from nature, some are cultivated and produced. Since the majority of medicinal and aromatic plants can grow in arid and semi-arid regions, they are important commercial crops of these regions and therefore contribute to the economy. In these regions water is one of the main constraint in crop production since the growing areas are low in annual rainfall and therefore water resources are deficit. Therefore, irrigation is inevitable for high crop yield. But considering the importance of water for future generation and also present need, it is most necessary to workout optimum irrigation management in medicinal and aromatic plants. In this context, determining an appropriate irrigation program and irrigation method for the plant is very important for water saving and higher productivity. It is known that pressurized irrigation methods are superior to flood irrigation methods in terms of irrigation water saving and efficiency. So far, many researchers have conducted numerous research works on medicinal and aromatic plants based on plant water consumption, irrigation water requirements and irrigation programs. In this study, some studies on irrigation of some cultivated medicinal and aromatic plants such as cumin, fenugreek, anise, oregano and black cumin were examined and the results were briefly presented in this proceeding. Research works on irrigation management in these crops have been documented to understand the scope, drawbacks and feasibility to increase the productivity and to economize the water use. Briefly, the review of the literature revealed promising results on irrigation management in medicinal and aromatic plants.

**Keywords:** Medicinal and Aromatic plants, Irrigation Program, Irrigation-Yield Relationship, Irrigation Method



## GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler; gıda, ilaç, kozmetik ve baharat gibi birçok kullanım amaçları olan ve insanlık tarihinin başlangıcından itibaren benzeri amaçlarla kullanıldıkları bilinen bitkilerdir (Demirezer, 2010). Dünyada değişik tropik bölgelerde 6000'den daha fazla tıbbi bitki türü tespit edilirken (Khare, 2008), bunlardan 1000'den fazlası aromatik bitki olarak sınıflandırılmıştır (Panda, 2015). İnsan ve hayvan hastalıklarının tedavi edilmesinde kullanılan bitkiler tıbbi; kokulu bitkiler ise aromatik bitkiler olarak isimlendirilmektedir. Bu bitkilerin çoğunluğu kokulu olduğundan iki tanım genellikle bir arada kullanılmaktadır (TARBİGEM, 2024). Tıbbi ve aromatik bitkiler, hastalıkları tedavi edici özelliği ile ilaç olarak geleneksel ve modern tıpta kullanılan önemli bileşikleri bünyesinde barındırmaktadır (Doğanoğlu ve ark., 2006). Bu bitkilerin su ya da alkoldeki ekstraktları bitki hastalık ve zararlılarına karşı biyolojik mücadele kapsamında kullanılmaktadır (Isman, 2000; Bakkali ve ark., 2008). Dünya çapında ticari amaçlarla kültürü yapılan tıbbi ve aromatik bitki sayısı 900 kadardır (Arslan ve ark, 2015). Tıbbi ve aromatik bitkiler doğadan toplananlar ve kültürü yapılanlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Doğadan toplanan tıbbi ve aromatik bitkiler; ormanlar, meralar, kullanılmayan tarım arazileri gibi yerlerde kendiliğinden yetişen bitkilerin meyve, sap, yaprak, çiçek gibi kısımları ile bazen tarımsal arazilerde yetişen yabancı otlar olabilmektedir (FAO,2005). Dünya genelinde ticareti yapılan tıbbi ve aromatik bitkilerin önemli bir kısmı doğadan toplanmaktadır. Doğal yaşam alanlarında bulunan tıbbi ve aromatik bitkilerin aşırı kullanımı bitki topluluklarına zarar vermiş ve dolayısıyla bu değerli bitkiler için ciddi bir tehdit oluşturmuştur (Hoareau ve Da Silva 1999). Bu durumun devam etmesi halinde, gelecekte dünyadaki bu bitkilerin yüzde 25'inin yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olacağı (Kala, 2000), dahası dünya genelinde mevcut 15000 tıbbi ve aromatik bitki türü de dahil olmak üzere dünya üzerindeki toplam bitki türlerinin %21'inin tehlike altında kalacağı tahmin edilmektedir (Bramwell, 2003; Schippmann ve ark 2006). Dolayısıyla, insanlık için bu denli öneme haiz olan bu bitkilerin sürdürülebilir kullanımı için tarımının yapılması vazgeçilmezdir. Bununla birlikte, tıbbi ve aromatik bitkiler çok çeşitli yaşam döngüsüne, morfolojik özelliklere ve tıbbi amaçlara sahip çok çeşitli türler içerdiğinden, bu bitkilerin sürdürülebilir kullanımı, onların doğal yaşam ortamlarına göre yönetiminin çeşitli metotlarına dayanmalıdır.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin tarla koşullarında yetiştirilmesi için çoğaltma yöntemi, ekim zamanı, bitki yoğunluğu, besin ve su gereksinimleri ve yabancı otlarla rekabet gibi farklı yönetim uygulamaları gerekmektedir (Tabrizi ve ark., 2011). Tıbbi ve aromatik bitkilerin bir kısmının yaklaşık 36 milyon hektar alanda tarımı yapılmakta, üretim miktarı yönünden kahve, kakao, çay, kırmızı biber ilk sıralarda yer almaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin dış ticaretinde birçok bitki yer almaktadır. Dünya tıbbi ve aromatik bitkiler ticaretinin büyüklüğü 2000 yılında 50 milyar dolarken 2016 yılında 180 milyar dolara yükselmiştir (Temel ve ark., 2018).

Tarımsal bitkilerin de dahil olduğu tüm canlılar için su vazgeçilmezdir. Dünya Bankası (2022) verilerine göre 2021 yılında, dünya genelinde kullanılan tatlı su miktarının yaklaşık %70'i tarımda tüketilmiştir. Dünyanın birçok bölgesindeki su kaynakları tarımın baskısı altında bulunmaktadır. Günümüzde su kaynaklarının akılcı kullanılması ve akılcı sulama yapılması daha da önem kazanmıştır. Sulama, özellikle yağışların az veya kısa süreli olduğu kurak ve yarı kurak koşullarda tarımda gerekli işlemlerden biridir. Suyun kısıtlı olduğu bölgelerde, eko sistem üzerinde baskı oluşturmadan gıda üretimini arttırmak için tarımda su kullanım verimliliğinin artırılması zorunluluk arz etmektedir. Bu durum, su kaynaklarının etkili bir şekilde yönetilmesi ve dolayısıyla sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır.

Kurak bölgelerde ve tarımsal kuraklık koşullarında, yeterli seviyede ürün verimi için sulama kaçınılmazdır. Kısıtlı bir kaynak olan suyun gelecek nesiller için önemi ve mevcut ihtiyaç göz

önüne alındığında, tıbbi ve aromatik bitkilerde de optimum bir sulama yönetimine ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüze kadar, pek çok araştırmacı tarafından tıbbi ve aromatik bitkilerin büyüme ve gelişmesine kuraklığın ve sulamanın etkisi araştırılmıştır. Önceki çalışmalar, sulamanın bitkilerin verimi belirleyen morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerinde önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca, sulama seviyeleri verimi ve uçucu yağların bazı önemli bileşenlerini de etkilemektedir (Llorens-Molina ve Vacas, 2017; An ve Liang, 2013; Mathobo ve ark., 2017; Rioba ve ark., 2015; Sánchez-Blanco ve ark., 2004). Bu bildiri kimyon, çörekotu, çemen, kekik ve anason gibi tıbbi ve aromatik bitkilerde sulama üzerine yapılmış bazı araştırmalar incelenerek, sonuçları bitki bazında sunulmuştur.

## 2. TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERDE SULAMA

Bu bildiri kekik, çemen, çörekotu, kimyon ve anasondan oluşan beş önemli tıbbi ve aromatik bitkide sulama üzerine yürütülen tarla ve saksı denemelerinin bazılarının incelemesi yapılmıştır. Günümüze kadar pek çok araştırmacı söz konusu bitkilerde sulama yönetimi üzerinde çalışmış ve büyümeyi, biyolojik verimi, dane verimini, su kullanım verimliliğini ve ürün kalitesini iyileştirmeye yönelik birçok yararlı sonuç ortaya koymuşlardır.

### 2.1. KEKİK

Baharatlık ve şifalı bir bitki olan kekik, Güney Avrupa'ya özgüdür, ancak artık hem doğada hem de kültür ortamında daha yaygın olarak yetişmektedir. Dünya çapında çok çeşitli iklim koşullarına sahip birçok ülkede (Rusya, Polonya, İsviçre, ABD, İspanya, Fransa, İtalya, Fas ve Güney Afrika) yetiştirilmektedir (Özgen, 2016). Tıbbi ve aromatik bitkilerin içinde kekik, hem doğrudan tüketilerek ve hem de birçok sanayi dalı tarafından yoğun olarak kullanılmakta olup, ilaç sanayinin ham maddelerindedir. Kekik karaciğeri iyileştirici, akciğer kanserini tedavi edici, boğaz ve karın ağrılarını hafifletici, kalp ritmini düzenleyici, iltihap giderici ve virüslere karşı koruyucu faydalarının yanı sıra iştah açıcı ve yağ yakıcı gibi özelliklerinin olduğu da bilinmektedir (Dereli ve Artukoğlu, 2023). Kekik türleri böbrek hastalıkları, hipertansiyon, inflamasyon, enfeksiyon, ağrı tedavisinde, cilt ve ağız yıkamada yaygın olarak kullanılan bitkisel şifalı bitkilerden biridir (Abebe ve ark., 2003; Parvev ve Yadav, 2010).

Kekik kuraklığa dayanıklı bir bitki olmakla birlikte, yüksek verim elde etmek için bu bitkinin yaz aylarında ve özellikle her bir hasattan sonra sulanması gerekmektedir (TOB, 2022a). İyi bir kekik üretimi için, özellikle ilk yıl sulama, çapalama ve ot alma gibi bakım işlemlerinin aksatılmadan, dikkatli bir şekilde yapılmasına özen gösterilmelidir. İkinci yıldan itibaren iyi gelişmiş ve sulama imkanı olan kekik üretiminden 2-3 biçim alınabilir (Ufuk Tarım, 2024).

Kekik tarımında sulama konusunda Giannoulisa ve ark (2020) Yunanistan'da yaptıkları çalışmada, kekik bitkisinin sulama ve farklı azot dozlarına etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kekik bitkisi yağışa dayalı ve damla yöntemiyle tam sulama altında 0, 150 ve 300 kg/ha azot miktarları uygulanmıştır. Araştırmacılara göre, azot ve damla sulama uygulaması kekik ot verimi ile uçucu yağ verimini önemli ölçüde artırmıştır. Başka bir çalışmada Gerami ve ark (2016) farklı sulama aralığı (bir hafta, 2 hafta ve 3 hafta) ve ahır gübresi uygulamalarının kekikte verim ve verim unsurlarına etkisini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar, sulama aralıklarının arttırılmasının kekik ot verimi üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu, uçucu yağ içeriği ve uçucu yağ verimi üzerinde ise önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Benzeri başka bir çalışmada Atallah ve ark (2011) Lübnan'da kekik bitkisini damla sulama yöntemiyle sabit miktar sulama suyunu 7, 14 ve 21 günde bir olmak üzere uygulayarak, bitkisel ve uçucu yağ verimine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılara göre, en iyi performansı iki haftada bir sulama uygulaması gerçekleştirmiştir. Farklı sulama aralığına dayalı bir başka araştırmada Tabrizi ve

ark (2011), iki, üç ve dört haftada bir sulamanın Horasan kekiğinde biyolojik verim ile uçucu yağ verimini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Kekikte kısıntılı sulama üzerine Ninou ve ark (2017), Yunanistan’da yaptıkları çalışmada kekik bitkisinde kısıntılı sulamanın etkisini araştırmışlardır. Sulama suyu ihtiyacının %40, 60, 80 ve 100’üne karşılık gelen sulama uygulamaları saksı denemesi ile gerçekleştirilmiş olup, %60 ve %40 kısıntı uygulamasının ürün verimini önemli ölçüde azalttığını, ancak %20 kısıntı ile tam sulama uygulamaları arasında verim yönünden bir fark olmadığı ve dolayısıyla sulama suyundan %20 kısıntı yapılabileceği bildirilmiştir. Abdali ve ark (2023) İran’da kekik bitkisinde tarla koşullarında yaptıkları çalışmada, toprak faydalı su kapasitesinin (FSK) %40, 60 ve 75’e düştüğünde sulama yapılmasını ve mevcut nemin tarla kapasitesine ulaştırılmasını esas alan üç farklı sulama rejiminin bitki gelişimi ile kuru ürün ve uçucu yağ verimine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada geciken sulamalarda (FSK’nın %40 ve %60’ı) bitkisel verim önemli seviyede azalmıştır. Yine İran’da Benzeri başka bir çalışmada Pirzad ve Mohammadzadeh (2018) kekik bitkisini tarla kapasitesi nemi %25 ve %50 azaldığında sulayarak, toprak nemini tarla kapasitesine ulaştırmışlardır. Farklı sulama aralığı ve sulama suyu miktarlarını kapsayan bu uygulamaların, kekik biyolojik verimi ile uçucu yağ verimini etkilediğini, tarla kapasitesi neminin %25’i tüketildiğinde sulama uygulamasının hem ot ve hem de uçucu yağ verimini önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir.

## 2.2. ÇEMEN

Çemen tek yıllık bir baklagil bitkisidir. Halk arasında “buy otu” olarak bilinen bu bitki dünyada geniş yayılma alanına sahiptir. Baklagil bitkisi olarak çemen, farklı ekim nöbeti sistemlerinde toprak özelliklerinin iyileştirilmesinde ve yeşil gübre olarak kullanılabilen olup, gerek insan, gerekse hayvan beslenmesinde iyi bir protein kaynağıdır. Çemen bitkisinin birçok alanda kullanıldığı bilinmektedir. Bu bitkinin, özellikle tıp, gıda, eczacılık ve kozmetik gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmakla beraber, halk hekimliğinde de kullanımı mevcuttur. Çemen, hem yeşil aksamı hem de tohumu için yetiştirilen çok amaçlı bir üründür. Yani hem tohumları hem de yeşil aksamı kullanılır (Bozdemir ve ark., 2016)

Bitkinin gen merkezi, Güney Avrupa ve ülkemizi de içine alan Akdeniz havzası ve Batı Asya’dır. Halk arasında “Buy otu” ismi ile de tanınan ve “Üçgül benzerleri oymağı” ndan olan trigonella cinsi Doğu Akdeniz çevresi kurak bölgelerde yayılış gösteren 50 kadar türü içermektedir (TOB, 2020b). Çemen, önemli bir tıbbi bitki olarak başlıca Çin, Hindistan, Mısır, Etiyopya, Fas, Ukrayna, Yunanistan, İtalya, İspanya, Fransa, Türkiye ve Kanada gibi birçok ülkede yaygın olarak tarımı yapılmaktadır (Gençkan, 1983; Akgül, 1993; Petropoulos, 2002). Ülkemizde sadece Trigonella foenum-graecum L. türünün kültürü yapılmaktadır (TOB, 2020b).

Çemen bitkisi çiçeklenme ve bakla doldurma aşamalarında su stresine karşı oldukça hassastır ancak aşırı sulama, aşırı vejetatif büyümeye ve üreme döneminin kısılmasına neden olabilir ve sonuçta verimi azaltabilir (Sharma ve ark., 2016). Bu nedenle çemen otu yetiştiriciliğinde ideal sulama düzeyi ve sulama zamanını ifade eden uygun bir sulama programının tatbik edilmesi çok önemlidir. Özellikle yağışların yetersiz olduğu durumlarda sulama yapılmalıdır. Çiçeklenme sonrası ve özellikle olgunlaşmaya başladığı dönemde dane dolumu için sulama yapılması yararlı olmaktadır (TOB, 2020b).

Çemende sulama üzerine Baghbani-Arani ve ark (2017) İran’da yaptıkları çalışmada, toprak faydalı su kapasitesi (FSK) farklı seviyelere düştüğünde, yani FSK’nın %40, %60 ve %80’i tüketildiğinde, olmak üzere üç farklı sulama aralığı koşulunda, karık yöntemi ile sulama altında zeolit ve gübre uygulamasının çemende verim ve kimyasal bileşimine etkisini araştırmışlardır.

Bu çalışmaya göre, en yüksek biyolojik verim ile dane verimi, faydalı su kapasitesinin %40'ı tüketildiğinde uygulanan tam sulama konusundan gerçekleşmiştir. Buna karşın çemenin vejetatif gelişme döneminde, faydalı su kapasitesinin %60 ve %80'i tüketilince sulama uygulanan konularda trigoneline oranı artmıştır. Yine çemen tarımında sulama aralığının etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada Seghatoleslami ve ark (2013), İran'da yaptıkları tarla denemesinde 5, 10 ve 15 günde bir sulamadan oluşan üç farklı sulama aralığının çemende verim ve verim unsurlarına etkisini araştırmışlardır. Sonuçlara göre çemende geniş sulama aralıkları (10 ve 15 gün) ürün verimini olumsuz şekilde etkilemiştir. En yüksek dane verimi 5 gün sulama aralığında gerçekleşmiş olup, 10 ve 15 gün sulama aralıkları uygulamasında yaklaşık olarak %50 verim azalması oluşmuştur.

Yine Dadrasan ve ark.(2015)'nin İran'da yaptıkları tarla denemesinde, kısıntılı sulama ve biyolojik gübrenin çemende ot verimi, dane verimi ve alkoloit (trigonellin) verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu kapsamda, 7 gün sulama aralığında toprak nemine dayalı belirlenen sulama suyu ihtiyacının %100, %75 ve %50'sinden oluşan sulama konuları, karık yöntemi ile çemen bitkisine uygulanmıştır. Sulama suyu kısıntısı hem dane ve hem de alkoloit verimini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Tam sulama ile kıyaslandığında, sulama suyundan %25 ve %50 kısıntı yapılması; sırasıyla dane veriminde %27 ve %42, alkoloit veriminde ise %23 ve %38 azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Çemen bitkisinde benzer içerikli başka bir çalışmada Kaplan ve ark (2024) Kayseri (Türkiye)'de yaptıkları tarla denemesinde, damla sulama yöntemiyle uygulanan farklı sulama suyu seviyelerinin çemende ot verimi ve kimyasal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Haftalık sürede tarla kapasitesinden eksilen nem miktarının esas alındığı sulama suyu miktarının %100, 75, 50, 25 ve 0'ı çemen bitkisine uygulanmış ve bitkiler çiçeklenme döneminde hasat edilmiştir. En yüksek bitki su tüketimi tam sulama konusunda gerçekleşmiş olup, 324 mm olarak ölçülmüştür. Tam sulama uygulaması, yağışa dayalı üretime göre kuru ot verimini 2.87 kat ve ham protein verimini ise 2.28 kat artırmıştır. Sulama suyu kısıntısı bitkisel ot verimi ve ham protein verimini önemli ölçüde azaltırken, ham protein verimi yönünden %25 kısıntılı sulama ile tam sulama arasında fark bulunmamıştır. Yine geleneksel kısıntılı sulamanın çemen bitkisine etkisi, Abou-Sreea ve ark (2022) tarafından Mısır'da yapılan bir tarla denemesinde araştırılmıştır. Kıyas bitki su tüketimine bağlı belirlenen bitki sulama suyu ihtiyacına göre; çemene tam sulama, %20 ve %40 kısıntılı sulama uygulamaları, ürün verimi ve kalitesini etkilemiştir. Çalışmaya göre sulama suyunda yapılan kısıntı bitki gelişimini ve verimini olumsuz etkilemiş olup, sulama suyundan yapılan %20 ve %40 kısıntı ürün verimini sırasıyla %10 ve %32 azaltmıştır.

Çemende sulama yöntemlerinin etkisi konusunda Bhunia ve ark (2015) tarafından Hindistan'da, bir tarla denemesinde araştırılmıştır. Salma sulama yönteminde tam sulama ve damla sulama yönteminde tam sulama ile %20 ve %40 kısıntılı sulamaları uygulamıştır. Tam sulamalarda; salma yönteminde 540 mm sulama suyuna karşılık 1302 kg/ha dane verimi, damla sulamada 463 mm sulama suyu ile 1553 kg/dane verimi elde edilmiştir. Ayrıca damla yöntemiyle %20 ve %40 kısıntılı sulamalarda 371 mm ve 278 mm sulama suyu ile sırasıyla 1484 kg/ha ve 1344 kg/ha ürün elde edilmiştir. Sonuçlara göre, damla yöntemi salma sulamanın üstünüdür. Dahası, salma sulama ile kıyaslandığında, damla sulama yöntemi %49 daha az su kullanarak, salma sulamadan daha yüksek ürün sağlamaktadır. Hindistan'da Lal ve ark (2020) yaptıkları tarla denemesinde farklı sulama yöntemleri (mikro yağmurlama, damla ve salma sulama) ile eklemeli kap buharlaşmasının (CPE) farklı miktarlarına göre sabit sulama suyu (IW) uygulamasını içeren farklı sulama rejimlerinin çemende verime etkilerini araştırmışlardır. Sonuçlar, bitkinin gelişimi ve verimi yönünden sulama yöntemleri ile sulama suyu seviyeleri (183 mm- 460 mm) arasında önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte damla

sulama ile 0.6 IW/CPE oranındaki sulama rejimi, çemende dane verimi yönünden diğer uygulamalara üstünlük göstermiştir.

Çemende, kap buharlaşmasına dayalı olarak sulama programı geliştirilmesi konusunda Sharma ve ark (2016) Hindistan'da yaptıkları çalışmada, eklemeli kap buharlaşmasının (CPE) farklı seviyelerinde sabit 50 mm sulama suyu (IW) uygulamasını esas alan farklı IW/CPE oranları (IW/CPE oranı 0.4, 0.6, 0.8 ve 1.0) uygulamasının etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılara göre en uygun sulama programı; vejetatif dönemde 0.6 IW/CPE + ürün döneminde 1.0 IW/CPE uygulaması en iyi sulama programı oluşmuştur. Bu sulama programında 330 mm sulama suyu uygulanmış ve 1827 kg/ha dane verimi sağlamıştır. Hindistan'da benzer içerikli başka bir çalışmada Datta ve Chatterjee (2006), çemen bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde ve eklemeli kap buharlaşmasının (CPE) farklı seviyelerinde, sabit sulama suyu (IW) miktarı baz alınarak, her sulamada 50 mm sulama suyu uygulamasının verime etkilerini araştırmışlardır. Sonuçlara göre; çemenin dallanma döneminde 50 mm su ile bir kez sulanması, yağışa dayalı üretim sistemine göre verimi yaklaşık 700 kg/ha artırmıştır. Çemende dallanma, çiçeklenme ve dane olum dönemlerinde olmak üzere üç kez sulama ile 150 mm su uygulanan konu (1091 kg/ha) ile IW/CPE oranı 1.0'e göre, beş kez sulanarak 250 mm su uygulanan sulama rejimi (1243 kg/ha) dane verimi yönünden en iyi performansı göstermişlerdir. Yine benzer içerikli başka bir çalışmada Mehta ve ark (2010) Çemende eklemeli kap buharlaşmasının (CPE) farklı seviyelerinde sabit sulama suyu (IW) miktarı baz alınarak, 0.6, 0.8 ve 1.0 IW/CPE oranları sağlandığında (CPE: 83.33, 62.5, 50 mm olduğunda) her sulamada 50 mm sabit sulama suyu uygulamasının verime etkilerini araştırmışlardır. 0.6, 0.8 ve 1.0 IW/CPE konularına 350, 400 ve 500 mm sulama suyu uygulanmış, sırasıyla bu konulardan 1070, 1350 ve 1470 kg/ha eş değerinde verim elde edilmiştir. Bu çalışmaya göre, en yüksek ürün verimi, eklemeli kap buharlaşma miktarı 50 mm olunca, 50 mm sulama suyu uygulandığında gerçekleşmiştir. Benzer içerikli Hindistan'da yapılan başka bir araştırmada Bhunia ve ark (2006), çemen bitkisinde 0.4, 0.6 ve 0.8 IW/CPE oranlarına bağlı üç farklı sulama seviyesini çalışmışlardır. Her konuya her sulamada sabit 60 mm sulama suyu uygulanan bu çalışmada, 0.4, 0.6 ve 0.8 IW/CPE konularına sırasıyla 230, 290 ve 403 mm sulama suyu uygulanmış ve sırasıyla 487, 820 ve 1020 kg/ha dane verimi elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, çemen bitkisinde, CPE değeri 75 mm'ye ulaştığında sulamaların yenilendiği ve 60 mm sulama suyu ile sulandığı konu en iyi sulama programı olmuştur.

### 2.3. ÇÖREKOTU

Tohumları için üretilen çörekotu, şifalı bir bitki olduğu kadar önemli bir baharat bitkisidir. Çörekotu, Mısır ve Doğu Akdeniz'e özgü tek yıllık bir bitki olup, çoğunlukla Akdeniz, Orta Doğu, Orta Avrupa ve Batı Asya'nın dahil olduğu kurak ve yarı kurak alanlarda yetişmektedir (Randhawa ve Alghamdi, 2011). Çörekotu, tohumundan yararlanılan tıbbi - aromatik bitkiler grubundandır. Gıda, eczacılık, kozmetik ve halk hekimliği alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Anonim, 20xxa). Günümüzde Hindistan, Pakistan, Sri Lanka, Bangladeş, Nepal, Mısır, Suriye, Suudi Arabistan, Türkiye, İran ve Irak başlıca çörekotu üreten ülkelerdir (Malhotra ve Vashishtha, 2008; Haq ve ark. 2015).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde çörekotu ekseriyetle yağışa dayalı olarak üretilmektedir ve dolayısıyla da dane verimi düşük seviyede gerçekleşmektedir. Çörekotu bitkisinde sulama-verim ilişkisini ortaya koyan bazı sulama araştırmalarının kısa bir özeti burada verilmiştir.

Çörekotu tarımında sulama programlaması üzerine Şenyiğit ve Arslan (2018) Afyonkarahisar bölgesinde iki yıllık bir tarla denemesi yürütmüşlerdir. Çalışmada çörekotu bitkisinde 3, 5 ve 10 gün sulama aralıklarında, birinci yılda, kaptan oluşan eklemeli buharlaşma miktarı ve ikinci

yılda ise kök bölgesi toprağından tüketilen nem miktarının %100, 75, 50 ve 0'ından oluşan sulama suyu miktarlarını damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; 1700 kg/ha ile en yüksek dane verimi 5 gün sulama aralığında ve tam sulama koşulunda elde edilmiş, su kaynağının kısıtlı olması koşulunda sulama suyundan %25'e kadar kısıntı yapılabileceği bildirilmiştir. Ayrıca, çörekotu bitkisinin sulanmasında, kap buharlaşması ve toprak nemi izleme yöntemlerinin her ikisinin de kullanılabileceği ifade edilmiştir. Farklı sulama aralıkları uygulaması üzerine Pariari ve ark (2019) Hindistan (Batı Bengal'de) yaptıkları çalışmada, farklı zaman aralıklarında sulama uygulamalarının çörekotu bitkisinin gelişimine, verimine ve verim unsurlarına etkisini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre; sulama aralığı uzadıkça verim azalmış olup, en yüksek dane verimi en kısa sulama aralığı (10 gün) olan uygulamadan (828 kg/ha) ve en düşüğü ise en uzun sulama aralığı (28 gün) koşullarından (443 kg/ha) elde edilmiştir.

Kısıntılı sulamanın çörekotuna etkisi üzerine yürütülmüş araştırmalar mevcut olup, bunlardan bazıları kısaca özetlenmiştir. Örneğin Özer ve ark (2020), yarı kurak Erzurum koşullarında çörekotu bitkisine, buharlaşma kabından oluşan birikimli buharlaşma miktarı 50 mm olunca sulamalar yenilenmiş ve bu miktarın %100, 80, 60 ve 40'ından oluşan sulama seviyeleri, damla sulama yöntemiyle uygulanarak verim ve verim unsurlarına etkisi araştırılmıştır. Çörekotu verimi en yüksek 1413 kg/ha ile sulama ihtiyacının tam karşılandığı konudan (buharlaşma miktarının %100'ü) alınmıştır. Benzer başka bir çalışmada Ghamarnia ve Jalili (2013) İran'ın yarı kurak bir bölgesinde, çörek otuna tam sulama yanında tam sulamanın %80, 60 ve 40'ından oluşan kısıntılı sulama konularını uygulayarak dane ve yağ verimine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılara göre, en yüksek ürün verimi tam sulama konusundan elde edilmiştir. %20 su kısıntısı tam sulamaya göre çörekotu dane ve yağ verimini yaklaşık %50 oranında azaltmış olup, bu bitkinin su stresine hassas olduğuna dikkat çekmişlerdir. Benzer bir çalışmada Yaghi ve ark (2024) Suriye'de çörekotu bitkisine kap buharlaşmasına dayalı bitki su ihtiyacının farklı seviyelerinden oluşan kısıtlı sulama stratejilerini damla sulama yöntemiyle uygulayarak, bitki verimine ve net kazanca etkisini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar, en yüksek verim ve net kazancın tam sulama ile %25 kısıntılı sulama uygulamalarından gerçekleştiğini göstermiştir.

Çörekotu bitkisinin sulanmasında bitkinin farklı gelişme dönemlerini esas alan araştırmalarda yürütülmüştür. Söz gelimi Ahmed ve ark (2021) Bangladeş'de yaptıkları çalışmada, çörekotunu su stresine hassas olan farklı gelişme dönemlerinde (vejetatif gelişme, çiçeklenme ve kapsül oluşum dönemleri) sulama uygulayarak, gelişim ve verime etkisini araştırmışlardır. Sonuçlara göre, çörekotunda sulamanın vejetatif gelişme ve çiçeklenme döneminde olmak üzere iki kez sulanmasının verimi önemli şekilde artırdığını, kapsül döneminde sulamanın verimi olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Bitki gelişme döneminde sulama üzerine başka bir çalışmada Gutiérrez Prieto (2017) Türkiye'de (Adana) Çörekotu bitkisinde, dane olgunlaşma döneminde, A sınıfı kaptan olan buharlaşma miktarının %0,10, 50, 70 ve 100'ü damla sulama yöntemiyle uygulayarak, verim ve kaliteye etkisini araştırmışlardır. Söz konusu dönemde kap buharlaşması miktarının %50'sinden oluşan ve dört kez uygulanan kısıntılı sulama her yönüyle en iyi performansı göstermiştir. Kap buharlaşmasının %100'ünün uygulandığı konuya göre, verimi %61.4 artırırken, sudan ise %42.7 tasarruf sağlamıştır. Benzer içerikli İran'da yürütülen tarla denemesinde Bannayan ve ark (2008), çörekotuna, bitkinin farklı gelişme dönemlerine (tomurcuklanma başlangıcı, çiçeklenme başlangıcı ve dane olum dönem başı) kadar karık yöntemi ile haftada bir sulama uygulayarak, verime etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, çörek otu en iyi ürün verimini, bitkinin yetişme dönemi boyunca tam sulandığı koşullarda sağladığı bildirilmiştir. Tomurcuklanma başlangıcında sulamanın kesilmesi ile çiçeklenme başlangıcında sulamaya son verilmesi uygulamalarının verimi çok düşürdüğü, hatta dane

oluşum dönemi başında sulamanın sonlandırılması halinde, tam sulamaya göre dane verimini %19.3 azalttığı bildirilmiştir. Yine İran'da çörek otunda karık usulü sulama ile yapılan benzer bir çalışmada Hadi ve ark (2016), çörekotunda sulamanın tomurcuklanma ve çiçeklenme dönem başlangıcında sonlandırmanın ürün verimini önemli şekilde düşürdüğünü, sulamaların dane olum dönemi sonuna kadar devam ettirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Özellikle, bitkinin tomurcuklanma döneminde su stresine çok hassas olduğunu ve sulamanın tomurcuklanma dönemi başlangıcında sonlandırılmaması gerektiğine dikkat çekmişlerdir.

#### 2.4. KİMYON

Kimyon Tıbbi ve Aromatik bitkilerden olup, genellikle baharat ve ilaç sektöründe kullanılan kazık kök yapısına sahip bir bitkidir (Anonim, 2015). Kimyon, tohumları hem fenolik bileşikler hem de gıda aroması olarak geniş uygulamalara sahip uçucu yağlar üreten endüstriyel bir bitki, diş ağrısı, ishal, epilepsi, hazımsızlık ve sarılık hastalığının tedavisi için ilaçlar ve doğal antioksidanlar olarak ise tıbbi bir bitkidir (Nostro ve ark., 2005; Bettaieb ve ark., 2012). Kimyonun ekonomik olarak kullanılan kısmı meyveleridir. Meyvelerinde %2.5-5 oranında uçucu yağ, %10-23 sabit yağ ve %15-25 protein içermektedir. Gıda, eczacılık, parfümeri ve halk hekimliği alanlarında çok sayıda kullanım alanı bulmaktadır (Anonim, 20xxb). Karabiberden sonra dünyada en popüler ikinci baharattır (Lodha ve Mawar, 2014). Dünyadaki başlıca kimyon üreticileri arasında İran, Hindistan, Suriye, Türkiye, Mısır ve Fas bulunmaktadır (Sowbhagya, 2013; Rezvani ve ark., 2014; Siow ve Gan, 2014). İran, dünyanın önde gelen kimyon üreticilerinden biridir (Sowbhagya, 2013). Hindistan, dünyada en büyük kimyon üreticisi, tüketicisi ve ihracatçısıdır (Singh ve ark., 2015).

Kimyon, kısa yetiştirme dönemine sahip, çok az nem ve besin girdisi gerektiren önemli bir bitkisidir. Kimyon kurak ve az yağış alan bölgelerde biyolojik verimi düşük, kuraklığa dayanıklı, su kullanım etkinliği yüksek, düşük su tüketimi ile tatmin edici verim sağlayan bitkilerden biri olduğu bilinmektedir (Samadzadeh et al., 2016). Kimyon çimlenme döneminde suya ihtiyaç duyar. Verimin istenen düzeyde olması için en azından çiçeklenme öncesi bir sulama yapılması gereklidir (Anonim, 2015). Kimyon uzun gün bitkisi olup, yıllık yağışın 350-400 mm olduğu ve bu yağışların yarısını kimyonun gelişme döneminde alan bölgelerde, sulanmaksızın tatmin edici ürün verimi ile tarımı yapılabilmektedir (Alizadeh et al., 2005; Anonim, 20xxb).

Kimyon bitkisinde sulama yöntemlerinin etkisi üzerine Mehriya ve ark (2020) tarafından Hindistan'da yapılan üç yıllık tarla denemesinde, kap buharlaşmasının %40, 60 ve 80'i damla yöntemiyle ve kap buharlaşmasının %80'i salma sulama yöntemiyle olmak üzere uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; en yüksek bitki su tüketimi 270 mm ile kap buharlaşmasının %80'inden oluşan sulama konusundan ve en yüksek dane verimi ise 1063 kg/ha ile kap buharlaşmasının %60'ından oluşan damla sulama konusundan elde edilmiş olup, salma sulamaya göre %18.9 su tasarrufu sağlanmıştır. Hindistan'da yapılan benzer başka bir çalışmada Singh ve ark (2015), kimyonda farklı ekim ve sulama yönteminin verim ve kalitesine etkisini araştırmışlardır. Sonuçlara göre; damla sulamanın en düşük sulama suyuna karşılık (toplam 80 mm) en yüksek verimi (320 kg/ha) sağladığını, bunu az bir farkla mikro yağmurlama (315 kg/ha) yöntemi izlemiştir. En düşük ürün verimi 250 mm sulama suyuna karşılık salma sulama (186 kg/ha) uygulamasında gerçekleşmiştir. Bu koşullarda salma sulama ile kıyaslandığında, damla sulamanın %68 ve mikro yağmurlamanın ise %58 su tasarrufu sağladığı, bu nedenle uygulamada damla veya mikro yağmurlama yönteminin kullanılması önerilmiştir. Benzer sonuçları veren başka bir çalışmada Bondok ve Amal (2014) Kimyon bitkisinde yağmurlama sulama sistemi kullanılarak sulama suyunda yüzeysel sulamaya

göre %46 oranında tasarruf sağlanırken, ürün veriminin de salma sulamaya göre yaklaşık %12 daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Aynı meyanda Singh ve ark (2015) kimyon bitkisinin damla sulama veya mikro yağmurlama sulama ile sulanması, yüzey sulamaya kıyasla daha iyi dane verimi sağladığını bildirmişlerdir.

Kimyonda, günümüze kadar geçen süreçte, sulama programı geliştirilmesi üzerine bazı araştırmalar yürütülmüştür. Örneğin Alinian ve Razmjoo (2014) İran'da yaptıkları çalışmada; kimyon bitkisini buharlaşma kabından eklemeli 70, 150 ve 200 mm buharlaşma olduğunda, 12 cm kök derinliğinden eksilen nem miktarı kadar sulama uygulanmasının verime etkisini araştırmışlardır. Kap buharlaşmasına dayalı 70, 150 ve 200 mm sulama rejimlerinde; sırasıyla toplamda 115, 81.3 ve 77 mm sulama suyu uygulanmış, en yüksek ürün verimi kap buharlaşması 70 mm olduğunda, sulamanın yenilediği uygulamadan elde edilmiştir. Rao ve ark (2010) Hindistan'da yaptıkları bir araştırmada, kimyon bitkisine haftalık eklemeli kap buharlaşma miktarının belirli oranlarını (%100, 80, 60, 40) mikro yağmurlama yöntemiyle uygulayarak, verim ve verim unsurlarına etkisini araştırmışlardır. En yüksek dane verimi, 677 kg/ha ile kap buharlaşma miktarının %80'inin sulama suyu olarak uygulandığı konudan elde edilmiş olup, bu uygulamada bitki su tüketimi 218 mm olarak belirlenmiştir. Bu uygulama, kap buharlaşmasının %100'ünün uygulandığı konuya göre %15.5 su tasarrufu sağlamaktadır. Nejad (2011) İran'da yaptığı bir çalışmada; kimyonda sıra arası (20, 30 ve 40 cm) ve sulama seviyesinin ürün verimine etkisini araştırmıştır. Çalışmada yağışa dayalı, tohum ekiminde bir kez sulama, tohum ekimi + dane oluşum döneminde sulama olmak üzere üç farklı konu uygulanmıştır. Sonuçlara göre, hem sulama seviyesi ve hem de bitki sıra aralığı ürün verimini etkilemiş olup, en yüksek verim (722 kg/ha) iki kez sulama ve 20 cm bitki sıra aralığı konularından elde edilmiştir. Bu uygulama yağışa dayalı ürün verimine göre, dane verimini yaklaşık %83 artırmıştır. Forouzandeh ve ark (2015) tarafından İran'da yapılan araştırmada, kimyon bitkisi; tohum ekimi, vejetatif gelişme, çiçeklenme ve dane dolum dönemleri dikkate alınarak, ilk iki dönem, ilk üç dönem ve dört dönem sulama uygulamalarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada, en yüksek dane verimi, söz konusu dört dönemde de sulama uygulanan ve dört kez sulama yapılan konudan elde edilmiştir. Bahrami ve ark (2023) İran'da yaptıkları çalışmada, 10 gün sulama aralığında sezon boyunca sulama, çiçeklenme dönemine kadar sulama ve dane oluşum dönemine kadar sulama olmak üzere üç farklı sulama rejiminin kimyon bitkisinin verim ve kalitesine etkisini araştırmışlardır. Sonuçlara göre, dane oluşum döneminde sulamanın sonlandırıldığı konu ile tam sulama konusu arasında verim ve kalite yönünden bir fark oluşmadığı belirtilmiştir.

Kimyonda damla sulama sistemi planlaması konusunda Kunapara ve ark (2016)'nın yaptığı çalışmada, farklı lateral aralığı ve farklı sulama suyu seviyeleri uygulamasının verime etkisini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre; kap buharlaşması yoluyla tahmin edilen bitki su tüketiminin %80'i ile sulama ve 60 cm lateral aralığı uygulaması kimyonda daha yüksek tane verimi, bitki boyu ve kuru madde sağlanmıştır.

## 2.5. ANASON

Anason, Maydanozgiller familyasından beyaz çiçekli, tek yıllık ve otsu bir bitkidir. Eczacılık, parfüm ve gıda endüstrisinde kullanılan önemli bir baharat bitkisi ve tıbbi bitkidir. Eczacılık alanında tıbbi etkilerinden dolayı bazı ilaçların bileşiminde yer alan önemli bir bitkidir. İlaç olarak kullanılışı dışında gıda sektöründe baharat olarak hamur işlerinde, çöreklerde ve marmelatlarda kullanılmakta, bazı Avrupa ülkelerinde ise bitkinin genç yaprak ve sürgünleri salataya lezzet vermek amacıyla ve garnitür olarak katılmaktadır. Anason uçucu yağının rakıya karakteristik kokusunu vermesinin yanı sıra likör sanayinde kullanımının oldukça fazla olduğu,



kozmetik sektöründe, sabun ve parfümlere kalıcı ve güzel koku vermek amacıyla kullanıldığı, diş macunlarında korijen olarak yer aldığı, ağız suları ve cilt kremlerinin bileşiminde bulunduğu bilinmektedir (TOB,2022b).

Anason Hindistan, Çin, Rusya, Fransa, Meksika, İspanya, Yunanistan, Arjantin ve Türkiye dahil olmak üzere Doğu Akdeniz ve Batı Asya ülkelerinde uzun zamandır yetiştirilmektedir (Katsoulis ve ark, 2022). Tek yıllık otsu bir bitki olan anason, doğu Akdeniz bölgesine özgü olmakla birlikte, Orta Doğu, Kuzey Afrika, Güney Avrupa, İran, Mısır, Türkiye, İtalya, Çin, İspanya, Meksika ve ABD’de yaygın olarak yetiştirilmektedir (Mehravi et al., 2021).

Çeşitli çalışmalar anason bitkisinin su eksikliği stresinden önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir (Saeedfar ve ark. 2015; Esim ve Güneş 2021). Anason çiçeklenmeden 10 gün önce sulanabilir. Dane bağlama döneminde yapılan sulama verime asgari %20-40 oranında fayda sağlamaktadır. Tam çiçeklenme döneminde su verilmez. Bitkilerin boyu 10-15 cm olunca ilk su verilmelidir. Sulu alanlara ekilen anasonlarda; ilk sulama, ot alma ve birinci çapadan sonra, ikinci sulama, çiçeklenmeden önce, üçüncü sulama, çiçeklenme bittikten sonra yapılır. Sulu alanlara ekilen anasonlarda külemeye karşı mücadele yapılırsa (örneğin; sulu veya toz kükürtle) verim artar, kalite de yükselir (TOB,2022).

Anasonda sulama - verim ilişkilerinin araştırıldığı bazı çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Mehravi ve ark (2023) Avustralya’da yaptıkları saksı denemesinde, anason bitkisine tam sulama, %50 ve %75 kısıntılı sulama uygulamalarının verim ve verim unsurlarına etkileri araştırılmıştır. Anason bitkisi sulama suyundan yapılan kısıntılara önemli derecede tepki göstermiş ve bitki gelişimi ve verimini önemli seviyede azaltmıştır. Sulama suyundan %50 ve 75 kısıntı yapılması, sırasıyla verimi %23.3 ve 45.3 azaltmıştır. İran’da yapılan benzer başka bir çalışmada Ranjbar ve ark (2017) anason bitkisine, tam sulama ve sulama suyu ihtiyacının %80 ve 60’ından oluşan iki farklı kısıntılı sulama suyu miktarlarını uygulamışlardır. Uygulamalar arasında en iyi performansı %20 kısıntılı sulama sağlamıştır. Ramadan ve ark (2023) Mısır’da anason bitkisinde yaptıkları bir çalışmada; selenyum ve sulama seviyesinin verim ve kaliteye etkisini araştırmışlardır. Bu bağlamda, 20 gün sulama aralığında kaptan olan buharlaşma miktarına dayalı olarak hesaplanan bitki su ihtiyacının %100’ü (tam sulama) ve %60’ı (kısıntılı sulama) sulama suyu olarak uygulanmıştır. Sulama suyundan %40 kısıntı yapılması, tam sulamaya göre dane verimini %13 azaltırken, yağ verimi yönünden tam sulama ile aynı sonuçları sağlamıştır.

Pouryousef ve ark (2014) İran’da anason bitkisinde farklı sulama aralığı ve hasat zamanlarının bitki gelişimi ve ürün verimine etkisini araştırmışlardır. Hem sulama aralığı (7, 10 ve 17 günde bir sulama) ve hem de hasat zamanı anason bitkisinde gelişimi, verimi ve kalitesini etkilemiştir. Sulama aralığı uzadıkça bitki gelişimi zayıflamış ve ürün verimi azalmış, en uygun sulama aralığı 7 gün olarak bildirilmiştir. Yine anasonda aynı içerikte Suriye’de yapılan çalışmada Karaman ve ark (2022), anasonda uygulanan 10, 14 ve 18 gün sulama aralıklarında, en uygununun 10 günde bir sulama olduğunu bildirmişlerdir. Anasonda sulama planlaması üzerine yapılmış başka bir çalışmada Arabi (2016), toprak nemi, tarla kapasitesinin farklı seviyelerine düştüğünde uygulanan sulamaların bitki gelişimi ve ürün verimine etkilerini araştırmıştır. Anason bitkisinde, en iyi bitkisel performans, toprak neminin, tarla kapasitesinin %80’e düştüğünde sulanması ve sulama ile toprak neminin tarla kapasitesine ulaştırıldığı koşullarda sağlandığını belirlemiştir.

Anasonda sulama üzerine yürütülen başka bir çalışmada Heidari ve ark (2012), anasonda bitki gelişme dönemlerinin su stresine tepkisini araştırmışlardır. Bu çalışma sonuçlarına göre bitkinin çiçeklenme ve dane doldurma dönemlerinin kuraklığa duyarlı olduğunu, özellikle bu dönemlerde kuraklığın dane ve uçucu yağ verimini düşürdüğünü bildirmişlerdir.

### **3. SONUÇ**

Bu çalışmada, tarımı yapılan kekik, çemen, çörekotu, kimyon ve anason gibi bazı tıbbi ve aromatik bitkilerde sulama ile ilgili yürütülmüş bazı araştırmalar incelenmiş ve önem atfedilen sonuçları kısaca sunulmuştur. Pek çok araştırmacı, söz konusu tıbbi ve aromatik bitkilerin sulama yönetimi üzerinde çalışmış ve bitkinin gelişimini, biyolojik verimi, tohum verimini, su kullanım verimliliğini ve ürün kalitesini iyileştirmeye yönelik birçok yararlı sonuç bulmuştur. Kısacası ele aldığımız tıbbi ve aromatik bitkilerde yürütülen araştırmalar, sulama yönetimi konusunda umut verici sonuçlar ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak kısaca ifade etmek gerekirse, kurak bölgelerde ve yetersiz yağış koşulunda, bu bitkilerde de sulama ürün verimini önemli ölçüde artırmaktadır. Dolayısıyla söz konusu tıbbi ve aromatik bitkilerde yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için optimum sulama gereklidir. Bununla birlikte, giderek belirginleşen küresel ısınma ve bunun sonucunda ortaya çıkan su kıtlığının hesaba katılması durumunda, su kaynaklarını yönetmek için kısıntılı sulamanın da değerli bir araç olduğu sonucuna varılabilir.

## KAYNAKLAR

- Abdali, R., Rahimi, A., Moghaddam, S.S., Heydarzadeh, S., Arena, C., Vitale, E., Zamanian, M. 2023. The Role of stress modifier biostimulants on adaptive strategy of oregano plant for increasing productivity under water shortage. *Plants*, 12, 4117.
- Abebe, D., Debella, A., Urga, K. 2003. *Medicinal Plants and Other Useful Plants of Ethiopia*. Compriex Publishers International, Nairobi, pp. 63.
- Abou-Sreea, A.I.B., Kamal, M., El Sowfy, D.M., Rady, M.M., Mohamed, G.F., Al-Dhumri, S.A., AL-Harbi, M.S., Abdou, N.M. 2022. Small-sized nanophosphorus has a positive impact on the performance of fenugreek plants under soil-water deficit stress: a case study under field conditions. *Biology*, 11, 115.
- Ahmed, M. M., Haque, M. I., Farid, M. N., Haque, M. E. and Brahma, S. 2021. Effects of thinning and irrigation on black cumin growth quality and yield. *Asian Journal of Crop, Soil Science and Plant Nutrition*, 07(01), 256-262.
- Akgül, A. 1993. *Baharat Bilim ve Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No.15, 446-451, Ankara.
- Alinian, S., Razmjoo, J. 2014. Phenological, yield, essential oil yield and oil content of cumin accessions as affected by irrigation regimes. *Industrial Crops and Products*, 54: 167–174.
- Alizadeh, A., Tavoosi, M., Imanlo, M., Nassiri, M. 2005. Effect of irrigation regimes on yield and yield components of cumin. *Iran Field Crops Research*, 2(1):35-42.
- An, Y.Y., Liang, Z.S. 2013. Drought tolerance of *Periploca sepium* during seed germination: antioxidant defense and compatible solutes accumulation. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35, 959–967.
- Anonim, 2015. Kimyon yetiştiriciliği, Ankara Tarım ve Orman Müdürlüğü. <https://ankara.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liftet/Kimyon%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf>
- Anonim, 20xxa. Çörekotu yetiştiriciliği. Konya Tarım ve Orman Müdürlüğü. <https://konya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liflet/COREKOTU.pdf>
- Anonim, 20xxb. Kimyon yetiştiriciliği, Konya Tarım ve Orman Müdürlüğü. <https://konya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liflet/K%C4%B0MYON.pdf>
- Arabi, Z. 2016. Effect of irrigation and Super-absorbent hydrogels on morphological characteristics, yield and essential oil of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Crop Production*, 8(4): 51-66.
- Arslan, N. 2014. Endemik Tıbbi Bitkilerimiz. II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 23–25 Eylül 2014 Yalova, Bildiriler Kitabı, s:9-21.
- Atallah, S.S., Saliby, İ.E., Baalbaki, R., Talhouk, S.N. 2011. Effects of different irrigation, drying and production scenarios on the productivity, postharvest quality and economic feasibility of *Origanum syriacum*, aspeciesspecifically over-collected from the wild in Lebanon. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91: 337–343.
- Baghbani-Arania, A., Modarres-Sanavya, S.A.M., Mashhadi-Akbar-Boojarb, M., Mokhtassi-Bidgolia, A. 2017. Towards improving the agronomic performance, chlorophyll fluorescence parameters and pigments in fenugreek using zeolite and vermicompost under deficit water stress. *Industrial Crops and Products*, 109:346-357.
- Bahrami, H., Armin, M., Jamimoeini, M., Abhari, A. 2024. Yield and essential oil quality of cumin (*cuminum cyminum* l.) in relation to irrigation regimes under conventional and organic conditions. *National Academy Science Letters*, 47(3):323–327.
- Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D., Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils–a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2): 446-475.

- Bannayan, M., F. Nadjafi, Azizi, M., L. Tabrizi, Rastgoo, M. 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovatta* and *Nigella sativa* under different irrigation Treatments. *Industrial Crops and Products*, 27: 11-16.
- Bettaieb, I., Jabri-Karoui, I., Sriti, J., Msaada, K., Limam, F., Marzouk, B. 2012. Effect of drought on the biochemical composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, 36, 238–245.
- Bhunja, S.R., Chauhan, R.B.S., Yadav, B.S., A.S. Bhati, A.S. 2006. Effect of phosphorus, irrigation and Rhizobium on productivity, water use and nutrient uptake in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Indian Journal of Agronomy*, 51 (3) : 239-241.
- Bhunja, S.R., Verma, I.M., Sahu, M.P., Sharma, N.C., Balai, K. 2015. Effect of drip irrigation and bioregulators on yield, economics and water use of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 24 (2): 102-105.
- Bondok, M.Y., Amal, F.E. 2014. Management of sprinkler irrigation system for cumin in old Valley. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 92 (3):1047-1061.
- Bozdemir, Ç., Çinkaya, N., Bahtiyarca Bağdat, R. 2016. Ankara Ekolojik Şartlarında Kışlık Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) Yetiştirme Çalışmaları. *Ziraat Mühendisliği*, 363: 44-49.
- Bramwell, D. 2003. On the size of the world's threatened flora. *Plant Talk*. 32:4–5.
- Dadrasana, M., Chaichia, M.R., Pourbabaeab, A.A., Yazdanic, D., Keshavarz-Afshard, R. 2015. Deficit irrigation and biological fertilizer influence on yield and trigonelline production of fenugreek. *Industrial Crops and Products*, 77: 156–162.
- Datta, S., Chatterjee, S. 2006. Effect of irrigation regimes on moisture extraction pattern, evapotranspiration and yield of fenugreek (*Trinogella foenum –graecum* L). *Journal of spices and Aromatic crops*, 15(2): 125-129.
- Demirezer, L.Ö. 2010. Bitkilerin Tıpta Kullanılması Konusundaki Sorumluluklarımız. *Bitkilerle Tedavi Sempozyumu 5-6 Haziran 2010 Zeytinburnu/İstanbul Bildiri Kitabı*, s: 87- 88.
- Dereli, D.N., Artukoğlu, M.M. 2023. Kekik Üretimi, Pazarlaması, Sorunlar ve Çözüm Önerileri: Denizli İli Örneği. *Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 32(2):209-219.
- Doğanoğlu, Ö., Gezer, A., Yücedağ, C. 2006. Göller Bölgesi-Yenişarbademli yöresinin önemli bazı tıbbi ve aromatik bitki taksonları üzerine araştırmalar, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(1) :66-73.
- Dünya Bankası. 2022. Water in Agriculture. <https://www.worldbank.org/en/topic/water-in-agriculture>.
- Esim, N., Güneş, H. 2021 Effects of drought and salinity on antioxidant mechanisms and secondary metabolites in anise (*Pimpinella anisum* L.) leaves. *Russian Journal of Plant Physiology*, 68:708–717.
- FAO, 2005. Trade in Medicinal Plants, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/af285e/af285e00.pdf>
- Forouzandeh, M., Karimian, M.A., Mohkami, Z. 2015. Effect of Drought Stress and Different Types of Organic Fertilizers on Yield of Cumin Components in Sistan Region. *European Journal of Medicinal Plants*, 5(1): 95-100.
- Gençkan, M.S. 1983. Yem Bitkileri Tarımı, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No.467, s.519, İzmir.
- Gerami, F., Moghaddam, P.R., Ghorbani, R., Hassani, A. 2016. Effects of irrigation intervals and organic manure on morphological traits, essential oil content and yield of oregano (*Origanum vulgare* L.). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 88(4): 2375-2385.

- Ghamarnia, H., Jalili, Z. 2013. Water stress effects on different Black cumin (*Nigella sativa* L.) components in a semi-arid region. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (4), 753-762.
- Giannoulisa, K.D., Kamvoukoub, C.A., Gougouliasc, N., Wogiatzic, E. 2020. Irrigation and nitrogen application affect Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) dry biomass, essential oil yield and composition. *Industrial Crops & Products*, 150: 112392.
- Gutiérrez Prieto, L.M.V. 2017. Çörek otu'nun (*nigella sativa* l.) verimi, kalitesi ve fenolojisi üzerine farklı sulama seviyelerinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Hadi, M.R.H.S., Darzi, M.T., Riazi, G. 2016. Black cumin (*Nigella sativa* L.) Yield Affected by Irrigation and Plant Growth Promoting Bacteria. *Journal of Medicinal Plants and By-products*, 2: 125-133.
- Haq, M.Z., Hossain, M.M., Haque, M.M., Das, M.R., Huda, M.S. 2015. Blossoming Characteristics in Black Cumin Genotypes in Relation Seed Yield Influenced by Sowing Time. *American Journal of Plant Sciences*. 6: 1167- 1183.
- Heidari, N., Pouryoucef, M., Tavakkoli, A., Saba, J. 2012. Effect of drought stress and harvesting date on yield and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28 (1):121-130.
- Hoareau, L., Da Silva, E.J. 1999. Medicinal plants: A re-emerging health aid. *Journal of Biotechnology*. 2:56–70.
- Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection*, 19(8-10): 603- 608.
- Kala, C.P. 2000. Status and conservation of rare and endangered medicinal plants in the Indian trans-Himalaya. *Biological Conservation*, 93:371–379.
- Kaplan, M., Kaymaz, E., Varol, İ.S., Ciftci, B., Gökalp, Z. 2024. Herbage yield and biochemical characterization of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) under different irrigation levels. *Industrial Crops and Products*, 210:118071.
- Karaman, F., Kanaan, Y., Alshebli, W., Mustafa, A., Alabdullah, K., Alaamer, A., Alazrony, L. 2022. Effect Of Irrigation Frequency by Applying Several Levels of Nitrogen Fertilization on the Anise Crop (*Pimpinella Anisum*) (Quantitative and Qualitative). *Syrian Journal of Agricultural Research*, 9(4): 245-256.
- Katsoulis, G.I., Kimbaris, A.C., Anastasaki, E., Damalas, C.A., Kyriazopoulos, A.P. 2022. Chamomile and anise cultivation in olive agroforestry systems. *Forests*, 13:128.
- Khare, C.P. 2008. *Indian medicinal plants: an illustrated dictionary*. Springer Science & Business Media.
- Kunapara, A.N., Subbaiah, R., Prajapati, G.V., Makwana, J.J. 2016. Influence of drip irrigation regimes and lateral spacing on cumin productivity. *Current World Environment*, 11, 333–337.
- Lal, G., Singh, R., Metha, R.S., Meena, N.K., Maheriya, S.P., Choudhary, M.K. 2020. Study on Irrigation Levels Based on IW/CPE Ratio and Irrigation Methods on Growth and Yield of Fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.). *Legume Research- An International Journal*, 43 (6): 838-843.
- Llorens-Molina, J.A., Vacas, S., 2017. Effect of drought stress on essential oil composition of *Thymus vulgaris* L. (Chemotype 1, 8-cineole) from wild populations of Eastern Iberian Peninsula. *Journal of Essential Oil Research*, 29 (2):145-155.
- Lodha, S., Mawar, R. 2014. Cumin wilt management: A review. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 23(2): 145-155.

- Malhotra, S.K., Vashishtha, B.B. 2008. Response of nigella (*Nigella sativa* L.) variety NRCSS AN-1 to different agro-techniques. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 17 (2): 190-193.
- Mathobo, R., Marais, D., Steyn, J.M. 2017. The effect of drought stress on yield, leaf gaseous exchange and chlorophyll fluorescence of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultural Water Management*, 180, 118–125.
- Mehravi, S., Hanifei, M., Gholizadeh, A., Khodadadi, M. 2023. Water deficit stress changes in physiological, biochemical and antioxidant characteristics of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 201: 107806.
- Mehravi, S., Ranjbar, G.A., Mirzaghaderi, G., Severn-Ellis, A.A., Scheben, A., Edwards, D., Batley, J. 2021. De novo SNP discovery and genotyping of Iranian *Pimpinella* species using ddRAD sequencing. *Agronomy* 11 (7), 1342.
- Mehriya, M.L., Geat, N., Singh, H., Mattar, M.A., Elansary, H.O. 2020. Response of Drip Irrigation and Fertigation on Cumin Yield, Quality, and Water-Use Efficiency Grown under Arid Climatic Conditions. *Agronomy*, 10, 1711.
- Mehta, R.S., Patel, B.S., Meena, S.S. 2010. Yield, economics and water use of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) as influenced by irrigation and weed management practices. *Indian Journal of Agronomy*, 55 (3): 235-239.
- Nejad, A.R. 2011. Productivity of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) As Affected by Irrigation Levels and Row Spacing. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(3): 151-157.
- Ninou, E., Paschalidis, K., Mylonas, L. 2017. Essential Oil Responses to Water Stress in Greek Oregano Populations, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20(1) : 12-23.
- Nostro, A., Cellini, L., DiBartolomeo, S., DiCampli, E., Grande, R., Cannatelli, M.A. 2005. Antibacterial effect of plant extracts against *Helicobacter pylori*. *Phytotherapy Research*, 19: 198–202.
- Ozer, H., Coban, F., Sahin, Ü., Örs, S. 2020. Response of black cumin (*Nigella sativa* L.) to deficit irrigation in a semi-arid region: Growth, yield, quality, and water productivity. *Industrial Crops & Products*, 144, 112048.
- Özgen, U. 2016. Thymus and Origanum species growing in Turkey: their phytochemical and biological activity properties. *European Chemistry Congress. J. Chem. Sci.* 7, 2.
- Panda, H. 2015. *Aromatic Plants: Cultivation, Processing and Uses*. Asian Pacific Business Press Inc., Delhi, India.
- Pariari, A., Roy, S., Karthik, C.S., Bhattacharya, S. 2019. Effect of Irrigation intervals under the influence of N-Triacontanol on growth and seed yield of Nigella (*Nigella Sativa* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 7(2): 1398-1403.
- Parvev, N., Yadav, S. 2010. Ethno pharmacology of single herbal preparations of medicinal plants in Asendabo district Jimma Ethiopia. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 9:727–728.
- Petropoulos, G.A. 2002. Fenugreek. In: Petropoulos, G.A. (Ed.), *The Genus Trigonella*. Taylor and Francis, London and New York.
- Pirzad, A., Mohammadzadeh, S. 2018. Water use efficiency of three mycorrhizal Lamiaceae species (*Lavandula officinalis*, *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris*). *Agricultural Water Management* 204: 1–10.
- Pouryousef, M., Razzaghifard, S.A., Jamshidi, K. 2014. The effect of irrigation intervals and harvesting time on grain yield and essential oil of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 45 (3): 453-460.

- Ramadan, K.M.A., El-Beltagi, H.S., Elmageed, T.A., Mazrou, K.E., ve diğerleri. 2023. Significance of selenium in ameliorating the effects of irrigation deficit via improving photosynthesis efficiency, cell integrity, osmo protectants, and oil profile of anise crop. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 51(4):13437.
- Ranjbar, F., Moghaddam, P.R., Alireza Koocheki, A. 2017. Effects of cropping systems and different levels of water on quantitative and qualitative characteristics of Anise (*Pimpinella anisum*). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 48 (1): 47-55.
- Rao, S.S., Singh, Y.V., Regar P.L., Chand, K. 2010. Effect of micro-irrigation on productivity and water use of cumin (*Cuminum cyminum*) at varying fertility levels. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 80 (6): 507–11.
- Rezvani, M.P., Moradi, R., Mansoori, H. 2014. Influence of planting date, intercropping and plant growth promoting rhizobacteria on cumin (*Cuminum cyminum* L.) with particular respect to disease infestation in Iran. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 1:134-143.
- Rioba, N.B., Itulya, F.M., Saidi, M., Dudai, N., Bernstein, N. 2015. Effects of nitrogen, phosphorus and irrigation frequency on essential oil content and composition of sage (*Salvia officinalis* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2, 21–29.
- Saeedfar, S., Negahban, M., Soorestani, M.M. 2015 The effect of drought stress on the essential oil content and some of the biochemical characteristics of anise hyssop (*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze). *European Journal of Molecular Biotechnology*, 8:103–114.
- Samadzadeh, A., Fallahi, H. R., Zamani, G., Nakhaie, S., Aghhavani-Shajari, M., Amirzadeh, A. 2016. Impact of super absorbent polymer and irrigation management on seed and essential oil yields of cumin. *Journal of Medicinal Plants and By-products*, 2: 145-152.
- Sánchez-Blanco, M.J., Ferrández, T., Navarro, A., Bañón, S., Alarcón, J.J. 2004. Effects of irrigation and air humidity preconditioning on water relations, growth and survival of 6 *Rosmarinus officinalis* plants during and after transplanting. *Journal of Plant Physiology*, 161, 1133–1142.
- Schippmann, U., Leaman, D., Cunningham, A.B. 2006. A comparison of cultivation and wild collection of medicinal and aromatic plants under sustainability aspects. In: Bogers R.J, Craker L.E, Lange D, editors. *Medicinal and aromatic plants*. The Netherlands: Springer. p. 75–95.
- Seghatoleslami, M., Mousavi, G., Mahdavi, R., Zabihi, H. 2013. Response of yield and yield component of fenugreek to irrigation intervals, potassium and zinc. *Annual Review & Research in Biology* 3(4): 466-474.
- Sharma, S., Patel, R.H., Sharma, O.P. 2016. Effect of irrigation scheduling and organic manures on moisture extraction pattern, consumptive use, water use efficiency and yield of fenugreek. *International Journal of Seed Spices* 6(2):13-18.
- Singh, R., Lal, G., Maheria, S.P., Choudhary, S., Mehta, R.S., Singh, B. 2015. Effect of irrigation techniques and planting methods on yield and water productivity of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *International Journal of Seed Spices*, 5(1) :92-94.
- Siow, H.L., Gan, C.Y. 2014. Functional protein from cumin seed (*Cuminum cyminum*): Optimization and characterization studies. *Food Hydrocolloids*, 41: 178-187.
- Sowbhagya, H. 2013. Chemistry, Technology, and Nutraceutical Functions of Cumin (*Cuminum cyminum* L): An Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(1): 1-10.

- Şenyiğit, U., Arslan, M. 2018. Effects of Irrigation Programs Formed by Different Approaches on the Yield and Water Consumption of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) under Transition Zone in the West Anatolia Conditions. *Journal of Agricultural Sciences*, 24: 22-32.
- Tabrizi, L., Koocheki, A., Moghaddam, P.R., Mehdi Nassiri Mahallati, M.N., Bannayan, M.2011. Effect of irrigation and organic manure on Khorasan thyme (*Thymus transcaspicus* Klokov). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 57(3): 317–326.
- TARBİGEM, 2024. Tarla bitkileri üreticileri merkez birliği, internet sitesi <https://www.tarbigem.com.tr/urunler/caylar/aromatik-caylar> (erişim 20.04.2024).
- Temel, M., Tınmaz, A.B., Öztürk, M., Gündüz, O. 2018. Dünyada ve Türkiye’de Tıbbi - Aromatik Bitkilerin Üretimi ve Ticareti. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(Özel Sayı):198-214.
- TOB, 2022b. Anason Fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi. Tarım ve orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. (Erişim tarihi: 15.05.2024) <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/YATIRIMCI%20REHBER%C4%B0/ANASON%20FIZIBILITE%20KAPORU.pdf>
- TOB. 2020b. Çemen Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara.
- TOB.2022a. Kekik Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Ufuk Tarım.2024. Kekik yetiştiriciliği. <https://www.ufuktarim.com/kekik-yetistiriciligi>
- Yaghi, T., Arslan, A., Saeed, H .2024. Effect of deficit irrigation technique on black cumin (*nigella sativa* l.) water use efficiency. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 26 (2): 449-461.



## DÜNYADA BUĞDAY TARIMI VE BUĞDAY SULAMA STRATEJİLERİNDEKİ GELİŞMELER: DURUM DEĞERLENDİRMESİ

**Öğr. Gör. Havva Nur DEMİR DEVECİ\* (ORCID:0009 0005 6827 7334)**

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler  
Programı

**Email:** hndemir@erbakan.edu.tr

**Prof. Dr. Ramazan TOPAK (ORCID:0000 0003 3748 2720)**

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

**Email:** rtopak@selcuk.edu.tr

### ÖZET

Dünyada buğday, şeker kamışı ve mısırdan sonra en çok üretilen üçüncü ürün durumundadır. Buğday, tek yıllık bir bitki olup, her türlü iklim ve toprak koşullarında yetişebilecek çok sayıda çeşitlere sahip olması nedeniyle, dünyanın hemen her tarafında yetiştirilmektedir. Dünya üzerinde, yıl içindeki dağılışı uygun olmak kaydıyla 350-500 mm yağış düşen bölgelerde buğday tarımı yapılabilmesine rağmen, yağışı düzenli olmayan kurak ve yarı kurak bölgelerde ise buğdayın sulanması kaçınılmaz olmaktadır. Sulama, buğdayın dünyada önemli bir gıda ürünü olarak sürdürülmesinde çok önemli rol oynamıştır. Buğdayın kurak ve yarı kurak bölgelerde yetiştirilen ve yüksek miktarda sulama suyu tüketen önemli bir ürün olduğu göz önüne alındığında, sulamanın üretkenliğini artırıcı yeni sulama tekniklerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Hem sulama planlaması hem de sulama yöntemleri buğdayın büyümesini ve gelişimini ve dolayısıyla da ürün verimini ve kalitesini iyileştirebilir. Bu çerçevede, bu çalışmada dünyada buğday üretimi ve buğday sulamasındaki gelişmeler değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; buğday üretim miktarı bakımından Çin, Hindistan ve Rusya sırasıyla ilk üç sırada bulunmaktadır. Bu üç ülke dünya buğday üretim miktarının %42'sini, Türkiye'nin de içinde yer aldığı toplam 12 ülke ise dünya buğday üretiminin %75'ini gerçekleştirmektedir. Sulama, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde buğday üretimi için önemli bir tarımsal uygulamadır. Günümüzde, sulama suyu kaynakları oldukça kısıtlı olup, birim sulama suyu başına en fazla faydayı sağlayacak şekilde nasıl kullanılması gerektiği büyük önem taşıyan bir konudur. Buğday sulamasında, son çeyrek yüzyılda, kısıtlı su kaynaklarının verimli kullanımı ve sulama suyunun üretkenliği üzerine sulama yöntemleri ve sulama programlarının etkileri konusunda çalışmaların yoğunlaştığı görülmektedir. Özellikle kısıtlı su kaynakları koşulunda, buğdayın kuraklığa duyarlı dönemlerinde sulama yapılması ve sulamada damla ve mini yağmurlama gibi mikro sulama yöntemlerinin kullanılmasının öne çıktığı görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kışlık buğday; Buğday üretimi; Sulama planlaması; Sulama metodu

**THE WORLD WHEAT AGRICULTURE AND ADVANCES ON WHEAT  
IRRIGATION STRATEGIES: SITUATION ASSESSMENT**

**Abstract**

Wheat is the third most produced plant in the world after sugarcane and corn. Wheat is an annual plant and is grown almost all over the world because it has many varieties that can grow in all kinds of climate and soil conditions. Although wheat cultivation can be done in regions of the world where 350-500 mm of rainfall falls, provided that its distribution throughout the year is appropriate, irrigation of wheat is inevitable in arid and semi-arid regions with irregular rainfall. Irrigation has been pivotal in sustaining wheat as a major food crop in the world. Considering that wheat is an important crop grown in arid and semi-arid regions and consumes high amounts of irrigation water, there is a need to develop new irrigation techniques that increase the productivity of irrigation. Both irrigation scheduling and irrigation methods affect plant growth and development, and regulate grain yield and quality. In this frame, this review aims to evaluate the world wheat production and irrigation management advances in irrigated - wheat production. According to the results obtained; China, India and Russia are in the top three places, respectively, in terms of wheat production amount. These three countries produce 42% of the world wheat production, and a total of 12 countries, including Turkey, produce 75% of the world wheat production. Irrigation is an important agricultural practice for wheat production, especially in arid and semi-arid regions. Nowadays, irrigation water resources are quite limited and how they should be used to provide the most benefit per unit irrigation water is a matter of great importance. It has been determined that in wheat irrigation, the focus is on the efficient use of limited water resources and the effects of irrigation methods and irrigation programs on the productivity of irrigation water. Especially under the conditions of limited water resources, irrigation during drought-sensitive periods of wheat and the use of micro irrigation methods such as drip and mini sprinklers are seen to be prominent.

**Keywords:** Winter wheat; Grain production; Irrigation method; Irrigation schedule.

## GİRİŞ

Buğday, dünyada yetiştirilen en eski, en yaygın tahıl türüdür. Bilimsel verilere göre insanlık tarihinde kültüre alınan bitkilerin başında yer alır. Buğdayın ilk kez kültüre alındığı dönem aynı zamanda tarımın da başlangıç tarihi sayılır (Mızrak, 2021). Buğday, insanların beslenmesinde ve hayvan yemi olarak kullanılan önemli bir tarım ürünüdür. Değişik iklim ve toprak şartlarında yetiştirilebilmesi, ucuz besin kaynağı olması, taşıma, depolama ve işleme kolaylığından dolayı, buğday dünyada en çok tarımı yapılan ürünlerden biridir (Dündar, 2021).

Buğday, küresel gıda tedarikinin %21'ini oluşturan önemli tahıl ürünlerinden biridir (FAO, 2021). Buğday insan beslenmesindeki kalori ve proteinin yaklaşık %20'sini sağlamaktadır (Guarin ve ark., 2022). 2020 yılında dünya genelinde yaklaşık 222 milyon hektar alanda buğday tarımı yapılmış, yaklaşık 761 milyon ton buğday üretimi gerçekleştirilmiştir (Guarin ve ark., 2022). 2050 yılına kadar beklenen küresel tahıl talebinin karşılanabilmesi için buğday üretiminin iklim değişikliği bağlamında sürekli olarak iyileştirilmesi gerekmektedir (del Pozo ve ark., 2016). Van Dijk ve ark. (2021), 2050 yılına kadar küresel gıda talebini karşılamak için tahıl üretiminin %35-56 oranında, iklim değişikliği dikkate alındığında ise %30-62 oranında artırılması gerektiğine dikkat çekilmektedir. Özellikle küresel iklim değişikliği bağlamında su kaynakları giderek kıtlaşırken, dünya nüfusu artarken insanlığın gıda ihtiyacı da artmaktadır. Dolayısıyla tarım, küresel olarak artan bir nüfusu beslemek gibi büyük bir zorlukla karşı karşıya bulunmaktadır. 2050 yılında dünya nüfusunun 9,6 milyara ulaşması ve küresel gıda talebinin iki katına çıkması tahmin edilmektedir (Godfray ve ark., 2010; Tilman ve ark., 2011). Dünya genelinde ekili alanların yaklaşık %17'si sulanmakta olup, bu araziler toplam gıda üretiminin %40'ını üretmekte (Molden ve ark., 2010) ve tarım tüm tatlı su kullanımının %70'ini oluşturmaktadır (FAO, 2007). Ancak mevcut su kaynakları iklim değişikliği ve nüfus artışı gibi küresel nedenlerle tehdit altındadır. Bu nedenle, tarımda sürdürülebilirliği korurken, sulama suyu kullanımını azaltmanın yollarını bulmak ve uygulamak insanlık için zorunluluk haline gelmiştir (Rosegrant ve ark., 2009).

Sulama, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde buğday üretimi için önemli bir tarımsal uygulamadır. Günümüzde, sulama suyu kaynakları oldukça kısıtlı olup, birim sulama suyu başına en fazla faydayı sağlayacak şekilde nasıl kullanılması gerektiği büyük önem taşıyan bir konudur. Su kısıtı, küresel buğday üretimi için yaygın şekilde rapor edilmektedir. Dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde, buğday üretimini etkileyen ana sınırlayıcı su kıtlığıdır (Si ve ark., 2021; Mosaffa ve ark., 2018; You ve ark., 2022). Kurak ve yarı kurak bölgelerde buğday yetiştirme dönemlerinde düzenli olarak su kıtlığı, düşük yağış ve kuraklık stresi meydana gelir; bu durum bitki büyüme parametrelerinin azalması ve bitki su ilişkilerinin bozulması yoluyla buğday performansını etkiler, kök sisteminin gelişimini sınırlandırır, fotosentez ve solunum gibi fizyolojik süreçleri değiştirir (Raza ve ark., 2017) ve sonuçta buğday üretimini, dane kalitesini ve suyun üretkenliğini olumsuz şekilde etkilemektedir (Mwale ve ark., 2007). Buğday üretimini sürdürmek ve su üretkenliğini artırmak için su tasarrufu sağlayan sulama teknikleri ve teknolojilerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Du ve ark., 2010). Bu bildiride, dünya buğday üretiminin son durumu kısaca özetlenmiş ve sonrasında ise sulamalı buğday üretiminde sulama yönetimindeki gelişmeler değerlendirilmiştir.

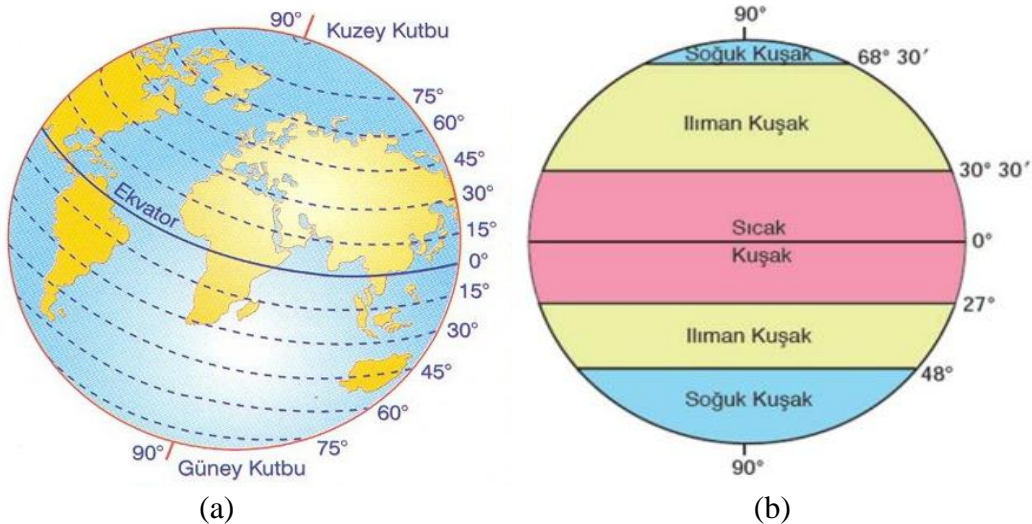
## 2. BUĞDAYA İLİŞKİN GENEL BİLGİLER

Buğday, tek yıllık bir bitki olup, her türlü iklim ve toprak koşullarında yetişebilecek çok sayıda çeşitlere sahip olması nedeniyle, dünyanın hemen her tarafında yetiştirilmektedir. Buğday insan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında dünyada ekiliş ve üretim bakımından ilk sıralarda yer almaktadır.

Yedi milyarı aşan dünya nüfusunun gıda güvenliği açısından yaşamsal öneme sahip tahıl bitkisi buğday, aynı zamanda yeryüzündeki biyolojik çeşitliliğin en değerli yapı taşlarından biridir. Buğday milyonlarca insanın geçim kaynağıdır ve buğday başta unlu mamuller olmak üzere birçok gıda ve sanayi sektöründe kullanılmaktadır.

Dünyada en fazla ticareti yapılan tarım ürünlerinden birisi olma özelliği gösteren buğdayda, başlıca dış satımcı ülkelerin aynı zamanda üretici ülkeler olduğu görülmektedir. Ayrıca birtakım ülkelerin reeksport şeklinde uluslararası ticarete dahil olması buğdayın önemli bir mal olduğunu göstermektedir (Serpi ve ark., 2011).

Yeryüzünde buğdayın yayıldığı alanlar, 20-65<sup>0</sup> kuzey ve 22-45<sup>0</sup> güney enlemleri arasındadır (Şekil 1a). Sibiry'a'da 65<sup>0</sup>, Alaska'da 66<sup>0</sup>, Norveç'te 69<sup>0</sup> kuzey enlemlerine ulaşır. Güney yarım kürede ise Arjantin ve Şili'de 45<sup>0</sup> güney enlemini aşar. Dünya üzerinde 36-42<sup>0</sup> kuzey enlemlerinde bulunan Türkiye'de çok yağışlı Rize ilimiz dışında, tüm bölgelerinde yetiştirilir (Kün, 1988). Buğday, ılıman ve serin iklimde (Şekil 1b) ve sulamanın yapılabileceği sıcak iklim bölgelerinde başarıyla yetiştirilir. Bu nedenle, dünyanın en çok buğday eken ülkeleri 36-60<sup>0</sup> kuzey ve 27-40<sup>0</sup> güney enlemleri arasındaki ülkelerdir. Bol yağışlı tropik iklimdeki ülkelerde buğday yetişmez. Başarıyla yetiştirildiği alanlar kuzey yarıkürede 30<sup>0</sup>, güney yarıkürede 27<sup>0</sup> enleminden sonra başlar (Kün, 1988).



Şekil 1. Dünya üzerinde buğday üretim bölgeleri

### 3. DÜNYA BUĞDAY EKİM ALANI VE ÜRETİMİ

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA)'nın verilerine göre, Türkiye'nin de yer aldığı önemli buğday ekici ülkeler için 2018-2021 dönemi buğday ekim alanları Tablo 1'de verildiği gibidir. Tablo 1'e göre, dünya buğday ekim alanı yıllar itibarıyla değişim göstermekle beraber 2020/21 pazarlama yılında 220.8 milyon ha alanda buğday üretimi yapıldığı görülmektedir. Bu tabloya göre, buğday ekim alanı bakımından en büyük alana sahip olan ülke Hindistan olup, bunu sırasıyla Rusya, Çin ve ABD izlemektedir. Bu 4 ülkenin toplam ekim alanı, dünya toplam ekim alanının yaklaşık % 44.5'ine tekabül etmektedir

**Tablo 1.** Ülkeler itibarıyla dünya buğday ekim alanı (ha) (TEPGE,2023)

Ülkeler	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Hindistan	29 651 000	29 319 000	31 357 000
Rusya	26 344 000	27 312 000	28 683 000
Çin	24 266 000	23 728 000	23 380 000
ABD	16 030 000	15 133 000	14 888 000
Avustralya	10 402 000	9 863 000	12 900 000
Kazakistan	11 354 000	11 297 000	12 057 000
Kanada	9 881 000	9 656 000	10 018 000
Pakistan	8 797 000	8 678 000	8 805 000
Türkiye	7 615 000	7 000 000	7 100 000
Ukrayna	6 718 000	7 020 000	6 847 000
Arjantin	5 822 175	6 050 953	6 394 102
Fransa	5 244 250	4 512 420	5 276 730
Almanya	3 118 100	2 835 500	2 939 000
<b>Diğer ülkeler</b>	<b>50 144 475</b>	<b>53 086 127</b>	<b>50 208 168</b>
Dünya	215 387 000	215 491 000	220 833 000
13 Ülke toplamı / Dünya			%77

Dünyada buğday ekim alanı bakımından önemli paya sahip olan ve Tablo 1’de verilen toplam 13 ülkenin ekim alanı, dünya buğday ekim alanının yaklaşık %77’sine tekabül etmektedir.

Dünya buğday üretiminde, önemli paya sahip olan ve Türkiye’nin de içinde yer aldığı ilk 12 ülke Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2 verilerine göre, 2020/2021 döneminde, dünya buğday üretimi sıralamasında Çin 136.9 milyon ton ve Hindistan 109.6 milyon ton ile ilk iki sırada yer almaktadır. Rusya 76 milyon tonla üçüncü, 44.8 tonla ABD dördüncü ve 36.5 tonla Fransa beşinci sırada ve Kanada ise altıncı sırada yer almaktadır. 2017-2021 dönemi dikkate alındığında, buğday üretim miktarı bakımından ilk beş ülke sıralamaları değişmezken, diğer yedi ülkede sıralamalar üretim yılına göre farklılık gösterebilmektedir. Sözgelimi, altıncı sırada bulunan Kanada, 2020/2021 üretim döneminde ekim alanı artış göstermesine rağmen, üretim miktarı, önceki yıllara göre önemli ölçüde azalma göstermiştir. Yine aynı üretim döneminde Avustralya, önceki yıllara göre üretim miktarını neredeyse iki katına çıkarmıştır.

Kısaca özetlemek gerekirse, Tablo 2’de görüldüğü gibi, 12 önemli üretici ülkenin buğday üretim toplamı, dünya geneli buğday üretiminin yaklaşık %75’ini oluşturmaktadır.

**Tablo 2.** Ülkeler itibarıyla dünya buğday üretim miktarları (Ton) (FAOSTAT, 2023)

Sıra	Ülke	2017/18	2018/2019	2019/2020	2020/2021
1	Çin	131 440 500	133 596 300	134 250 000	136 946 000
2	Hindistan	99 869 520	103 596 230	107 860 510	109 590 000
3	Rusya	72 136 149	74 452 692	85 896 326	76 057 258
4	ABD	51 305 540	52 580 890	49 751 180	44 790 360
5	Fransa	35 424 140	40 604 960	30 144 110	36 559 450
6	Kanada	32 351 900	32 669 800	35 437 200	22 296 100
7	Ukrayna	24 652 840	28 370 280	24 912 350	32 183 300
8	Pakistan	25 576 149	24 348 983	25 247 511	27 464 081
9	Almanya	20 263 500	23 062 600	22 172 100	21 459 200
10	Türkiye	20 000 000	19 000 000	20 500 000	17 650 000
11	Avustralya	20 941 134	17 597 561	14 480 217	31 922 555
12	Arjantin	18 518 045	19 459 727	19 776 942	17 644 277
Toplam					574 560 000
Dünya Geneli		732 235 584	764 063 333	756 949 628	770 877 072
12 ülke toplamı/ Dünya geneli					%75

#### 4.BUĞDAYIN SULANMASI

Dünyada buğdayın yetiştiği alanlarda, yıllık yağış 250-1750 mm arasında değişir. Bununla birlikte, asıl buğday kuşağı yılda 350-1000 mm yağış alır. Buğdayın gelişme dönemlerine uygun dağılmış 600-700 mm’lik bir yağış maksimum verim için yeterlidir (Kün, 1988). Diğer

bir ifade ile buğdayda kaliteli ve yüksek ürün verimi yıllık yağışı 500-600 mm olan yerlerde veya toprakta bu nemi sağlayacak sulamalarda alınabilmektedir (Aykanat ve Barut, 2018). Buğday, yıllık yağışı 450 mm ve yıl içindeki dağılışı düzenli olan bölgelerde sulanmaksızın ekonomik seviyede tarımı yapılabilmektedir. Kurak ve yarı kurak alanlarda, yağışa dayalı buğday tarımında ürün verimini sınırlayan en önemli faktörlerin başında yağışların düşük ve düzensizliği nedeniyle ortaya çıkan kuraklık gelmektedir. Bu durum buğdayda sulamayı zorunlu kılmaktadır. Ancak kurak ve yarı kurak bölgelerde, su kaynaklarının da kısıtlı olduğu dikkate alındığında; hem su kaynaklarının ve hem de buğday üretiminin sürdürülebilirliği açısından, sulama suyunun üretkenliğini artırıcı sulama stratejilerine ihtiyaç duyulduğu aşikardır. Bu bağlamda, buğdayda sulama üzerine son dönemde yapılmış bazı önemli çalışmalar incelenerek, yenilikçi gelişmeler ve etki biçimleri kısaca ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Yakın geçmişte buğdayda sulama üzerine yapılmış araştırmaların sulama yöntemleri, tamamlayıcı sulama, kısıntılı sulama uygulamalarının ürün verimi, kalitesi ve sulamanın üretkenliği üzerine etkileri konusuna yoğunlaşmış çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu kapsamdaki araştırmalardan bazıları incelenmiş ve aşağıda kısa kısa özetlenmiştir.

#### 4.1.BUĞDAYDA SULAMA YÖNTEMLERİ ÜZERİNE ÇALIŞMALAR

Buğday üretiminde, son yıllarda, su kıtlığının etkisini azaltmak için su tasarrufu sağlayan damla sulama (DS), mikro yağmurlama sulama (MYS) ve diğer su tasarrufu sağlayan sulama yöntemleri diğer yöntemlerin yerini almaya başlamıştır. Geleneksel yüzey sulama, yüksek tane verimi elde etmek için büyüme mevsimi boyunca genellikle 300 mm'den fazla sulama suyu kullanılarak üç veya dört kez uygulanır. Yüzeysel salma sulama yöntemlerini kullanılarak sulamada su tasarrufu potansiyelini geliştirmek oldukça zordur. Damla sulama, yüzeysel salma sulamaya kıyasla su tasarrufu sağlayan ve derine sızmayı azaltan en etkili sulama yöntemi olduğu bilinmektedir. Bu nedenle tarla bitkilerinde damla sulama ve yağmurlama sulama gibi sulama yöntemleri yaygın şekilde uygulanmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerle yapılan sulamalarda, suyun üretkenliği özellikle suyun kıt olduğu bölgelerde önemli ölçüde artış göstermiştir (Lamm ve Trooien 2003; Liu ve ark. 2011; Man ve ark. 2014; Wang ve ark. 2015; AI-Ghobari ve Dewidar 2018; Mostafa ve ark. 2018; Sui ve ark. 2018; Cai ve ark. 2020). Bu bağlamda Dar ve ark (2017) damla sulamada uygun zamanlama ve sulama derinliğinin, salma sulamaya kıyasla bitki su üretkenliğini artırdığını bildirmişlerdir. Xue ve Ren (2016) yaptıkları çalışmada, salma sulama ile karşılaştırıldığında, yağmurlama sulama yöntemi buğdayda suyun üretkenliğini %7.9 oranında artırmıştır.

Daha önceki birçok çalışma, mikro yağmurlama sulamanın (MYS), buğdayda suyun üretkenliğini ve tane verimini sırasıyla %4.6-22.2 ve %10-27.8 oranında artırdığını ortaya koymuştur (Bandyopadhyay ve ark. 2010; Liu ve ark. 2013; Wang ve ark. 2013). Li ve ark (2018) tarafından yapılan çalışmaya göre, aynı miktar sulama suyu koşullarında, geleneksel salma sulama ile karşılaştırıldığında DS ve MYS, kışlık buğdayın tane verimini sırasıyla %9.8 ve %14.1 artırmıştır. Yine bir başka çalışmada Li ve ark (2019), aynı miktar sulama suyu koşullarında, geleneksel salma sulama ile karşılaştırıldığında, MYS kışlık buğdayın tane verimini %13.3 artırdığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada Zhai ve ark (2021) geleneksel salma sulama ile kıyaslandığında, MYS buğdayın verimini arttırırken sulama suyundan %40 (60 mm) tasarruf sağladığını bildirmişlerdir. Fang ve ark. (2018) tarafından yapılan üç yıllık tarla denemesi sonuçlarına göre; aynı sulama suyu miktarı koşulunda damla sulama yöntemi, dane verimini salma sulamaya göre %21.5, yağmurlama yöntemine göre %23.6 ve su yastığı yöntemine göre %9 oranında arttırmıştır. Li ve ark (2016) daha önceki yapılmış çalışma

sonuçlarına dayanarak, damla sulamanın buğday verimini %14.6-19.6 ve sulama suyu üretkenliğini %37.1-42 artırdığını rapor etmişlerdir. Yang ve ark (2023) göre, damla sulama yöntemi, diğer yöntemler olan salma, tava, karık, yağmurlama ve mikro yağmurlama yöntemleriyle karşılaştırıldığında ürün verimini sırasıyla %28.9, %14.5, %8, %2.3 ve %5.2 oranında artırmaktadır. Li ve ark (2018) geleneksel yüzey sulama yöntemiyle kıyaslandığında, damla sulama ve mikro yağmurlama sulamanın buğday tane verimini sırasıyla %9.79 ve %14.1 oranında ve bitki su üretkenliğini ise yine sırasıyla %12.3 ve %17.7 artırdığını bildirmektedir. Sidhu ve ark (2019) buğday tarımında salma sulama yöntemiyle karşılaştırıldığında, yüzey altı damla sulama-gübreleme ve koruyucu tarım kombinasyonu sulama suyundan %42-53 oranında tasarruf sağladığını bildirmişlerdir. Gültekin ve ark (2011), buğdayda sezonluk eşit sulama suyu koşullarında, basınçlı sulama yöntemlerinin, karık sulama yöntemine göre dane verimini %19.5 artırdığını rapor etmişlerdir. Mehmood ve ark (2019), kışlık buğdayda aynı sulama düzeyinde yağmurlama ve salma sulamayla karşılaştırıldığında, damla sulamanın, dane verimini %5-8 suyun üretkenliğini ise yaklaşık %1-8 artırdığını bildirmişlerdir. Zhai ve ark (2021) buğday üretiminde MYS'nın yağış düzeninden bağımsız olarak salma sulamaya kıyasla sulama suyunu %20-40 oranında azaltırken dane verimini ya sabitlediğini ya da önemli ölçüde artırdığını rapor etmişlerdir.

#### 4.2. BUĞDAYDA SULAMA PLANLAMASI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Sulama stratejilerinin optimize edilmesi, sınırlı sulama suyunun verimli şekilde kullanılmasının bir başka yönüdür. Önceki çalışmalar, buğdayın bitki boyu, toprak üstü biyokütle ve verim bileşenlerinin sulama miktarının artmasıyla arttığını göstermiştir. Sözelimi Dündar (2021), Konya koşullarında yürüttüğü 2 yetiştirme dönemini kapsayan tarla denemesinde, kışlık buğdayı, toprak faydalı su kapasitesinin %60'ı tüketildiğinde sulamış ve mevcut nemi tarla kapasitesine ulaştırmıştır. Bu kapsamda, bitki sezonda dört kez sulanmış ve 320 mm sulama suyu uygulamıştır. Çalışmada, yağışa bağlı ürün verimi 3508 kg/ha gerçekleşirken, uygulanan tam sulama verimi 8323 kg/ha'a ulaştırmıştır. Jha ve ark (2019)'nın buğdayda yaptıkları çalışmada, toprak su içeriği tarla kapasitesinin %70, %60 ve %50'sine düştüğünde olmak üzere üç farklı sulama zamanında, yağmurlama ve damla sulama yöntemleriyle her sulamada 30 mm ve yüzey salma sulamada ise 60 mm sulama suyu uygulamaları sonucunda; her sulama yöntemi için en yüksek verimin toprak su içeriği tarla kapasitesinin %60 düştüğünde yapılan sulamalardan elde edildiğini göstermiştir. Bu koşullarda, damla sulama en yüksek verimi sağlarken, yağmurlama ile kıyaslandığında %20 ve yüzey salma yöntemiyle kıyaslandığında ise %40 sulama suyunu azaltmıştır.

Dünyanın birçok yerinde buğdayın yetiştirme döneminde yağışlar su ihtiyacını karşılayamıyor ve buğday üretiminin sürdürülebilmesi için destek sulama yapılması gerekiyor (Liu ve ark., 2022). Son yıllarda, kışlık buğdayda suyun üretkenliğini iyileştirmek için çeşitli su tasarrufu mekanizmaları kullanılmaktadır (Wang ve ark. 2013; Ali ve ark. 2018; Zhou ve ark. 2018; Zhao ve ark. 2020; Dündar 2021). Örneğin, Xu ve ark (2018), tohum ekiminde toprak neminin yeterli olduğu durumlarda, buğdayın sapa kalkmada 75 mm ve çiçeklenme döneminde 75 mm su olmak üzere iki kez sulanmasının optimum ürün (9267 kg/ha) için yeterli olduğunu ve bu koşullarda 2.02 kg/m<sup>3</sup> su üretkenliği gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Meena ve ark (2019), kışlık buğdayın kardeşlenme, sapa kalkma, çiçeklenme ve süt olum dönemlerinde eşit şekilde 45'er mm su ile sulanması halinde en uygun ürün verimine ve yüksek sulama üretkenliğine ulaşabildiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Dündar (2021) buğdayın sapa kalkma, başaklanma ve çiçeklenme dönemlerini dikkate alarak yaptığı çalışmada, bu üç dönemde bitki kök bölgesi mevcut nemini tarla kapasitesine ulaştıracak kadar sulanan konuda 320 mm sulama

suyu uygulanmış ve 7918 kg/ha ürün alınırken, her üç dönemde de eşit şekilde 70'er mm olmak üzere toplam 210 mm sulamada 7660 kg/ha ürün ve 50'şer mm olmak üzere toplam 150 mm sulama uygulamasında 7285 kg/ha ürün elde edildiğini rapor etmiştir. Araştırmanın yapıldığı bölge ve benzer iklim bölgelerinde buğdayın bu üç kritik dönemde toplamda 150-200 mm seviyesinde sulamanın ürün verimi ve sulama etkinliği yönünden yeterli olduğunu bildirmiştir. Sulamanın üretkenliği yönünden, en önemli dönemin sapa kalkma dönemi olduğunu ve bu dönemde sulamanın mutlaka yapılması gerektiğini dikkat çekmiştir. Zhang ve ark (2023), kuzey Çin'de yaptıkları tarla denemesinde; kışlık buğdayda sapa kalkma ve çiçeklenme dönemlerini dikkate alarak; yağışa dayalı, sapa kalkmada 75 mm, sapa kalkmada 75 mm ve çiçeklenmede 75 mm olmak üzere üç sulama konusu araştırmışlardır. Her üç konuya, kışa girmeden önce eşit 90 mm sulama uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, kışlık buğdayın kışa girmeden önce ve sapa kalkma döneminde sulanmasının yeterli olduğunu, çiçeklenme döneminde ilave 75 mm sulama yapılan konuya göre %31.2 sulama suyu tasarrufu sağladığı ve buna karşılık verim azalışının %3 olduğu bildirilmiştir.

Kısıntılı sulama, maksimum verim için bitki tarafından tüketilmesi gerekenden daha az suyun uygulanması olarak tanımlanır. Kısıntılı sulama, su kaynakları yetersiz bölgelerde ürün verimini iyileştirdiği gibi su tasarrufu sağlamanın da etkili bir aracıdır. Bitki sulama suyu gereksinimlerinin eksik uygulanması olarak tanımlanan kısıntılı sulama, sulama suyu kullanımını en aza indirmek amacıyla birçok ülkede teşvik edilmektedir. Eissa ve ark.(2018) yarı kurak bir bölgede buğday üzerine yaptıkları iki yıllık bir çalışmada, %25 kısıntılı sulamada, tam sulamaya kıyasla dane veriminin ve suyun üretkenliği (WP) %20 ve %59 oranında daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Rathore ve ark.(2017) sulama ve azot uygulama oranlarının buğdayın verimi ve WP'si üzerindeki etkilerini araştırmak için 2 yıllık bir tarla denemesi yürütmüşlerdir. Elde edilen sonuçlar, orta derecede kısıntılı sulamanın (%20 kısıntı) en yüksek WP'ye sahip olduğunu ve tam sulamayla karşılaştırıldığında verimde yalnızca %5'lik bir azalma ile sulama suyundan %17'lik bir azalmaya neden olduğunu göstermiştir. Schneider ve Howell (2001) buğdayda su verim ilişkilerini üzerine yaptıkları çalışmada, %50 kısıntılı sulamada dane veriminin, tam sulama veriminin %86-95'ine tekabül ettiğini bildirmiştir. Yine bir başka çalışmada Xue ve ark (2006), sulamasız uygulama ile karşılaştırıldığında, buğdayın gebecik aşamasında 100 mm'lik kısıntılı sulamanın verimi %46 artırdığını göstermiştir. Aynı çalışmada, 400 mm'lik tam sulamayla karşılaştırıldığında sapa kalkma ve çiçeklenme döneminde 220 mm'lik kısıntılı sulama, tam sulama veriminin %84'üne eşdeğer verim üreterek, %45 sulama suyu tasarrufu sağladığı vurgulanmıştır.

Fang ve ark (2018) farklı sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin buğday verimine etkileri üzerine yaptıkları çalışmada; kısıntılı sulama koşulunda damla sulama, dane verimini yağmurlama ve tava sulama yöntemlerine göre sırasıyla %5 ve %12 artırmıştır. Ayrıca, damla yöntemiyle kısıntılı sulama (90 mm) uygulaması, yağmurlama ve tava yöntemleriyle yeterli sulama (160 mm) koşulu ile kıyaslandığında; verimde %5'lik azalmaya karşılık, sulama suyundan yaklaşık %44 tasarruf sağlandığı dikkat çekmektedir. Sezen ve Yazar (2006), buğdayda kısıntılı sulama üzerine yaptıkları üç yıllık bir tarla denemesinde, sulama suyundan %20 kısıntı uygulaması, verimde %3.7-7 gibi nispeten azalttığını buna karşın sulama suyundan %20 azalma yapıldığını belirlemişlerdir. Buğdayda geleneksel kısıntılı sulama üzerine Alghory ve Yazar (2018) tarafından Adana'da yapılan çalışmada; bitki kök bölgesi faydalı su kapasitesinin (FSK) %50'si tüketildiğinde sulamaların yenilendiği ve bu kapsamda eksilen nemin %100, 75, 50 ve 25'inin tamamlandığı 4 sulama konusu uygulanmıştır. Sonuçlara göre, tam sulama ile karşılaştırıldığında, sulama suyundan %25 kısıntı uygulaması verimi sadece %4 azaltırken, sulama suyundan %25 tasarruf sağlamıştır. Liu ve ark (2013)'nın Kuzey



Çin Ovasında yaptığı dört yıllık çalışmada, buğdaya, buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarının belirli oranlarını kısıntılı sulama olarak uygulamışlardır. Sonuçlar, tam sulamaya göre, %25 kısıntılı sulama ürün verimini %6.2 azaltırken, sulama suyunu %25 azalttığını ortaya koymuştur.

Tarı (2016) buğdayın kuraklığa hassas olan sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemlerinde yapılan tamamlayıcı sulamalarda; sulama suyu kısıntılarının hem dane verimini ve hem de kalite faktörlerini etkilediğini, özellikle sapa kalkma ve başaklanma dönemlerde uygulanan su kısıntısının verimi olumsuz şekilde etkilediğini, su kısıntısının çiçeklenme döneminde yapılabileceğini bildirmiştir. Zhao ve ark (2020) Çin’de yaptıkları iki yıllık bir tarla denemesi sonucunda; buğdayda kardeşlenme, sapa kalkma ve çiçeklenme dönemlerinde 60’ar mm su ile sulanmasının optimum verim için yeterli olduğunu beyan etmişlerdir.

## **5.SONUÇ**

Önemli bir insan gıdası ve hayvan besleme materyali de olan buğday, tarımı yapılması gerekli olan bir üründür. Dünya üzerinde düşük yağışlı ve yetiştirme sezonundaki yağış dağılışı düzensiz olan bölgelerde ürün veriminin hayli düşük gerçekleştiği bilinmektedir. Yukarıda yaptığımız kısa bir özetlemenin sonuçları göstermektedir ki, sulama işlemi önemli seviyede ürün artışı sağlamaktadır. Son çeyrek yüzyılda, buğday sulama çalışmalarının ekseriyeti kritik gelişme dönemlerine ve mikro sulama yöntemlerine odaklanmıştır. Dahası buğdayın kuraklığa hassas olduğu birkaç kritik dönemin her birinde az miktarlarda su ile sulanması veya su kaynağının kısıtlı olduğu durumlarda bu kritik dönemlerin sadece birisinde (özellikle sapa kalkma) bile bir kez sulama işlemi yapılması, ürün verimini önemli ölçüde arttırmaktadır. Dolayısıyla, bitki üretkenliğini iyileştirecek şekilde, koşullara göre, uygun zamanda ve miktarda su ile su uygulama randımanı yüksek olan mikro sulama yöntemleriyle buğdayın sulanması öne çıkmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Al-Ghobari, H.M., Dewidar, A.Z. 2018. Integrating deficit irrigation into surface and subsurface drip irrigation as a strategy to save water in arid regions. *Agricultural Water Management*, 209, 55–61.
- Alghory, A., Yazar, A. 2018, Evaluation of net return and grain quality characteristics of wheat for various irrigation strategies under the Mediterranean climatic conditions. *Agricultural Water Management*, 203, 395-404.
- Ali, S., Xu, Y., Jia, Q., Ma, X., Ahmad, I., Adnan, M., Gerard, R., Ren, X., Zhang, P., Cai, T., Zhang, J., Jia, Z. 2018. Interactive effects of plastic film mulching with supplemental irrigation on winter wheat photosynthesis, chlorophyll fluorescence and yield under simulated precipitation conditions. *Agricultural Water Management*, 207, 1–14.
- Aykanat, S., Barut, H. 2018. Buğday tarımında farklı ekim yöntemleri ve sulamanın teknik yönden karşılaştırılması. *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 131-142.
- Bandyopadhyay, K.K., Misra, A.K., Ghosh, P.K., Hati, K.M., Mandal, K.G., Moahnty, M. 2010. Effect of irrigation and nitrogen application methods on input use efficiency of wheat under limited water supply in a Vertisol of Central India. *Irrigation Science*, 28, 285–299.
- Cai, D.Y., Yan, H.J., Li, L.H. 2020. Effects of water application uniformity using a center pivot on winter wheat yield and nitrogen use efficiency in the North China Plain. *Journal of Integrative Agriculture*, 19, 2326–2339.
- Dar, E.A., Brar, A.S., Mishra, S.K., Singh, K.B. 2017. Simulating response of wheat to timing and depth of irrigation water in drip irrigation system using CERES–wheat model. *Field Crops Research*, 214, 149–163.
- del Pozo, A., Yáñez, A., Matus, I.A., Tapia, G., Castillo, D., Sanchez-Jardón, L., Araus, J.L. 2016. Physiological traits associated with wheat yield potential and performance under water-stress in a mediterranean environment. *Frontiers in Plant Science*, 7, 987.
- Du, T., Kang, S., Sun, J., Zhang, X., Zhang, J. 2010. An improved water use efficiency of cereals under temporal and spatial deficit irrigation in north China. *Agric. Water Manag.* 97, 66–74.
- Dündar, M.A. 2021. Konya Koşullarında Farklı Sulama Programı Uygulamalarının Ekmeklik Buğdayın (*Triticum Aestivum* L.) Verim ve Kalitesine Etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- Eissa, M.A., Rekaby, S.A., Hegab, S.A., Ragheb, H.M. 2018. Effect of deficit irrigation on drip-irrigated wheat grown in semi-arid conditions of Upper Egypt. *Journal of Plant Nutrition*, 41, 1576–1586.
- Fang, Q., Zhang, X., Shao, L., Chen, S., Sun, H. 2018. Assessing the performance of different irrigation systems on winter wheat under limited water supply. *Agricultural Water Management*, 196: 133–143.
- FAO, 2007. *Climate Change and Food Security: a Framework Document*. FAO, Rome.
- FAO, 2021, *Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Statistical Databases 2021*. <http://faostat.fao.org>.
- FAOSTAT, 2023, *Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Statistical Databases 2021*. <http://faostat.fao.org>.
- Godfray, H., Beddington, J., Crute, I., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S., Toulmin, C. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327, 812–818.

- Guarin, J.R., Martre, P., Ewert, F., Webber, H., Dueri, S., Calderini, D., Reynolds, M., Molero, G., Miralles, D., Garcia, G. 2022. Evidence for increasing global wheat yield potential. *Environmental Research Letters*, 17, 124045.
- Gültekin, İ. Arısoy, Z., Taner, A., Kaya, Y., Partigöç, F. 2011. Farklı sulama ve ekim yöntemlerinin buğday verimine etkileri. II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi 22-25 Kasım 2011 Ankara.
- Jha, S.K., Ramatshaba, S.T., Wang, G., Liang, Y., Liu, H., Gao, Y., Duan, A. 2019. Response of growth, yield and water use efficiency of winter wheat to different irrigation methods and scheduling in North China Plain. *Agricultural Water Management*, 217: 292–302.
- Kün, E. 1988. Serin İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:032, A.Ü. Basımevi, 322 s. Ankara.
- Lamm, F.R., Trooien, T.P. 2003. Subsurface drip irrigation for corn production: A review of 10 years of research in Kansas. *Irrigation Science*, 22, 195–200.
- Li, J., Zhang, Z., Liu, Y., Yao, C., Song, W., Xu, X., Zhang, M., Zhou, X., Gao, Y., Wang, Z. 2019. Effects of micro-sprinkling with different irrigation amount on grain yield and water use efficiency of winter wheat in the North China Plain, *Agricultural Water Management*, 224, 105736.
- Li, J., Xu, X., Lin, G., Wang, Y., Liu, Y., Zhang, M., Zhou, J., Wang, Z., Zhang, Y. 2018. Micro-irrigation improves grain yield and resource use efficiency by co-locating the roots and N-fertilizer distribution of winter wheat in the North China Plain. *Science of the Total Environment*, 643, 367–377.
- Li, X., Tian, D., Guo, K., Xu, B., Zhao, S. 2016. Influence of mulch drip irrigation on wheat root distribution characteristics. *J. Irrig. Drain. Eng.*, 34, 545–552, (In Chinese with English abstract).
- Liu, H., Yu, L., Luo, Y., Wang, X., Huang, G. 2011. Responses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) evapotranspiration and yield to sprinkler irrigation regimes. *Science of the Total Environment*, 98, 483–492.
- Liu, S., Lin, X., Wang, W., Zhang, B., Wang, D. 2022. Supplemental irrigation increases grain yield, water productivity, and nitrogen utilization efficiency by improving nitrogen nutrition status in winter wheat. *Agricultural Water Management*, 264, 107505.
- Liu, X., Shao, L., Sun, H., Chen, S., Zhang, X. 2013. Responses of yield and water use efficiency to irrigation amount decided by pan evaporation for winter wheat. *Agricultural Water Management*, 129, 173-180.
- Man, J., Yu, J., White, P.J., Gu, S., Zhang, Y., Guo, Q., Shi, Y., Wang, D. 2014. Effects of supplemental irrigation with microsprinkling hoses on water distribution in soil and grain yield of winter wheat. *Field Crops Research*, 161, 26–37.
- Meena, R.P., Karnam, V., Tripathi, S.C., Jha, A., Sharma, R.K., Singh, G.P. 2019. Irrigation management strategies in wheat for efficient water use in the regions of depleting water resources, *Agricultural Water Management*, 214, 38-46.
- Mehmood, F., Wang, G., Gao, Y., Liang, Y., Chen, J., Si, Z., Ramatshaba, T.S., Zain, M., Rahman, S.U., Duan, A. 2019. Nitrous oxide emission from winter wheat field as responded to irrigation scheduling and irrigation methods in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, 222, 367–374.
- Mızrak, G. 2021. Yağışın düşük olduğu yörelerde buğday tarımı. Tarım ve Orman Bakanlığı internet sitesi. [https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/pdf\\_goster?file=3081df98ca3e1a4ffd8c50fb91535206#book/](https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/pdf_goster?file=3081df98ca3e1a4ffd8c50fb91535206#book/)

- Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M.A., Kijne, J., 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 97, 528–535.
- Mosaffa, H.R., Sepaskhah, A.R. 2018. Performance of irrigation regimes and water salinity on winter wheat as influenced by planting methods. *Agricultural Water Management*, 216, 444–456.
- Mostafa, H., El-Nady, R., Awad, M., El-Ansary, M. 2018. Drip irrigation management for wheat under clay soil in arid conditions. *Ecological Engineering*, 121, 35–43.
- Mwale, S.S., Azamali, S.N., Massawe, F. 2007. Growth and development of bambara groundnut (*Vigna subterranea*) in response to soil moisture: 1. Dry matter and yield. *European Journal of Agronomy*, 26, 345–353.
- Rathore, V.S., Nathawat, N.S., Bhardwaj, S., Sasidharan, R.P., Yadav, B.M., Kumar, M., Santra, P., Yadava, N.D., Yadav, O.P. 2017. Yield, water and nitrogen use efficiencies of sprinkler irrigated wheat grown under different irrigation and nitrogen levels in an arid region. *Agricultural Water Management*, 187, 232–245.
- Raza, M.A.S., Ahmad, S., Saleem, M.F., Khan, I.H., Iqbal, R., Zaheer, M.S., Haider, I., Ali, M. 2017. Physiological and biochemical assisted screening of wheat varieties under partial rhizosphere drying. *Plant Physiology and Biochemistry*, 116, 150–166.
- Rosegrant, M.W., Ringler, C., Zhu, T., 2009. Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity. *Annual Review of Environment and Resources*, 34, 205–222.
- Schneider, A.D., Howell, T.A. 2001. Scheduling deficit irrigation with data from an evapotranspiration network. *Transaction of the ASAE*, 44: 1617-1623.
- Serpi, Y., Sade, B., Ögüt, H., Soylu, S., Boyraz, N., Bilgiçli, N., Direk, M. 2011, *Buğday Raporu, Ulusal Hububat Konseyi, Ankara.*
- Sezen, S.M., Yazar, A. 2006. Wheat yield response to line-source sprinkler irrigation in the arid Southeast Anatolia region of Turkey. *Agricultural Water Management*, 81 (1-2), 59-76.
- Si, Z., Zain, M., Li, S., Liu, J., Liang, Y., Gao, Y., Duan, A. 2021. Optimizing nitrogen application for drip-irrigated winter wheat with DSSAT-CERES-Wheat model. *Agricultural Water Management*, 244, 106592.
- Sidhu, H.S., Jat, M.L., Singh, Y., Sidhu, R.K., Gupta, N., Singh, P., Singh, P., Jat, H.S., Gerard, B. 2019. Subsurface drip fertigation with conservation agriculture in a rice-wheat system: A breakthrough for addressing water and nitrogen use efficiency. *Agricultural Water Management*, 216, 273–283.
- Sui, J., Wang, J., Gong, S., Xu, D., Zhang, Y., Qin, Q. 2018. Assessment of maize yield increasing potential and optimum N level under mulched drip irrigation in the Northeast of China. *Field Crops Research*, 215, 132–139.
- Tari, A.F. 2016. The effects of different deficit irrigation strategies on yield, quality, and water-use efficiencies of wheat under semi-arid conditions. *Agricultural Water Management*, 167: 1–10.
- TEPGE, 2021, *Buğday Durum ve Tahmin Raporu-2021*. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü web sayfası, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> [Ziyaret 25.11.2023].
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B.L., 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 20260.

- van Dijk, M., Morley, T., Rau, M.L., Saghai, Y. 2021. A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. *Nature Food*, 2, 494–501.
- Wang, D., Yu, Z., White, P. J. 2013, The effect of supplemental irrigation after jointing on leaf senescence and grain filling in wheat. *Field Crops Research*, 151, 35-44.
- Wang, X.P., Huang, G.H., Yang, J.S., Huang, Q.S., Liu, H.J., Yu, L.P. 2015. An assessment of irrigation practices: Sprinkler irrigation of winter wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, 159, 197–207.
- Xu, X., Zhang, M., Li, J., Liu, Z., Zhao, Z., Zhang, Y., Zhou, S., Wang, Z. 2018. Improving water use efficiency and grain yield of winter wheat by optimizing irrigations in the North China Plain. *Field Crops Research*, 221, 219–227.
- Xue, Q., Zhu, Z., Musick, J.T., Stewart, B.A., Dusek, D.A. 2006. Physiological mechanisms contributing to the increased water-use efficiency in winter wheat under deficit irrigation. *Journal of Plant Physiology*, 163: 154-164.
- Xue, J., Ren, L. 2016. Evaluation of crop water productivity under sprinkler irrigation regime using a distributed agro-hydrological model in an irrigation district of China. *Agricultural Water Management*, 178, 350–365.
- Yang, P., Wu, L., Cheng, M., Fan, J., Li, S., Wang, H., Qian, L. 2023. Review on Drip Irrigation: Impact on Crop Yield, Quality, and Water Productivity in China. *Water*, 15, 1733.
- You, Y., Song, P., Yang, X., Zheng, Y., Dong, L., Chen, J. 2022. Optimizing irrigation for winter wheat to maximize yield and maintain high-efficient water use in a semi-arid environment. *Agricultural Water Management*, 273, 107901.
- Zhai, L.C., Lü, L.H., Dong, Z.Q., Zhang, L.H., Zhang, J.T., Jia, X.L., Zhang, Z.B. 2021. The water-saving potential of using micro-sprinkling irrigation for winter wheat production on the North China Plain. *Journal of Integrative Agriculture*, 20, 1687–1700.
- Zhang, X., Zhang, J., Xue, J., Wang, G. 2023. Improving wheat yield and water-use efficiency by optimizing irrigations in northern china. *Sustainability*, 15, 10503.
- Zhao, H., Zhang, P., Wang, Y., Ning, T., Xu, C., Pu, Wang, P. 2020. Canopy morphological changes and water use efficiency in winter wheat under different irrigation treatments. *Journal of Integrative Agriculture*, 19 (4), 1105-1116.
- Zhou, L.L., Liao, S.H., Wang, Z. M., Wang, P., Zhang, Y.H., Yan, H.J, Gao, Z., Shen, S., Liang, X.G., Wang, J.H., Zhou, S.L. 2018. A simulation of winter wheat crop responses to irrigation management using CERES-Wheat model in the North China Plain. *Journal of Integrative Agriculture*, 17, 1181–1193.

**KEKİK (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*) BİTKİSİNDE UÇUCU YAĞ ORANI VE  
BİLEŞENLERİNİN SABİTLENEBİLME POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ**

**Hazal ŞAHİNER**

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı, Kayseri,  
**Email:** Hazal.hazal.sahiner@gmail.com

**Mehmet ARSLAN**

Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kayseri,  
**Email:** mehmetarslan@erciyes.edu.tr

**ÖZET**

İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*) Lamiacea familyasına giren çok yıllık çalı formunda yetişen aromatik bir bitkidir. Kekik uçucu yağı tıpta, eczacılıkta, gıda ve kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sürekli değişen çevre şartları nedeni ile tarla koşullarında yetiştirilen tıbbi bitkilerde etken madde oranları ve bileşenleri arasındaki farklılık ilaç sanayi açısından istenmeyen bir durumdur. İlaç sanayi için standart hammadde üretimi başta ışık, sıcaklık, nem ve bitki besin maddeleri gibi birçok faktörün sabitlenmesi gerekmektedir. Bu araştırmada sıcaklık, nem ve bitki besin maddelerini sabit tutularak, farklı dalga boylarında Işık Yayan Diyotlar (LED'ler) (kırmızı, beyaz, kırmızı+mavi+beyaz ve kontrol) ile 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık aydınlatma programı uygulanarak İstanbul kekiğinde hem hızlı büyüme, hem de standart uçucu yağ oranı ve bileşenlerinin üretilmesi amaçlanmıştır. Klonla tek bir bitkiden çoğaltılan kekik fideleri 3:1 oranında tof:perlit karışımı içeren 3 litrelik saksılara dikilerek büyüme odalarında yetiştirilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre altı tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Farklı dalga boyuna sahip ışık uygulamalarında bitki boyu değerlerinin 17.58 ile 26.83 cm arasında, kuru herba verimlerinin 3.69 – 5.47 g/bitki, uçucu yağ oranlarının %3.78 – 4.06 arasında değiştiği görülmüştür. Bitki boyu hariç, kuru herba verimi ve uçucu yağ oranı bakımından en yüksek değerler kırmızı + mavi + beyaz ışık dalga boylarının karışımından elde edilmiştir. Tüm ışık uygulamalarında uçucu yağ oranları ve bileşenleri tarla koşullarında yetişen bitkilere oranla daha stabil bir durum sergilemiştir. Kekik bitkisinin model olarak kullanıldığı bu çalışmada kırmızı + mavi + beyaz LED ışık karışımının kekik bitkisinde sanayinin istediği standart hammadde üretimine olanak sağladığı ve standart ham madde üretiminde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kekik, *Origanum vulgare*, LED aydınlatma, uçucu yağ, yapay ışık

**STABILIZATION POTENTIAL OF ESSENTIAL OIL CONTENT AND  
COMPONENTS IN OREGANO (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*)**

**Abstarct**

Istanbul oregano (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*) is an aromatic perennial shrub plant belonging to the Lamiacea family. Oregano essential oils are widely used in medicine, pharmacies, food industries. Due to constantly changing environmental conditions, the difference in essential oil content and components in medicinal plants grown under field conditions is an undesirable situation for the pharmaceutical industry. In the beginning of raw material production, many factors such as light, temperature, humidity and plant nutrients need to be fixed in order to produce standard raw material for the pharmaceutical and food industry. In this research, keeping the temperature, humidity and plant nutritional values constant, Light Emitting Diodes (LEDs) of different wavelengths (red, white, blue + blue + white and control) and a 16-hour exercise and 8-hour dark lighting program were applied to Istanbul oregano. The purposes of this study were to achieve speed plant growth and standard essential oil production. Oregano seedlings, cloned from a single plant, were grown by planting them in 3-liter pots containing peat:perlite mixture at a ratio of 3:1. The experiment was set up according to the randomized plot design with four replications. Light applications with different wavelengths showed that plant height values varied between 17.58 and 26.83 cm, dry grass yields varied between 3.69 - 5.47 g/plant, and moisture-containing oil ratios varied between 3.78 - 4.06%. Except for plant height, the highest values in terms of dry grass amount and oil content were obtained from the mixture of red + blue + white light wavelengths. The changing oil ratios in all light conditions and the ratios in plants grown under field conditions showed a more stable situation. The red + blue + white LED light mixture, which operates commercially on oregano plant allows the production of standard raw materials desired by the industry and has features that can be used in standard raw material production.

**Keywords:** Oregano, *Origanum vulgare*, LED light, essential oil, artificial light.

## GİRİŞ

Botanik açıdan kekik (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*) odunsu bir tabana ve otsu gövdelere sahip, 20 ila 80 cm yüksekliğe ulaşabilen çok yıllık bir bitkidir. Yaprakları karşılıklı ve oval şekillidir, 1 ila 4 cm uzunluğunda ve 0.5 ila 2.5 cm genişliğindedir. Yaprak kenarları pürüzsüzdür ve uçları yuvarlaktan sivriye doğru gitmektedir. Çiçekler nispeten küçüktür, terminal ve yan paniküller halinde gruplanmıştır. Taç yaprakları 0.4 ila 0.8 cm uzunluğundadır ve beyazdan mora kadar değişen renklerde 5 birleşik yapraktan oluşmaktadır.

*Origanum* çiçekleri genellikle küçük ve beyaz renkte olup toplu başak durumundadır. Her başakta 10-30 arası brakte bulunmaktadır. Her çiçekte 4 adet taç yaprak ve 4 adet erkek organ ve 1 adet dişi organ bulunmaktadır. Çanak yapraklar birleşerek iki dudaklı bir yapı oluşturmaktadır. Çoğunlukla çiçeklerde erkek ve dişi organ birlikte bulunmaktadır. Fakat sadece erkek ve dişi organın bulunduğu çiçeklerinde olduğu türler bulunmaktadır.

Kekik bitkisi türleri içerisinde morfolojik ve kimyasal içerik bakımından çok geniş farklılıklar mevcuttur. Dünyada tanımlanan 52 *Origanum* türü 10 değişik bölüm altında gruplandırılmaktadır (Adak, 2017). Ülkemizde sekiz seksiyona ait toplam 22 *Origanum* türü tespit edilmiştir. Türkiye'de yayılış gösteren tür, alttür ve hibritlerin sayısı 32 adet olup bunlardan 22 tanesi Türkiye'ye endemik olarak bulunmaktadır.

Farklı seksiyonlarda bulunan *Origanum* türlerinde kromozom sayıları hakkında yapılan çalışmalar da kromozom sayılarının  $2n=30$  olduğu tespit edilmiştir. Ticari amaçlarla kullanılan *Origanum vulgare* ya doğadan toplanmakta ya da tarım yoluyla yetiştirilmektedir ve Akdeniz kekiği için en büyük tedarikçi Türkiye'dir. Bununla birlikte, "kekik" terimi genellikle *Origanum* cinsinden diğer türler için de kullanılır. Örneğin, *Origanum onites* (İzmir kekiği), *O. majorana* (mercan köşk), *O. minutiflorum* (sütçüler kekiği), *O. syriacum* var. *bevanii* (Dağ kekiği) gibi. Işık, bitki büyüme ve gelişiminde önemli bir faktördür çünkü bitkiler, fotosentez için ışık enerjisini kullanırken aynı zamanda ışık kalitesi ve miktarındaki değişikliklere tepki gösterirler. Bu tepkiyi sağlamak için bitkiler, genellikle fotoreseptörler olarak adlandırılan özel pigment-protein kompleksleri geliştirirler. Özellikle mavi ışık, fototropizm (ışığa yönelme), gövde uzamasının inhibisyonu, kloroplast hareketleri, stomaların düzenlenmesi ve hücre zarı taşıma aktiviteleri gibi bir dizi önemli fizyolojik süreci düzenleyen güçlü bir çevresel sinyal olarak işlev görür.

Kırmızı ve mavi LED aydınlatmanın tam spektrum aydınlatmadan daha güvenilir ve verimli olduğu ve fotosentetik aktiviteyi, antioksidan özellikleri, fenolik ve flavonoid içeriğini artırarak bitkinin biyokütlesini ve besin değerini arttırdığı da yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Rahman ve ark., 2021).

Ticari seralarda yapay ışık kullanılarak yapılan ışık takviyesi, özellikle kış ve ışık yoğunluğunun düşük olduğu sonbahar aylarında biomas üretimini ve bitkilerin besin maddesi alımını önemli ölçüde artırmaktadır (Lu ve diğerleri, 2012; Yorio ve diğerleri, 2001). Hızlı ıslah tekniklerinin gelişmesiyle birlikte yapay ışık, ışık koşullarını kontrol etme önem kazanmıştır. Uzun zamandan beri araştırmacılar ve yetiştiriciler floresan lambalar, filamanlı lambalar ve yüksek basınçlı sodyum lambaları (HPL) bitki yetiştirmek amaçlı kullanıldı ve bu lambaların bitki büyüme ve gelişimi üzerine çok sayıda çalışma yapıldı (Tibbitts ve diğerleri, 1983). Ancak bu tür lambalar çok fazla elektrik enerjisi tüketmekte ve çok fazla ısı açığa çıkarmakta (bu da soğutma sistemi maliyetini artırmaktadır) ve ayrıca dalga boyları da bitkiler için çok uygun olmadığından aşırı enerji israfına yol açmaktadırlar. Hızlı ıslah maliyetlerinin kontrolünde en önemli faktör, fotoelektrik verimi yüksek ışık kaynakları ile fotosentez için gerekli ışık kaynağı sağlamaktır. Işık yayan diyotlar (LED'ler), bitki büyümesinde kullanılan geleneksel ışık kaynaklarıyla (örneğin HPL) karşılaştırıldığında, LED'lerin üstün kullanım ömrü, küçültülmüş



boyutu, daha soğuk ışık yayma ve düşük enerji maliyeti gibi önemli avantajlara sahip olması nedeniyle hızlı ıslah ortamlarında alternatif ışık kaynakları olarak önerilmiştir (Massa ve diğerleri, 2008). Geleneksel ışık kaynaklarına göre LED aydınlatma kullanmanın sunduğu diğer avantajlar ise bitki büyümesini, gelişmesini ve diğer arzu edilen özellikleri (örneğin fitokimyasal içeriği artırmak) optimize edebilen spesifik dar bant dalga boyuna sahip ışığın optimum oranını içeren türe özgü ışık ayarlarının geliştirilebilmesidir (Bian ve ark. 2016). Son zamanlarda LED'lerin bitki büyüme ve gelişmesi üzerindeki etkisi artan bir ilgi uyandırmıştır. Ancak ilgili çalışmaların sonuçları bazen farklı ve hatta çelişkili olmuştur (Avercheva ve ark, 2009; Bian ve ark, 2016; Hogewoning ve ark, 2010).

Bu çalışmanın amacı kekik bitkisinde standart ham madde üretimi için ısı, nem ve bitki besin maddelerinin sabitlendiği ortamda farklı LED ışık kaynaklarının kullanarak uçucu yağ oranı ve bileşenleri bakımından sabit standart ham madde üretim potansiyelini belirlemektir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Çalışma, 2023-2024 yılları arasında Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışmada Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü çeşit bahçesinde yetişen iki yıllık tek bir kekik (*Origanum vulgare*) bitkisinden alınarak köklendirilen çelikler materyal olarak kullanılmıştır. Kekik bitkisinden alınan çelikler köklendirme ısı ve nem kontrollü köklendirme masalarında köklendirilmişlerdir.

Bu araştırmada enerji tüketiminin azlığı, ömürlerinin uzun olması, ışık ve enerji verimliliğinin yüksek olması, az ısı üretmesi ve görünür ışık bölgesi, morötesi (UV) kızıl ötesi (IR) gibi dalga boylarını kapsayan çok geniş dalga boylarını içermesi gibi avantajlarından dolayı LED lambalar kullanılmıştır. Yürütülen çalışmada kullanılan kekik bitkisine ait bazı tarımsal ve bitkisel özellikler Tablo 1' de verilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan kekik bitkisine ait bazı bitkisel özellikler

Yaygı adı	Bilimsel adı	Bitkiye ait bazı özellikler
İstanbul kekik	<i>Origanum vulgare</i>	60-80 cm boylanabilen, %2-4 oranında uçucu yağ içeren, uçucu yağ ana bileşeni karvakrol (%70) olan bir türdür.

### 2.2. Yöntem

Çalışmada kullanılan saksılar ekimden öncesi çeşme suyu ile yıkanarak %1'lik HCl çözeltisinden geçirilmiş ve üç defa saf su ile durulanmıştır. Çiçeklenmeden önce tek bir bitkiden alınan çelikler 1:1 oranında toft perlit içeren 0.25 litrelik saksılarda köklendirilmiştir. Tek bir bitkiden alınarak köklendirilen klonlar içleri torfla doldurulmuş 3 litrelik saksılara transfer edilmiştir. Dikimi yapılan saksılar hazırlanan büyüme kabinlerine yerleştirilmiştir. Dikimden sonraki dönemlerde sulamalar toprak nemi takibi yapılarak her saksıya eşit şekilde sulama ve gübreleme yapılmıştır.

Bitki büyüme kabinleri 2 m<sup>3</sup> olacak şekilde ahşap ve alüminyum malzeme kullanılarak yapılmıştır. Araştırmada her uygulama için 6 tekerrür olacak şekilde kabinlere yerleştirilen kekik bitkileri, 3 farklı ışık kaynağı beyaz, tam spektrum ve kırmızı + mavi + beyaz ışık uygulamaları 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık olacak şekilde uygulanmıştır. Büyüme kabinlerinde tam beyaz ışık kaynağı 16 saat aydınlık 8 saat karanlık şeklin de kontrol uygulaması olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan LED'lere ait bazı özellikler Tablo 2'de

verilmiştir. Bitki yetiştirme dönemi boyunca bitkiler 26 °C sıcaklık ve %70 nisbi nemde tutulmuştur.

**Tablo 2.** Bitki büyüme kabinlerinde kullanılan LED lambalar ve özellikleri

Işık türü	Dalga Boyu (nm)	Geliş açısı (°)	Toplam Güç (W)	Çip Türü	Fotoperiyot (aydınlık/karanlık)
Tam spektrum	380-780	120	200	COB	16/8
Mavi	435-490	120	200	COB	16/8
Kırmızı	626-760	120	200	COB	16/8
Beyaz	450-720	120	200	COB	16/8

Araştırma süresince çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, yaş herba verimi, kuru herba verimi, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri incelenmiştir.

### 2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonuçları tesadüf parsellerin deneme desenine göre 6 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlar SAS istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar LSD'ye göre ayrıştırılmıştır.

### 3. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Tablo 3'ün incelenmesinden de görüleceği gibi bitki boyu değerleri 17.58 ile 23.91 cm arasında değişim göstermiştir. Bitki boyu yönünden en yüksek değer tam spektrum LED ışık uygulamasından, en düşük değer ise beyaz ışık uygulamasından elde edilmiştir. İstanbul kekigi ile tarla koşullarında yapılan çalışmalarda bitki boyu değerleri 50 -90 cm arasında değiştiği Marzi (1996), Sarihan ve ark. (2006), Žukauska, (2001). Araştırmamızda doğal koşullarda yetiştirilen kekik bitkisine göre daha düşük bitki boyu elde edilmesinin nedeni bitkilerin yapay ışık kaynağı altında ve saksıda yetiştirilmelerinden kaynaklanmıştır.

**Tablo 3.** Farklı ışık kaynaklarının bitki boyuna ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Işık Kaynağı	Bitki boyu (cm)	Yaş herba ağırlığı (g/bitki)	Kuru herba ağırlığı (g/bitki)	Kuru yaprak ağırlığı (g/bitki)	Uçucu yağ oranı (%)
K + M + B	23.91 A	19.56 A	5.47 A	3.88 A	4.06
Tam spektrum	26.83 A	18.04 A	4.88 A	3.13 B	3.78
Beyaz	17.58 B	15.37 B	3.69 B	2.15 C	3.84
LSD 0.05	5.09	2.01	0.69	0.49	0.49

Yaş herba verimleri dikkate alındığında bitki başına yaş herba verimi değerleri 15.37 ile 19.56 g rasında değişmiştir (Tablo 3). Yaş herba verimi yönünden en yüksek değer kırmızı + mai + beyaz ışık uygulamasından, en düşük değer ise beyaz ışık uygulamasından elde edilmiştir. Yaş herba verimi yönünden bulgularımız tarla koşullarında yetiştirilen bitkilerden daha düşük bulunmuştur. Yapay ışık koşulları ve bitkilerin saksılarda yetiştiriliyor olması yaş herba veriminin düşük olmasına neden olmuştur. Maral ve Kırıcı (2022) kekikte yaş herba verimini bitki başına 99.85 g olarak tespit etmiştir.

Farklı LED ışık uygulamaları altında yetiştirilen kekik bitkisinde en yüksek kuru herba verimi ağırlığı değeri 5.47g/bitki ile kırmızı + mavi + beyaz ışık uygulamasından, en düşük değer ise 3.69 g/bitki ile beyaz ışık uygulamasından elde edilmiştir. Kuru yaprak ağırlığı değerleri incelendiğinde kuru yaprak ağırlığı değerlerinin 2.15 g/bitki ile 3.88 g/bitki arasında değiştiği görülmektedir. Anılan karakter yönünden en yüksek değer kırmızı + mavi + beyaz ışık kaynağından, en düşük değer ise beyaz ışık kaynağından elde edilmiştir. Kuru herba verimi

yönünden sonuçlarımız tarla koşullarında yetiştirilen bitkilerden daha düşük çıkmıştır (Arslan ve ark. 2005; Bayram ve ark., 1999; Maral ve Kırıcı; 2022).

Uçucu yağ oranları incelendiğinde farklı ışık kaynağı uygulamaları arasında bir birinden önemli derecede farklı üç grubun oluştuğu görülmektedir (Tablo 3). Uçucu yağ oranı değerlerinin % 3.78 ile 4.06 arasında değiştiği görülmektedir. Uçucu yağ oranı yönünden en yüksek değer kırmızı + Mai + beyaz ışık uygulamasından, en düşük değer isetam spektrum ışık uygulamasından elde edilmiştir. Türkiye’de yetiştirilen Origanum türlerinde uçucu yağ oranlarının % 0.6 ile 6 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tanker ve Tanker, 1976; Kaçar ve ark. 2006; Avcı, 2006; Karik ve ark.2007; Khani ve Kırıcı, 2018). Uçucu yağ içeriği yönünden bulgularımız tarla koşullarında yetiştirilen kekik bitkilerinden elde edilen uçucu yağ oranları ile uyum içerisindedir. İncelenen özellikler yönünden en iyi sonuçlar kırmızı + mai + beyaz LED ışık karışımından elde edilmiştir. Araştırma sonuçları kekik bitkisinde standart hammadde elde üretmek için kırmızı + mai + beyaz LED ışık kaynağı başarı ile kullanabileceğini göstermiştir.

## KAYNAKLAR

1. Arslan, M., F. Ayanoğlu ve E.O. Sarıhan. (2005). Farklı Kekik (*Origanum*) Türlerinin Doğu Akdeniz Koşullarında Herba Verimleri, Eterik Yağ Oranları ve yağ Bileşenleri. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya, Cilt I, Sayfa 505-510.
2. Avcı, B., (2006). Geliştirilmiş İzmir Kekigi (*Origanum onites* L.) Klonlarının Farklı Ekolojik Koşullarda Bazı Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 153s.
3. Avercheva, O., Berkovich, Y.A., Erokhin, A., Zhigalova, T., Pogosyan, S., and Smolyanina, S. (2009). Growth and photosynthesis of Chinese cabbage plants grown under light-emitting diode-based light source. *Russ. J. Plant Physiol.* 56 (1), 14–21.
4. Bayram, E., H. Geren, A. Ceylan ve N. Özay. (1999). İzmir Kekigi (*Origanum onites* L.)'nde Farklı Biçim Şekli ve Biçim Yüksekliğinin Verim ve Kaliteye Etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt II Endüstri Bitkileri, 15-18 Kasım 1999, Adana, Sayfa 222-226.
5. Bian, Z.H., Cheng, R.F., Yang, Q.C., Wang, J., and Lu, C. (2016). Continuous light from red, blue, and green light-emitting diodes reduces nitrate content and enhances phytochemical concentrations and antioxidant capacity in lettuce. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 141, 186–195.
6. Hogewoning, S.W., Trouwborst, G., Maljaars, H., Poorter, H., van Ieperen, W., and Harbinson, J. (2010). Blue light dose-responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical composition of *Cucumis sativus* grown under different combinations of red and blue light. *J. Exp. Bot.* 61 (11), 3107–3117
7. Kaçar, O., Göksu, E., N. Azkan. (2006). İzmir Kekiginde (*Origanum onites* L.) Farklı Sıklıkların Bazı Agronomik ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi Sayı: 2, Cilt: 21.
8. Khani, H.S., Kırıcı, S. (2018). *Origanum micranthum* vogel'un kültüre alınması ve etken maddeleri ile antioksidan aktivitesinin araştırılması. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 35:113-122.
9. Karik, Ü., Tınmaz, A.B., Kürkcüoğlu, M., Başer, K.H.C. ve Tümen, G. (2007). İstanbul Kekigi (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) Populasyonlarında Farklı Biçim Zamanlarının Verim ve Kaliteye Etkileri, Bahçe 36 (1-2): 37-48.
10. Lu, N., Maruo, T., Johkan, M., Hohjo, M., Tsukagoshi, S., Ito, Y., Ichimura, T., and Shinohara, Y. (2012). Effects of supplemental lighting with light-emitting diodes (LEDs) on tomato yield and quality of single-truss tomato plants grown at high planting density. *Environ. Control Biol.* 50 (1), 63–74.
11. Maral, H., Kırıcı, S. (2022). Determination of Some Yield and Quality Properties of *Origanum dubium* Boiss Grown in Different Ecological Conditions. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. 25: 1434 – 1447.
12. Marzi, V., (1996). Agricultural Practices for Oregano. IPGRI International Workshop on Oregano, 1996. s:61-67.
13. Rahman, M.M., Field, D.L., Ahmed, S.M., Hasan, M.T., Basher, M.K., Alameh K. (2021). LED Illumination for High-Quality High-Yield Crop Growth in Protected Cropping Environments. *Plants*, 10:p. 2470.
14. Sarıhan, E.O., İpek, A., Arslan, N. ve Gürbüz, B., (2006). Farklı Sıra Arası ve Sıra Üzeri Mesafelerinin Kekik (*Origanum vulgare* var. *hirtum*)'de Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisi, Tarım Bilimleri Dergisi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi 12 (3) 246-251

15. Tanker, M. ve Tanker, N., (1976). Farmakognozi, Ankara Üniversitesi. Eczacılık Fakültesi, İstanbul, Cilt 2, s. 96-97.
16. Tibbitts, T., Morgan, D., and Warrington, I. (1983). Growth of lettuce, spinach, mustard, and wheat plants under four combinations of high-pressure sodium, metal halide, and tungsten halogen lamps at equal PPF. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 108, 622–630.
17. Yorio, N.C., Goins, G.D., Kagie, H.R., Wheeler, R.M., and Sager, J.C. (2001). Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation. *Hort Science* 36 (2), 380–383.
18. Žukauska, I. (2001). Agrobotanical features and productivity of wild and cultivated populations of *Origanum vulgare*, *Botany, Acta Biol. Daugavp.* 1: 107-109p.

**IMEGLIMIN HYDROCHLORIDE : A NOVEL ANTIDIABETIC DRUG**

**B. Pharm student T.AKSHAYA\***

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur,  
Chennai, Tamil Nadu, India.

**Email:**akshaya20082003@gmail.com

**B. Pharm student S.SOWMIYA**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur,  
Chennai, Tamil Nadu, India.

**B. Pharm student S.SAKTHI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur,  
Chennai, Tamil Nadu, India.

**B. Pharm student C.Priya DHAARANI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur,  
Chennai, Tamil Nadu, India.

**B. Pharm student B. Amirtha LAKSHMI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur,  
Chennai, Tamil Nadu, India.

**Assistant Professor, M. K. VIJAYALAKSHMI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur,  
Chennai, Tamil Nadu, India.

**Dean Professor. Dr. R. SRINIVASAN**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur,  
Chennai, Tamil Nadu, India.

**Abstract:**

A novel oral anti-diabetic medication called imeglimin hydrochloride targets mitochondrial bioenergetics to help patients with type 2 diabetes mellitus maintain better glucose homeostasis. Its distinct mode of action includes lowering hepatic glucose synthesis, protecting pancreatic beta cells, and increasing insulin sensitivity in muscle tissue. Imeglimin successfully decreases blood glucose levels, either on its own or in conjunction with other anti-diabetic drugs, according to clinical research. It also has a better safety profile than standard medicines, with fewer side effects. Because of this, imeglimin hydrochloride is a potentially effective treatment for type 2 diabetes, addressing the complex pathophysiology of the condition and possibly leading to better patient outcomes.

## INTRODUCTION:

A revolutionary development in the treatment of type 2 diabetes mellitus, a chronic, progressive illness marked by decreased insulin secretion and insulin resistance, is meglimin hydrochloride. Imeglimin functions differently from conventional anti-diabetic medications in that it targets mitochondrial function. This process improves insulin sensitivity, lowers the generation of glucose in the liver, and maintains the function of pancreatic beta cells. This multimodal strategy offers a possibly enhanced safety profile in addition to addressing the fundamental flaws of type 2 diabetes. Imeglimin hydrochloride shows promise as a treatment option given the global rise in type 2 diabetes prevalence and the shortcomings of current therapies. Imeglimin hydrochloride's pharmacological characteristics, clinical efficacy, and safety profile are all intended to be thoroughly reviewed in this review, with an emphasis on any potential effects.

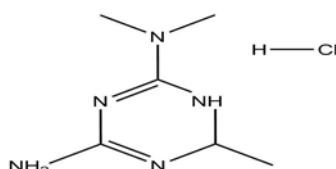


fig (1) Imeglimin Hydrochloride

## MECHANISM OF ACTION:

Imeglimin hydrochloride improves glucose homeostasis by focusing on mitochondrial bioenergetics through a novel mechanism of action. This dual mechanism consists of the following main actions:

**1.Improvement of Insulin Sensitivity:** Imeglimin improves mitochondrial function, which raises insulin sensitivity in muscle tissue. This lowers blood glucose levels because muscle cells are able to absorb and use glucose more effectively.

**2.Diminished Hepatic Glucose Production:** Imeglimin reduces the liver's capacity to create glucose from non-carbohydrate sources via modifying mitochondrial activity in the liver, or hepatic gluconeogenesis. Lower blood glucose levels during fasting are aided by the liver's decreased production of glucose.

**3.Protection of Pancreatic Beta Cells:** The cells that secrete insulin in the pancreas receive protection against meglimin. It aids in maintaining the bulk and function of beta cells, halting the typical type 2 diabetes-related degradation of these cells.

**4.Antioxidant Properties:** Imeglimin also exhibits antioxidant properties, reducing oxidative stress within cells. This further contributes to its protective effects on beta cells and overall cellular health.

By simultaneously targeting these multiple pathways, imeglimin hydrochloride addresses the complex pathophysiology of type 2 diabetes, offering a comprehensive approach to managing the disease.

#### PHARMACOKINETICS AND PHARMACODYNAMICS:

- **Absorption:** When imeglimin hydrochloride is taken orally, the gastrointestinal tract absorbs it quickly. Its bioavailability permits efficient systemic circulation.
- **Distribution:** Imeglimin is spread throughout the body when it has been absorbed. Its broad distribution in tissues is shown by the volume of distribution.
- **Metabolic processes:** Imeglimin has very little metabolism. Phase II conjugation, which yields mostly inactive metabolites, is its main metabolic process.
- **Excretion:** The majority of imeglimin is eliminated mostly by renal clearance, as evidenced by its unextracted excretion in the urine. Imeglimin's half-life of elimination enables twice-daily dosage.

#### PHARMACODYNAMICS OF IMEGLIMIN HYDROCHLORIDE

The pharmacodynamic properties of imeglimin hydrochloride are defined by its novel and multifaceted mechanism of action, which targets various aspects of glucose homeostasis and cellular function in the context of type 2 diabetes mellitus.

#### CLINICAL EFFICACY:

For the treatment of type 2 diabetes mellitus, meglimin hydrochloride has shown clinical success in a number of important areas. Significant evidence for its therapeutic advantages has been presented by clinical trials:

- ★ **Decrease in HbA1c Levels:** Imeglimin has been demonstrated to considerably lower levels of glycated haemoglobin (HbA1c), which is a key indicator of sustained glyceic management. Research suggests that imeglimin can successfully reduce HbA1c levels in individuals with type 2 diabetes, either when used alone or in conjunction with other anti-diabetic medications.
- ★ **Reduction of Fasting Plasma Glucose (FPG):** Imeglimin has been shown in clinical trials to reduce levels of fasting plasma glucose. Its capacity to lower hepatic glucose synthesis and increase insulin sensitivity is linked to this decrease in FPG.
- ★ **Combination Therapy:** Metformin, sulfonylureas, DPP-4 inhibitors, and other common anti-diabetic drugs have all shown efficacy when used with imeglimin. These mixtures frequently have synergistic or additive effects on glyceic management.
- ★ **Safety and Tolerability:** Compared to other anti-diabetic medications, imeglimin has a better safety profile, with clinical trials documenting fewer side effects. Gastrointestinal problems are typical side effects, which are usually not too serious. Imeglimin is a safe alternative because of its low risk of hypoglycemia, especially when used in combination therapy.

Overall, the clinical efficacy of imeglimin hydrochloride highlights its potential as a versatile and effective treatment option for type 2 diabetes, capable of addressing various aspects of the disease while maintaining a favorable safety profile.

#### POTENTIAL BENEFITS BEYOND GLYCEMIC CONTROL:

Imeglimin hydrochloride offers several potential benefits beyond glyceic control, contributing to its appeal as a comprehensive treatment for type 2 diabetes mellitus. These benefits include:



- ✓ **Cardiovascular Protection:** Type 2 diabetes is often associated with an increased risk of cardiovascular diseases. Ipeglimin's ability to improve insulin sensitivity and reduce oxidative stress may confer cardiovascular protective effects. Preliminary studies suggest potential benefits in reducing cardiovascular risk factors, such as improving lipid profiles and decreasing inflammation.
- ✓ **Weight Management:** Unlike some other anti-diabetic medications that can cause weight gain, imeglimin has a neutral or even beneficial effect on body weight. This can be advantageous for patients struggling with obesity, a common comorbidity in type 2 diabetes.
- ✓ **Renal Protection:** Diabetic nephropathy is a significant complication of diabetes. Ipeglimin's mechanisms, including reducing oxidative stress and improving mitochondrial function, might offer protective effects on kidney health. While more research is needed, initial findings are promising.
- ✓ **Improvement in Mitochondrial Function:** By targeting mitochondrial bioenergetics, imeglimin improves overall cellular energy metabolism. Enhanced mitochondrial function can have wide-ranging benefits, potentially improving tissue health and reducing the risk of various metabolic disorders.
- ✓ **Reduction of Oxidative Stress:** Ipeglimin's antioxidant properties help mitigate oxidative stress, which is implicated in the progression of numerous diabetes-related complications, including neuropathy, retinopathy, and cardiovascular diseases.
- ✓ **Beta-Cell Preservation:** Beyond glycemic control, imeglimin's protective effects on pancreatic beta cells may contribute to longer-term preservation of endogenous insulin production. This can delay the progression of type 2 diabetes and the need for exogenous insulin therapy.
- ✓ **Anti-Inflammatory Effects:** Chronic inflammation is a key component of type 2 diabetes and its complications. Ipeglimin's ability to reduce inflammatory markers could provide broader health benefits, potentially lowering the risk of related conditions.
- ✓ **Improved Quality of Life:** By effectively managing blood glucose levels and providing additional health benefits, imeglimin can improve the overall quality of life for patients with type 2 diabetes. Reduced risk of complications and side effects can lead to better adherence to treatment and more favorable health outcomes.

These potential benefits highlight imeglimin hydrochloride's role as a multifaceted therapeutic agent, addressing various dimensions of type 2 diabetes beyond mere glucose regulation.

#### **FUTURE DIRECTIONS:**

The future directions for imeglimin hydrochloride involve exploring its full potential in the treatment of type 2 diabetes mellitus and beyond. Key areas for future research and development include:

- **Long-term Efficacy and Safety Studies:** Conducting long-term clinical trials to assess the sustained efficacy and safety of imeglimin. These studies will help determine its long-term impact on glycemic control, beta-cell preservation, and the prevention of diabetes-related complications.
- **Combination Therapies:** Investigating the efficacy and safety of imeglimin in combination with newer classes of anti-diabetic agents, such as SGLT2 inhibitors

and GLP-1 receptor agonists. These studies could identify synergistic effects that enhance overall treatment outcomes.

- **Cardiovascular Outcomes:** Conducting dedicated cardiovascular outcomes trials to evaluate the impact of imeglimin on cardiovascular health. These studies are crucial given the high cardiovascular risk associated with type 2 diabetes.
- **Mechanistic Studies:** Further elucidating the precise molecular mechanisms of imeglimin's action, particularly its effects on mitochondrial function and bioenergetics. Understanding these mechanisms can help optimize its use and identify potential new therapeutic targets.
- **Renal Outcomes:** Investigating the potential renal protective effects of imeglimin in patients with diabetic nephropathy or at high risk for kidney disease. These studies could establish imeglimin as a beneficial agent for preserving kidney function in diabetic patients.
- **Inflammation and Oxidative Stress:** Exploring the anti-inflammatory and antioxidant effects of imeglimin in more detail. These studies could reveal additional therapeutic benefits and applications beyond diabetes management.
- **Pediatric and Special Populations:** Evaluating the safety and efficacy of imeglimin in pediatric populations and other special groups, such as elderly patients or those with comorbid conditions. This research could expand the indications for imeglimin use.
- **Biomarker Development:** Identifying biomarkers that predict response to imeglimin therapy. This could enable personalized treatment approaches, optimizing efficacy and minimizing adverse effects.
- **Regulatory Approvals and Global Expansion:** Pursuing regulatory approvals in additional countries and regions to expand the availability of imeglimin. This involves meeting diverse regulatory requirements and demonstrating its benefits in various populations.
- **Real-world Evidence:** Gathering real-world evidence from clinical practice to complement data from controlled clinical trials. This can provide insights into the everyday effectiveness and safety of imeglimin and inform guidelines and recommendations.

By pursuing these future directions, imeglimin hydrochloride could solidify its role as a cornerstone in the management of type 2 diabetes and potentially uncover new therapeutic applications.

## CONCLUSION:

Imeglimin hydrochloride represents a significant advancement in the management of type 2 diabetes mellitus. Its novel mechanism of action, which targets mitochondrial bioenergetics, offers a multifaceted approach to improving insulin sensitivity, reducing hepatic glucose production, and preserving pancreatic beta-cell function. Clinical trials have demonstrated its efficacy in lowering HbA1c levels and fasting plasma glucose, along with a favorable safety profile and minimal side effects. Beyond glycemic control, imeglimin holds promise for cardiovascular protection, weight management, renal health, and reduction of oxidative stress, positioning it as a comprehensive treatment option. As research progresses, long-term studies, combination therapy investigations, and exploration of additional benefits will further elucidate imeglimin's full therapeutic potential. By addressing the complex pathophysiology of type 2 diabetes and offering additional health benefits, imeglimin hydrochloride stands out as a

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

promising candidate for improving patient outcomes and advancing the treatment landscape for type 2 diabetes.

**REFERENCES:**

1. Jessica Huston , Hannah Schaffner , et al. Imeglimin in type 2 diabetes. *Drugs of Today* 2022; 58(9): 437-449. DOI: 10.1358/dot.2022.58.9.3419555.
2. Hallakou-Bozec S, Vial G, Kergoat M, et al. Mechanism of action of Imeglimin: A novel therapeutic agent for type 2 diabetes. *Diabetes ObesMetab.* 2021;23: 664–673. <https://doi.org/10.1111/dom.14277>
3. Pirags V, Lebovitz H, Fouqueray P. Imeglimin, a novel glimin oral antidiabetic, exhibits a good efficacy and safety profile in type 2 diabetic patients. *Diabetes ObesMetab.* 2012; 14: 852-858.
4. Fouqueray P, Pirags V, Diamant M, et al. The efficacy and safety of imeglimin as add-on therapy in patients with type 2 diabetes inadequately controlled with sitagliptin monotherapy. *Diabetes Care.* 2014; 37: 1924-1930.
5. Crabtree TSJ, DeFronzo RA, Ryder REJ, Bailey CJ. Imeglimin, a novel, first in-class, blood glucose-lowering agent: a systematic review and meta-analysis of clinical evidence. *Brit J Diabetes.* 2020; 20: 28-31.
6. Lamb, Y.N. Imeglimin Hydrochloride: First Approval. *Drugs.*2021;81,1683–1690. <https://doi.org/10.1007/s40265-021-01589-9>
7. Fouqueray P, Pirags V, Inzucchi SE, et al. The efficacy and safety of imeglimin as add-on therapy in patients with type 2 diabetes inadequately controlled with metformin monotherapy. *DiabetesCare.* 2013; 36: 565-568.
8. Herder C, Roden M. Genetics of type 2 diabetes: pathophysiologic and clinical relevance. *Eur J Clin Invest.* 2011; 41: 679-692.
9. Fouqueray P, Leverve X, Fontaine E, Baquié M, Wollheim C, et al. Imeglimin - A New Oral Anti-Diabetic that Targets the Three Key Defects of type 2 Diabetes. *J Diabetes Metab.*2011;2:126. doi:10.4172/2155-6156.1000126
10. Chemspider. Chemical structure of Imeglimin hydrochloride.06 April 2023. <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.26232690.html>.
11. National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 24812808, Imeglimin. 07 April 2023. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Imeglimin>.
12. Chevalier C, Fouqueray P, Bolze S. In vitro investigation, pharmacokinetics, and disposition of imeglimin, a novel oral antidiabetic drug, in preclinical species and humans. *Drug MetabDispos.* 2020;48:1330-1346.
13. Johansson KS, Brønden A, Knop FK, Christensen MB. Clinical pharmacology of imeglimin for the treatment of type 2 diabetes. *Expert OpinPharmacother.* 2020;21:871-882.
14. *Clin Drug Investig.* 2022; 42(9): 721–732. Published online 2022 Jul 22. doi: 10.1007/s40261-022-01181-3 PMID: PMC9427879 PMID: 35867199, Pharmacokinetics of Imeglimin in Caucasian and Japanese Healthy Subjects Pascale Fouqueray,ClémenceChevalier,andSébastienBolze.
15. Yaribeygi H, Maleki M, Sathyapalan T, et al. Molecular mechanisms by which imeglimin improves glucose homeostasis. *J Diabetes Res.* 2020;2020:8768954.
16. Hallakou-Bozec S, Vial G, Kergoat M, et al. Mechanism of action of Imeglimin: A novel therapeutic agent for type 2 diabetes. *Diabetes ObesMetab.* 2021;23:664–73.
17. Fouqueray P, Leverve X, Fontaine E, et al. Imeglimin - a new oral anti-diabetic that targets the three key defects of type 2 diabetes. *J Diabetes Metab.* 2011;2:4.

18. Pacini G, Mari A, Fouqueray P, Bolze S, Roden M. Imeglimin increases glucose-dependent insulin secretion and improves beta-cell function in patients with type 2 diabetes. *Diabetes ObesMetab.* 2015;17: 541-545.
19. Lachaux M, Soulié M, Hamzaoui M, et al. Short-and long-term administration of imeglimin counters cardiorenal dysfunction in a rat model of metabolic syndrome. *Endocrinol Diabetes Metab.* 2020;3:e00128.
20. Hallakou-Bozec. S, Vial. G, Kergoat. M, Fouqueray. P, Bolze. S, Borel. A. L, Moller. D. E. Mechanism of action of Imeglimin: A novel therapeutic agent for type 2 diabetes. *Diabetes, Obesity and Metabolism.* 2021;23(3): 664-673.
21. Yendapally. R, Sikazwe. D, Kim. S. S, Ramsinghani. S, Fraser-Spears, R., Witte. A. P, La-Viola. B. A review of phenformin, metformin, and imeglimin. *Drug development research.* 2020;81(4): 390-401.
22. Theurey. P, Vial. G, Fontaine. E, Monternier. P. A, Fouqueray.P, Bolze. S,Hallakou-Bozec. S.Reduced lactic acidosis risk with Imeglimin: Comparison with Metformin. *Physiological reports,* 2020;10(5): e15151.
23. Theurey. P, Vial. G, Fontaine. E, Monternier.P. A, Fouqueray. P, Bolze. S, Hallakou-Bozec. S. Reduced lactic acidosis risk with Imeglimin: Comparison with Metformin. *Physiological reports.* 2020;10(5): e15152.
24. Chevalier. C, Perrimond-Dauchy. S, Dubourg. J, Fouqueray, P,Bolze. S. Lack of drug–drug interaction between cimetidine, a renal transporter inhibitor, and imeglimin, a novel oral antidiabetic drug, in healthy volunteers. *European Journal of Drug Metabolism and Pharmacokinetics,* 2020;45: 725-733.
25. Nishiyama. K, Ono. M, Tsuno. T, Inoue R, Fukunaka .A, Okuyama.T, Shirakawa. J. Protective effects of imeglimin and metformin combination therapy on  $\beta$ -cells in db/db male mice. *Endocrinology.*2023; 164(8): bqad095.
26. Huston, J., Schaffner, H., Langley, L., Skrable, B., Ashchi, A., Berner, J.Goldfaden, R. Imeglimin in type 2 diabetes. *Drugs of Today.*2022; 58(9): 437-449.
27. Bando, H., Kato, Y., Yamashita, H., Kato, Y., &Kawata, T. Effective Treatment for Type 2 Diabetes (T2D) by Imeglimin (Twymeeg) and Vildagliptin/Metformin (Equmet). *SunText Rev Endocrine Care.* 2023;2(1): 108.

## **VALIDATION OF PHARMACEUTICAL PRODUCTS- A SHORT REVIEW**

### **Final Year B. Pharmacy Student B. Amirtha LAKSHMI\***

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Email:** amirthaprathiba11@gmail.com

### **Final Year B. Pharmacy Student T. AKSHAYA**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

### **Final Year B. Pharmacy Student C. Priya DHAARANI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

### **Final Year B. Pharmacy Student S. SAKTHI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

### **Final Year B. Pharmacy Student S. SOWMIYA**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

### **Associate Professor. M.K. VIJAYALAKSHMI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

### **Dean and professor. Dr. R. SRINIVASAN**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

#### **Abstract:**

Validation parameters are essential for guaranteeing the safety, effectiveness, and quality of pharmaceutical products. These factors are evaluated at several phases of the drug development process, such as cleaning validation, process validation, and analytical methods validation. Analytical methodologies used to evaluate the identification, efficacy, quality, and purity of drug substances and products are validated to ensure they are reliable and accurate. Parameters such as specificity, accuracy, precision, linearity, range, and robustness are critical in maintaining the validity of analytical results. Process validation verifies that pharmaceutical goods are regularly produced according to specified specifications and quality attributes during production. Cleaning validation ensures that the machinery used to produce pharmaceutical products is thoroughly cleaned to protect patient safety and avoid cross-contamination. Understanding and validating these parameters is essential for pharmaceutical companies to meet regulatory standards, ensure product quality, and safeguard public health.

**Keywords:** Validation parameters, Pharmaceutical products, accuracy, precision, Analytical method validation.

## **INTRODUCTION:**

The pharmaceutical industry places a significant emphasis on quality assurance programs, which are fundamental to efficient production operations. A lot of elements need to be carefully considered in order to ensure the quality of the final product, including the selection of high-quality parts and materials, proper process and product design, process control, and in-process and end-product testing[1-3]. Because pharmaceuticals these days are so complex, regular end-product testing is frequently ineffective to ensure product quality for an array of reasons. The main goal of designing a dosage form is to provide a medicine with a predictable therapeutic response in a formulation that can be manufactured on a wide scale with consistent product quality[4].

Ted Byers and Bud Loftus, two Food and Drug Administration (FDA) officials, initially put out the idea of validation in the middle of the 1970s in an attempt to raise the standards of medications[5]. The purpose of validation is to make sure that quality is built-in in the system from the beginning to the end, rather than just being tested for. Validation is a crucial process that ensures that a procedure, process, or activity, including testing and production, maintains the desired level of compliance at all stages[6-8]. The primary objective of any pharmaceutical plant is to consistently produce products of requisite attribute and quality at the lowest possible cost. Validation studies have been conducted for a long time, but there is an increasing interest in it due to the industry's greater emphasis on quality assurance programs. Validation is an integral part of current good manufacturing practices (cGMP) and involves a team effort from various plant disciplines[9,10].

According to ISO, "Validation is the confirmation by examination and the provision of objective evidence that the particular requirements for a specific intended use are fulfilled". According to US FDA, "Validation is the establishment of documented evidence which provides a high degree of assurance that a specific process will consistently produce a product meeting its predetermined specification and quality attributes". These are the definitions of validation.

Validation is critical in the following conditions:

- New procedure
- New equipment
- Process and equipment that have been modified to accommodate shifting priorities
- Process where the final product test is inadequate and an inaccurate measure of the quality of the final product[11].

## **SCOPE OF VALIDATION:**

- Selection of raw material i.e. raw materials of desired quality attributes.
- Product design based on expected performance.
- Process design to build the desired quality attributes in the product.
- Design of control parameters, such as change control, acceptance criteria, tolerance limits, etc.,
- In-process quality control parameters and sampling plans.
- Finished product testing or evaluation criteria.
- Validation of related analytical process.
- Validation of related systems, facilities, and equipment.
- Personnel training.

- Validation involves the careful determination of criteria variables of the process, such as moisture content of granules, drying temperature of time, etc.,

And the establishment of acceptable range and tolerance limits for the same. A careful and continuous control of these variables ensures consistent product quality[12,13].

#### **IMPORTANCE OF VALIDATION:**

- Assurance of quality
- Process optimization.
- Reduction of quality.
- Reduction in rejection
- Increased output
- Minimal batch failures, improved efficiency and productivity.
- Fewer complaints about process related
- Reduced testing in process and in finished goods
- More rapid and reliable start-up of new equipment.
- Easier maintenance of equipment
- Improved employee awareness of processes.
- More rapid automation.
- Government regulation.[14,15]

#### **PHASES OF VALIDATION:**

##### **Phase 1**

This is pre-validation phase or qualification phase, which covers all activities relating to product R&D, formulation, pilot batch studies, scale-up studies, transfer of technology to commercial scale batches, establishing stability conditions, storage and handling of in process and finished dosage form, equipment qualification, installation qualification, master production documents, operational qualification, process capability[16].

##### **Phase 2**

This is the validation phase; it is designed to verify that all established critical process parameters are valid and satisfactory products can be produced even under the worst case.

##### **Phase 3**

This is the validation maintenance phase, this phase involves frequent review of all related documents, including validation audit report to assure that there have been no changes, deviations, failures modification to production process and that all SOPs have been followed[17].



TYPES OF VALIDATION:

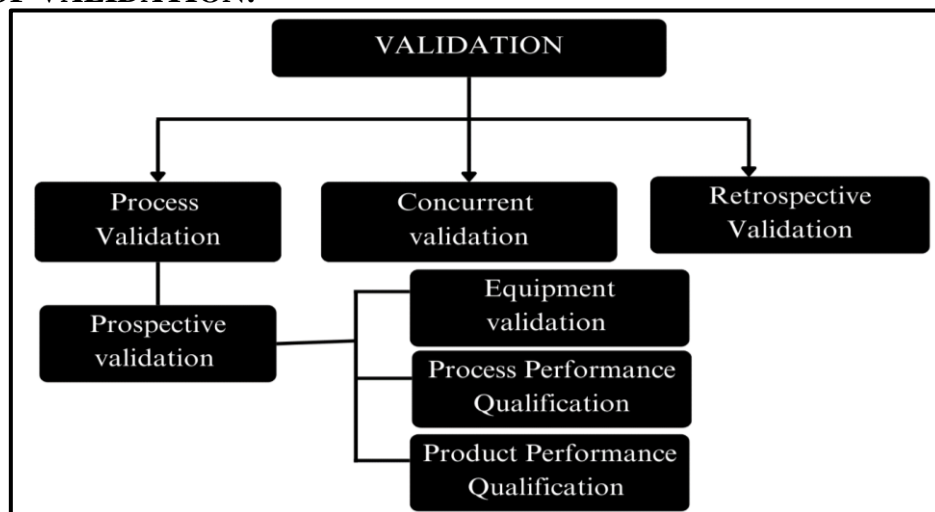


Fig.no 1: Types of Validation

- Process validation in pharmaceutical manufacturing ensures that a specific process consistently produces a product meeting pre-established quality requirements. It involves three stages:
  1. **Process Design:** Understanding the process and defining critical quality attributes (CQAs) and critical process parameters (CPPs).
  2. **Process Qualification:** Demonstrating through experimentation that the process consistently produces a product meeting its predetermined specifications. This includes Installation Qualification (IQ), Operational Qualification (OQ), and Performance Qualification (PQ)[18].
  3. **Continued Process Verification:** Ongoing monitoring and revalidation to ensure the process remains in a state of control throughout its lifecycle. This involves periodic review of process data, trending, and assessment against established control limits.
- Concurrent validation is a type of process validation performed during routine production operations. Unlike traditional process validation, which is conducted before full-scale production begins, concurrent validation evaluates the process while it is in routine use[19]. This approach allows for immediate assessment of whether the process consistently produces products meeting predetermined specifications. Key aspects of concurrent validation include:
  1. **Real-time Assessment:** Monitoring and evaluating the process parameters, critical quality attributes (CQAs), and other relevant variables during actual production runs.
  2. **Ongoing Verification:** Continuously collecting and analysing data to ensure that the process remains in a state of control and consistently produces products of acceptable quality.
  3. **Risk Management:** Identifying and mitigating potential risks associated with the manufacturing process promptly, thereby enhancing process robustness and product quality.
- Retrospective validation is a type of process validation conducted after production has been completed. It involves analysing historical data and records to assess whether a process consistently produced products that meet predetermined specifications and

quality standards. Key steps include identifying critical process parameters (CPPs), critical quality attributes (CQAs), and relevant data from past production batches. This approach is particularly useful for established processes where a significant amount of historical data is available. By analysing this data retrospectively, manufacturers can confirm the consistency and reliability of the process and identify any trends or patterns that may indicate areas for improvement or potential risks. Retrospective validation provides valuable insights into process performance over time and supports ongoing process optimization and quality assurance efforts[20].

#### **ANALYTICAL METHOD VALIDATION:**

The process of confirmation of the suitability of an analytical procedure used for a particular test, for its intended use is called analytical method validation or method validation.

Method validation is a requirement of the US FDA and also various other regulatory organizations.

Need for method validation or method revalidation:

- Method needs to be validated or revalidated before
- Putting into routine use
- When the conditions used in the originally validated method are being changed.
- When the method is changed outside the original scope of the validated method.
- Upon the request of the quality control unit
- When the equivalence of the new method with the standard method is to be demonstrated.

#### **VALIDATION CHARACTERISTICS OF ANALYTICAL METHOD VALIDATION:**

➤ **Specificity:**

For every stage of development, the analytical technique should demonstrate specificity. The technique should have the power to unequivocally assess the analyte of interest, whereas, within the presence of all expected parts, which can encompass degradants, excipients/sample matrix, and sample blank peaks[21].

➤ **Linearity:**

Linearity may be characterized as the capacity of an analytical technique to produce outcomes that are directly related to the concentration of an analyte in the standard solution[22].

➤ **Range:**

It can be characterized as the interval amongst upper and lower quantities of analyte in the sample. The minimum of the specified range to be 80 to 120% of the test sample for the assay test[23].

➤ **Accuracy:**

Accuracy is expressed as the nearness of agreement between the values found and values that are already available. It can also be defined as the closeness between the true value and the observed value.[24] It is sometimes called as trueness, and it could be determined by using at least nine determinations over a minimum of three concentrations over the specified range.

➤ **Precision:**

The exactness of an analytical procedure expresses the nearness of agreement (degree of scatter) between a group of measurements obtained from the different sampling of a uniform sample underneath the prescribed conditions[25].

➤ **Limit of detection:**

Lowest quantity of an analyte, which may be detected by the chromatographic separation; however, it is not necessary that this quantity will quantify as a precise value. A blank resolution is injected, and peak to peak quantitative noise relation that we have to calculate from blank chromatograms[26,27].

LoD can be expressed as,

$$\text{LoD} = 3.3 \times \text{SD}/S$$

Where, SD = Standard deviation of response, S = Slope of calibration curve.

➤ **Limit of quantitation:**

It is characterized by the least quantity of an analyte that can be quantified with exactness and precision[28,29].

LOQ can be communicated as,

$$\text{LoQ} = 10 \times \text{SD}/S$$

Where SD = Standard deviation of response, S = Slope of calibration curve.

➤ **Robustness:**

It is characterized by the level of ability of an analytical technique to stay similar by minute purposely change in the technique parameter[30]. The different technique parameters, which can be modified in high-performance liquid chromatography are pH, drift rate, the temperature of the column, and mobile phase composition.

➤ **Ruggedness:**

It is the degree or measure of reproducibility under different situations, such as, in different laboratories, different analysts, different machines, environmental conditions, operators, etc.,[31].

## CONCLUSION:

Validation provides assurance that every step of manufacturing—from raw materials to final product distribution adheres to predefined specifications and quality standards. This systematic approach not only mitigates risks associated with product variability but also enhances patient safety by delivering medications that are reliable and effective. Furthermore, validation is not a one-time event but a continuous process that evolves with advancements in technology, scientific understanding, and regulatory requirements. By investing in robust validation practices, pharmaceutical companies uphold their responsibility to deliver high-quality products that healthcare professionals and patients can trust. Ultimately, the comprehensive validation of pharmaceutical products serves as a cornerstone in safeguarding public health and fostering confidence in the pharmaceutical industry worldwide.

**REFERENCE:**

1. Sharma S., Khurana G., Gupta R., A review on pharmaceutical validation and its implications. *Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research*, 2013;1(3): 100-104.
2. Aulton M.E, *Pharmaceutics-The Science of Dosage Form Design*. 2nded, Churchill Livingstone, Elsevier, 2006.
3. Validation definition and FDA, Regulatory agencies guidelines requirement.
4. Ahir BK, et. al., Overview of validation and basic concepts of Process Validation. *Sch.Acad. J. Pharm.* 2014; 3(2):178.
5. Rajput RN, et al., Process Validation of Piroxicam Dispersible Tablets. *World J Pharma. Res.* 2014;3(8):1041.
6. Patel C., Desai D. g., Seth A.K., Process validation of artemether and lumefantrine 80/480 mg tablet. *Pharma Science Monitor.* 2015;6(1):233-243.
7. Pathuri R, Muthukumar M, Krishnamoorthy B, Nishat A. A review on analytical method development and validation of the pharmaceutical technology. *Curr Pharm Res.* 2013;3:855-870.
8. Patil R, Deshmukh T, Patil V, Khandelwal K. Review on analytical method development and validation. *Res Rev J Pharm Anal.* 2014;3:1-10.
9. Dr.B. Venkateswara Reddy\*, P. Ujwala, P. Sandeep, A. Deepthi, Pharmaceutical Validation—A Review, *International Journal Of Research In Pharmacy And Life Sciences.* 2014;2(2):236-247.
10. Sudarshan Kakad\*, Ki ran Wale, Mahesh Balsane, Dr.K.S.Salunkhe, Dr.S.R Chaudhari, Process Validation of Parenteral Formulation, *World Journal Of Pharmaceutical Research.* 2014;3(5):241-253.
11. Zameeruddin M., Kale S. S., Jadhav S. B., Kadam V. S., Chaware S. S., Process validation of oral solid dosage form: tablet – an overview. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.* 2015;4(12):358- 373.
12. Satinder Kumar, *Pharmaceutical Process Validation: A CGMP Concept*, Pharmatutor-Art-1269.
13. Kashid V. A., Nikam V. K., Somwanshi S. B., Dolas R. T.,Dhamak K. B., gaware V. M., Kotade K. B., Brief overview of pharmaceutical facility validation. *Journal of Current Pharma Research.* 2014;4(2):1134-1137,
14. Bhardwaj SK, Dwivedi K, Agarwal DD. A review: HPLC method development and validation. *Int J Anal Bioanal Chem* 2015;5:76-1.
15. Lavanya g, Sunil M, Eswarudu mm, Eswaraiah MC, Harisudha K, Spandana BN, et al. Analytical method validation: an updated review. *Int J Pharm Sci Res* 2013;4:1280.
16. Araujo P. Key aspects of analytical method validation and linearity evaluation. *J Chromatogr B.* 2009;877:2224-34.
17. Lavanya g, Sunil M, Eswarudu mm, Eswaraiah MC, Harisudha K, Spandana BN, et al. Analytical method validation: an updated review. *Int J Pharm Sci Res.* 2013;4:1280.
18. *Cleaning Validation in Active Pharmaceutical Ingredient Manufacturing Plants APIC guide to Cleaning Validation in API.* Sep. 1999.
19. International conference on Harmonization (ICH) ( 2005, Nov.), Harmonised tripartite guideline Q2 (R1), validation of analytical procedures: Text and methodology.
20. Code of Federal Regulations (CFR), Part 211, Current good manufacturing practice for finished pharmaceuticals.

21. Srivastava RK, Kumar SS. An updated review: analytical method validation. *Eur J Pharm Med Res.* 2017;4:774-784.
22. Nayudu ST, Suresh PV. Bio-analytical method validation—a review. *Int J Pharm Chem Res.* 2017;3:283-293.
23. Daksh S, goyal A, Pandiya CK. Validation of analytical methods—strategy and significance. *Int J Res Dev Pharm Life Sci.* 2015;4:1489-1497.
24. Tijare LK, Rangari NT, Mahajan UN. A review on bioanalytical method development and validation. *Asian J Pharm Clin Res.* 2016;9:6-10.
25. Tiwari g, Tiwari R. Bioanalytical method validation: an updated review. *Pharm Methods.* 2010;1:25-8
26. Pasbola K, Chaudhary M. Updated review on analytical method development and validation by HPLC. *World J Pharm Sci.* 2017;6:1612-1630.
27. Geetha g, Raju KN, Kumar BV, Raja mg. Analytical method validation: an updated review. *Int J Pharm Biol Sci.* 2012;1:64-71.
28. Ravichandran V, Shalini S, Sundram KM, Harish R. Validation of analytical methods—strategies and importance. *Int J Pharm Sci.* 2010;2:18-22.
29. Shweta K, Anita S. A review on analytical method validation. *Int J Pharm Res Rev.* 2016;5:30-36.
30. Boque R, Maroto A, Riu J, Rius FX. Validation of analytical methods. *grasas Aceites.* 2002;53:128-143.
31. PushpaLatha E, Sailaja B. Bioanalytical method development and validation by HPLC: a review. *J Med Pharm Innov.* 2014;1:1-9.

**ŞEKER PANCARI ISLAHINDA HIZLANDIRILMIŞ ISLAH YÖNTEMİNİN  
KULLANILMA POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ**

**Hasan Hüseyin DEDE**

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Ana Bilimdalı, Kayseri,  
**Email:**hasanhuseyindedee@gmail.com

**Mehmet ARSLAN**

Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kayseri,  
**Email:**mehmetarslan@erciyes.edu.tr

**ÖZET**

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) şeker üretimi amacıyla dünya çapında yetiştirilen stratejik bir endüstri bitkisidir. Uzun gün bitkilerinde aydınlanma süresinin uzatılması generasyon süresinin kısaltarak bir yılda birden fazla generasyon elde etmeye olanak sağlamaktadır. Hızlı ıslah ıslah tekniği olarak bilinen ıslah yönteminde, tohumdan tohuma geçen süreyi kısaltarak yeni çeşitlerin kısa sürede geliştirilmesine olanak sağlayacak ıslah tekniklerinden biridir. Bu çalışmada farklı dalga boylarında ışık yayan diyot (LED'ler) lambalar ile aydınlanma süresini uzatarak bitki büyüme ve gelişiminin hızlandırılması amaçlanmıştır. Araştırmada dört farklı ışık kaynağının (beyaz, tam spektrum, Kırmızı + Mavi + Beyaz ve kontrol) ERUKDH13 poligerm tozlayıcı fide gelişimi üzerine etkisi belirlenmiştir. Şeker pancarı tohumları 3:1 oranında torf:perlit karışımı içeren 3 litrelik saksılara ekilmiştir. Ekimden sonra saksılar sıcaklık ve nem kontrollü büyüme odalarında 22 saat aydınlık ve 2 saat karanlık periyotta fizyolojik olgunlaşma sürelerine kadar yetiştirilmiştir. Kontrol saksılarındaki bitkiler ise tarla koşulların tutularak yetiştirilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Bitkiler farklı dalga boylarında ışığa maruz bırakılarak 60 gün süre ile yetiştirilmiştir. Uzatılmış ışıklandırma uygulamaları kontrole kıyasla incelenen tüm bitkisel özellikler yönünden kontrole kıyasla daha iyi sonuç sergilemiştir. Kırmızı + Mavi + Beyaz ışık karışımının 22 saat aydınlık, 2 saat karanlık süre uygulaması yaprak boyu, yaprak eni, fide boyu, fide çapı, fide uzunluğu ve fide ağırlığı bakımından en iyi sonuçları vermiştir. Kırmızı + Mavi + Beyaz ışık uygulaması ile hızlı ıslah koşullarında yetiştirilen fidelerin gerek fide ağırlığı, gerekse fide boyu yönünden tohum üretimi amaçlı kullanılacakları tespit edilmiştir. Bu çalışma ışık yayan diyot kaynaklı uzatılmış aydınlatma süresi ile ıslah amaçlı fide gelişiminin 2 ay gibi bir süre içerisinde tamamlanacağını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hızlı ıslah, fide yetiştirme, fotoperiyod, LED aydınlatma, şeker pancarı.

**DETERMINATION OF THE POTENTIAL USE OF SPEED BREEDING METHOD  
IN SUGAR BEET BREEDING**

**ABSTARCT**

Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) is a strategic industrial crop grown worldwide for sugar production. Extending the illumination period in long-day crops shortens the generation period, allowing more than one generation to be achieved in a year. The speed breeding method, shortens the time from seed to seed, allowing the development of new varieties in a short time. In this study, it was aimed to accelerate plant growth and development by extending the illumination time with light-emitting diode (LEDs) lamps of different wavelengths. In this research, the effect of four different light sources (white, full spectrum, Red + Blue + White and control) on the seedling development of ERUKDH13 polygerm pollinator sugar beet line was determined. Sugar beet seeds were planted in 3-liter pots containing peat:perlite mixture at a ratio of 3:1. After planting, the pots were grown in temperature and humidity controlled growth rooms under a 22-hour light and 2-hour dark period until physiological maturity. Plants in control pots were grown under field conditions. The experiment was set up according to the randomized plot design with four replications. Plants were grown for 60 days by exposing them to light at different wavelengths. Extended exposure treatments showed better results compared to the control in terms of all examined plant traits. Application of Red + Blue + White light mixture with 22 hours of light and 2 hours of darkness gave the best results in terms of leaf length, leaf width, steckling length, steckling diameter, steckling length and steckling weight. It has been determined that the seedlings grown under speed breeding conditions with the application of Red + Blue + White light can be used for steckling production in terms of both seedling weight and seedling length. This study showed that the development of seedlings for breeding purposes will be completed within 2 months with the extended illumination period originating from the light-emitting diode.

**Keywords:** Speed breeding, seedling growth, photoperiod, LED lighting, sugar beet.

## GİRİŞ

Chenopodiaceae (Ispanakgiller) familyasında yer alan şekerpancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) yüksek oranda şeker içeren, çift çenekli, iki yıllık, yabancı döllen bir bitkidir. Bitki birinci yıl rozet yapıda kök-gövde gelişimini tamamlamakta, ikinci yıl ise vernelize olarak sapa kalkarak tohum tohum oluşturmaktadır (Kockelmann ve ark. 2011). Bitki şeker amaçlı tek yıllık, tohum üretim amaçlı ise iki yıllık olarak yetiştirilmektedir. Kültürü yapılan ticari çeşitlerin çoğu diploid veya triploid yapıdadır. Yapılan araştırmalar tetraploid çeşitlerin kök gövde verimi ve şeker oranı yönünden diploitlerden düşük olduğunu, triploid çeşitlerin ise kök gövde verimi ve şeker oranı yönünden diploitlerden daha üstün olduğunu göstermiştir.

Şeker fabrikalarının kuruluş amacı ülkemizin şeker ihtiyacını karşılamanın yanı sıra tarımı sürdürerek çiftçilerimizi ve ülkemizi kalkındırmaktır. Çünkü insanların yaşamlarını sürdürebilmesi için ihtiyaç duydukları en temel karbonhidrat maddesi şekerdir. Bu ihtiyacın büyük bir kısmı şeker pancarından elde edilen sukroz ile karşılanmaktadır. Bu nedenle şeker pancarının ülkemizin beslenme ve sosyoekonomik gelişimine katkısı göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür.

Şeker elde etmek amacı ile şekerpancarı ıslahı 150 yıllık bir geçmişe sahiptir. Islah çalışmalarına başlandığında tahminen %6 civarında olduğu sanılan şeker oranı yürütülen ıslah çalışmaları ile günümüzde %24'lere kadar çıkarılmıştır. Şeker pancarı dünyada şeker üretiminin yaklaşık %35-40'ını karşılamakta, kalan diğer kısım ise şekerkamışından elde edilmektedir. Yüksek sıcaklık gereksinimi nedeni ile şekerkamışı şekerpancarına oranla sınırlı sayıda ülkede ekonomik olarak yetiştirilmektedir. Ülkemizde şekerpancarı tarımı yaklaşık 6000 köyde ve 500 bin çiftçi ailesi, diğer bir ifade ile 5 milyon insanın yanı sıra tarım, hayvancılık sanayi, et, süt, nakliye ve hizmet sektörü ile iç içe girmiş olması nedeni ile stratejik bir üründür. Türkiye'de de yerli hibrid şekerpancarı çeşitleri geliştirebilmemiz için genetik benzerlikleri farklı monogerm GMS ana hatların, bunların sürdürücülerinin ve poligerm tozlayıcı baba hatların geliştirilmesine, geliştirilen hatlar arasında heterosis oranları yüksek hatların melezlenmesi ile kök-gövde verimi ve şeker oranı yüksek hibrid çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle Türkiye'nin kısa vadede 20, orta vadede 50, uzun vadede 100-150 farklı hibrid şekerpancarı çeşidi geliştirmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Şekerpancarı tohumluğunda dışa bağımlılıktan kurtulmak için şekerpancarında hibrid çeşit ıslah programlarının başlatılarak yerli çeşitlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Farlı bitkilerde bulunan arzu edilen özellikleri tek bitkide toplama farklı genetik kökenli bitkileri melezleyerek ileri generasyonların durulmuş popülasyonlarında istenen özellikleri taşıyan bitkilerin seçimi esasına dayanır. Melezleme sonucu elde edilen tohumlar uygun ekim zamanında tarlaya ekilerek açılma kuşağında amaca uygun seleksiyon programı yürütülür. Melezlemeleri takiben tarla koşullarında verim ve bitkisel özellikler yönünden test etmeye uygun genetik olarak stabil hatların geliştirilmesi 4-6 yıl kadar bir zaman almaktadır. Bu nedenle generasyon süresi uzunluğu ıslah süresinin de uzamasına neden olur (Godfray ve ark. 2010).

Hızlı ıslah çeşitli geliştirme ve araştırmalarda araştırma sürelerini önemli ölçüde hızlandırarak bitki yetiştirme alanında devrim yaratmıştır (Pandey ve ark. 2022). Hızlı ıslahın uygulama alanları çok geniş olup karmaşık haritalama popülasyonlarının oluşturulmasını, gen piramitlemesini, geri melezlemenin hızlandırılmasını, bitki özelliklerinin fenotiplenmesini, mutant çalışmalarını ve genetik dönüşüm deneylerini kapsar. Hızlı ıslah, gen düzenleme, hassas fenotipleme ve genotipleme, genomik seleksiyon ve markör destekli seleksiyon gibi ileri tekniklerle birleştirildiğinde hızlı ıslahın önemi kanıtlanmıştır (Pandey ve ark. 2022). Islahçılar, bu modern metodolojileri hızlı ıslah ile entegre ederek bitki ıslahını hızlandırabilir ve aynı anda



birden fazla iş yükünün üstesinden gelebilir. Hızlı ıslahın önemli bir avantajı, bitkilerin yüksek hızda büyümesine olanak sağlayarak maliyetleri ve alan gereksinimini azaltır (Ghosh ve ar. 2018). Bu özellikle çok sayıda kendilenmiş hat üretmek için oldukça pratik bir yöntemdir. Ek olarak hızlı ıslah, dihaploid teknolojisiyle ilişkili düşük çimlenme oranları, zayıf canlılık ve çarpık büyüme gibi bazı sınırlamaları da ortadan kaldırabilir.

Hızlı ıslahın generasyon süresinin kısaltılmasında etkili olduğu buğday gibi uzun gün bitkilerinde, pamuk ve çeltik gibi kısa gün bitkilerinde ve horoz ibiği (*Amaranthus spp*) gibi nötr gün bitkilerinde kanıtlanmıştır (Ahmar ve ark. 2020). Hızlı ıslah uygulamaları gen düzenleme yoluyla genetik kazancın artırılması, yüksek verimli fenotipleme, genomik seçim, ve markör destekli seleksiyon (MAS) gibi alanlarda da kullanılabilmektedir (Pandey, 2022).

Bu çalışmanın amacı şeker pancarı ıslah programlarında kullanılabilecek fideleri hızlı ıslah yöntemi kullanarak en kısa sürede elde etmektir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Çalışma, 2023-2024 yılları arasında Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışmada Erciyes Üniversitesi ve Kayseri Şeker A.Ş. iş birliği ile geliştirilen bir adet poligerm tozlayıcı hat bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan CMS hat ve tozlayıcı hatta ait bazı özellikler Tablo 1 'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan şeker pancarı poligerm tozlayıcı hatta ait bazı özellikler

Hat ismi	Embriyo sayısı	Kök-gövde verimi (ton/da)	Şeker oranı (%)	Na (%)	K (%)	$\alpha$ - amino N (%)
ERUKDH13	Poligerm	5.10	15.92	0.76	6.14	0.81

### 2.2. Yöntem

Çalışmada kullanılan saksılar ekimden öncesi çeşme suyu ile yıkanarak %1'lik HCl çözeltisinden geçirilmiş ve üç defa saf su ile durulanmıştır. Şeker pancarı hatlarına ait tohumlar içleri torfla doldurulmuş 3 litrelik saksılara ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan saksılar ışık, ısı ve nem kontrollü büyüme odalarında yerleştirilmiştir. Her saksıya üç adet tohum ekilmiş, çıkıştan sonra her saksıda 1 bitki olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Bitki çıkışı gerçekleşene kadar, az miktar da sulama suyu ile saksılar sulanmıştır. Çıkıştan sonra ve daha sonraki dönemlerde sulamalar toprak nemi takibi yapılarak devam ettirilmiştir.

Bitki yetiştirme amaçlı akkor telli lambalar, metal halojen lambalar, floresan lambalar, yüksek basınçlı sodyum buharlı deşarj lambaları ve LED lambalar kullanılabilmektedir (Swami, 2023). Bu çalışmada enerji tüketiminin azlığı, ömürlerinin uzun olması, ışık ve enerji verimliliğinin yüksek olması, az ısı üretmesi ve görünür ışık bölgesi, morötesi (UV) kızıl ötesi (IR) gibi dalga boylarını kapsayan çok geniş aralıklarda üretilebilmesi gibi avantajlarından dolayı LED lambalar kullanılmıştır.

Araştırmada her uygulama için dört tekerrür olacak şekilde yürütülmüştür, Araştırmada üç farklı ışık kaynağı beyaz, tam spektrum ve kırmızı + mavi + beyaz ışık uygulamaları 22 saat aydınlık, 2 saat karanlık olacak şekilde uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan LED'lere ait bazı özellikler Tablo 2'de verilmiştir. Bitkiler yetiştirme dönemi boyunca 24 °C sıcaklık ve %70 nisbi nemde tutulmuştur. Kontrol saksıları ekimi takiben doğal ışıklandırmanın gerçekleştiği açık alana konulmuştur.

**Tablo 2.** Bitki büyüme kabinlerinde kullanılan LED lambalar ve özellikleri

Işık türü	Dalga Boyu (nm)	Geliş açısı (°)	Toplam Güç (W)	Çip Türü	Fotoperiyot (aydınlık/karanlık)
Tam spektrum	380-780	120	200	COB	22/2
Mavi	435-490	120	200	COB	22/2
Kırmızı	626-760	120	200	COB	22/2
Beyaz	450-720	120	200	COB	22/2
Beyaz	450-720	120	200	COB	22/2
Kontrol	Sadece tam güneş ışığı altında yetiştirilmiştir				

Araştırmada yaprak uzunluğu (cm), yaprak eni (cm), kök-gövde uzunluğu (cm), kök-gövde çapı (cm), kök gövde ağırlığı (g), sapa kalma süresi (gün), tohum olgunlaşma süresi (gün) gibi bitkisel özellikler incelenmiştir.

### 2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonuçları tesadüf parsellerin deneme desenine göre 6 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlar SAS istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar LSD'ye göre ayrıştırılmıştır.

### SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Farklı ışık kaynaklarının şeker pancarı fidelerinde yaprak uzunluğu, yaprak eni, fide uzunluğu, fide çapı ve fide ağırlığına etkileri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3'den de görüleceği gibi yaprak uzunluğu yönünden ışık kaynakları arasında bir birinden önemli derecede beş farklı grup oluşmuştur. Yaprak uzunluğu değerleri 12.81 ile 20.90 cm arasında değişmiş olup, anılan karakter yönünden en yüksek değer Kırmızı + Mavi + Beyaz ışık kaynağından elde edilmiş, en düşük değer ise dış ortamda yetişen kontrol bitkisinden elde edilmiştir. Işık yoğunluğu arttıkça yaprak uzunluğunun kısaldığı görülmektedir. Tam beyaz ışık altında yetişen bitkilerin yaprak uzunlukları en düşük yaprak uzunluğu değerlerine sahip olmuştur.

Farklı ışık uygulamalarının yaprak enine etkisi incelendiğinde yaprak eni değerlerinin yaprak uzunluğu değerlerine benzerlik gösterdiği görülmektedir (Tablo 3). Yaprak uzunluğunda olduğu gibi anılan karakter yönünden en yüksek değer 4.73 cm ile Kırmızı + Mavi + Beyaz ışık uygulamasından, en düşük değer ise 3.01 cm ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

**Tablo 3.** Farklı ışık kaynaklarının şeker pancarı fidelerinde yaprak uzunluğu, yaprak eni, fide uzunluğu, fide çapı ve fide ağırlığına etkileri

Işık Kaynağı	Yaprak uzunluğu (cm)	Yaprak eni (cm)	Fide uzunluğu (cm)	Fide çapı (cm)	Fide ağırlığı (cm)
K+ M + B	20.90 A	4.73 A	13.98 A	4.13	121.27
Tam spektrum	17.16 B	4.25 B	12.10 B	3.30	104.85
Mavi	14.35 C	3.30 C	8.75 C	2.45	84.55
Beyaz	12.81 D	3.26 C	8.20 C	2.66	75.85
Kontrol	14.44 E	3.01 C	6.21 D	2.25	42.65
LSD 0.05	1.10	0.34	0.47	2.23	5.04

Fide uzunluğu dikkate alındığında kök-gövde uzunluğu değerlerinin 6.21 ile 13.98 cm arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 3). Fide uzunluğu yönünden en yüksek değer Kırmızı + Mavi + Beyaz ışık uygulamasından, en düşük değer ise doğal ortamda yetişen şeker pancarı bitkisinden elde edilmiştir.

Tablo 3'ün incelenmesinden de görüleceği gibi fide çapı değerleri 2.25 ile 4.13 cm arasında değişim göstermiş, fide çapı yönünden en düşük değer kontrol uygulamasından elde edilirken en yüksek değer Kırmızı + Mavi + Beyaz ışık uygulamasından elde edilmiştir.

Fide ağırlığı değerleri 42.60 ile 121.27 g arasında değişim göstermiştir. En yüksek fide ağırlığı değeri Kırmızı + Mavi + Beyaz ışık uygulamasından, en düşük fide ağırlığı değeri ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 3). Fide ağırlığı değerlerinin artması ile bitki başına tohum üretim oranının arttığını, şeker pancarında ticari tohumluk üretimi için ideal fide ağırlığının 200-300 g arasında olması gerektiği Hemayati ve ark. (2008) tarafından bildirilmiştir. Ancak hızlı ıslah yönteminde amaç tohumluk üretimi değil kısa sürede generasyon ilerlemesi sağlamak olduğu için fide ağırlığı değerlerinin 80-150 g arasında olması yeterli olacaktır.

Işık bazlı hızlı bitki büyütme protokolleri sürekli fotosentez için tüm yetiştirme sezonu boyunca bitkilerin faydalanacağı radyasyonu bitkilere sağlar (Bhatta ve ark. 2021). Örneğin Dubcovsky ve ark. (2006) Fotosentetik olarak aktif dalga boyu ışık (150–190  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) altında 22 saat aydınlık ve 2 saat karanlık fotoperiyod ta yetişen buğday bitkisinde çiçeklenme süresinin 12 saat ışık 12 saat karanlık sürede yetişen bitkilere göre %50 daha kısa olduğunu kaydetmişlerdir. Buğdayda hızlı ıslah tekniğinin kullanımı ile çiçeklenme süresinin 35-39 gün arasında tamamlandığı Wanga ve ark. (2021) tarafından kayıt edilmiştir. Horoz ibiği (*Amaranthus caudatus*) bitkisinde çiçeklenme uzatılmış aydınlanma süresinde iki hafta (16/8 saat aydınlık/karanlık) daha sonra iki hafta kısa gün (8/16 saat aydınlık/karanlık) koşullarında tutularak çiçeklenme yaklaşık dört hafta içinde gerçekleştirildi (Stetter et al., 2016). Yerfıstığının sürekli aydınlık koşullarda yetiştirilmesi ile 25-27 gün içinde çiçeklenmesi sağlanmıştır (O'Connor et al., 2013).

Uzun gün bitkisi olan şeker pancarı hızlı ıslah tekniğine oldukça uygun bir bitkidir. Bu çalışmada kırmızı + mavi + beyaz, tam spektrum, mavi ve beyaz LED lambaların 22 saat aydınlık, 2 saat karanlık fotoperiyoda tabi tutulması ile vejetasyon süresinde kontrole göre önemli derecede kısalma sağlanmıştır. Kontrol uygulamasına kıyasla kırmızı + mavi + beyaz, tam spektrum, mavi ve beyaz LED lambalar vejetasyon süresinde sırası ile %30, 65, 70 ve 76 oranında bir kısalma sağlamıştır. Geleneksel ıslah ile kıyaslandığında, hızlı ıslah yöntemi şeker pancarında bir yılda iki generasyon ilerleme sağlayarak şeker pancarı çeşitlerinin kısa sürede piyasaya sürülmesine olanak sağlama potansiyeline sahiptir.

## KAYNAKLAR

- Ahmar S., Gill, R.A., Jung K.H., Faheem A., Qasim, M.U., Mubeen, M, Zhou, W. (2020). Conventional and molecular techniques from simple breeding to speed breeding in crop plants: recent advances and future outlook. *International journal of molecular sciences*. 21:2590.
- Bhatta M, Sandro P, Smith, M.R., Delaney, O., Voss-Fels, K.P., Gutierrez, L, Hickey, L.T.. (2021). Need for speed: manipulating plant growth to accelerate breeding cycles. *Current Opinion in Plant Biology*. 60:101986.
- Dubcovsky, J., Loukoianov, A., Fu, D., Valarik, M., Sanchez, A., and Yan, L. (2006). Effect of photoperiod on the regulation of wheat vernalization genes VRN1 and VRN2. *Plant Molecular Biology*, 60: 469-480.
- Ghosh, S., Watson, A., Gonzalez-Navarro, O.E., Ramirez-Gonzalez, R. H., Yanes L., Mendoza-Suárez, M., Simmonds, J., Wells, R., Rayner, T., Green, P., Hafeez, A. (2018). Speed breeding in growth chambers and glasshouses for crop breeding and model plant research. *Nature protocols*. 12:2944-63.
- Godfray H.C., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence ,D., Muir J.F., Nisbett, N., Pretty, J., Robinson S., Toulmin, C., Whiteley, R. (2010). The future of the global food system. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 365:2769-77.
- Hemayati, S.S., Taleghani, D., Shahmoradi, S. (2008). Sugar Beet Seed Institute Effects of Steckling Weight and Planting Density on Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Monogerm Seed Yield and Qualitative Traits. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11:226-3.
- Kockelmann, A., Meyer, U. (2006). Seed Production and Quality. In: Draycott, A.P. (ed). *Sugar beet*. Blackwell Publishing Oxford, pp. 89–113.
- O'Connor, D. J., Wright, G. C., Dieters, M. J., George, D. L., Hunter, M. N., Tatnell, J. R., & Fleischfresser, D. B. (2013). Development and application of speed breeding technologies in a commercial peanut breeding program. *Peanut Science*, 40: 107-114.
- Pandey S., Singh, A., Parida, S.K., Prasad, M. (2022). Combining speed breeding with traditional and genomics-assisted breeding for crop improvement. *Plant breeding*. 41:301-13.
- Stetter, M. G., Müller, T., and Schmid, K. (2015). Incomplete domestication of South American grain amaranth (*Amaranthus caudatus*) from its wild relatives. *bioRxiv*.
- Wanga, M.A., Shimelis, H., Mashilo, J., Laing, M.D., (2021) Opportunities and challenges of speed breeding: a review. *Plant Breeding*, 140: 185-194.

## **THE CRITICAL ROLE OF SOCIAL CAPITAL IN RURAL DEVELOPMENT**

**Dr. Fırat ASLAN (ORCID:0000-0002-3652-2340)**

Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

**Email:** firataslan0991@gmail.com

**Prof. Dr. Göksel ARMAĞAN (ORCID:0000-0003-1952-0084)**

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture

**Email:** garmagan@adu.edu.tr

### **Abstract**

The importance of rural development within the framework of sustainable development has been in focus since the late twentieth century. Today, it is recognised that economic factors alone are not sufficient to ensure sustainable rural development, and that social capital, which is one of the other types of capital, should also be investigated. Social and human capital, together with economic capital, have a very important role in ensuring rural development. This study aims to reveal the critical role of social capital in the process of realising rural development. Social capital can be defined as the existence of a number of social relations such as goodwill, etc. between individuals who make up the social integrity, which are related to their daily lives, which are outside the economic dimension of capital but contribute to it. In this study, the relationship between social capital and rural development will be examined based on the literature and the effects of social capital on organisational, financial and operational aspects, especially on the basis of producer organisations will be discussed. When social capital is evaluated in terms of agriculture; it facilitates the development of relations between agricultural enterprises, input sellers, intermediaries involved in marketing and producer organisations in rural areas. In this way, in an environment of trust, the success of the agricultural policies implemented can increase, producer-intermediary-consumer relations can become more balanced, and the role of farmer organisations in regulating the market can be more functional. However, here, the relationship between social networks

**Keywords:** Rural Development, Social Networks, Agricultural Cooperatives, Entrepreneurship

## **INTRODUCTION**

The United Nations World Commission on Environment and Development, at its conference in Rio de Janeiro in 1992, put forward serious criteria in important areas such as sustainable agriculture and rural development, further emphasising sustainable development to secure the lives of present and future generations (Pretty and Koohafkan, 2002). Sustainable development, which has become even more important in today's twenty-first century world, as a multidimensional concept, has enabled a new approach that envisages full integration in many areas to be accepted at national and international level (Pretty, 2002; FAO, 2012; Bagheri et al., 2008).

The importance of agriculture and rural development within the framework of sustainable development continues to be a focal point from the late twentieth century to the first quarter of the twenty-first century. Today, it is recognised that economic factors alone are not sufficient to achieve sustainable rural development, but instead other forms of capital, such as social capital, should also be explored. Social capital, as a critical component and reflection of the institutional environment of a country or a sector (WB, Rodrik, 2000; De Carolis and Saporito, 2006), is becoming increasingly important for the assessment of agricultural and rural development opportunities. In recent years, social capital has been widely discussed and emphasised in public, private and universities (Portes, 2009). As a multidimensional and heterogeneous concept, it is not surprising that social capital is addressed from different perspectives and disciplines (Lin 2002; Durlauf and Fafchamps 2004). Social capital is deeply rooted in the role of economic actors in agriculture and rural areas, the nature of co-operation and relationships, and their role in the success of all aspects of life such as business, family, community and production (Zugravu-Soilita et al., 2021).

Daskalopoulou et al. (2023), who reports that social capital is an impact generation mechanism that operates at different levels of interaction, analyses how social entrepreneurship can have an impact and how this can be generated by higher levels of social capital. As a result of the analysis, three pathways were identified. These are productivity, community resilience and institutional development.

Social capital has also become an important analytical concept and policy tool in local and rural development. Social capital can promote local and sustainable rural development. The focus here is on how it affects people's ability to organise themselves for development and to cooperate through co-operation (Guenther and Falk 1999; Portes and Landolt 2000; Lin 2002; Midgley 2013).

This is also directly related to the key challenges facing the international community to reduce rural poverty and hunger (FAO 1998; Serageldin 2000; United Nations 2005). Most poor people live in rural areas and their capacity to self-organise, cooperate and co-operate under socio-economic institutions may be their most important resource (Sen 1982; FAO 1998; Legatum Institute 2015).

It is seen that social capital has a very important role in ensuring rural development along with economic, cultural and human capital. This concept has a structure that increases social solidarity, creates socialisation, develops innovative entrepreneurship awareness, strengthens mutual assistance and cooperation, reduces the cost of accessing information and increases the efficiency of resources. In addition to these features, it provides advantages such as problem-solving skills, agricultural co-operation and risk-taking and supports sustainable economic development (Katipoğlu & Armağan, 2018; Paethymos & Daskalopoulou, 2022).

Van der Ploeg and Marsden (2008), Von Münchhausen and Knickel (2010) and Rivera et al. 2018 conceptualised social capital as one of the fundamental building blocks of what they

termed the 'rural network' and argue that these building blocks need to come together to respond to the challenges faced by rural economies to improve the sustainability and prosperity of rural livelihoods. In terms of rural development and agriculture, social capital is a large network of associations in rural and agricultural areas that is at least as effective in growth as physical capital and appropriate technology, while co-operation to manage resources is important.

There are some important studies in the literature that social capital plays an important role in agriculture, rural development and many other fields. In these studies, social capital has been conceptualised using qualities such as cooperation, common interest, trust, shared values, mutual relationships, shared relationships, shared experience, acting together, values and being in communication. Philips (2015) argued that an understanding of social capital can be usefully used in conjunction with a disaggregated understanding of cultural capital that includes emotions and affect as well as institutional, objectified and technical assets. Partymos and Daskalopoulou (2020) found that entrepreneurship - as a regionally varying phenomenon - is positively related to trust, social network (participation in political, sectoral and social relations), norms and values, which are elements of social capital. Rivera et al. (2018) pay special attention to trust, cooperation, sense of community, culture and tradition, noting that these elements of social capital influence how rural communities and farmers relate to each other, organise themselves and interact for development, and that these elements play a critical role in agricultural and rural development. Weisinger (2007) argued that social capital should be more widely recognised by policy makers as a key issue in the rural development process, either hindering or supporting the implementation of rural development policies.

Çekiç and Ökten (2009) explained the paradigm shift in the field of rural development and emphasised the critical role of social capital in rural development. Pears et al. (2015); De los Ríos et al. (2016); Atkočiūnienė et al. (2015); Hurwitz et al. (2015); De Roest and Ferrari (2015) have explored the nuances of social capital, particularly trust, co-operation, sense of community, culture and tradition in different situations, focusing on business owners, producers, rural entrepreneurs and rural areas. Different studies have found that social capital elements can support and enhance agricultural and rural development. Dufhues et al. (2006) proposed social capital as a conceptual framework for bridging different disciplines related to rural development. Çetin (2006) stated that social capital develops through the co-operation and trust networks of actors engaged in mutual activities that aim to produce innovation, and this development affects sustainable development. Farkas (2021) found that there is a link between social capital and rural development, but this relationship is not always evident or unidirectional. Kuştepelı and Yıldırım (2020) found that membership in an effective agricultural development co-operative not only increases trust and social capital, but also improves living standards in terms of income and eating habits.

Petropoulou and Petousi (2024) found that social capital plays a very important role in agriculture, sustainability and rural development transitions and innovations, and found that trust, co-operation and the cultural value of farming were most frequently valued by farmers in their study and revealed them as critical elements of rural development and adoption of innovations. Soilitia et al. (2021) revealed that there is complementarity between social capital and economic performance and found that cultural values and trust increase crop production and yields with its positive effect on social capital.

In the studies conducted so far, issues such as sustainable development, agriculture, rural development and economic growth have been addressed in many aspects and solutions have been sought. However, it can be said that fewer studies have been conducted to investigate the importance of social capital, which is a multidimensional concept and difficult to measure, in

agriculture and rural development axis and more studies are needed on this issue. Since social capital has very wide dimensions, it has been addressed with different aspects by associating it with different subjects and fields so far. However, there are few studies in the national and international literature on the association of social capital with rural development and agriculture and its critical importance on these concepts. Controversially, while social capital tends to be operationally defined and measured mainly at the regional, state or country level, there is less research focusing on the accumulation of social capital and its different components at the farmer and rural area level. Less research focuses on social capital in rural and agricultural development processes (Putnam, 1993; Putnam, 2001; Uphof et al., 2018; Katipoğlu and Armağan, 2018; Rivera et al., 2018; Petropoulou and Petousi, 2024). This study aims to reveal the critical role of social capital in the process of realising rural development, to examine the relationship between social capital and rural development based on the literature, and to examine the effects of social capital on the organisational, financial and operational aspects of producer organisations from an agricultural perspective.

### **THE IMPACT OF SOCIAL CAPITAL ON RURAL DEVELOPMENT**

Today, although structural changes in rural areas have increased positively in recent years due to socio-economic and socio-cultural reasons, some negative situations persist (Weisinger, 2007). Thanks to social capital together with a strong economic and human capital in rural areas, it can provide a more effective and efficient way to achieve sustainable rural development goals. The concept of social capital in the modern sense owes its existence to Bourdieu's sociology (1980), Robert Putnam's political sciences (1993, 1996), James Coleman's educational sociology (1988), Francis Fukuyama's economic history and sociology (1996) and the World Bank's (Narayan and Pritchett, 1997) macro-level studies. This concept is based on trust, social solidarity, goodwill and co-operation. It can be further secured through the phenomenon of social capital in achieving and sustaining rural development.

Social capital is the sum of resources based on honesty and goodwill in a solid network structuring that theorises the maximum or minimum level of recognition and mutual acquaintance relations (Bourdieu, 1986). Although economic capital is effective in the development of rural areas, sustainable development can be realised more quickly through social capital and social networks. Communities in rural areas are generally limited in access to information, technology and resources. The lack of information exchange, social relations, co-operation and social networks in rural areas can negatively affect and further delay rural development. Thanks to strong social capital networks, these constraints and negativities can be overcome. In rural areas, social relations should be transformed into information exchange and co-operation potential through social capital. Knowledge is important in terms of providing a basis for sustainable development. However, acquiring knowledge is costly. At the very least, it requires attention, time and co-operation, which are always in short supply (Coleman, 1999). Social capital encompasses both economic and human capital and has a significant impact on agricultural and rural development (Rivera et al., 2018).

Social capital has an important impact on the sustainability of rural development. Social capital theory in rural areas covers social elements such as mutual assistance, strong organisational (community) ties, development of entrepreneurial skills, common values, mutual aid and solidarity. These critical elements can be emphasised as determinants of the success and impact of sustainable rural development efforts. The role and impact of social capital in the development of rural areas is to ensure that farmers and communities in rural areas come together through co-operative or other means and work towards common goals. Increasing the



living standards and income level of communities in rural areas depends not only on economic wealth but also on participation in various social institutions (Dalton and Ong, 2005; Dufhuez et al., 2006). Agricultural projects, local development co-operatives, sustainable production and management of natural resources can be more successful with a strong social capital presence, thanks to strong social ties, trust, sense of community and co-operation effect in rural areas. The social capital metaphor for sustainable rural development suggests that countries that achieve their development goals have better social connections. When we look at the effects of social capital on rural development, it is important in terms of agricultural organisation as it has a structure that strengthens mutual assistance, information sharing, entrepreneurship and cooperation. In the rural development policies implemented, economic capital alone turns into individual benefits. However, it has been observed that development is more effective if economic capital is accompanied by human and social capital (Katipoğlu & Armağan, 2018).

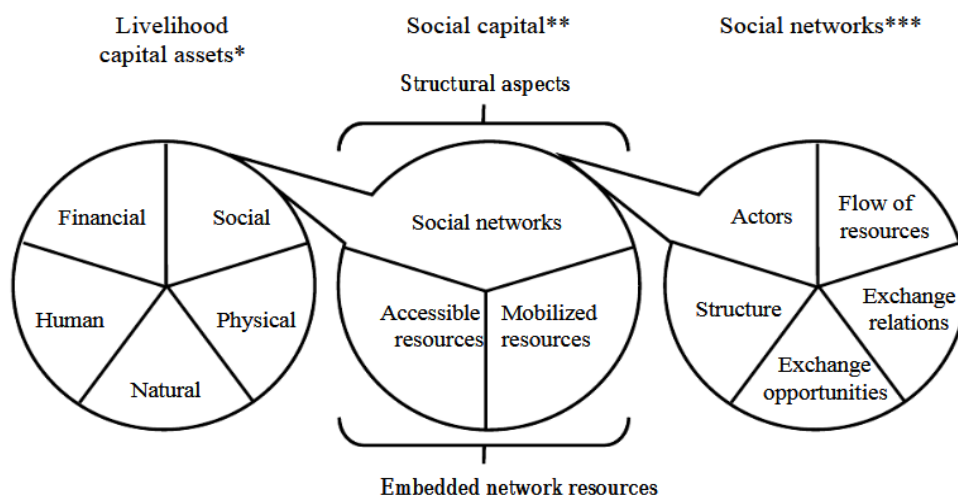


Figure 1: Assets, social capital and social networks

**Source:** \* Scones (1998); \*\* Foley and Edwards (1999) and Lin (1999); \*\*\* Cook et al., (1983)

Figure 1 shows how household asset portfolio, social capital and networks are interlinked. The endowment of different types of capital (natural, financial, human, physical and social) determines the vulnerability of a household or region. While different forms of capital are to a certain extent interchangeable and complementary, social capital can help households and rural areas overcome deficiencies in other forms of capital and positively influence sustainable development.

### EVALUATION OF SOCIAL CAPITAL IN TERMS OF AGRICULTURE

Social capital has become an important analytical concept and policy tool in development and agricultural innovation. In the sustainable development of agriculture, rural areas and agribusinesses, social capital elements such as trust, cooperation, solidarity, culture and sense of community play an important role in development (Rivera et al., 2018; Cofre Bravo, 2019). The role of these dimensions of social capital is important in the development of agriculture and rural areas. These dimensions influence how producers, rural communities and business owners organise themselves, how they relate to each other and how they interact for development (Rivera et al., 2018).

There is a broad consensus that social capital plays a critical role in agriculture and agricultural development as it influences farmers' communication, relationships and co-operation with each

other (Katipoğlu and Armağan, 2018; Rivera et al., 2018). The realisation of social capital in agriculture facilitates the development of relationships between agribusinesses, input sellers, marketing intermediaries and producer organisations in rural areas. For better adoption and implementation of social capital in agriculture, the elements of trust, cooperation, common interest, quality relationships, culture and sense of community need to be realised in a more reliable and intensive way. The stronger these elements are among farmers, enterprises and rural communities, the faster and more stable development and welfare can be. Farmers' adoption of new agricultural practices and the formation of agricultural co-operative networks can become more sustainable through the influence of social capital.

Social capital is now widely used in many fields, and in agriculture it refers to networks and organisations that can foster trust and cooperative relationships and cooperative action. In particular, the role of trust is an important driver, prerequisite and consequence of economic and social capital and an important social network for co-operation in both agriculture and rural areas (Putnam, 1993; Hussen et al., 2017; Lu et al, 2021; Broska, 2021; Sinder et al, 2017; Pindano, 2018; Petropoulou and Petousi, 2024).

Trust is a fundamental element of social capital, vital for the cohesion of societies, effective co-operation, economic development and sustainable development. The World Values Survey (WVS) asks many different questions about trust. The most general questions are as follows: "In general, would you say that most people can be trusted or that you need to be very careful when dealing with people?" Possible answers include "Most people can be trusted", "I don't know" and "You need to be very careful". Table 1 shows the proportion of respondents who answered "most people can be trusted" to this question. As can be seen, the differences between countries are large. It can be said that countries with higher levels of trust have higher per capita income, economic growth, human development and the number of happy people. It can be emphasised that there is a relationship between the level of trust and these indicators. In Norway and Sweden, for example, more than 60 per cent of respondents believe that most people can be trusted. On the other hand, in Albania, Zimbabwe and Peru, which are ranked at the bottom, the trust rate is less than 10 per cent.

**Table 1:** Interpersonal Trust (Proportion of respondents who agree with the statement Can most people be trusted, 2022)

1	Denmark	73.9%
2	Norway	72,10%
3	Finland	68.4%
4	China	63,50%
5	Sweden	62,80%
6	Iceland	62,30%
7	Switzerland	58,50%
8	Netherlands	57.0%
9	New Zealand	56,60%
10	Austria	49.8%
71	Moldova	14.1%
72	Turkey	14.0%
73	Uzbekistan	13.9%
74	Tunisia	13.8%
103	Peru	4.2%
105	Albania	2,80%
106	Zimbabwe	2,10%

Source: World Values Surveys (2022); World Bank (2023) <https://ourworldindata.org/trust>

There are many mechanisms through which cultural factors such as trust, an important element of social capital, can causally affect economic growth and sustainable development. Low levels of trust can increase transaction costs, which can lead to significant economic efficiency costs. In addition, low levels of trust can discourage people from investing in public goods and infrastructure (e.g. by voting for different politicians or evading taxes) because they do not trust that their money will be used effectively. Countries with higher self-reported attitudes of trust are also countries with higher economic activity and human development (Source: World Values Surveys (2022); World Bank (2023)).

In general, social capital is recognised as a development tool for the state, society, institutions, networks, rural areas and agriculture. It refers to the complementary norms, attitudes, values, beliefs and trust that govern interactions between people, institutions, countries, rural areas and agricultural enterprises and predispose them to co-operation and mutual assistance (Putnam, 1993; Coleman, 1994; Coleman 1998). The adoption of emerging new practices builds trust and strengthens social norms that underpin co-operative relationships in business and/or agriculture. Strengthening trust and social networks leads to improved innovation adoption and sustainable development (Addis, 2017). However, the critical role of social capital in the ability of rural communities and agribusinesses to manage and respond to economic, social and environmental pressures to secure sustainable development goals and transitions has been recognised in the literature (Tate et al., 2012; Frantál and Prousek, 2016; Von Bock Und Polach et al., 2015; Addis, 2017; Hussen, 2017; Lui and Zheng, 2021). Empirical research has shown that rural communities and agribusinesses with a rich stock of social capital (norms and values associated with social networks and social relationships) are in a better position to resolve conflicts, share useful information, and implement successful, global and sustainable development challenges (Broska, 2021; Petropoulou and Petousi, 2024).

It is not surprising that social capital plays an important role in agricultural and rural development strategies and that even the World Bank is interested in building social capital. It is undisputed that this concept is critical in many respects to provide a useful framework for sustainable development in agriculture and rural development (Dasgupta and Serageldin 2000; Paldam 2000; Harris 2002; Karlsson and Stough 2012; Phillips 2016; De los Ríos et al. 2016; Katipoğlu and Armağan, 2018; Rivera et al., 2018; Kos et al, 2023). Social capital, which includes dimensions such as neighbourhood relations, social environment and institutional relations where people are in mutual trust with each other, has an important place in agriculture and rural development in recent years.

### **THE ROLE OF AGRICULTURAL CO-OPERATIVES IN SOCIAL CAPITAL**

Co-operatives are different types of economic organisations designed to serve the needs of co-operative members rather than to provide profits to farmers and investors. Each co-operative represents a social group as well as a social enterprise. Social capital is a factor that distinguishes the co-operative from other forms of entrepreneurial firms (Kuştepelı and Yıldırım, 2021; Valentinov, 2004). Agricultural co-operatives can increase cooperation for farmers, develop entrepreneurship, create agricultural market power and reduce transaction costs by reducing uncertainty. The existence of trust and solidarity among members creates an equitable management structure in which internal coordination is ensured through proper and quality relationships (Staats, 1987).

Agricultural co-operatives, as non-governmental organisations, play an important role in the development of social capital for rural areas and farmers (Hong and Sporleder, 2007). Agricultural co-operatives are an important source of social capital for their members, as they are owned and democratically governed by their members due to their support for rural people and farmers and their inclusive nature. Equally, co-operatives provide surplus income. Co-operatives exist to serve their members and are recognised as an important social tool for socioeconomic development (Emana, 2009). Agricultural co-operatives play an important role in agricultural production and rural development. The existence of a successful agricultural development co-operative helps to create and increase social capital, and as a result, the presence of social capital positively affects the success of co-operatives (Kuştepelı & Yıldırım, 2020; Hong & Sporleder, 2015).

Through co-operatives, farmers cooperate towards common goals and develop a culture of working together, which in turn increases trust among farmers. When rural communities and producers come together under agricultural co-operatives, a sense of mutual trust develops, agricultural innovations spread faster, information/resource sharing is efficient, and adequate income and social capital levels increase. These positive developments through co-operatives can make agriculture and rural areas more sustainable. According to the main actors in the co-operative, trust serves as an engine for the creation of co-operatives and enhances their functioning, success and sustainability. This supports the view that trust can be a prerequisite and consequence of social capital and development. When there is trust in agriculture and rural areas, co-operation and participation in collective action becomes easier and more sustainable, thus positively affecting local governance and sustainable development (Rivera et al. 2018; De los Ríos et al. 2016; Pears et al. 2015; Kuştepelı and Yıldırım, 2020).

### **CONCLUSION**

Based on the literature, this study demonstrates the critical importance of social capital in the context of rural development, agriculture and agricultural co-operatives. In today's world, it is

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

recognised that in order to ensure rural development, agricultural development and sustainable development, capital types such as economic, human and physical capital alone are not sufficient, and that social capital has a critical impact and needs to be researched. It is emphasised that the elements of this type of capital are trust, networks that facilitate cooperation between producer-consumer-intermediary, entrepreneurship development, shared knowledge, technology, value, communication, sense of community and cooperative networks. The quantitative, qualitative and functional characteristics of the developmental structure of rural communities, agricultural population, agricultural enterprises and co-operatives have a very important role in socio-economic and socio-cultural development.

Producers, entrepreneurs in agriculture, agricultural enterprises in rural areas, intermediaries in marketing and producer organisations can guarantee their development and development in a more sustainable way thanks to social capital. Increasing the level of social capital in an environment of trust without any privileges between small, medium and large agricultural enterprises and/or all income groups in rural-urban areas further secures sustainable development. Bringing rural producers and the agricultural population together in co-operatives within the framework of trust and cooperation to access information, technology and social networks is of great importance in terms of reducing production costs, increasing investment quality, adopting new technologies, increasing adequate income levels, accelerating economic growth and ensuring sustainable development. However, social networks and relationships between co-operatives should not privilege elites and upper income groups. As long as this sensitive point is taken into account, increasing and expanding the level of social capital of all actors is an important requirement for sustainable development in rural areas and agriculture.

The social capital network, which manages relations between nations, institutions, societies, people and farmers, is internationally recognised as having a very positive impact on economic and social development. It is possible to see the positive effects of social capital in agriculture and rural development at macro and micro scales. As a result, rural development will be possible by developing trust, cooperation, sense of community, cultural harmony, communication and agricultural co-operative networks among people.

## REFERENCES

- Addis, E., & Joxhe, M. (2017). Gender gaps in social capital: a theoretical interpretation of evidence from Italy. *Feminist Economics*, 23(2), 146-171.
- Arriagada, I. E. (2005). Aprender de la experiencia: el capital social en la superación de la pobreza.
- Atkočiūnienė, V., Aleksandravičius, A., Zemeckis, R., Vitunskienė, V., Dautartė, A., Spruogis, V., ... & Serva, E. (2015). Resilient farming systems and market differentiation: Challenges and opportunities in farmers' markets (Lithuania). Rethink Case Study Report, Aleksandras Stulginskis University, Kaunas, Lithuania.
- Bagheri, A., Fami, H. S., Rezvanfar, A., Asadi, A., & Yazdani, S. (2008). Perceptions of paddy farmers towards sustainable agricultural technologies: case of Haraz catchments area in Mazandaran province of Iran. *American Journal of Applied Sciences*, 5, 1384-1391.
- Bourdieu, P. (1984) *Distinction: A social critique of the judgement of taste* (Cambridge: Harvard University Press).
- Broska, L. H. (2021). It's all about community: On the interplay of social capital, social needs, and environmental concern in sustainable community action. *Energy Research & Social Science*, 79, 102165.
- Cekic, T. I., & ÖKTEN, A. N. (2009). Re-evaluation of Rural Development Problematic in the Context of Social Capital//Sosyal Sermaye Perspektifinden Kırsal Kalkınma Sorunsalına Yeniden Bakış. *Megaron*, 4(3), 203.
- Cofré-Bravo, G., Klerkx, L., & Engler, A. (2019). Combinations of bonding, bridging, and linking social capital for farm innovation: How farmers configure different support networks. *Journal of Rural Studies*, 69, 53-64.
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American journal of sociology*, 94, S95-S120.
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American journal of sociology*, 94, S95-S120.
- Coleman, J. S. (1994). *Foundations of social theory*. Harvard university press.
- Cook, K. S., Emerson, R. M., Gillmore, M. R., & Yamagishi, T. (1983). The distribution of power in exchange networks: Theory and experimental results. *American journal of sociology*, 89(2), 275-305.
- Çetin, M. (2006). The Role of Social Networks in Regional Development: The Case of Silicon Valley. *Journal of Dokuz Eylül University Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 21(1), 1-25.
- Dalton, R. J., & Ong, N. N. T. (2005). Civil society and social capital in Vietnam. *Modernisation and Social Change in Vietnam*. Hamburg, Institut für Asienkunde, 1-16.
- Dasgupta, P., & Serageldin, (2000). *Social capital: a multifaceted perspective*. World Bank Publications. I. (Eds.).
- Daskalopoulou, I., Karakitsiou, A., & Thomakis, Z. (2023). Social Entrepreneurship and Social Capital: A Review of Impact Research. *Sustainability*, 15(6), 4787.
- De Carolis, D. M., & Saporito, P. (2006). Social capital, cognition, and entrepreneurial opportunities: A theoretical framework. *Entrepreneurship theory and practice*, 30(1), 41-56.
- De los Rios, I., Rivera, M., & García, C. (2016). Redefining rural prosperity through social learning in the cooperative sector: 25 years of experience from organic agriculture in Spain. *Land Use Policy*, 54, 85-94.

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- De Roest, K., & Ferrari, P. (2015). Extensive Pig Production Systems, Italy, Rethink Case Study Report. Fondazione Studi e Ricerche (FSRC/CRPA), Reggio Emilia, Italy.
- Dufhues, T., Buchenrieder, G., & Fischer, I. (2006). Social capital and rural development: literature review and current state of the art.
- Durlauf, S. N., and Fafchamps, M. (2004). Social capital. the centre for the study of African economies. Berkeley Electronic Press, (214), pp. 89.
- Emana, B. (2009). Cooperatives: a path to economic and social empowerment in Ethiopia (p. 9). Geneva, Switzerland: ILO.
- FAO (1998) Rural development strategy as the focus towards the reduction of extreme poverty in the region. Paper prepared for Twenty-Fifth FAO Regional Conference for Latin America and the Caribbean, Nassau, Bahamas, June 16±20 1998.
- FAO, (2012). Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems. Guidelines. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Farkas, T. (2021). The role of the social capital in rural development. Case study analysis of village research camps in Romania and Hungary. *European Countryside*, 13(3), 584-598.
- Foley, M. W., & Edwards, B. (1999). Is it time to disinvest in social capital?. *Journal of public policy*, 19(2), 141-173.
- Frantál, B., & Prousek, A. (2016). It's not right, but we do it. Exploring why and how Czech farmers become renewable energy producers. *Biomass and Bioenergy*, 87, 26-34.
- Guenther, J., & Falk, I. (1999). Measuring trust and community capacity: Social capital for the common good. CRLRA, University of Tasmania, Launceston.
- Harriss, J. (2002). Depoliticising development: The World Bank and social capital. Anthem Press.
- Hong, G., & Sporleder, T. L. (2007). Social capital in agricultural cooperatives: Application and measurement. The Ohio State University, Columbus, Ohio. Available at: [http://usaskstudies.coop/socialeconomy/files/congress07/hong\\_sporleder.pdf](http://usaskstudies.coop/socialeconomy/files/congress07/hong_sporleder.pdf) [last retrieved on 5 February 2014].
- Hurwitz, B., Chebach, T. C., Ashkenazy, A., Dagani, B., & Offenbach, R. (2015). Rural innovation in global fluctuation: The Arava region case study (Israel). RETHINK Case Study Report. Central-and-Northern-Arava Research and Development, Arava, Israel.
- Husen, N. A., Loos, T. K., & Siddig, K. H. (2017). Social capital and agricultural technology adoption among Ethiopian farmers. *American Journal of Rural Development*, 5(3), 65-72.
- Integrated Values Surveys (2022); World Bank (2023). How does interpersonal trust differ across societies and what role does it play in shaping economic development? Retrieved from: <https://ourworldindata.org/trust>
- Karlsson, C., Johansson, B., & Stough, R. (Eds.). (2012). Entrepreneurship, social capital and governance: Directions for the sustainable development and competitiveness of regions. Edward Elgar Publishing.
- Katipoğlu, P. Armağan, G. (2018). The importance of economic, human and social capital in rural development in agriculture. *Izmir Journal of Economics*, 35(1): 155-175.
- Kos, D., Lensink, R., & Meuwissen, M. (2023). The role of social capital in adoption of risky versus less risky subsidised input supplies: An empirical study of cocoa farmers in Ghana. *Journal of Rural Studies*, 97, 140-152.
- Kuştepelî, Y.R., & Yıldırım, B. (2021). The role of agricultural development cooperatives in establishing social capital. *Dokuz Eylül University Faculty of Business Administration Journal*, 21(2), 347-370.

- Legatum Institute (2015) Index, L. P. (2015). Legatum Prosperity Index 2014.
- Lin, N. (1999). Building a network theory of social capital connections, 22, 28-51.
- Lin, N. (2002). Social capital: A theory of social structure and action (Vol. 19). Cambridge university press.
- Liu, C., & Zheng, H. (2021). How social capital affects willingness of farmers to accept low-carbon agricultural technology (LAT)? A case study of Jiangsu, China. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 13(3), 286-301.
- Midgley, J. O. (2013). Social development: Theory and practice.
- Paldam, M. (2000). Social capital: one or many? Definition and measurement. *Journal of economic surveys*, 14(5), 629-653.
- Parthymos, A., & Daskalopoulou, I. (2024). Entrepreneurship and social capital: some evidence on micro-spatial interactions. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 36(1), 108-129.
- Pears, D. Q., Kristensen, L. S., & Primdahl, J. (2015). Landscape Strategy Making and Agriculture (Denmark). RETHINK Case Study Report. Copenhagen University, Danish Centre for Forest, Landscape and Planning, Copenhagen, Denmark.
- Petropoulou, E. A., & Petousi, V. (2024). Social Capital, Trust, and Cultivation of Bioenergy Crops: Evidence from Germany and Greece. *Agriculture*, 14(3), 363.
- Phillips, M. (2016). Assets and affect in the study of social capital in rural communities. *Sociologia ruralis*, 56(2), 220-247.
- Pindado, E., Sánchez, M., Verstegen, J. A., & Lans, T. (2018). Searching for the entrepreneurs among new entrants in European Agriculture: The role of human and social capital. *Land Use Policy*, 77, 19-30.
- Portes, A. (2009). Social capital: Its origins and applications in modern sociology. *Knowledge and social capital*, 43-67.
- Portes, A., & Landolt, P. (1996). The downside of social capital.
- Pretty, J., & Koohafkan, P. (2002). Land and agriculture: From UNCED, Rio de Janeiro 1992 to WSSD, Johannesburg 2002 (pp. xvi+-59).
- Putnam, R. D. (1993). The prosperous community. *The american prospect*, 4(13), 35-42.
- Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. Simon and schuster.
- Rivera, M., Knickel, K., de los Rios, I., Ashkenazy, A., Pears, D. Q., Chebach, T., & Šūmane, S. (2018). Rethinking the connections between agricultural change and rural prosperity: A discussion of insights derived from case studies in seven countries. *Journal of Rural Studies*, 59, 242-251.
- Rivera, M., Knickel, K., María Díaz-Puente, J., & Afonso, A. (2019). The role of social capital in agricultural and rural development: lessons learnt from case studies in seven countries. *Sociologia Ruralis*, 59(1), 66-91.
- Rodrik, D. (2000). Institutions for high-quality growth: what they are and how to acquire them. *Studies in comparative international development*, 35, 3-31.
- Scoones, I. (1998). *Sustainable rural livelihoods: a framework for analysis* (Vol. 72, pp. 1-22). Brighton: Institute of Development Studies.
- Sen, A. (1982). *Poverty and famines: an essay on entitlement and deprivation*. Oxford university press.
- Snider, A., Afonso Gallegos, A., Gutiérrez, I., & Sibelet, N. (2017). Social capital and sustainable coffee certifications in Costa Rica. *Human Ecology*, 45(2), 235-249.



---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Staatz, J. M. (1987). Recent developments in the theory of agricultural cooperation. *Journal of Agricultural Cooperation*, 2, 74-95.
- Tate, G., Mbzibain, A., & Ali, S. (2012). A comparison of the drivers influencing farmers' adoption of enterprises associated with renewable energy. *Energy Policy*, 49, 400-409.
- Uphoff, N., & Wijayarathna, C. M. (2000). Demonstrated benefits from social capital: the productivity of farmer organisations in Gal Oya, Sri Lanka. *World development*, 28(11), 1875-1890.
- Valentinov, V. L. (2004). Toward a social capital theory of cooperative organisation. *Journal of Cooperative Studies*, 37(3), 5-20.
- Van der Ploeg, J. D., & Marsden, T. (2008). *Unfolding webs-the dynamics of regional rural development*. van Gorcum.
- von Bock und Polach, C., Kunze, C., Maaß, O., & Grundmann, P. (2015). Bioenergy as a socio-technical system: The nexus of rules, social capital and cooperation in the development of bioenergy villages in Germany. *Energy Research and Social Science*, 6, 128-135.
- Von Münchhausen Susanne, K. K. (2010). Rural development dynamics: a comparison of changes in rural web configurations in six European countries. [In] *Networking the rural: the future of green regions in Europe*, ed. P. Milone, F. Ventura, 167-214.
- Wiesinger, G. (2007). The importance of social capital in rural development, networking and decision-making in rural areas. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*, (95-4), 43-56.
- Zugravu-Soilita, N., Kafrouni, R., Bouard, S., & Apithy, L. (2021). Do cultural capital and social capital matter for economic performance? An empirical investigation of tribal agriculture in New Caledonia. *Ecological Economics*, 182, 106933.

**İZMİR KEMALPAŞA'DA LAVANTA (*Lavandula angustifolia* Mill.)  
YETİŞTİRİCİLİĞİNDE VERİMİ VE UÇUCU YAĞ İÇERİĞİNİ EN ÜST DÜZEYE  
ÇIKARMAK İÇİN OPTİMUM HASAT ZAMANI**

**Yüksek Lisans Öğrencisi, Altaf HAMİLA (ORCID:0000-0002-5031-5321)**  
Ege Üniversitesi, Tohumluk Bilimi ve Teknolojisi  
altafhamila@gmail.com

**Doç. Dr., R. Refika AKÇALI GIACHINO (ORCID:0000-0002-6473-7250)**  
Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü  
refika.giachino@ege.edu.tr

**ÖZET**

Yaygın olarak lavanta olarak bilinen *Lavandula angustifolia* Mill. bitkisinin yüksek kaliteli uçucu yağı (UY), kozmetik, parfümeri ve ilaç sanayilerinde geniş çapta kullanılmaktadır ve ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, İzmir, Kemalpaşa'da *Lavandula angustifolia* Mill. bitkisinin hem verimini hem de uçucu yağ içeriğini en üst düzeye çıkarmak için optimal hasat zamanını araştırmaktadır. İki farklı hasat zamanı değerlendirilmiştir: 30 Haziran 2022 ve 18 Eylül 2022. Bitki boyu, çiçek sapı uzunluğu, çiçek başağı uzunluğu, başak başına çiçek sayısı ve dal sayısı gibi morfolojik özellikler ölçülmüştür. Ayrıca, taze dallanmış çiçek verimi, kuru dallanmış çiçek verimi, kuru çiçek verimi ve uçucu yağ içeriği analiz edilmiştir. Sonuçlar, iki hasat zamanı arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. İlk hasat döneminde, ortalama bitki boyu 55,7 cm iken, ortalama taze dallanmış çiçek verimi 896,4 kg/da ve uçucu yağ içeriği %1,6 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, ikinci hasat döneminde ortalama bitki boyu 52,0 cm, ortalama taze dallanmış çiçek verimi 182,9 kg/da olup, uçucu yağ içeriği %3,8 olarak belirlenmiştir. Çeşitli morfolojik ve verim özellikleri arasındaki korelasyonlar analiz edilmiş ve bitki boyu, çiçek sapı uzunluğu ve verim ölçütleri arasında güçlü pozitif korelasyonlar bulunurken, uçucu yağ içeriğinin bu parametrelerle negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışma, erken hasatın verimi en üst düzeye çıkarırken, geç hasatın uçucu yağ içeriğini önemli ölçüde artırdığını ve bu durumun, belirli üretim hedeflerine göre optimize edilebilecek bir denge sunduğu sonucuna varmaktadır. Daha ileri araştırmalar, bu önerileri iyileştirmek için çevresel faktörler ve yetiştirme uygulamaları arasındaki etkileşimleri keşfetmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** *Lavandula angustifolia* Mill., Uçucu yağ üretimi, Hasat zamanı, Morfolojik özellikler, Korelasyon analizi

**OPTIMAL HARVESTING TIME FOR MAXIMIZING YIELD AND ESSENTIAL OIL  
CONTENT IN LAVANDER (*Lavandula angustifolia* Mill.) CULTIVATION IN  
KEMALPAŞA, IZMIR**

**Abstract**

The high quality essential oil (EO) of *Lavandula angustifolia* Mill. commonly known as lavender is widely used in cosmetics, perfumery and pharmaceutical industries and is of great economic importance. This study investigates the optimal harvesting time to maximize both the yield and essential oil content of *Lavandula angustifolia* Mill. in Kemalpaşa, Izmir. Two different harvesting times were evaluated: June 30, 2022, and September 18, 2022. Morphological characteristics such as plant height, flower stem length, flower spike length, the number of flowers per spike, and the number of branches were measured. The fresh branched flower yield, dry branched flower yield, dry flower yield, and essential oil content were also analysed. The results indicated significant differences between the two harvesting times. In the first harvesting period, the average plant height was 55.7 cm, with an average fresh branched flower yield of 896.4 kg/da and an essential oil content of 1.6%. In contrast, the second harvesting period showed an average plant height of 52.0 cm, with a significantly lower fresh branched flower yield of 182.9 kg/da but a higher essential oil content of 3.8%. The correlations among various morphological and yield characteristics were analysed, revealing strong positive correlations between plant height, flower stem length, and yield metrics, while essential oil content showed a negative correlation with these parameters. The study concludes that while earlier harvesting maximizes yield, later harvesting significantly increases essential oil content, suggesting a trade-off that can be optimized based on specific production goals. Further research should investigate the interaction of environmental factors and cultivation practices to refine these recommendations.

**Keywords:** *Lavandula angustifolia* Mill, Essential oil production, Harvesting time, Morphological characteristics, Correlation analysis

## INTRODUCTION

The growing interest in medicinal and aromatic plants has led to an increased focus on optimizing cultivation practices for essential oil (EO) production. Among these plants, *Lavandula angustifolia* Mill, commonly known as English lavender, stands out due to its high-quality essential oil, which is extensively used in various industries, including cosmetics, perfumery, and pharmaceuticals (Cavanagh & Wilkinson, 2002). The essential oil derived from *Lavandula angustifolia* is highly esteemed for its soothing fragrance and therapeutic properties, rendering it a valuable commodity in the international marketplace.

Lavender has been cultivated for centuries for its aromatic and medicinal properties. Traditionally, it has been used in aromatherapy to reduce anxiety and improve sleep quality, also possesses antimicrobial and anti-inflammatory properties. The high demand for lavender essential oil necessitates efficient cultivation practices to ensure consistent and high-quality yield.

The quality and quantity of essential oil in lavender influenced by several factors, including genetic makeup, environmental conditions, and agricultural practices. Among these factors, the timing of the harvest is critical. Previous research has indicated that the stage of plant maturity at the time of harvest can significantly affect the essential oil content and composition (Figueiredo et al., 2008; Msaada et al., 2009). For instance, studies have shown that harvesting lavender during the flowering stage can result in higher oil yields compared to harvesting at the pre-flowering or post-flowering stages (Jones et al., 2019).

In Mediterranean climates, such as that of Kemalpaşa, Izmir, the timing of the harvest can be particularly challenging due to the region's distinct seasonal variations. The hot, dry summers and mild, wet winters can influence the growth and development of lavender plants, influencing both biomass yield and essential oil content. Understanding the optimal harvesting time in such environments is crucial for maximizing the economic benefits of lavender cultivation.

The objectives of this study are to evaluate the effect of two different harvesting times on the agronomic properties and essential oil content of *L. angustifolia* in Kemalpaşa, Izmir. By comparing the morphological traits, yield, and essential oil content of plants harvested at the end of June and mid-September, this research aims to provide insights into the optimal harvesting schedule for lavender in this specific region.

## MATERIALS AND METHODS

### Study Area

The research was conducted in Çambel village of Kemalpaşa district of Izmir, Turkey. The region is characterized by a Mediterranean climate, with hot, dry summers and mild, wet winters. The study area's specific geographical coordinates are approximately 38°25' N latitude and 27°25' E longitude, at an elevation of 200 meters above sea level.

### Plant Material

In this research, the plant material used is *Lavandula angustifolia* Mill. supplied from a private company, originally provided from Bulgaria and planted in a 3 decares (da) of land. The seedlings were sown in 3 rows with 1 m between rows and 0.5 m above them. The trial area is divided into 3 parcels, and each parcel consists of 3 rows. The experiment followed a randomized complete block design (RCBD) with three replicates. 10 plants from each plot were evaluated and the entire experiment included a total of 90 plants. Two different harvest times were evaluated: early harvest (30 June 2022) and late harvest (15 September 2022). The weeding of the lavender was carried out by hand once a month. Animal manure was applied to

the trial area at the rate of 1 ton well-rotted manure per 1 decare. Due to the drought and low rainfall in the region in late spring and summer, the plants were irrigated on average every 10 days.

### **Measured Traits**

Measurements and observations of plant characteristics on each plant in the trial area consisting of 3 parcels were made in accordance with Karık et al., (2017).

Some characteristics such as plant height, flower stem length, flower spike length, number of flowers per spike and number of branches per plant were measured for 10 plants, and the averages were taken into account. However, fresh branched flower yield, dry branched flower yield and dry flower yield were measured separately in grams/plant for 30 plants and their averages were converted to kg/da.

### **Essential Oil Extraction:**

Essential oil ratios of lavender genotypes used in the research were carried out in the Medicinal and Aromatic Plants Laboratory of Ege University Faculty of Agriculture. 5 grams of dried lavender stemless flowers were measured with a laboratory balance and then placed in a glass bottle with 100 mL of tap water. The sample was hydrodistilled for 2 hours in a Clevenger-type apparatus (Wichtl, 1971). The volume of essential oil was determined after draining the water from the tube. The experiment was repeated twice.

### **Statistical Analysis**

Statistical analyses were performed using TARIST (Açıkgöz et al., 2004) and Microsoft Excel software. Analysis of variance (ANOVA) was used to determine the significance of differences between the two harvesting times. Correlation coefficients were calculated to assess the relationships between morphological traits and EO content.

### **Environmental Conditions**

#### **Climatic Characteristics**

Temperature, precipitation and relative humidity values for the 2022 growing period and long-term averages in Kemalpaşa district, where the research was conducted, are given in Table 1. The average temperature recorded during the trial season was 18.4°C, representing a 1.2°C increase from the long-term average of 17.2°C. The total precipitation for the season was calculated to be 278.4 mm, which is approximately 123% below the long-term average. An examination of the distribution of precipitation during the vegetation period reveals that the majority of precipitation in the region occurs in February. The precipitation recorded as 0 mm in July, September and October approached 0 in May. There was a threefold decrease in March and an almost half decrease in April. The humidity has shown a decrease of 17% between the past years and 2022. These data indicate that the area is experiencing a drought, characterised by a lack of rain and an increase in temperature.

**Table 1.** Monthly average of climate data in Izmir (2022)

Months	Average Temperature °C		Rainfall (mm)		Humidity %	
	2022	long term	2022	Long term	2022	Long term
January	7.4	5.9	57.4	168.08	65.9	80.6
February	9.7	8.1	111.4	109.22	66.3	76.3
March	8.3	10.3	23.6	71.5	57.2	70.2
April	17	14.6	22.6	48.79	53.6	62.4
May	21	19.6	0.6	38.9	47.9	57.9
June	25.6	23.8	9	44.43	47.7	55.6
July	27.7	27.5	0	4.68	38.9	46.1
August	27.6	27.5	16.4	4.15	50.3	47.3
September	23.6	23	0	11.43	46.8	53.1
October	18.9	16.8	0	57.95	51.7	66.4
November	15	11.9	37.4	62.04	61.1	74.3
Total/Average	18.4	17.2	278.4	621.2	53.4	62.8

Source: Meteorological Data-Information Presentation and Sales System -MEVBİS

### Soil Conditions

Soil samples were collected from the experimental area and analysed in the laboratory of Ege University Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition. Table 2 presents the physical and chemical properties of the soil in the trial area. The results indicate that the soil is limy with a sandy loam texture, slightly alkaline, and contains an excess of nitrogen. Some components, such as calcium, are present in excess, while iron and zinc are below the optimal level. However, phosphor, potassium, magnesium, copper, and manganese are present at sufficient concentrations.

**Table 2.** Some Physical and Chemical Properties of Soils of the Trial Area.

Depth (cm)	0-30	Organic matter (%)	1.44 Not Enough
Soil reaction (pH)	7,61 Slightly Alkaline	Total N (%)	0.319 Excess
Total salt (%)	0.050 without salt	Phosphor (%)	33.2 Enough
Lime (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	4.10 Limy	Potassium (%)	256 Enough
Sand (%)	57.12	Calcium (%)	6182 Excess
Silt (%)	26.00	Magnesium (%)	472 Enough
Clay (%)	16.88	Manganese (%)	12.88 Enough
Texture class	Sandy loam	Iron (%)	4.06 Not Enough
Zinc (%)	0.89 Not Enough	Copper (%)	2.65 Enough

### RESULTS AND DISCUSSION ;Morphological Traits

The statistical evaluation obtained in the study conducted for different morphological features and harvest time in the Kemalpaşa region is given in Table 3 and Table 4. According to the results of variance analysis, flower spike length, fresh-branched flower yield and EO found to be important at the 5% level. It was determined that flower stem length, number of branches, dry branched flower yield and dried flower yield were important at the 1% level. However, the number of flowers per spike was found to be insignificant. As demonstrated in Table 3, considerable variance coefficients (CV %) were determined as 12.3% and 13.2%, respectively, for the traits of number of flowers per spike and EO data.

**Table 3.** Analysis of variance summary of plant height, flower traits and EO of *L. angustifolia*

Source	DF	Plant height (cm)	Flower stem length (cm)	Flower spike length (cm)	Number of flowers per spike	Number of branches	EO (%)
Repetition	2	0.671	2.705	6.881	81.845	443.647	0.174
Harvest Time	1	19.296	150	72.245	77.760	2468.482	7.37
Residual Error	2	0.935	0.185	0.898	59.165	8.187	0.122
General	5	4.502	31.156	17.561	171.956	641.43	1.593
F		20.632*	810.811**	80.416*	1.314 ns	301.525**	60.424*
CV%		1.8	1.1	4.4	12.3	1.6	13.2

\*:  $p < 0.05$  low significant; \*\*:  $p < 0.01$  moderate significant. ns: non-significant. DF Degree of freedom. CV%: coefficient of variance

**Table 4.** Analysis of variance summary of fresh, dry branched flower yield and dry flower yield of *L. angustifolia*

Source	DF	Fresh Branched flower yield (g/plant)	Fresh Branched flower yield (kg/da)	Dry Branched flower yield (g/plant)	Dry Branched flower yield (kg/da)	Dry flower yield (g/plant)	Dry flower yield (kg/da)
Repetition	2	13.463	53.852	123.315	493.259	36.27	145.079
Harvest Time	1	178544.4	714177.6	24991.179	99964.715	7170.509	28682.038
Residual Error	2	2465.571	9862.284	91.150	364.599	14.772	59.088
General	5	36700.494	146801.97	5084.022	20336.086	1445.519	5818.074
F		72.415*	72.415*	274.177**	274.177**	485.411**	485.411**
CV%		18.8	18.8	9.9	9.9	7.4	7.4

\*:  $p < 0.05$  low significant; \*\*:  $p < 0.01$  moderate significant. ns: non-significant. DF Degree of freedom. CV%: coefficient of variance

While a very high CV% of 18.8% was determined for fresh branched flower yield, it was relatively lower for dry branched flower yield (9.9%) and dried flower yield (7.4%).

According to the plant length value in the first harvest session the length of the plant varied between 65 cm and 43 cm with an average of 55.7 cm, in the second harvest session it ranged between 65 cm and 39 cm with an average of 52 cm. The annual average was 53.8 cm (Table 5). In Izmir city a study performed by Karik et al. (2017), stated that the highest plant length of *Lavandula* spp. was 76 cm in the second year for the lavandin variety which is proved to be higher than the *L. angustifolia*, the average of height of all the varieties in the second year was 64.75 cm. Ceylan et al, (1996) and Arabacı and Bayram (2005) pointed out that the plant height varies according to cultivars and environmental factors. Sönmez et al. (2018) emphasized that the highest and lowest plant height of *L. angustifolia* varied between 42 cm and 57 cm in the second year. The plant height observed in our study was found to be lower than that reported in previous studies. It is possible that the decrease in rainfall and higher temperatures during the experimental period may have affected the development of the plant. Arabacı and Bayram (2005) under Aydın ecological conditions the highest plant length was 62.9 cm in the second year of trial, according to them the length increased each 2 years. In the city of Konya, according to Atalay (2008) the height of *Lavandula angustifolia* has reached between 46,1 and 59,8 cm. Our findings are within the range of plant lengths measured by these studies.

At the first harvest, the length of the flower stem varied between 52 cm and 30 cm, with an average of 42.9 cm, and at the second harvest between 47 cm and 18 cm, with an average of 32.9 cm. The general annual average was found to be 37.9 cm (Table 5).

According to Karık et al. (2017), the flower stem length in the second year was between 46.5-51.0 cm, some other lavender varieties such as Munstead (22.75-24.50 cm) and Hidcote (20.75-22.50 cm). However, Kara (2011) reported that in Isparta the stem flower varied from 23.4-39.1 cm. These characteristics change with the ecological conditions from one area to another (Arabacı & Ceylan 1990) and with the genotype of the plant (Marotti & Piccaglia 1992).

Table 5 demonstrate that flower spike length varied between 35 cm and 18 cm in the first harvest, with an average of 25.1 cm, and between 28 cm and 11 cm in the second harvest, with an average of 18 cm. The coefficient of variance was noted as 4.4 % (Table 3). As found by Avcı and Bilir (2013) in their research about the morphological variations in lavandin, the average of flower spike length was 29.1 cm in lavandin and 34.2 cm in *Lavandula officinalis*. In their two-year study on two varieties of lavender and six varieties of lavandin in Menemen, Karık et al. (2017) observed that the maximum flower spike length recorded was 14.25 cm in the lavandin variety and at least 5.5 cm in the lavender Hidcote variety.

**Table 5.** Data of the maximum and minimum values of some morphological lavender characteristics.

Harvest Time		Plant height (cm)	Flower stem length (cm)	Flower spike length (cm)	Number of flowers per spike	Number of branches
30.06.2022	Max	65.0	52.0	35.0	80.0	350.0
	Min	43.0	30.0	18.0	45.0	90.0
	Average	55.7	42.9	25.1	58.7	199.6
18.09.2022	Max	65.0	47.0	28.0	95.0	307.0
	Min	39.0	18.0	11.0	32.0	62.0
	Average	52.0	32.9	18.0	69.0	159.0
Annual Average		53.8	37.9	21.5	66.1	179.3

Kara (2011) measured the flower spike length on average as 9.2 cm according to the species and cultivars in the study conducted in the Isparta region. In the same study, it has been stated that the average flower spike length in lavandin type cultivars varied between 8.5 cm and 13.2 cm, and between 6.1 cm and 10.1 cm in lavender type cultivars. These values are not similar to the findings in our study and that may be because of the ecological differences between the research periods.

The results of the analysis of variance indicate that there is no statistically significant relationship between the harvest period and the number of flowers per spike, with a coefficient of variance value of 12.3%. During the first harvest, an average of 58.7 flowers per spike were observed, with a maximum of 80 and a minimum of 45 flowers per spike. In the next harvest, an average of 69 flowers per spike were observed, with a maximum of 95 and a minimum of 30 flowers per spike.



The number of branches were counted to be between 350 and 90 with an average of 199 in the first harvest and between 307 and 62 with an average of 159 in the second harvest (Table 5). The table 4.1 shows that the harvest time has a significance importance on the number of branches at the level of 1% and a CV value equal to 1.6 %.

Fresh branched flower yield per decare was calculated by proportioning the fresh branched flower yield per plant to the number of plants per decare. When the fresh branch flower yield data per plant (g/plant) and per decare (kg/da) are examined; Significant differences were determined between the harvest times of *Lavandula angustifolia* Mill. statistically at the level of 1% and with a coefficient of variance of 18.8% (Table 4). In a study conducted by Seidler-Łożykowska et al. (2014) for different varieties of lavender in different locations in Poland, the CV values were noted to be 18.6 % in Plewiska region for the fresh flower yield which is similar to our results.

In the first harvest, the yield of fresh branched flowers per plant was 585.87 g/plant, in the second harvest it was 91.43 g/plant, giving an average annual yield of 679.3 g/plant (Table 6). The yield of fresh branched flowers per decare was 1175.84 kg/da of lavender in the first harvest and 182.86 kg/da in the second harvest, giving an average annual yield of 1358.61 kg/da.

According to the study conducted by Kara and Baydar (2011) in Isparta, the minimum fresh flower yield was 290.5 kg/da and the maximum was 820.4 kg/da. Arabacı and Bayram (2005) under Aydın ecological conditions found between 201.9 kg/da and 1499 kg/da. Kara and Baydar (2011) in the 8 different varieties he studied found that the minimum dry branched flower yield in both years of study was 85.62 kg/da for the Hidcote variety. Our findings are similar to what was found in previous studies, noticing that these features can differ depending on the harvesting time and ecological conditions and the spacing between plants.

**Table 6.** Yield Data following two different harvesting periods

Harvest Time	Fresh Branched flower yield (g/plant)	Fresh Branched flower yield (kg/da)	Dry Branched flower yield (g/plant)	Dry Branched flower yield (kg/da)	Dry flower yield (g/plant)	Dry flower yield (kg/da)	EO%
30.06.2022	448.2	896.4	161.4	322.8	86.6	173.1	1.6
18.09.2022	91.4	182.9	32.3	64.6	17.1	34.1	3.8
Total annual harvest	539.6	1079.3	193.7	387.4	103.6	207.3	2.7

Dry branch flower yield per decare was calculated by drying fresh branch flowers per plant, weighing them and proportioning them to the number of plants per decare. When the dry branch flower yield data per plant (g/plant) and per decare (kg/da) are examined; Statistically significant differences were detected between the harvest times of *Lavandula angustifolia* at the 1% level and with a variance coefficient of 9.9% (Table 4). In the first harvest 161.4 g/plant and in the second harvest 32.3 g/plant of lavender was obtained which makes an annual average of yield of 193.7 g/plant. The yield of dry branched flowers per decare was measured 322.8 kg/da in the first harvest and 64.6 kg/da in the second harvest with an annual average yield to

387.4 kg/da. In the research conducted by Kara (2011), dry branch flower yield was found to be between 192.9-284.1 kg/da depending on the lavender variety. The results of this study are lower than our findings. This difference may be attributed to the practices employed, as well as to variations in the soil and climate of the trial area.

Regarding the dry flower yield (g/plant and kg/da), 86.6 g/plant, 173.1 kg/da was obtained in the first harvest, and 17.1 g/plant, 34.1 kg/da in the second harvest. An average annual yield of 103.6 g/plant and 207.3 kg/da was achieved (Table 6). Statistically significant differences were detected between harvest times regarding single plant dried flower yield at the 1% level and with a coefficient of variance of 7.4% (Table 4). In a research conducted by Seidler-Łożykowska et al. (2014), the dry flower yield of lavender was found to have a coefficient of variance ranging from 17.2% to 85.4% across six locations in Poland between 2008 and 2010. This is greater than what the current study's results showed. According to a study by Kara and Baydar (2011), the Raya variety of *L. angustifolia* had a maximum drug yield of 129.5 kg/da. Arabacı and Bayram (2005) indicated that the dry flower yield of lavender (*Lavandula angustifolia*) varied between 134 and 443 kg/da, while Arabacı and Ceylan (1990) observed a range of 30 to 50 kg. The values obtained in our study fall within the range of those reported in the aforementioned studies. It is proposed that the differences between the values obtained for dry flower yield and those reported by other researchers may be attributed to variations in the ecological conditions under which the plant is cultivated and the characteristics of the research.

### **Essential Oil Content**

In the analysis of EO content values, the average of EO ratio measured during the first harvest is 1.6% and the value of the second harvest was 3.8% with a difference of 2.2% (Table 4.4). This may be due to the long period of storage of plant material before EO extraction in the first harvest. The plant material of the first harvest was kept in a dry area at room temperature during all the summer. It is known that the essential oil yield and content change with the plant drying method and the humidity of the place of the storage, whether the drying is sun or shade drying (Özgüven et al. 2007). The storage period and conditions make the essential oil content drop, if the humidity is more than 10%, the probability that the plant gets rotted and loose the essential oil is high (Arslan et al., 2015). In an 8 years' study on the postharvest changes in essential oil content and quality of *Lavandula angustifolia* Mill. varieties, 'Krajová' and 'Beta' in Czech Republic stated that the period between harvesting and chemical analysis indeed showed changes in EO content. In their case in a period of 8-year experiment showed that the long-term storage of dried lavender flowers made a gradual reduction in the total content of EO at a rate of about 0.007% per day that means 2.56% per year (Dušková et al., 2016).

The percentage of EO of *L. angustifolia* according to Atalay (2008) is between 2.1-2.6% in dry stemless flower. Ceylan et al. (1988) reported that the essential oil content of *L. officinalis* varied between 1.26-3.14 % however, Arabacı and Bayram (2005) indicated that it is 1.54-2.34% and Kara and Baydar (2011) stated that the highest fresh stem and dry stemless flower essential oil contents were determined in Silver cultivar (2.00 and 1.90 %. 9.62 and 8.87 %, respectively), the lowest fresh stem and dry stemless flower essential oil contents were obtained from Munstead cultivar (0.32 and 0.38 %. 2.10 and 2.30 %. respectively). Some researchers stated that the essential oil of lavender must be at least 1.0-1.5 % (Wagner, 1980; Ceylan et al., 1996) and 0.5-1.0 % (Baytop. 1999). Renaud et al. (2001) reported that dry stemless flower essential oil content varied between 7.1-9.9 % in lavandins and 2.8-5.0 % in lavenders. Our findings are in accordance with some of the researches indicated above for the dry stemless flower EO ratio.

### Correlations

The correlation coefficients calculated from the results of the measured traits of *L. angustifolia* are given in Table 7. When Table 7 is analysed, the highest positive significant correlations are observed between dry branched flower yield and dry flower yield ( $r=0.998^{**}$ ), flower stem length ( $r=0.990^{**}$ ) and fresh branched flower yield ( $r=0.990^{**}$ ), dry flower yield and fresh branched flower yield ( $r=0.989^{**}$ ) and flower stem length and dry flower yield ( $r=0.988^{**}$ ) and fresh branched flower yield ( $r=0.970^{**}$ ).

When the relationships between essential oil ratio and other traits were examined, it was seen that essential oil content showed a significant negative correlation with all traits except the number of flowers per spike, and had a negative and non-significant correlation with the number of branches. However, essential oil ratio and plant height ( $r= -0.902^*$ ), flower stem length ( $r= -0.903^*$ ), flower spike length ( $r= -0.940^{**}$ ), fresh branched flower yield ( $r= -0.926^{**}$ ), dry branch flower yield ( $r = -0.926^{**}$ ) and dried flower yield ( $r = -0.926^{**}$ ) statistically significant negative correlations were found between. The negative correlation with the EO content is found in other studies on *Origanum onites* L. and *Melissa officinalis* L. with fresh herb, dry herb and dry stem yields ( $-0.279^*$ ,  $-0.281^*$ ,  $-0.283^*$ ) respectively (Avcı and Giachino 2019).

**Table 7.** Correlation coefficients and significance between the properties studied in *L. angustifolia* Mill

	Plant height	Flower stem length	Flower spike length	Number of flowers per spike	Number of branches	Fresh branched flower yield	Dry branched flower yield	Dry flower yield
Plant height	1							
Flower stem length	<b>0.901*</b>	1						
Flower spike length	0.794ns	<b>0.820*</b>	1					
Number of flowers per spike	-0.547ns	-0.719ns	-0.312ns	1				
Number of branches	<b>0.857*</b>	<b>0.897*</b>	0.602ns	-0.605ns	1			
Fresh branched flower yield	<b>0.872*</b>	<b>0.970**</b>	<b>0.919*</b>	-0.588ns	<b>0.836*</b>	1		
Dry branched flower yield	<b>0.894*</b>	<b>0.990**</b>	<b>0.872*</b>	-0.622ns	<b>0.892*</b>	<b>0.990**</b>	1	
Dry flower yield	<b>0.917*</b>	<b>0.988**</b>	<b>0.874*</b>	-0.618ns	<b>0.900*</b>	<b>0.989**</b>	<b>0.998**</b>	1
EO	<b>-0.902*</b>	<b>-0.903*</b>	<b>-0.940**</b>	0.426ns	-0.734ns	<b>-0.926**</b>	<b>-0.926**</b>	<b>-0.926**</b>

### CONCLUSION

This study aimed to evaluate the impact of harvesting time on the agronomic properties and essential oil (EO) content of *Lavandula angustifolia* Mill. The findings reveal significant differences in morphological traits, yields, and EO content between the two harvesting times (30 June and 15 September). The results indicate that the timing of harvest significantly affects both the yield and the essential oil content of *Lavandula angustifolia* Mill. The early harvest (June 30) resulted in higher fresh and dry flower yields but lower essential oil content. In contrast, the late harvest (September 18) produced lower yields but higher essential oil content.

The negative correlation between EO content and most morphological traits, such as plant height and number of branches, is particularly noteworthy. This inverse relationship indicates that plants with higher biomass may have lower EO concentration per unit weight. It also demonstrates a complex interaction between growth dynamics and secondary metabolite synthesis.

Overall, the results indicate that strategic harvesting is crucial for optimizing both yield and EO content. The trade-off between biomass yield and EO concentration necessitates careful planning to align with market demands and production goals. Future research should explore the mechanisms underlying these correlations and assess the impact of environmental variables such as temperature, humidity, and soil conditions on EO biosynthesis in *Lavandula angustifolia* Mill.

#### **ACKNOWLEDGEMENT**

This study was derived from the Master's thesis of Altaf HAMİLA, carried out at Ege University, Institute of Science and Technology.

## REFERENCES

1. Açıkgöz, N., İlker, E. and Gökçöl, A., 2004, Evaluation of Biological Researches by Computer. P.149-192. Publication of Agricultural Faculty, No: 2 İzmir.
2. Arabacı, O., Ceylan, A., (1990). Bazı parfüm bitkilerinde (*Lavandula angustifolia* Mill., *Melissa officinalis* L., *Salvia sclerea* L.) verim ve ontogenetik varyabilite üzerine araştırmalar. E.Ü. Fen Bil. Enst. Dergisi 1 (1): 233-236.
3. Arabacı, O., and Bayram, E., (2005). Aydın ekolojik koşullarında lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.)'nin bazı agronomik ve kalite özellikleri üzerine bitki sıklığı ve azotlu gübrenin etkisi. Adnan menderes üniversitesi ziraat fakültesi dergisi, 2(2), 13-19.
4. Arslan, N., Baydar, H., Kızıl, S., Karık, Ü., Şekeroğlu, N., & Gümüştü, A., (2015). Tıbbi aromatik bitkiler üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, 12, 16.
5. Atalay, A. T., (2008). Konya ekolojik şartlarında yetiştirilen lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.)'da farklı dozlarda uygulanan organik ve inorganik azotlu gübrelerin verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 46.
6. Avcı, A. B., & Bilir, N., (2013). Morphological variations in lavandin (*Lavandula hybrida*) and lavender (*Lavandula officinalis*) clones, *Applied Cell Biology*, 88-92.
7. Avcı, A. B. and Giachino, R. R. A., 2019, Correlation between the Agronomical Characteristics and Essential Oil Content of *Origanum onites* L. and *Melissa officinalis* L. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(sp2), 152-156.
8. Baytop, T., (1999). Therapy with Plants in Turkey (Past and Present). Nobel Tip Press, Istanbul. (In Turkish)
9. Cavanagh, H. M. A., & Wilkinson, J. M. (2002). Biological activities of lavender essential oil. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 16(4), 301-308.
10. Ceylan, A., Vomel, A., Kaya, N., Celik, N., Nigdeli, E., (1988). investigation on effects to yield and quality of plant space in lavender. *Ege University Journal of Agriculture Faculty* 25(2), 135-145. (In Turkish)
11. Ceylan, A. Bayram, E., Ozay, N., (1996). The effects of different doses of nitrogen and plant densities on some agronomic and technologic characteristic of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20(6), 567-572.
12. Dušková, E., Dušek, K., Indrák, P., & Smékalová, K., (2016). Postharvest changes in essential oil content and quality of lavender flowers. *Industrial Crops and Products*, 79, 225-231 from *Myrtus communis*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 64(5), 356-362
13. Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., Pedro, L. G., & Scheffer, J. J. C. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 23(4), 213-226.
14. Jones, R., Smith, A., Brown, L., & Taylor, M. (2019). Optimization of harvesting time for essential oil production in *Lavandula angustifolia* Mill. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(10), 2758-2765. DOI: 10.1021/acs.jafc.8b04090.
15. Kara, N., (2011). Lavender (*Lavandula* sp.) Varieties Suitable for Essential Oil Production Determination and Investigation of Micropropagation Possibilities. Süleyman Demirel University, Institute of Science and Technology, Ph.D. Thesis. Isparta, 178s

16. Kara, N., & Baydar, H., (2011). Essential oil characteristics of Lavandins (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.) of Isparta Province, Kuyucak District, where lavender production center of Turkey. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 25(4), 41-45.
17. Karık, Ü., Çiçek, F., Çınar, O., (2017). Menemen Ekolojik Koşullarında Lavanta (*Lavandula* ssp.) Tür ve Çeşitlerinin Morfolojik, Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Anadolu, J of AARI* 2017, 17-28s
18. Marotti, M. and L. Piccaglia, (1992). Antibacterial and Antioxidant Properties of Mediterranean Aromatic Plants. *Ind. Crops & Prod.*, 2: 47-50.
19. Msaada, K., Taarit, M. B., Hosni, K., Hammami, M., & Marzouk, B. (2009). Regional and maturational effects on essential oils yields and composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits. *Scientia Horticulturae*, 122(1), 116-124.
20. Özgüven, M., Bux, M., Koller, W. D., Şekeroglu, N., Kırpık, M., Muller, J., (2007). Influence of Fluctuating Drying Conditions During Shade-Sun- and Solar Drying on The Quality of *Lavandula officinalis* L., *Origanum syriacum* L. and *Thymbra spicata* L. *Zeitschrift fur Arznei- & Gewurzpflanzen*, 12(2)80-87.
21. Renaud, E. N., Charles, D. J., & Simon, J. E. (2001). Essential oil quantity and composition from 10 cultivars of organically grown lavender and lavandin. *Journal of essential oil research*, 13(4), 269-273.
22. Seidler-Łożykowska, K., Mordalski, R., Kucharski, W., Kędzia, B., & Bocianowski, J., (2014). Yielding and quality of lavender flowers (*Lavandula angustifolia* Mill.) from organic cultivation. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 13(6), 173-183.
23. Sönmez, Ç., Şimşek Soysal, A.Ö., Okkaoglu, H., Karık, Ü., Taghiloofar, A.H., Bayram, E., (2018). Determination of some yield and quality characteristics among individual plants of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) populations grown under Mediterranean conditions in Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 50 (6):2285-2290s.
24. Wagner, H., (1980). *Pharmazeutische Biologie 2. Drogen Undihra Inhaltshoffe*, Gustav Fisher Verlag-Stuttgart, p:124, New York
25. Wichtl M (1971) *Die Pharmakognostisch-chemische Analyse. Band 12*, Verlagsgesellschaft Frankfurt a. M.

**PREVENTION AND MITIGATION OF SOIL COMPACTION: A REVIEW OF  
MODERN TECHNOLOGIES AND APPROACHES**

**Dr. Öğr. Üyesi M. Reşat SÜMER (ORCID:0000-0002-2391-3318)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme  
Bölümü

**Email:**mrsumer@adu.edu.tr

**YL Pınar KABAĞCI (ORCID:009-007-8319-2747)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme  
Bölümü

**Email:**pnrkabakci387@gmail.com

**Abstract**

Soil compaction is a serious problem in agriculture, significantly reducing crop yields and degrading soil ecosystems. It impedes plant growth and leads to soil degradation. The use of modern agricultural machinery and improper timing of agricultural operations exacerbate this issue. Various technologies and techniques have been developed to prevent soil compaction or minimize its effects. This study examines effective strategies and technologies for mitigating soil compaction, focusing on reduced tillage, controlled traffic systems, and organic matter management. Reduced tillage techniques, in contrast to conventional tillage methods, require less soil disturbance, preserving the soil's natural structure. They increase soil organic matter, promote beneficial biological activity, and reduce erosion. Research has shown that these techniques significantly reduce soil compaction. Examples include direct seeding, reduced tillage, and strip-tillage. Controlled traffic systems restrict field traffic to designated paths, ensuring equal pressure distribution on the soil and reducing the pressure exerted by heavy machinery, minimizing the risk of compaction. Tire pressure control systems optimize surface pressure on the soil by adjusting the tire pressure of modern agricultural machinery, thereby reducing compaction. Increasing soil organic matter improves soil structure, increasing porosity and water retention capacity. Studies have demonstrated that these factors play a crucial role in mitigating soil compaction. Organic matter sources such as animal manure, compost, and green manure are beneficial. Earthworms, ants, and other soil organisms improve soil structure, increase porosity, support water and air movement, and enhance root development. In recent years, new technologies have been developed for monitoring and managing soil compaction. Soil penetration resistance measurement, computerized tomography (CT), and remote sensing are used to identify and analyze soil compaction. Research results show that these technologies and methods are effective in preventing compaction and improving soil health. Effective soil compaction management is crucial for ensuring long-term agricultural productivity and sustainable food production.

**Keywords:** Reduced Tillage, Controlled Traffic Systems, Organic Matter Management, Modern Technologies.

## **INTRUDUCTION**

One of the serious threats to sustainable soil management is soil compaction. It enhances soil erosion and deteriorates soil health. In addition, rising air temperature and shifting precipitation patterns also hurtfully affect soil dynamics, leading to increased problems with soil compaction. Heavy agricultural traffic by machinery and inappropriate water status conditions are the major factors that cause compaction, which significantly lowers hydraulic conductivity and diminishes the infiltrative capacity of soils (Chyba et al., 2014; Capello et al., 2019). These conditions result in extended water retention within the superficial layers of topsoil; hence, making it challenging and, at times, reduces the period duration when the soil can be workable, thus affecting the type of soil management practice involved. On the other hand, when there is drought, the increases in bulk density of soil and structural degradation limit plant root penetration, leading to yield loss. According to Colombi & Keller, 2019, soil compaction results in an inhibition of the growth of the plant root, hence restricted access to water and nutrients. Secondly, climate-soil compaction interaction results in structural integrity loss in soils, that has a reduced ability to maintain high levels of productivity (Keller & Or, 2022). In such a situation, strategies associated with the reduction of compaction and the prevention of compaction become very relevant. It requires due consideration to the factors such as optimal weight of agricultural machinery, monitoring of moisture in the soil, and adoption of proper technique of tillage (Acquah et al., 2022; Augustin et al., 2020; Yang et al., 2021).

## **THE IMPACTS OF SOIL COMPACTION**

According to the Food and Agriculture Organization (FAO), global climate change poses a grave risk to agriculture and food security, due to the reason that the global population is rapidly growing and food security has become more important than ever but the crop production and policy has to be redesigned (FAO, 2019). The world population is expected to reach the level of 9 billion by the year 2050, but in the year 2021, nearly one-third of the total population of the world does not have access to ample food. This underlines the need for action for the assurance of food security (FAO, 2022). Very importantly, the carbon sequestration potential in soil and health is quite key in sustainable agriculture (Herzfeld et al., 2021; Lal, 2021). Soil fertility and health are the critical pillars regarding sustainable agriculture; however, compaction poses a serious threat to these. Owing to the heavy agricultural machinery and consequent intensive farming methods, inappropriate timing of soil tillage will disrupt its structure, hence affecting plant development and health of the ecosystem (Cheng et al., 2012; Bean & Dukes, 2012; Mujdeci et al., 2017).

Soil compaction is one of the main concerns relating to land degradation, which in turn affects a number of other problems concerning reduced porosity in soils, decreased air and water movement, and hampered growth of roots. With rooting impaired, this consequently affects the capacity of plants to take up water and nutrients, leading to yield loss and declining agricultural productivity (Moraes et al., 2019; Taylor et al., 1991). Therefore, improving and conserving compacted soils is very essential for quite many reasons in sustainable agriculture and food security (Gül et al., 2020). According to a recent study by the FAO in 2019, soil compaction poses a serious threat to sustainable soil management since it enhances accelerated erosion and poor soil health. Climate change increases the effects of soil compaction. Rising temperatures and shifted precipitation patterns greatly lower the water and air management functions of soils, leading to increased compaction. According to Antón et al. (2021) and Asano et al. (2023), soil bulk density increases during dry seasons, causing its structure to collapse. This adversely affects plant root growth and ultimately results in yield loss, as suggested by Hu et al. (2023).



Moreover, climate change processes negatively influence the integrity of soil structure, enhancing the possibility of compaction (Keller et al., 2022).

### **SOIL ORGANIC MATTER MANAGEMENT**

Increasing SOM levels are imperative to soil health and agricultural sustenance. Several scientific researches have revealed that the increasing of SOM enhances porosity, makes soils more capable of holding water, and also consequently influences soil structure (Murphy et al., 2015; Kumar et al., 2021). The application of different organic matter sources, including animal manure, compost, and green manure, has been seen to also contribute to a very crucial role-reduction of soil compaction (Becker et al., 2022). The following sources enhance the physical, chemical, and biological characteristics of the soil in a positive way. The microorganisms living in the soil such as earthworms, ants, and other organisms help in the improvement of the soil structure, porosity, water and air movement, and root development (Pott et al., 2019). Reddy (2016) has pointed out that SOM plays a significant function in preventing soil compaction as it enhances the water holding capacity, soil quality, nutrient cycling and drainage. Biswas and Kole (2017) explain in detail how SOM improve the microbial function and diversity, which in return influences plant yield and soil health. Doley et al. (2020) displayed the beneficial effects of organic manures, more importantly, vermicompost on improved soil physical properties and crop yield. According to Rizaldi et al. (2022), the application of organic matter through compost reduced soil compaction due to four-wheeled tractor traffic, thus providing better and uniform growth in sugarcane.

### **CONTROLLED TRAFFIC SYSTEMS AND TIRE PRESSURE CONTROL**

Tires with low air pressure are useful in avoiding compaction of the soil due to tractor wheels and other farm implements (Villa-Henriksen et al., 2020). Tire pressure control systems regulate the contact area of agricultural machinery through the adjustment of tire pressure and thus decrease the soil pressure (Matmurodov et al., 2022). A study done in Germany established that farmers commonly used prevention techniques like agronomic practices on the farm (85%) and adjusting tire pressure (78%). These measures have the positive relationship with the factors like farm size, tractor power and estimated yield loss (Ledermüller et al., 2021). A study by Tekeste et al. (2016) looked at the effects of low inflation tire technology on the compaction of soil, whereby the authors found that such technologies help minimize compaction while at the same time having a positive influence on the fuel consumption rate and crop yield.

### **METHODS TO MITIGATE SOIL COMPACTION**

Researchers have tested the applicability of several mechanical and biological methods depending on the expressiveness of soil compaction. Four-wheel drive vehicles and individually steerable wheels have been efficient in minimizing soil compaction. Some piercing plants and different tillage forms also reduced inherent subsoil compaction naturally. Forster et al. (2020); Piccoli et al. (2022). However, the effects of such methods are always short-term, with barely adequate information available on their long-term effects (Parkhomenko et al., 2019). Long-term effects of technologies or methods applied, as well as performances under certain conditions, are rarely explored in current research. Besides, most of the research usually focuses on certain climate conditions or specific types of soils, therefore not covering a wide range of situations. Further studies are therefore foreseen to be conducted for a better understanding of the long-term effects of these soil compaction alleviation techniques on

productive and sustainable agriculture, as well as the performance under a wide range of scenarios and conditions (Kuhwald et al., 2023; Pott et al., 2019).

Fouladidorhani et al. (2023) evaluated the negative impact of soil compaction through indicators of soil quality on aeration and permeability of water to the soil. Measurements for this are very vital in unveiling the role of soil compaction in changing the physical and chemical properties. Fang et al. (2023) investigated how the input of organic and biochar amendments would affect soil compaction, both in the laboratory and through field investigations. According to Mbarki and Gumiere (2023), the impact of soil compaction results in a loss of its water retention capacity. However, those authors examine theoretical models used to assess hydrodynamic characteristics. Kuhwald et al. (2023) note that one should project the risk of soil compaction at high spatial and temporal resolution and offer a dynamic management approach to mitigate compaction. Boland et al. (2022) examined the design of heavy agricultural vehicles for reduced compaction and the effectiveness of sustainable agriculture practices that involve controlled traffic farming. Alaoui et al. (2018) assert that soil compaction can be the primary cause of reducing the absorption ability of water within the matrix of the soil, which ultimately contributes to increased surface runoffs and consequently results in flood risks. They point out that when considering the impact of changes in rainfall patterns and fine-textured soils with low infiltration capacity, even though a very small percentage of the soil volume (0.23 to 2.00%) consists of macropores, these macropores can transmit 74 to 100% of the water flow. This, they indicate, is dependent on factors such as soil moisture, texture, degree of compaction, and organic matter content. They state that if soil organic matter is increased both in absolute levels and as a proportion, then the soil's resistance to deformation may be raised sufficiently to reduce its compressibility and thereby prevent its compaction, even under high moisture conditions on fine-textured soils. Obour et al. (2021) performed a meta-analysis to quantify the impacts of agricultural traffic-induced compaction on soil physical properties and grain yield. As represented in their research, soil compaction causes effects such as deforming the structure of the soil, increasing bulk density, compaction level, and penetration resistance. Soil compaction lowered grain yield on average by 6-34%. Pulido-Moncada et al. (2022) investigated the impact of soil compaction on nitrous oxide emissions in tilled agroecosystems. Compaction was found to have the potential to increase topsoil N<sub>2</sub>O emissions by as much as 1.3–42 times. It would be appropriate to remark here that the contribution of subsoil-layer compaction towards N<sub>2</sub>O emission remains in the dark. According to Lorenz et al. (2016), soil compaction has an adverse effect on plant growth, water, and nutrient uptake in agricultural lands, increases the risk of erosion, and impairs soil structure. They urged developing load-adapted strategies for agricultural machines following properties of soils, considering the actual status of soil moisture and careful selection of soil tillage methods. At the same time, they pointed out innovative approaches of methods of mechanical load for mitigating soil compaction.

### **THE COMPLEXITY OF SOIL-TRAFFIC INTERACTIONS AND NUMERICAL MODELLING TECHNIQUES**

The agricultural sector is among the greatest industries in the world concerning the feeding of human beings. Concerning this, in-depth knowledge of soil-vehicle interactions in the course of agricultural operations is very vital, and advanced numerical modeling techniques become essential tools applied for the analysis of soil mechanics and structural behavior undetected up until now. Styles of modeling, like the FEM and DEM techniques, have turned out to be very important instruments in simulating the impacts of agricultural vehicles on the soil and detailing soil mechanical properties.

Silva et al. (2018) estimated the large stress distribution resulting from sugarcane traffic in wet soils using the FEM. De Lima et al. (2021) put forward a solution-based methodology by proposing models of stress-strain relations for reducing soil compaction by agricultural traffic. Hernandez-Hernandez et al. (2021) performed triaxial compression tests at different moisture conditions; under high-moisture conditions, fitting was better with the Hardening Soil model. Schjønnung (2023) constructed an empirical model that expressed the dominant factors determining compressibility as soil organic matter, bulk density, and matric potential. Chen et al. (2023) tried to develop a smart compaction method using a coupled unsaturated soil mechanics approach to accurately predict the behavior of soils under cyclic loading. Furthermore, De Pue et al. (2020) simulated DEM at the tire-soil interface with regard to stress transmission, which represents the role of traction in soil compaction and shows this interaction to be significantly important.

### **ADVANCED IMAGING METHODS AND X-RAY MICROTOMOGRAPHY**

Advanced imaging methods, such as X-ray tomography, have become key methodologies for increasing the efficiency of research while simplifying a detailed examination of soil structure, especially when used in combination with oedometer tests. These techniques can be applied to the detailed visualization of the three-dimensional inner structure of soil samples, the spatial distribution of water- and air-filled pores, and their physical–chemical characteristics, all while maintaining the integrity of the soil samples (Peth et al., 2010; Amelung et al., 2023; Schlüter & Vogel, 2022). In this line, work carried out by Pöhlitz et al. (2019) outlines the benefit of computed tomography as a technique to replace traditional laboratory methods in analyzing soil compaction. This study holds that computed tomography allows direct imaging, enabling measurement while retaining the structure of the soil and offering an opportunity to analyze morphology in detail through the acquisition of three-dimensional high-resolution images of the pore system in the soil. According to Lamandé et al. (2022), X-ray computed tomography imaging shows the finer details of the mechanical processes in soils, especially those linked with compaction. This method enables the visualization of the three-dimensional internal structure of soil, allowing non-destructive observation of the arrangement of soil particles, pores, aggregates, roots, and other components. Research by Menon et al. (2015) examined the impacts of soil aggregate compaction on water movement and pore sizes. Using X-ray microtomography and water flow simulations, they quantitatively assessed the changes in inter- and intra-aggregate void space resulting from soil compaction. Studies by Tracy et al. (2011, 2012, 2013) explore the innovative methodologies that X-ray computed tomography (CT) technology offers for understanding the impacts of soil compaction on plant root systems. In a study by Aravena et al. (2011), X-ray computed tomography was used together with numerical modeling of water flow to quantify how compaction induced by roots may alter the hydraulic properties of soils. The findings put forward the idea that such compaction causes reduced soil porosity and hydraulic conductivity, which might have a negative effect on soil fertility, secondary to any reduced aeration. According to Zhang et al. (2023), X-ray computed tomography technology has the following potentials for use in environmental science applications on soils and plants: it is supposed to make major contributions toward strategies aimed at reducing soil compaction and preserving high levels of organic carbon by providing detailed visualization of soil structure and root distribution. Within this framework, the technology of X-ray microtomography makes an important contribution to the differentiated analysis of soil structure, compaction, organic matter content, and mechanical-hydraulic properties of soil samples. This technology visualizes three-dimensional internal structures of

undisturbed soil samples and delivers information on the impacts of heavy agricultural vehicles and conventional soil tillage on soils.

### **ECO-PHYSIOLOGICAL APPROACHES AND PLANT SELECTION**

Plant roots' response to soil compaction is an essential factor in altering the soil structure by encouraging root growth. New plant types and selected soil management techniques can also increase crop yields where the soil is compact (Colombi and Keller, 2019). In compacted soils, ethylene hormone which is produced due to the secretion from root tips hinders diffusion hence stopping root growth. This process happens due to mechanical resistance, low water use efficiency, and root feeling of soil mechanical impedance (Pandey and Bennett, 2023). A field study that involved the testing of *Quercus robur* seedlings' response to soil compaction in a controlled setting revealed that root development of the seedlings was adversely affected by compaction with root length and root depth being most affected. These findings indicate that soil compaction is a critical factor that hampers the growth of plants, thereby affecting seedling development, especially during the early stages of growth (Martina et al., 2018).

### **REDUCED TILLAGE TECHNIQUES**

There is huge potential for reduced tillage techniques to promote the sustainable agricultural practice goal of conventional methods through improved soil health. The techniques preserve the natural structure of the soil, increase organic matter accumulation, stimulate biological activity, and reduce erosion, as pointed out by several authors (Nunes et al., 2020; Capowiez et al., 2021; Sartori et al., 2022). Methods such as no-till and strip-till reduce soil compaction to a high extent through the reduction of soil tillage. These involve no-till and strip-till, which minimize the levels of soil tillage (Cavalaris et al., 2023; Awe et al., 2023; Khakbazan, 2023). Research findings indicate that reduced tillage techniques enhance general soil quality and sustainability in agriculture. Kovács et al. (2023) cite a study done in Hungary, indicating that local soil status conservation tillage techniques improved the quality of the soil together with an increase in yield. Brainard et al. (2013) further indicate that use of glyphosate is one of the weed management strategies in reduced tilled systems, which could as well enhance adoption, reduce herbicide load and lower the selective pressure for resistance.

### **CONCLUSION**

Soil compaction is a significant soil degradation form and has associated negative effects on agricultural productivity, soil ecosystems, and plants. The present review is focused on soil compaction and the best strategies and technologies that are being used to control and/or mitigate this form of soil degradation. Reduction of soil compaction by farming or tillage practices may successfully be achieved through reduced or minimum tillage practices. Such practices reduce the frequency of soil tillage, hence conserving the soil structure in terms of the organic matter build-up and biological activity. This means that no-till and strip-till are very important to reduce soil compaction. Controlled traffic systems and the use of tire pressure control are necessary measures in the management of the pressure applied on the soil by farm machinery to avoid compaction. Controlled traffic systems restrict field traffic to specified tracks, hence minimizing compaction risks. Tire pressure control systems optimize surface pressure in soil by having optimal tire pressure. Soil organic matter management is another very great measure used to remediate soil compaction. The use of sources of organic matter, such as manure from animals, compost, green manure, etc., improves the porosity, water-holding capacity, and soil structure. On the other hand, organisms in the soil enhance aeration, drainage,

and reduce compaction. Recently some new technologies also support the monitoring and management of soil compaction. Detection and quantification of soil compaction depend on measurements made by techniques such as soil penetration resistance measurement, computed tomography (CT), and remote sensing. The regulation of soil compaction is essential for the accomplishment of sustainable agricultural production and, in a long run, for improved productivity. Deep tillage, controlled traffic, soil organic matter management, and advanced technologies are the principal tools to combat soil compaction.

## REFERENCES

1. Acquah, K. and Chen, Y. (2022). Soil compaction from wheel traffic under three tillage systems. *Agriculture*, 12(2), 219. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020219>.
2. Alaoui, A., Rogger, M., Peth, S., & Blöschl, G. (2018). Does soil compaction increase floods? A review. *Journal of Hydrology*, 557, 631-642. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.12.052>.
3. Amelung, W., Tang, N., Siebers, N., Aehnel, M., Eusterhues, K., Felde, V. J. M. N. L., Guggenberger, G., Kaiser, K., Kögel-Knabner, I., Klumpp, E., Knief, C., Kruse, J., Lehndorff, E., Mikutta, R., Peth, S., Ray, N., Prechtel, A., Ritschel, T., Schweizer, S. A., Woche, S. K., & Wu, B. U. (2023). Architecture of soil microaggregates: Advanced methodologies to explore properties and functions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 186(5), 549–566. <https://doi.org/10.1002/jpln.202300149>.
4. Antón, R., Ruiz-Sagasetta, A., Orcaray, L., Arricibita, F. J., Enrique, A., Soto, I. d., & Virto, I. (2021). Soil water retention and soil compaction assessment in a regional-scale strategy to improve climate change adaptation of agriculture in Navarre, Spain. *Agronomy*, 11(607). <https://doi.org/10.3390/agronomy11030607>.
5. Aravena, J. E., Berli, M., Ghezzehei, T. A., & Tyler, S. W. (2011). Effects of Root-Induced Compaction on Rhizosphere Hydraulic Properties - X-ray Microtomography Imaging and Numerical Simulations. *Environmental Science & Technology*, 45(2), 425–431. <https://doi.org/10.1021/es102566j>.
6. Asano, J., Kojima, Y., Kato, C., & Kamiya, K. (2023). Climate change impacts on soil moisture and temperature in the plain and mountainous regions of Gifu prefecture, Japan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1165(1), 012045. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1165/1/012045>.
7. Augustin, K., Kuhwald, M., Brunotte, J., & Duttmann, R. (2020). Wheel load and wheel pass frequency as indicators for soil compaction risk: a four-year analysis of traffic intensity at field scale. *Geosciences*, 10(8), 292. <https://doi.org/10.3390/geosciences10080292>.
8. Awe, G. O., Fontanela, E., & Reichert, J. M. (2023). Degree of compaction, aeration, and soil water retention indices of a sugarcane field without soil disturbance after initial tillage. *Canadian Journal of Soil Science*, 104(1), 91-107. <https://doi.org/10.1139/cjss-2022-0066>.
9. Bean, E. Z., & Dukes, M. D. (2012). Soil amendments for mitigation of compacted soils. In *Low Impact Development 2010: Redefining Water in the City*. [https://doi.org/10.1061/41099\(367\)66](https://doi.org/10.1061/41099(367)66).
10. Becker, R. K., Barbosa, E. A., Giarola, N. F., Kochinski, E. G., Povh, F. P., Paula, A. L. D., & Cherubin, M. (2022). Mechanical intervention in compacted no-till soil in southern Brazil: Soil physical quality and maize yield. *Agronomy*, 12(10), 2281.
11. Biswas, T., & Kole, S. C. (2017). Soil Organic Matter and Microbial Role in Plant Productivity and Soil Fertility. In: Rakshit, A., Abhilash, P. C., Singh, H. B., & Ghosh, S. (Eds.), *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity* (pp. 219-238). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-7380-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-981-10-7380-9_10).
12. Boland, M. M., Choi, Y. U., Foley, D. G., Gobel, M. S., Sprague, N. C., Guevara-Ocana, S., Kuleshov, Y. A., & Stwalley III, R. M. (2022). Reducing soil compaction from equipment to enhance agricultural sustainability. In M. A. Umar (Ed.), *Sustainable Crop Production- Recent Advances*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.104489>.

13. Brainard, D. C., Haramoto, E., Williams, M. M., Mirsky, S. B., & Mirsky, S. B. (2013). Towards a No-Till No-Spray Future? Introduction to a Symposium on Nonchemical Weed Management for Reduced-Tillage Cropping Systems. *Weed Technology*, 27(1), 190-192. <https://doi.org/10.1614/WT-D-12-10001>.
14. Capello, G., Biddoccu, M., Ferraris, S., & Cavallo, E. (2019). Effects of Tractor Passes on Hydrological and Soil Erosion Processes in Tilled and Grassed Vineyards. *Water*, 11(10), 2118. <https://doi.org/10.3390/w11102118>.
15. Capowiez, Y., Gilbert, F., Vallat, A., et al. (2021). Depth distribution of soil organic matter and burrowing activity of earthworms—mesocosm study using X-ray tomography and luminophores. *Biology and Fertility of Soils*, 57(3), 337–346. <https://doi.org/10.1007/s00374-020-01536-y>.
16. Cavalaris, C., Gemtos, T. A., & Karamoutis, C. (2023). Rotational tillage practices to deal with soil compaction in carbon farming. *Soil Systems*, 7(4), 90. <https://doi.org/10.3390/soilsystems7040090>.
17. Chen, L., Ghorbani, J., Tophel, A., & Kodikara, J. (2023). An unsaturated soil mechanics approach for performance-based intelligent compaction. In *E3S Web of Conferences*, 382, Article 12002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338212002>.
18. Cheng, Y., Liu, S., Liu, Z., & Cai, G. (2012). Seismic cone penetration test assessment of vibratory probe compaction for liquefaction mitigation. In *GeoCongress 2012: State of the Art and Practice in Geotechnical Engineering*. <https://doi.org/10.1061/9780784412121.195>.
19. Chyba, J., Kroulík, M., Křištof, K., Misiewicz, P.A., & Chaney, K. (2014). Influence of soil compaction by farm machinery and livestock on water infiltration rate on grassland. *Agronomy research*, 12, 59-64.
20. Colombi, T., & Keller, T. (2019). Developing strategies to recover crop productivity after soil compaction—A plant eco-physiological perspective. *Soil and Tillage Research*, 191.
21. de Lima, R. P., da Silva, A. R., & da Silva, A. P. (2021). soilphysics: An R package for simulation of soil compaction induced by agricultural field traffic. *Soil and Tillage Research*, 206, 104824. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104824>
22. De Pue, J., Lamandé, M., & Cornelis, W. (2020). DEM simulation of stress transmission under agricultural traffic Part 2: Shear stress at the tyre-soil interface. *Soil and Tillage Research*, 203, Article 104660. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104660>.
23. Doley, M., Phukon, S. K., Borah, K., Bora, S. S., & Rahman, S. W. (2020). Role of soil organic matter in maintaining sustainability of cropping systems. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(1), 1050-1058. Retrieved from <http://www.phytojournal.com>.
24. Fang, J., Zeng, D., Tian, X., & Duwal, K. B. (2023). Soil compaction mechanism and improvement in farmland. *Sustainability*, 15(8), Article 6801. <https://doi.org/10.3390/su15086801>.
25. FAO. (2019). *Sürdürülebilir Toprak Yönetimi Gönüllü Kılavuz İlkeleri*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
26. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022*. 2022, <https://doi.org/10.4060/cc2211en>.
27. Forster, M., Ugarte, C., Lamandé, M., & Faucon, M.-P. (2020). Relationships between root traits and soil physical properties after field traffic from the perspective of soil compaction mitigation. *Agronomy*, 10(11), 1697. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111697>.

28. Fouladidorhani, M., Lamandé, M., Moitzi, G., Nawaz, M. M., Nazari, M., Wagentristl, H., & Arthur, E. (2023). Subsoil compaction impacts soil quality indicators in a Calcaric Chernozem. EGU General Assembly 2023. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-9118>.
29. Gül, N. E., Özgüven, M. M., & Özgöz, E. (2020). Toprak sıkışması ölçüm sistemleri ve teknolojik gelişmeler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD)*, 9(3), 75-89.
30. Gürsoy, S. (2021). Soil compaction due to increased machinery intensity in agricultural production: its main causes, effects and management. *Technology in Agriculture*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.98564>.
31. Hernández-Hernández, V. A., Joya-Cárdenas, D. R., Equihua-Anguiano, L. N., Leal-Vaca, J. C., Diosdado-De la Peña, J. A., Pérez-Moreno, L., Saldaña-Robles, N., & Saldaña-Robles, A. (2021). Experimental and numerical analysis of triaxial compression test for a clay soil. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 81(3), Article 357. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392021000300357>.
32. Herzfeld, T., Heinke, J., Rolinski, S., & Müller, C. (2021). Soil organic carbon dynamics from agricultural management practices under climate change. *Earth System Dynamics*, 12, 1037–1055. <https://doi.org/10.5194/esd-12-1037-2021>.
33. Hu, X., Gao, Z., Li, X.-Y., Wang, R.-Z., & Wang, Y.-M. (2023). Structural characteristics of the moss (bryophyte) layer and its underlying soil structure and water retention characteristics. *Plant and Soil*, 490, 305–323. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-06079-3>
34. Keller, T. and Or, D. (2022). Farm vehicles approaching weights of sauropods exceed safe mechanical limits for soil functioning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(21). <https://doi.org/10.1073/pnas.2117699119>.
35. Keller, T. and Or, D. (2022). Farm vehicles approaching weights of sauropods exceed safe mechanical limits for soil functioning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(21). <https://doi.org/10.1073/pnas.2117699119>.
36. Khakbazan, M., Carew, R., Crittenden, S., Mohr, R. M., & Biswas, D. K. (2023). An economic review of conservation tillage practices: Select case studies from the eastern Prairies of Canada. *Canadian Journal of Soil Science*, 104(1), 11-21. <https://doi.org/10.1139/cjss-2023-0053>.
37. Kovács, G. P., Simon, B., Balla, I., Bozóki, B., Dekemati, I., Gyuricza, C., Percze, A., & Birkás, M. (2023). Conservation tillage improves soil quality and crop yield in Hungary. *Agronomy*, 13(3), 894. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030894>.
38. Kuhwald, M., Augustin, K., & Duttmann, R. (2023). A spatially and temporally high-resolution 4-year soil compaction risk analysis at field scale. Presented at EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, Session SSS9.7, EGU23-8893. Retrieved from <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-8893>.
39. Kumar, V., Goyal, V., & Dey, P. (2021). Impact of long-term application of organic and inorganic nutrient through inductive cum targeted yield model on soil physical properties under pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) ) - wheat (*Triticum aestivum* (L.)) cropping system of semi-arid North-West India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. <https://doi.org/10.1080/00103624.2021.1953050>.
40. Lal, R. (2021). Soil management for carbon sequestration. *South African Journal of Plant and Soil*, 38(3), 231-237. <https://doi.org/10.1080/02571862.2021.1891474>.



41. Lamandé, M., & Munkholm, L. J. (2022). X-ray Imaging of Mechanical Processes in Soil. In S. Jon Mooney et al. (Eds.), *X-ray Imaging of the Soil Porous Architecture* (Chapter 8). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-12176-0\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-12176-0_8).
42. Ledermüller, S., Fick, J., & Jacobs, A. (2021). Perception of the relevance of soil compaction and application of measures to prevent it among German farmers. *Agronomy*, 11(5), 969. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050969>.
43. Lorenz, M., Brunotte, J., Vorderbrügge, T., Brandhuber, R., Koch, H.-J., Senger, M., Fröba, N., & Löpmeier, F.-J. (2016). Anpassung der Lasteinträge landwirtschaftlicher Maschinen an die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens – Grundlagen für ein bodenschonendes Befahren von Ackerland. *Landbauforschung Applied Agricultural and Forestry Research*, 66(2), 101-143. <https://doi.org/10.3220/LBF1473334823000>.
44. Martina, C., Barbara, M., Fabio, F., Alberto, M., Andrea, T., & Cristiano, F. (2018). Early response of *Quercus robur* seedlings to soil compaction following germination. *Land Degradation & Development*, 29(4), 916–925. <https://doi.org/10.1002/ldr.2912>.
45. Matmurodov, F., Sobirov, B., Khakimov, J., & Rakhmatova, F. (2022). Technical and technological ways to reduce soil compaction to preserve its fertility. *E3S Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336503036>.
46. Mbarki, Y., & Gumiere, S. J. (2023). Study of the effect of compaction on the hydrodynamic properties of a loamy sand soil for precision agriculture. In *EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023*, EGU23-1583. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-1583>
47. Menon, M., Jia, X., Lair, G. J., Faraj, P. H., & Bland, A. (2015). Analysing the impact of compaction of soil aggregates using X-ray microtomography and water flow simulations. *Soil and Tillage Research*, 150, 147-157. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.02.004>.
48. Moraes, M. T. de, Debiasi, H., Franchini, J. C., Bonetti, J. de A., Levien, R., Schnepf, A., & Leitner, D. (2019). Mechanical and hydric stress effects on maize root system development at different soil compaction levels. *Frontiers in Plant Science*, 10, Article 1358. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01358>.
49. Mujdeci, M., Isildar, A. A., Uygur, V., Alaboz, P., Unlu, H., & Senol, H. (2017). Cooperative effects of field traffic and organic matter treatments on some compaction-related soil properties. *Solid Earth*, 8, 189–198. <https://doi.org/10.5194/se-8-189-2017>.
50. Murphy, B. W. (2015). Key soil functional properties affected by soil organic matter - evidence from published literature. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 25. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/25/1/012008>.
51. Nunes, M. R., Karlen, D. L., Veum, K. S., Moorman, T. B., & Cambardella, C. A. (2020). Biological soil health indicators respond to tillage intensity: A US meta-analysis. *Geoderma*, 369, Article 114335. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114335>.
52. Obour, P. B., & Ugarte, C. M. (2021). A meta-analysis of the impact of traffic-induced compaction on soil physical properties and grain yield. *Soil and Tillage Research*, 211, 105019. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105019>.
53. Pandey, B. K., & Bennett, M. J. (2023). Uncovering root compaction response mechanisms: New insights and opportunities. *Journal of Experimental Botany*, 2(75), 578-583. <https://doi.org/10.1093/jxb/erad389>.
54. Parkhomenko, G. G., Voinash, S. A., Sokolova, V. A., Krivonogova, A. S., & Rzhavtsev, A. A. (2019). Reducing the negative impact of undercarriage systems and agricultural machinery parts on soils. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 316, 012049. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/316/1/012049>.

55. Peth, S. (2010). Applications of Microtomography in Soils and Sediments. In B. Singh & M. Gräfe (Eds.), *Synchrotron-Based Techniques in Soils and Sediments (Developments in Soil Science*, pp. 73–101). Elsevier.
56. Piccoli, I., Seehusen, T., Bussell, J., Vizitu, O., Calciu, I., Berti, A., Börjesson, G., Kirchmann, H., Kätterer, T., Sartori, F., Stoate, C., Crotty, F., Panagea, I. S., Alaoui, A., & Bolinder, M. A. (2022). Opportunities for mitigating soil compaction in Europe—Case studies from the SoilCare project using soil-improving cropping systems. *Land*, 11(2), 223. <https://doi.org/10.3390/land11020223>.
57. Pott, L. P., Amado, T. J. C., Leal, O. D. A., & Ciampitti, I. A. (2019). Mitigation of soil compaction for boosting crop productivity at varying yield environments in southern Brazil. *European Journal of Soil Science*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/ejss.12880>.
58. Pöhlitz, J., Rücknagel, J., Schlüter, S., Vogel, H.-J., & Christen, O. (2019). Computed tomography as an extension of classical methods in the analysis of soil compaction, exemplified on samples from two tillage treatments and at two moisture tensions. *Geoderma*, 346, 52-62. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.03.023>.
59. Pulido-Moncada, M., Petersen, S. O., & Munkholm, L. J. (2022). Soil compaction raises nitrous oxide emissions in managed agroecosystems: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(38). <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00773-9>.
60. Reddy, P. (2016). Soil Organic Matter. In R. Lal & B. A. Stewart (Eds.), *Principles of Soil Physics* (pp. 157-173). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-2702-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-10-2702-4_11).
61. Rizaldi, T., Putri, F., & Rifai, M. (2022). Effect of Soil Compaction due to Organic Matter and 4-Wheel Tractor Traffic on Sugarcane Growth. *Indian Journal of Agricultural Research*. Advance online publication. <https://doi.org/10.18805/ijare.af-738>.
62. Sartori, F., Piccoli, I., Polese, R., & Berti, A. (2022). Transition to conservation agriculture: how tillage intensity and covering affect soil physical parameters. *SOIL*, 8, 213–222. <https://doi.org/10.5194/soil-8-213-2022>.
63. Schjønning, P. (2023). An empirical model for prediction of topsoil deformation in field traffic. *Soil and Tillage Research*, 227, Article 105589. <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105589>.
64. Schlüter, S., & Vogel, H. J. (2022). Quantification of Soil Porous Architecture. In S. Jon Mooney, I. M. Young, R. J. Heck, & S. Peth (Eds.), *X-ray Imaging of the Soil Porous Architecture* (pp. xx-xx). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-12176-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-12176-0_6).
65. Silva, R. P., Rolim, M. M., Gomes, I. F., Pedrosa, E. M. R., Tavares, U. E., & Santos, A. N. (2018). Numerical modeling of soil compaction in a sugarcane crop using the finite element method. *Soil and Tillage Research*, 181, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.03.019>.
66. Tammam, A. A., Shehata, M. R. A. M., Pessarakli, M., & El-Aggan, W. H. (2022). Vermicompost and its role in alleviation of salt stress in plants – I. Impact of vermicompost on growth and nutrient uptake of salt-stressed plants. *Journal of Plant Nutrition*, 45(7), 1446-1457. <https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2072741>
67. Taylor, H. M., & Brar, G. S. (1991). Effect of soil compaction on root development. *Soil & Tillage Research*, 19(2), 111-119. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(91\)90080-H](https://doi.org/10.1016/0167-1987(91)90080-H).
68. Tekeste, M. Z., Way, T. R., Birkenholz, W., & Brodbeck, S. (2016). Evaluation of Low Inflation Tire Technologies on Soil Compaction. *Proceedings Article*. <https://typeset.io/papers/evaluation-of-low-inflation-tire-technologies-on-soil-2chi2gzwyw>.

69. Tracy, S. R., Black, C. R., Roberts, J. A., & Mooney, S. J. (2011). Soil compaction: A review of past and present techniques for investigating effects on root growth. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 1528–1537. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4424>.
70. Tracy, S. R., Black, C. R., Roberts, J. A., & Mooney, S. J. (2013). Exploring the interacting effect of soil texture and bulk density on root system development in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 91, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.03.003>.
71. Tracy, S. R., Black, C. R., Roberts, J. A., McNeill, A., Davidson, R., Tester, M., Samec, M., Korošak, D., Sturrock, C., & Mooney, S. J. (2012a). Quantifying the effect of soil compaction on three varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) using X-ray micro computed tomography (CT). *Plant and Soil*, 353, 195–208. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-1022-5>.
72. Villa-Henriksen, A., Skou-Nielsen, N., Munkholm, L. J., Sørensen, C. A. G., Green, O., & Edwards, G. T. C. (2021). Infield optimized route planning in harvesting operations for risk of soil compaction reduction. *Soil Use and Management*, 37(4), 810-821. <https://doi.org/10.1111/sum.12654>.
73. Yang, Y., Wu, J., Zhao, S., Mao, Y., Zhang, J., Pan, X., & Ploeg, M. v. d. (2021). Impact of long-term sub-soiling tillage on soil porosity and soil physical properties in the soil profile. *Land Degradation & Development*, 32(10), 2892-2905. <https://doi.org/10.1002/ldr.3874>
74. Zhang, H., He, H., Gao, Y., Mady, A., Filipović, V., Dyck, M., Lv, J., & Liu, Y. (2023). Applications of Computed Tomography (CT) in environmental soil and plant sciences. *Soil and Tillage Research*, 226, 105574. <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105574>.

## ÇORAK ÇİMİ (*Puccinellia distans*)'NDE GEN ONTOLOJİ ANALİZİ

**Intizar GÜZELÇAY\*** (ORCID: 0009-0003-4833-8406)

Akdeniz University, College of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology,  
Antalya-Türkiye  
**Email:**gzlcayintizar@gmail.com

**Doç. Dr. M. Aydın AKBUDAK** (ORCID: 0000-0002-1397-4678)

Akdeniz University, College of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology,  
Antalya-Türkiye  
**Email:**akbudak@akdeniz.edu.tr

### ÖZET

Çorak çimi (*Puccinellia distans*), tuza ve kuraklığa toleranslı, çok yıllık, tek çenekli bir C3 bitkisidir. Tuzlu-alkali toprak iyileştirmesi ve ekolojik restorasyon için kullanılmaktadır. *P. distans* üzerinde yapılmış transkriptom boyutunda herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Gen Ontolojisi (GO), türler ve veri tabanları arasında gen ve gen ürünlerinin özelliklerini standartlaştırmaktadır. Bu, gen veya gen ürününün katkıda bulunduğu biyolojik hedefleri tanımlayan Biyolojik Süreç (BP), bağlanma veya kataliz gibi temel moleküler aktiviteleri detaylandıran Moleküler Fonksiyon (MF), ve gen ürünlerinin işlev gördüğü hücrel yapıların içindeki konumları belirten Hücrel Bileşen (CC) alanlarını kapsamaktadır. GO terimleri hiyerarşik olarak düzenlenmiş olup, geniş terimlerin daha spesifik terimlere ayrılmasına olanak tanımaktadır. Gen ürünleri deneysel veriler, hesaplamalı analiz veya yazar beyanlarına dayalı olarak GO terimleriyle açıklanmakta, bu da genlerin çeşitli biyolojik bağlamlardaki rollerinin anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır. GO'nun uygulamaları arasında işlevsel anotasyon, veri entegrasyonu ve gen işlevlerini ve ilişkilerini analiz etmeyi kolaylaştıran AmiGO, QuickGO ve OmixBox gibi biyoformatik araçlarını desteklemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Puccinellia distans*, Gen ontolojisi, Biyoformatik araçlar

## GENE ONTOLOGY ANALYSIS IN BARRIED GRASS (*Puccinellia distans*)

### **Abstract**

*Puccinellia distans* is a perennial, monocot C3 plant tolerant to salt and drought. It is utilized for saline-alkali soil amelioration and ecological restoration, with predictions of future widespread use. *P. distans*, which is significant for agricultural advancements, lacks a transcriptomic study at present. Gene Ontology (GO) standardizes the representation of gene and gene product attributes across species and databases. It encompasses three domains: Biological Process (BP), which describes the biological objectives a gene or gene product contributes to; Molecular Function (MF), detailing basic molecular activities like binding or catalysis; and Cellular Component (CC), indicating the locations within cellular structures where gene products function. GO terms are organized hierarchically, allowing broad terms to branch into more specific ones. Gene products are annotated with GO terms based on experimental data, computational analysis, or author statements, aiding in the understanding of gene roles in various biological contexts. GO's applications include functional annotation, data integration, and supporting bioinformatics tools like AmiGO, QuickGO and Omibox which facilitate the analysis of gene functions and relationships.

**Keywords:** *Puccinellia distans*, Gene ontology, Bioinformatics tools

## GİRİŞ

Genomik dizileme, temel biyolojik işlevleri belirleyen genlerin belirli bir kısmının tüm ökaryotlarda mevcut olduğunu ortaya koymuştur (Pearson 2013). Bu, farklı ökaryotik organizmaların temel yaşam sürecini yöneten birçok ortak gene sahip olduğunu göstermektedir. Bu ortak genler, hücre bölünmesi, enerji üretimi ve protein sentezi gibi temel biyolojik işlevlerde rol oynayan genlerdir. Bu durum, evrimsel süreçte bu temel genlerin korunmuş olduğunu ve tüm ökaryotik canlıların ortak bir atadan türediği teorisini desteklemektedir. Gen Ontoloji (GO), dizileme çalışmalarından sonra belirlenen gen ve protein dizilerini ortak bir terminoloji kullanarak bu dizilerin rollerinin belirlenmesini sağlamaktadır. BLAST sonucunda yüksek benzerlik gösteren homologların benzersiz protein tanımlayıcıları, GO veri tabanında karşılık geldiği GO terimlerine atanmakta ve bu terimler altında homologlar biyolojik süreçler, moleküler fonksiyonlar ve hücresel bileşenler açısından gruplandırılmaktadır.

GO ontolojisi, genlerin ve proteinlerin işlevsel özelliklerini açıklamak için kullanılan standart bir dil sağlamakta olup, biyoinformatik analizlerde büyük bir öneme sahiptir. Dizileme ile elde edilen veriler, GO terimlerinin atanması sürecinde kullanılarak, proteinlerin işlevlerinin daha doğru ve kapsamlı bir şekilde belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Böylece, farklı organizmalardaki homolog genlerin işlevleri daha iyi anlaşılabilir ve bu da biyolojik araştırmalarda ve uygulamalarda önemli avantajlar sağlamaktadır (Avisé, 2010). Bu çalışmada OmixBox kullanılarak P. distans'ın gen ontoloji analizi yapılmıştır. BLAST sonucunda tanımlanmış genlerin biyolojik işlevleri, moleküler fonksiyonları ve hangi hücresel bileşenlerde buldukları tespit edilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

P. distans protein veri tabanı ile pirinç bitkisinin NCBI üzerinden indirilmiş olan tüm protein sekansı, transkriptomun gen bölgelerinin tanımlanması için hizalanmıştır.

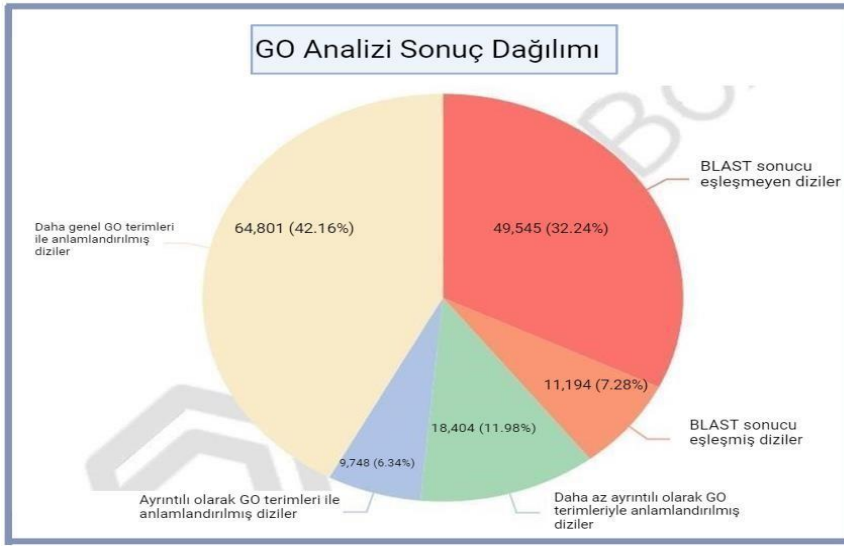
1. Use.galaxy.eu üzerinden NCBI BLAST+ blastp Search protein database with protein query sequence(s) algoritması seçilmiştir.
2. Protein query sequences kısmına girdi olarak NCBI'dan indirmiş olduğumuz protein verisi eklenmiştir.
3. Subject database/sequences kısmı BLAST database from your history kısmı seçildi ve girdi olarak P. distans veri tabanı eklenmiştir.
4. Diğer parametreler değiştirilmeden çalıştırılmıştır.

Daha sonra OmixBox kullanılarak, BLAST sonucunda yüksek benzerlik gösteren ortologların hücresel fonksiyonlarının anlaşılması ve gruplandırılması için yapılmıştır.

1. OmixBox üzerinden GO analizi seçilmiştir.
2. Direct GO Count özelliği seçilmiştir. Bu özellik, transkriptlerin doğrudan hangi GO terimlerine sahip olduğunu sayarak genel bir profili sunmaktadır.
3. Parametreler, Biological Process, Cellular Component, Molecular Function olarak ayarlanıp çalıştırılmıştır.

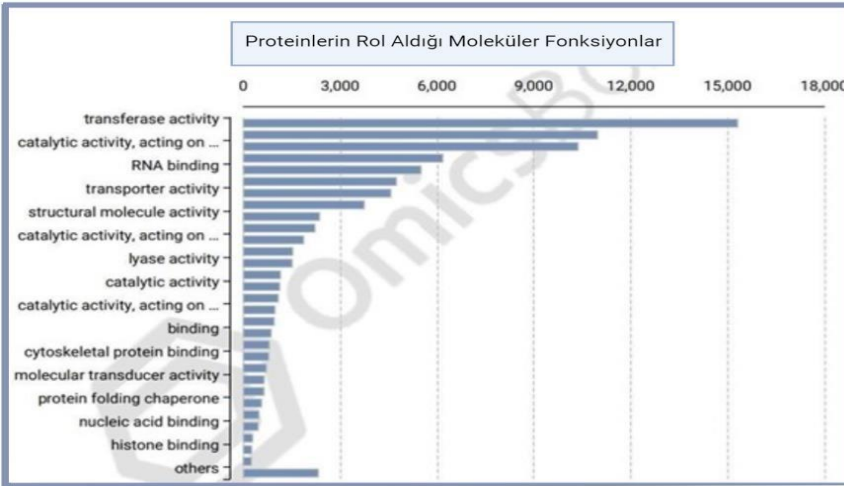
## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada P. distans protein tanımlayıcısına karşılık gelen GO terimleri biyolojik süreçler, moleküler işlevler ve hücresel bileşenler olarak kategorize edilmiştir.



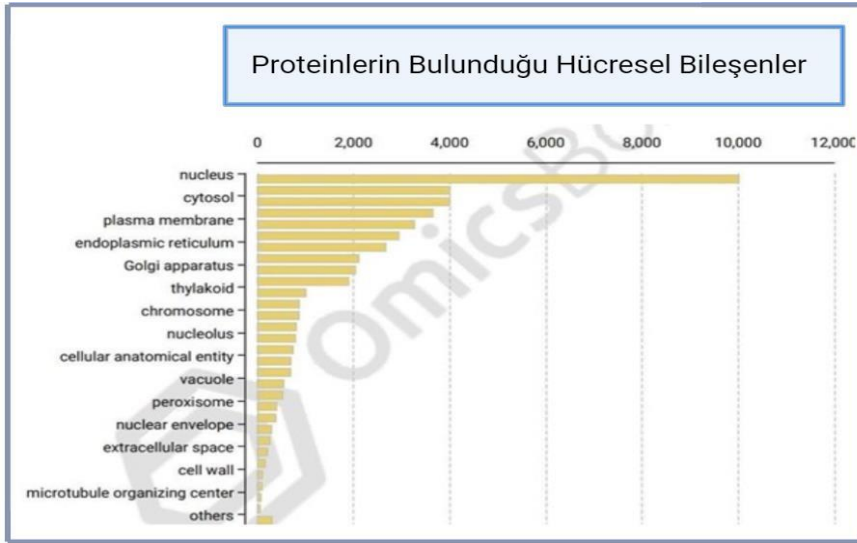
Şekil 1. GO Terimlerinin Eşleşme Dağılımları

Gen Ontolojisi (GO) analizinin sonuçları Şekil 1'de gösterilmektedir. Dizilerin %42,16'sı daha genel GO terimleri ile, %7.28'i daha az ayrıntılı GO terimleri ile ve %6.34'ü ayrıntılı GO terimleri ile anlamlandırılmıştır. BLAST veri tabanında eşleşmeyen diziler %32.24'ü oluştururken, BLAST ile eşleşen diziler %11.98 oranındadır. Dizilerin çoğunluğunun geniş kategorilere ayrıldığı, önemli bir kısmının BLAST sonucunda eşleşmediği ve yalnızca küçük bir kısmının ayrıntılı anotasyonlara veya BLAST eşleşmelerine sahip olduğunu görülmektedir.



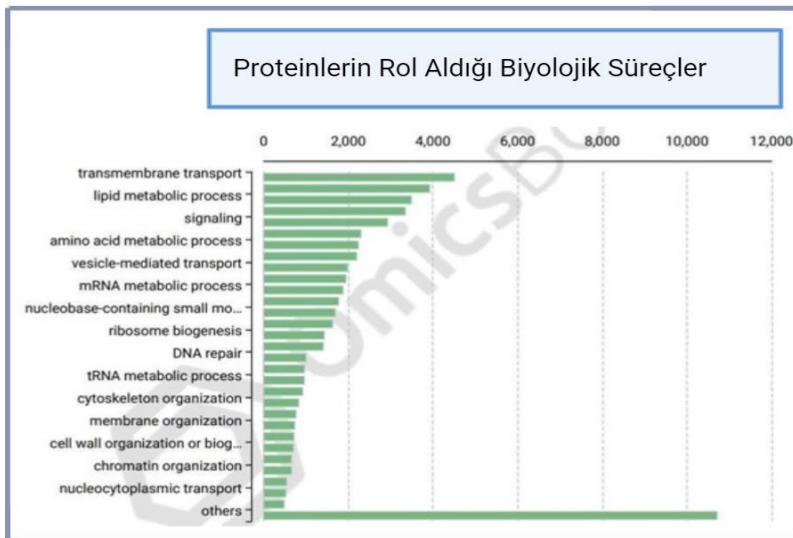
Şekil 2. Belirlenen Proteinlerin Rol Aldığı Moleküler Fonksiyonlar

P. distans proteinleri diğer pek çok bitki sisteminde olduğu gibi çeşitli moleküler fonksiyonlara sahiptir (Şekil 2). Transferaz aktivitesi, 15.000'i aşan bir sayıyla en yaygın fonksiyondur. Katalitik aktivite, yaklaşık 10.000'e yaklaşan sayıyla onu yakından takip etmektedir. RNA binding proteinler 6.000, taşıyıcı ve yapısal molekül aktivitesi gösteren proteinler 4.000'in biraz üzerindedir. Liyaz aktivitesi, belirtilmemiş katalitik aktivite, bağlanma, iskelet protein bağlanması, moleküler transdüser aktivitesi, protein katlanma şaperonu, nükleik asit bağlanması ve histon bağlanması gibi diğer fonksiyonlara sahi proteinler, yaklaşık 2.000'den 1.000'in altına kadar değişen daha düşük sayılara sahiptirler. Belirtilen kategorilere girmeyen çeşitli diğer fonksiyonlar, en düşük sayıya sahiptir ve 500'ün biraz üzerindedir. Bu analiz transferaz ve katalitik aktivitelerin proteinlerin en yaygın moleküler fonksiyonları olduğunu, diğer bazı aktivitelerin ise daha az sıklıkla gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 3. Proteinlerin Hücre İçerisindeki Dağılımı

Şekil 3, P. distans proteinlerinin hücre içerisindeki dağılımını göstermektedir. Nükleus, 10.000'den fazla proteinle en fazla protein içeren organeldir, bu da onun karmaşıklığını ve birçok işlevini vurgulamaktadır. Nükleusu takiben, sitozol yaklaşık 8.000 proteinle ikinci en yüksek protein sayısına sahiptir ve plazma zarı yaklaşık 6.000 protein içermektedir. Endoplazmik retikulum 4.000'den fazla proteine sahipken, yaklaşık 3.500 proteine sahip Golgi aygıtı ve yaklaşık 3.000 protein ise tilakoidde lokalize olmuştur. Daha düşük protein sayısına sahip hücre parçaları ise kromozom ve nükleolustur. Vakuol ve peroksisom, sırasıyla yaklaşık 1.000 protein ve biraz daha az protein içerirken, nükleer zarf yaklaşık 500 protein içermektedir. Minimal protein sayısına sahip hücre bölümleri arasında yaklaşık 200 protein ile hücre dışı boşluk, ve her biri 100'den biraz fazla protein içeren hücre duvarı ve mikrotübül organizasyon merkezi yer almaktadır. Genel olarak, grafik, nükleus, sitozol ve plazma zarının, hücre faaliyetlerinde merkezi rolleri yansıtarak, başlıca protein içeren bölgeler olarak öne çıktığı görülmektedir. Endoplazmik retikulum, Golgi aygıtı ve tilakoid gibi diğer organeller de önemli protein sayılarına sahip olup, çeşitli hücresel süreçlere aktif katılımlarına işaret etmektedir. Daha düşük protein sayısına sahip bileşenler, hücre içinde daha özel veya sınırlı rolleri göstermektedir.



Şekil 4. Belirlenen Proteinlerin Rol Aldığı Biyolojik Süreçler



Proteinlerin çeşitli biyolojik süreçlerdeki rolleri Şekil 4’de gösterilmiştir. En fazla proteinin rol aldığı süreç, yaklaşık 5.000 proteinin dahil olduğu transmembran taşımadır. Bunu, yaklaşık 7.500 proteinin yer aldığı lipid metabolik süreci ve yaklaşık 4.000 proteinin katıldığı sinyal süreçleri takip etmektedir. Diğer önemli süreçler arasında yaklaşık amino asit metabolik süreçleri, vezikül aracılı taşımacılık ve mRNA metabolik süreçleri takip etmektedir. Nükleobaz içeren küçük molekül metabolik süreçleri ve ribozom biyogenezi sırasıyla yaklaşık 2000 proteini içerirken, DNA onarımı yaklaşık 1.000 proteini kapsamaktadır. Bu protein gruplarını tRNA metabolik süreci, iskelet organizasyonu, membran organizasyonu, hücre duvarı organizasyonu veya biyogenezi takip etmektedir. Kromatin organizasyonu ve nükleositol plazmik taşımacılık süreçleri yaklaşık 400 proteini içermektedir. Diğer belirtilmemiş biyolojik süreçler ise yaklaşık 10.000 proteini içermektedir. Bu analiz *P. distans* proteomunda, transmembran taşımayı protein katılımı açısından en belirgin süreç olarak ortaya koyarken, lipid metabolik süreçleri ve sinyal süreçleri de önemli protein gruplarını oluşturmaktadır.

#### **4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Bu çalışma, *P. distans* proteomundaki biyolojik süreçleri, moleküler işlevleri ve hücrenel bileşenleri kategorize etmektedir. GO analizinin sonuçları, çoğu dizinin genel GO terimleri ile ilişkilendirildiğini, önemli bir kısmının BLAST veritabanında eşleşmediğini ve yalnızca küçük bir kısmının ayrıntılı anotasyonlara veya BLAST eşleşmelerine sahip olduğunu göstermektedir. Moleküler işlevler açısından bakıldığında, transferaz ve katalitik aktiviteler en yaygın olanlardır. RNA bağlanma, taşıyıcı ve yapısal molekül aktiviteleri de önemli ancak daha az sıklıkla görülmektedir. Hücrenel bileşenlerin dağılımının analizi, en fazla proteinin nükleusta bulunduğunu, bu durumun nükleusun karmaşıklığını ve işlevselliğini vurguladığını göstermektedir. Sitozol ve plazma zarı da önemli protein sayısına sahiptir. Endoplazmik retikulum ve Golgi aygıtı gibi organeller, çeşitli hücrenel süreçlere aktif katılımı gösteren önemli protein sayılarına sahiptir. Daha az protein içeren bileşenler, kromozom ve nükleolus gibi hücre içinde daha özel rolleri işaret etmektedir.

Çalışma ayrıca, proteinlerin rol aldığı kilit biyolojik süreçleri belirlemekte ve transmembran taşımayı en belirgin süreç olarak ortaya koymaktadır; bunu lipid metabolik süreçleri ve sinyal süreçleri takip etmektedir. Diğer önemli süreçler arasında amino asit metabolizması, vezikül aracılı taşımacılık ve mRNA metabolizması yer almaktadır. Sonuç olarak çalışma, *P. distans* proteinlerinin baskın moleküler işlevlerini, kilit hücrenel konumlarını ve önemli biyolojik süreçlerini vurgulamakta ve *P. distans*'ın fonksiyonel biyolojisini anlamak için temel bilgiler sağlamaktadır. Bu çalışmanın benzer bitki sistemlerindeki ileri araştırmalara rehberlik edeceği düşünülmektedir.

## **KAYNAKLAR**

- Awise, John C. "Perspective: conservation genetics enters the genomics era." *Conservation genetics* 11 (2010): 665-669.
- Gene Ontology Consortium (2023). The Gene Ontology project.
- National Center for Biotechnology Information (NCBI) (2023). BLAST: Basic Local Alignment Search Tool.
- Pearson, H. (2013). Genomic sequencing reveals fundamental genes present in all eukaryotes.

**ÇORAK ÇİMİ (*Puccinellia distans*)'NDE DE NOVO TRANSKRİPTOM DERLEMESİ  
VE SSR MARKÖRLERİN OLUŞTURULMASI**

**Intizar GÜZELÇAY\* (ORCID:0009-0003-4833-8406)**

Akdeniz University, College of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology,  
Antalya-Türkiye

**Email:**gzlcayintizar@gmail.com

**Doç. Dr. M. Aydın AKBUDAK (ORCID:0000-0002-1397-4678)**

Akdeniz University, College of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology,  
Antalya-Türkiye

**Email:**akbudak@akdeniz.edu.tr

**ÖZET**

Maliyet etkin Yeni Nesil Dizileme (NGS) teknolojilerindeki ilerlemeler, yüksek verimli RNA profillemesini mümkün kılmıştır ve RNA-Seq, transkriptomların detaylı fonksiyonel analizini sağlayarak gen ve protein kataloglarının oluşturulmasına olanak tanımıştır. rRNA'lar ve tRNA'lar protein sentezleyen yapılar oluştururken, ncRNA'lar gen ifadesini ve biyolojik süreçleri düzenlemiştir. mRNA dizileri, ribozomal sentez için proteinleri kodlamış, bu da RNA-Seq verilerinin farklı RNA türlerinin parçalarını içermesine yol açmıştır. RNA-Seq verisi üretimi, RNA'nın izole edilmesini, cDNA'ya ters transkripsiyonunu, cDNA'nın parçalara ayrılmasını ve PCR ile amplifiye edilerek kısa okumalar kütüphanesi oluşturulmasını içermiştir. NGS teknolojilerinin hata oranı düşük olmasına rağmen, veriler tamamen hatasız olmamıştır, bu nedenle güvenilir analizler için hata oranlarının minimize edilmesi gerekmiştir. N, k-mer ve adaptör dizileri gibi kirleticiler transkript kalitesini etkilemiştir. FASTQC ve Trimmomatic gibi araçlar bu kirleticileri tespit etmiş ve ortadan kaldırmıştır. RNA-Seq okumaları, transkripsiyonel gürültü, dizileme hataları ve alternatif birleşimden etkilenen transkript parçalarının bir karışımı olmuştur. De novo montaj, RNA-Seq verilerini bir referans genom olmadan birleştirerek tam bir transkriptom oluşturmuştur ve Trinity ve rnaSpades gibi yazılımlar kullanılarak dizilerin tanımlanması ve birleştirilmesini sağlamıştır, daha uzun transkript kontigleri oluşturmuştur. Cd-hit, düşük ifade edilen veya nadir transkriptlerin korunması açısından kritik olan kontigler üzerinde benzerlik analizleri yaparak veri setlerini basitleştirmiştir. TransDecoder, transkriptler içinde yüksek protein kodlama dizilerini tespit eden ORF'leri tanımlamış, BUSCO ise korunmuş ortolog genleri kontrol ederek transkriptom kalitesini değerlendirmiştir. De novo transkriptom verilerinde tekrar eden kısa nükleotid dizileri olan SSR motiflerinin MISA ve SSR Locator gibi araçlarla tespiti, genetik çeşitliliğin anlaşılması, gen haritalama, popülasyon yapısı analizi ve diğer genetik çalışmalar için esas olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** RNA-Seq, yeni nesil dizileme (NGS), Transkriptom analizi, de novo montaj, genetik çeşitlilik

**DE NOVO TRANSCRIPTOME ASSEMBLY AND GENERATION OF SSR  
MARKERS IN BARRIER GRASS (*Puccinellia distans*)**

**Abstract**

Advances in cost-effective Next Generation Sequencing (NGS) technologies have enabled high-throughput RNA profiling, with RNA-Seq allowing detailed functional analysis of transcriptomes, creating catalogs of genes and proteins. rRNAs and tRNAs form protein-synthesizing structures, while ncRNAs regulate gene expression and biological processes. mRNA sequences encode proteins for ribosomal synthesis, leading RNA-Seq data to include fragments of different RNA types. Generating RNA-Seq data involves isolating RNA, reverse-transcribing it into cDNA, fragmenting and amplifying the cDNA via PCR to create a library of short reads. Although NGS technologies have low error rates, data is not error-free, necessitating error minimization for reliable analysis. Contaminants like N, k-mer, and adapter sequences affect transcript quality. Tools like FASTQC and Trimmomatic detect and remove these contaminants. RNA-Seq reads are a mix of transcript fragments, influenced by transcriptional noise, sequencing errors, and alternative splicing. De novo assembly combines RNA-Seq data into a complete transcriptome without a reference genome, using software like Trinity and rnaSpades to identify and assemble sequences, forming longer transcript contigs. Cd-hit simplifies datasets by performing similarity analyses on contigs, crucial for preserving lowly expressed or rare transcripts. TransDecoder identifies ORFs within transcripts, detecting high protein-coding sequences, while BUSCO evaluates transcriptome quality by checking conserved ortholog genes/ Detecting SSR motifs, repetitive short nucleotide sequences, in de novo transcriptome data using tools like MISA and SSR Locator, is essential for understanding genetic diversity, gene mapping, population structure analysis, and other genetic studies.

**Keywords:** RNA-Seq, Next Generation Sequencing (NGS), transcriptome analysis, de novo assembly, genetic diversity

## GİRİŞ

Gelişen uygun maliyetli Yeni Nesil Dizileme (YND) teknolojileri sayesinde RNA'nın yüksek verimli profillemesinin yapılması mümkün hale gelmiştir (Mantione, 2014). RNA-Seq sayesinde, transkriptomların fonksiyonel analizini yani bir organizmanın genlerinin ve proteinlerinin ileri analizler için bir kataloğu oluşturulabilmektedir. Ribozomal RNA'lar (rRNA) ve taşıyıcı RNA'lar (tRNA) proteinleri sentezleyen yapıları oluştururlar, kodlamayan RNA'lar (ncRNA) ise gen ifadesi ve pek çok biyolojik sürecin düzenlenmesinde görev alırlar, mRNA dizileri ribozomlar tarafından sentezlenecek olan proteinleri kodlar. Bu nedenle hücrede farklı işlevler için birçok farklı RNA'nın üretildiği için RNA-Seq verileri tam bir transkript yerine farklı RNA türlerinin parçalarını içerir (Holoch ve Moazed, 2015). RNA-Seq verileri oluşturmak için ilk olarak RNA molekülleri izole edilir, sonrasında komplementer DNA (cDNA)'ya ters kopyalanır. Kopyalanan cDNA, fİRİŞragmanlara ayrılıp PCR ile amplifiye edilerek kütüphane oluşturulur. Bu kütüphane milyonlarca kısa okumadan oluşmaktadır. Yeni nesil dizileme teknolojilerinin hata oranı düşük olsa da veriler tamamen hatasız bir şekilde üretilmezler. Analizlerin güvenilirliği için hata oranlarının en aza indirilmesi gerekmektedir (Stoler ve Nekrutenko, 2021). N, k-mer ve adaptör dizi kalıntılarının varlığı gibi etmenler transkriptin kalitesini etkilemektedir (Garcia, 2012). Bu nedenle de novo derlemeye geçmeden önce bu kirleticilerin tespiti ve temizlemesi önemlidir. Bu kirleticilerin tespiti için FASTQC, kullanılan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, çıktıları görsel olarak sunarak içeriğin anlaşılmasını ve değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır. Kirletici tespitinden sonra Trimmomatic kullanılarak istenmeyen düşük kaliteli diziler ortadan kaldırılabilir. RNA-Seq okumaları, farklı transkriptlerin farklı bölümlerine karşılık gelen parçaların bir karışımını içerir. Transkripsiyonel gürültü (Struhl, 2007) (Cavallaro, 2021) dizileme hataları (Hansen, 2010) ve alternatif derleme (Canzar, 2016) kaynaklı transkript izoformları RNA-Seq verilerinde temsil edilmektedir. De novo derleme, RNA-Seq verilerinin daha önce montajlanmış bir referans genoma dayanmaksızın birleştirilmesini ve tam bir transkriptom haline getirilmesini sağlamaktadır. Bu yaklaşım, model olmayan organizmalar ve bilinmeyen genomlarla çalışırken kullanılmaktadır.

De novo transkriptom derlemesi için birçok yazılım mevcuttur. Bu yazılımlar arasından Trinity ve rnaSpades yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yazılımların ilk adımı, kısa RNA-Seq dizilerinden benzer veya örtüşen dizilerin tanımlanmasını ve bunların bir araya getirilmesini sağlamaktadır. Bu adım, hataları düzeltmek ve tekrarları azaltmak içindir. İkinci adım ise birleştirilmiş bu dizilerin daha uzun transkript kontigleri haline getirilmesini içerir. Bu adım, farklı transkriptlerin farklı parçaları arasındaki ilişkileri ve sıralamaları tanımlamak için önemlidir.

Kontig terimi de novo transkriptom derlemesi sırasında oluşturulan ve RNASeq verilerinden birleştirilen uzunlukta RNA dizilerini ifade eder. Cd-hit, bu kontigler üzerinde benzerlik analizleri yaparak veri setini sadeleştirir ve yönetilebilir hale getirir. Bu aşamada, özellikle düşük ifadeye sahip veya nadir bulunan transkriptlerin korunması için cd-hit parametrelerinin dikkatlice seçilmesi önemlidir. Sonuç olarak, cd-hit kullanımı, transkriptom analizindeki veri karmaşıklığını azaltmak ve biyolojik anlamda önemli olan RNA dizilerini korumak için etkili bir yaklaşım sunar

TransDecoder, de novo transkript derlemesinde oldukça kullanışlıdır. Transkript içinde bulunan Açık Okuma Çerçevesi (ORF) bölgelerini belirleyerek bunlardan yüksek protein kodlama potansiyeline sahip dizileri tespit eder. Yüksek kodlama potansiyelli ORF'leri, CDS dosyası olarak kaydeder ve sonrasında CDS dizisini PEP olarak adlandırılan amino asit dizisine çevirir (Nachtigall ve Durham 2021). TransDecoder, transkriptom verilerinin biyolojik

anlamlandırılmasını sağlar ve ileri analizler için gerekli olan protein dizilerini açığa çıkarır. Son olarak BUSCO, de novo oluşturulan transkriptomların kalitesini değerlendirmek için kullanılan bir araçtır. Evrimsel olarak korunmuş tek kopyalı ortolog genlerin varlığını ve bütünlüğünü tespit ederek transkriptomun ne kadar eksiksiz ve doğru bir şekilde derlendiğini belirler. De novo transkriptom montajından elde edilen verilerde SSR (Simple Sequence Repeat) motiflerini bulmak, genomdaki tekrar eden kısa nükleotid dizilerini tanımlamanın anlamına gelir. Bu motifler, genellikle genomda bulunan ve tekrar eden kısa dizilerdir. Bunları tespiti MISA ve SSR Locator gibi yazılımlarla yapılabilir. SSR motifleri, genomik çeşitliliğin bir göstergesi olarak kabul edilir çünkü bu tekrar eden dizilerin farklı organizmalar arasında farklılık gösterebileceği ve bu farklılıkların popülasyonlar arasında kalıtım yoluyla aktarılabilmesi düşünülmektedir.

SSR motiflerini bulmak, genetik çeşitliliği anlamak için önemlidir. Bunun nedeni, bu motiflerdeki farklılıklar, genetik varyasyonun tespit edilmesine ve popülasyon genetiği çalışmalarında kullanılmasına olanak tanır. Ayrıca, SSR motiflerinin belirlenmesi, gen haritalama çalışmaları, popülasyon yapısı analizleri, filogenetik çalışmalar ve kalıtım analizleri gibi birçok genetik araştırmanın temelini oluşturmaktadır. Geliştirilen SSR markörleri amplifiye etmek için primerler tasarlanmalıdır.

## **2. MATERYAL VE METOT**

P. distans RNA-Seq verisi, Galaxy platformu, NCBI kullanılarak incelenmiştir. Öncelikle SRA dosyası FASTQ olarak çıkarılmıştır. RNA-Seq verilerinin kalite kontrolü use.galaxy.eu web tool kullanılarak "FastQC Read Quality reports" algoritması ile gerçekleştirilmiştir. Düşük kaliteli okumalar "Trimmomatic flexible read trimming tool for Illumina NGS data" algoritması ile filtrelenmiştir. Bundan bir sonraki adım olan merge için kullanılacak olan verilerin FASTA formatlı olması sebebiyle bu adımda Trimmomatic verileri FASTA formatına dönüştürülmüştür. Sonraki adımda, rnaSpades algoritmalarının tek bir FASTA dosyasıyla çalışıyor olmasından dolayı forward ve reverse verileri birleştirilmiştir.

### **2.1. DE NOVO TRANSKRİPTOM DERLEMESİ**

Bu adımda RNA-Seq verilerinin de novo derlemesi gerçekleştirilmiştir yani kısa RNASeq verileri tek bir transkriptom haline getirilmiştir. Trinity ve rnaSPAdes online araçları benzer şekilde çalışmakta olup de novo transkriptom montajı için kullanılmaktadır. Bu çalışmada rnaSPAdes kullanılmıştır. Benzer veya örtüşen dizelerin temizlemesi ve kümelemesi işlemi Cd-Hit ile gerçekleştirilmiştir. De novo transkriptom montajı yapılan ve tek bir transkript haline getirilen RNA-Seq verilerinin protein kodlayan bölgelerinin tahmini için TransDecoder kullanılmıştır. Elde edilen transkriptomun kalitesini ölçmek ve evrimsel olarak korunmuş ortolog genlerin yüzdesini değerlendirmek için Busco analizi yapılmıştır. Elde edilen P. distans protein FASTA verileri için bir veri tabanı oluşturulmuş ve bu veri tabanı kullanılarak da Oryza sativa ile BLAST analizi gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan P. distans protein veri tabanı ile pirinç bitkisinin NCBI üzerinden indirilmiş olan tüm protein sekansı, P. distans transkriptomundaki gen bölgelerinin tanımlanması için hizalanmıştır.

### **2.2. SSR Markörlerin Geliştirilmesi**

Bu amaçla, P. distans transkriptomundaki üçlü nükleotidlerden oluşan ve en az beş kez tekrarlanan SSR motifler tespit edilmiştir. Motiflerin istatistiksel analizi yapılmış ve tespit edilen motiflere özgü primerler tasarlanmıştır.

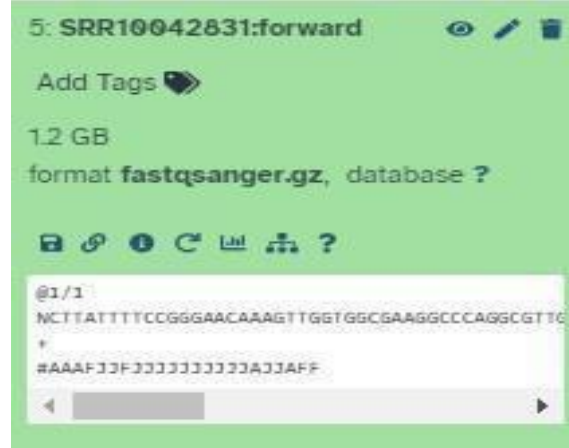
### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. FASTq Formatında Çıkarılan SRA Verileri

NCBI'dan alınan çift-uçlu RNA-Seq verisinden iki adet FASTQ formatında veri elde edilmiştir. Bunlar; Forward(3') ve reverse(5') verileridir. Bu veriler, Trimmomatic gibi işlemlerden sonra transkriptom elde etmek için kullanılmıştır.



Şekil 1a. Çıktı Olarak Elde Edilen Reverse Verisi



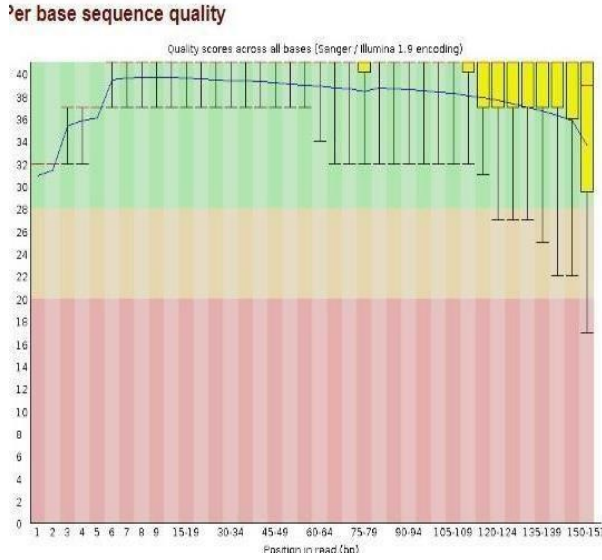
Şekil.1b. Çıktı Olarak Elde Edilen Forward Verisi

#### 3.2. FastQC Kalite Raporları

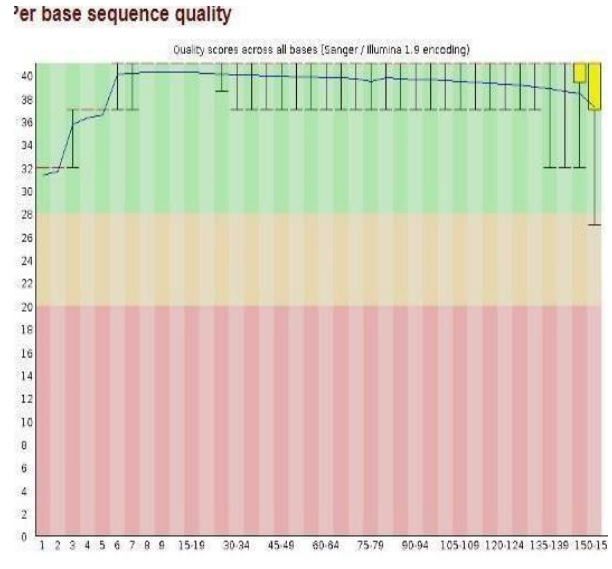
Reverse ve forward verileri kullanılarak ikişer dosya elde edilmiştir. Bu raporlar, kalite kontrolü için önemli bilgiler sağlamaktadır. Aşağıda eklenmiş olan ilk görsel reverse okumalarının kalitesini, ikinci görsel ise forward verilerini temsil etmektedir. X eksenine kalite değerlerini vermektedir. Yeşil olan bölge, yani 30 üstü kalite skoru, başarılı olarak değerlendirilmiştir. Ancak okumanın sonlarına doğru bazı bölgelerde kalite skorları düşmektedir. Bu durumu düzeltmek için Trimmomatic kullanılmıştır.

Şekil 2a. FASTQC Çıktıları; raw data çıktısı dizi sekanslarıdır, web page çıktısı ise b ve c görsellerini bulunduran verilerdir.





Şekil.2b. Reverse Dizilerinin Kalite Skorları



Şekil.2c. Forward Dizilerinin Kalite Skorları

### 3.3. Trimmomatik İle Filtrelenmiş Veriler

Tespit edilen düşük kaliteli bölgelerin filtrelenmesi sonucunda 1.1 Gb boyutunda forward ve reverse olmak üzere iki adet trimlenmiş veri elde edilmiştir. Trimleme işlemine tabi tutulmuş bu veriler kalite değerlendirilmesi yapıldıktan sonra rnaSPades için girdi olarak kullanılmıştır.



Şekil.3a. Trimlenmiş Reverse Verisi

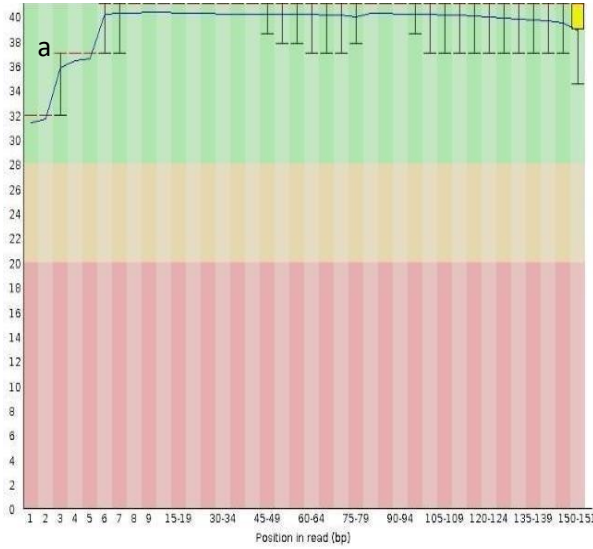


Şekil.3b. Trimlenmiş Forward Verisi

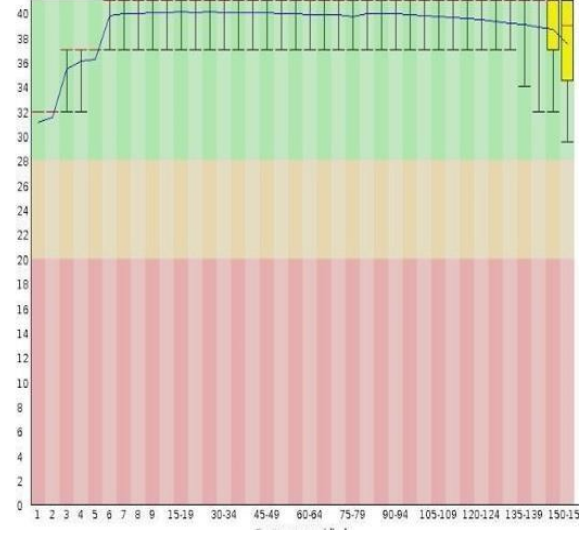
### 3.4. Trimlenmiş Verilerin FASTQ Raporları

Trimleme işlemi sonrasında kalite skorlarıyla ilgili değişim değerlendirilmiştir. Sonlara doğru oluşan düşük kaliteli bazların filtrelendiği görülmüştür. Kalitesi yeterli görülen bu veriler de novo derleme için girdi olarak kullanılmıştır.





Şekil.4a. Trimlenmiş Reverse Dizilerinin Kalite Skorları



Şekil.4b. Trimlenmiş Forward Dizilerinin Kalite Skorları

### 3.5. FASTQ Formatından FASTA Formatına Dönüştürülen Veriler

İleri analizlerde kullanılmak üzere reverse ve forward verileri FASTA formatına dönüştürülmüştür. İki adet 17,985,023 baz çifti uzunluğunda FASTA dosyası elde edilmiştir. Bu veriler bir sonraki adım olan merge için girdi olarak kullanılmıştır.



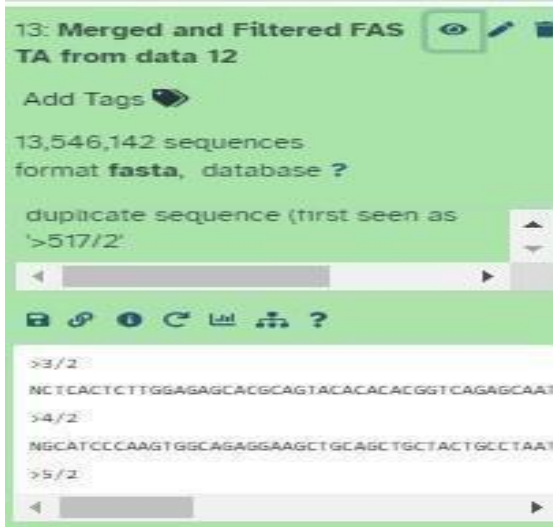
Şekil.5a. FASTA Formatlı Reverse Verisi



Şekil.5b. FASTA Formatlı Forward Verisi

### 3.6. Forward ve Reverse Verilerinin Birleşiminden Elde Edilen Fasta Verisi

Merge algoritması kullanımı sonucunda, forward ve reverse verileri hizalanmıştır. Ortak bölgeler belirlenip farklı bölgeler birleştirilerek FASTA formatlı 13,546,142 baz çifti uzunluğunda tek bir veri seti elde edilmiştir. Bu veriler de novo transkriptom derlemesinde girdi olarak kullanılmıştır.



Şekil 6. Merge ile Birleştirilmiş FASTA Verisi.

### 3.7. RnaSPAdes ile de novo oluşturulan transkriptom

Birleştirme sonucunda oluşan verinin içinde bulunan benzersiz ve eşleşmeyen okumalar çıkarılarak 203,139 baz çifti uzunluğunda bir transkriptom elde edilmiştir. Bu transkriptom, genlere işlevsel açıklama eklenmesi ve SRR markör tespit edilmesi için girdi olarak kullanılmıştır.



Şekil 7. maSPAdes Sonucunda Elde Edilen Transkriptom.

### 3.8. Gereksiz Tekrarlı Dizilerden Arındırılmış Transkriptom

Cd-hit kullanılarak transkriptom içinde bulunan, benzer ve tekrarlı diziler kümelenip filtrelenerek 153,544 baz çifti uzunluğunda bir veri elde edilmiştir. Bu temizleme ve filtreleme sonucunda transkriptom daha anlamlı hale getirilmiştir. Bu veri, girdi olarak potansiyel kodlama bölgelerinin tespitinde kullanılmıştır.



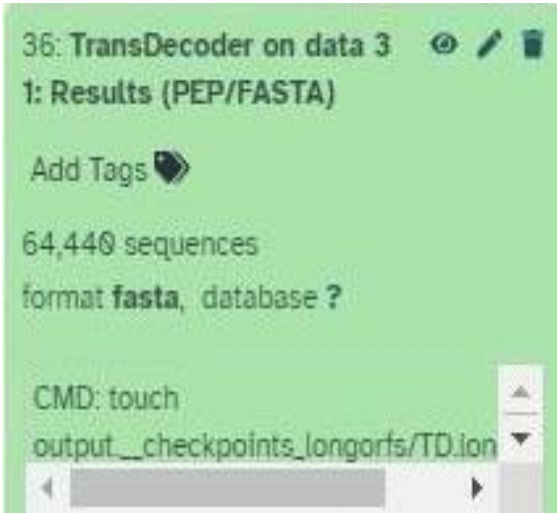
Şekil 8. Gereksiz Tekrarlardan Arındırılmış Transkriptom

### 3.9. Transkriptomun Tespit Edilmiş Potansiyel Kodlama Bölgeleri ve Kodlama Bölgelerine Karşılık Gelen Protein Dizileri

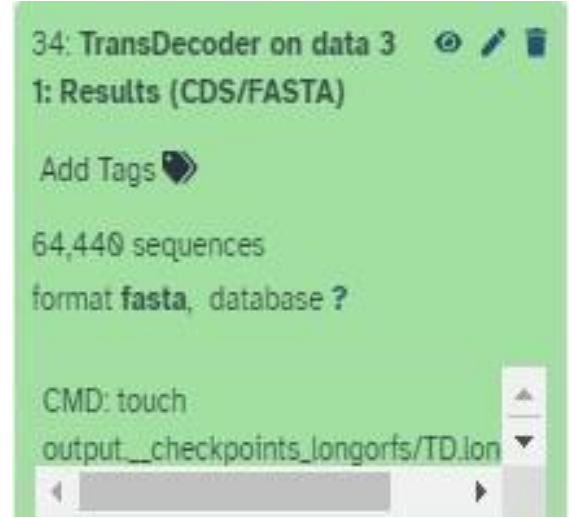
Önceki adımlarda elde edilen transkriptomun, potansiyel protein kodlama bölgelerinin tahmini TransDecoder ile yapılmıştır. Bu tahminlerden, 64,440 baz çifti uzunluğunda Kodlayıcı DNA Dizisi (CDS) ve Protein (PEP) dizileri elde edilmiştir. CDS verisi BUSCO analizinde gridi olarak PEP ise BLAST analizi için veri tabanı oluşturmada girdi olarak kullanılmıştır.



Şekil.9a. TransDecoder Çıktıları



Şekil.9b. Elde Edilen PEP/FASTA Verileri



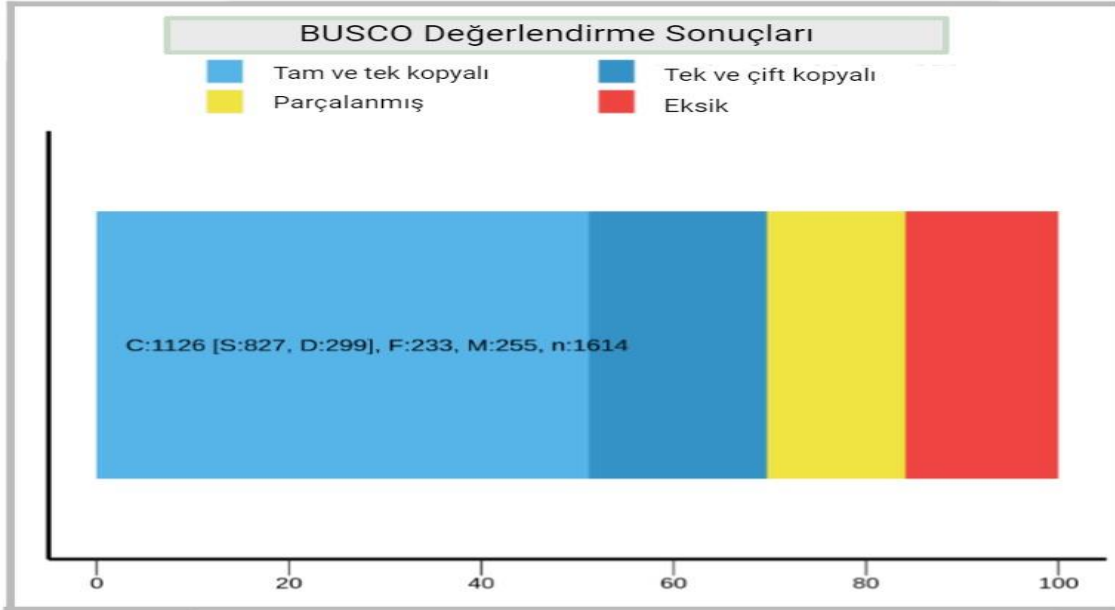
Şekil.9c. Elde Edilen CDS/FASTA Verileri

### 3.10. Transkriptomun Bütünlüğü ve Kalitesinin Belirlenmesi

Transkriptomun kalitesinin değerlendirilmesi için BUSCO analizi yapılmıştır. Bunun sonucunda, tam ve tek kopyalı, parçalanmış ve eksik BUSCO yüzdeleri elde edilmiştir.



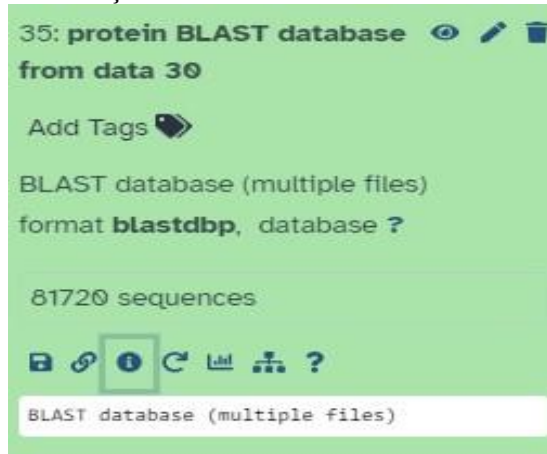
Şekil 10. Elde edilen BUSCO çıktıları



Şekil 11. BUSCO'ların Oransal Olarak Dağılımını İçeren Görsel; açık mavi alan tam ve tek kopyası olan genlerin yüzdesini, koyu mavi alan tam ve birden çok kopyası olan genlerin yüzdesini, sarı alan parçalı genlerin yüzdesini, kırmızı alan eksik genlerin yüzdesini temsil etmektedir.

### 3.11. P. distans'ın PEP/FASTA Sonuçlarından Oluşturulan Veri Tabanı

Toplamda 64,440 baz çifti uzunluğunda bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanı P. distans'ın evrimsel olarak korunmuş genlerinin tespiti için BLAST adımıyla girdi olarak kullanılmıştır.

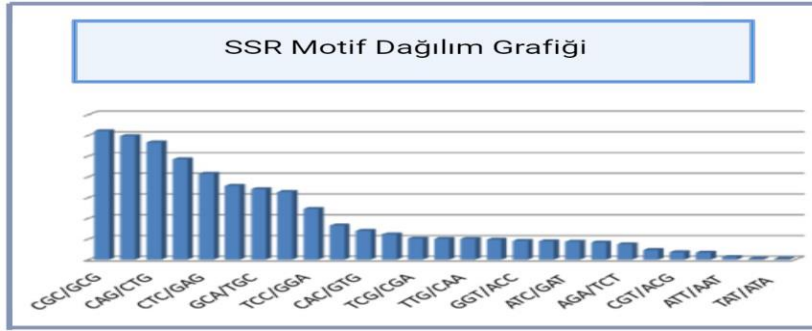


Şekil 12. P. distans bitkisinin protein veri tabanı.

### 3.12. Transkriptomdan Geliştirilen SSR Markörler ve Bunlara Özgü Primerler

De novo derlemeden elde edilen transkriptom, SSR analizinde kullanılmış ve sonrasında tespit edilen SSR bölgelerine özgü primerler tasarlanmıştır. Toplamda 28 motif grubu tespit edilmiştir ve 1216 primer geliştirilmiştir.

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**  
July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye



**Şekil 13.** SSR motif grupları ve grupların dağılım grafiği.

Markör Adı	Primer F	Primer R	PCR Ürünü (bp)
P. distans_Marker1	CTGGACTCCCACC ATGATCT	CGATCTCCCCAAA ACCCTAT	286
P. distans_Marker2	AAGGCCAAGGGAG GCATA	ATCTCGGTCTCGG GTTAGC	286
P. distans_Marker3	GCCGACTACGACC ACTTCAT	GCTGCGTGATCAT GGTTCTA	133
P. distans_Marker4	ACACCTACAGGCC CATCAAG	GCTGCGTGATCAT GGTTCTA	246
P. distans_Marker5	CAACCATGACGAC TGACCAA	TGAATAACGAAT GCGCTCAC	206
P. distans_Marker6	GGGTCAAACGTCG ATGATG	GTCCTCGTCCTCC TCCTTCT	171
P. distans_Marker7	GTGACAAAACCGG AGCCTAA	TGATCTGGACCTC GACCTTT	175
P. distans_Marker8	TACTTCCAGGTCCC ATCGTC	ATCCTGAATTCTC GGGAAGG	268
P. distans_Marker9	AGGAATCGAAGGG AAAGCTG	AGTACTTCCAGGT CCCGTTG	166
P. distans_Marker10	TACTTCCAGGTCCC ATCGTC	AAAAGCGTCGTC TTGTTTCGT	202
P. distans_Marker11	GAGGCTCTGGTCC CTCAAAT	GACGTCGTACGG CTCGAT	154

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

**July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye**

P. distans_Marker12	CCAGAACTTGCAA CCCATTT	CAACATTGCCGC ATCTGTAA	127
P. distans_Marker13	GACGCTCTTCCGAT CTTCAC	AGGGACAAATCT CGCATGTC	230
P. distans_Marker14	GACGTGTGCTCTTC CGATCT	AGGGGAAGTCGG TGAGGT	216
P. distans_Marker17	GGACTCTCCGTAC AGCTCCA	ACAGTGCATAAG GCCCAATC	234

SRA formatlı RNA-Seq verilerinin FASTQ olarak çıkartılması sonucu elde edilen forward ve reverse verileri, RNA-Seq'in çift yönlü bir okuma olduğunu doğrulamıştır. FASTQ formatı, her baz için diziyeye karşılık gelen kalite skorlarını içerdiği için bu verilerin kalite kontrolü yapılmıştır. Kalite kontrolü için yapılan FASTQC analizi, uçlara doğru bazı dizilerinin kalite skorlarının 30'un altına düştüğü yani kalitenin bozulduğunu göstermiştir. Düşük kaliteli verilerin filtrelenmesi için Trimmomatic kullanılmıştır. Transkriptomatic'in kalite eşiğini otomatik olarak belirleyip buna göre filtreleme yapması, bu tercihin ana nedenidir. Trimleme sonucunda, uçlara doğru 30 kalite skorunun altına düşen verilerin filtrelendiği gözlemlenmiştir. Merge algoritması, format gereği girdi olarak FASTA verilerini kabul ettiği için FASTQ verileri FASTA formatına dönüştürülmüş. Bunun sonucunda, 16,904,026 baz çifti uzunluğunda forward ve reverse verileri elde edilmiştir.

Dizi kalitesi yeterli bulunan veriler, rnaSPAdes için tek bir veri haline getirilmiştir. Bunun için merge algoritması kullanılarak bu veriler birleştirilmiştir ve 23,125,517 baz çifti uzunluğunda tek bir veri elde edilmiştir. Dizi uzunluğunun artış göstermesinin nedeni örtüşmeyen dizilerden ve gereksiz tekrarlardan oluşabilmektedir. Diğer birleştirme algoritmaların da uzunluk ve kalite farkları nedeniyle okumaların tam olarak birleştirilmemesi sorunuyla karşılaşılır ancak merge forward ve reverse okumalar arasındaki tam dizi kapsamını sağlamaktadır.

Merge ile birleştirilmiş forward ve reverse verileri de novo transkriptom elde edilmek üzere ranSpades'e girdi olarak eklenmiştir ve 167,012 baz çifti uzunluğunda bir transkriptom elde edilmiştir. Gözlemlenen bu dizi uzunluğunun azalmasının nedenleri vardır. Bunlardan biri, yetersiz örtüşmeler nedeniyle bazı diziler tam olarak birleştirilemez ve bu diziler daha kısa fragmanlar olarak kalabilmektedir. Bu fragmanlar, montajın toplam dizi uzunluğunu azaltabilmektedir. Bir diğeri ise örtüşen dizilerin birleştirilmesidir ve bu, daha uzun ve birleşik bir dizi oluşturmaktadır. Bu, genellikle toplam dizi sayısını azaltmaktadır. Elde edilen transkriptom da bulunabilecek olası tekrarlı dizilerin temizlenmesi için cd-hit kullanılmıştır ve elde edilen 153,544 baz çifti uzunluğundaki azaltılmış veri, bu adımın başarılı gerçekleştiğini göstermiştir. Cd-hit sonucunda temizlenen transkriptom, protein dizilerinin tahminini gerçekleştirmek için TransDecoder kullanılmıştır. Bunun sonucunda elde edilen bu genlerin en çok çekirdek, sitoplazma, plazma membran ve endoplazmik retikulumda fazla gözlemlenmesi, bu bölgelerde yoğun gen ifadesi, enerji üretimi, lipid sentezi ve diğer metabolik süreçlerin aktif olduğunu göstermektedir. "Others" kategorisi, henüz işlevleri hakkında bilgi sahibi olmadığımız bölgeleri temsil eder. Bu kategorideki genlerin işlevleri hakkında daha fazla bilgi edinmek P. distans'ın biyolojik keşfi için önem teşkil etmektedir. Elde edilen transkriptomdan SSR markörler ve bunlara özgü primerler geliştirilmiştir. SSR markörler, bitki popülasyonları arasındaki genetik çeşitliliği ve evrimsel ilişkilerini belirlemek için kullanılmaktadır. Bu

markörler, gen ifadesinin incelenmesi, gen varyasyonlarının analizi ve biyolojik süreçlerin anlaşılması gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

### **SONUÇLAR ve TAVSİYELER**

RNA-Seq verileri FASTQ formatına dönüştürülmüştür elde edilen forward ve reverse okumalar, RNA-Seq verisinin çift yönlü okuma olduğunu doğrulanmıştır. Kalite kontrolü sonrasında düşük kaliteli okumalar Trimmomatic ile filtrelenmiştir. FASTQ verileri FASTA formatına dönüştürülmüştür ve elde edilen FASTA formatlı forward ve reverse verileri birleştirilmiştir. Birleştirilen verinin rnaSpades ile de novo transkriptom derlemesi gerçekleştirilmiştir ve 167,012 baz çifti uzunluğunda bir transkriptom elde edilmiştir. cdhit kullanılarak transkriptomdaki tekrarlı diziler temizlenmiştir ve 153,544 baz çifti uzunluğunda yüksek kaliteli bir transkriptom elde edilmiştir. TransDecoder ile transkriptomun potansiyel protein kodlayıcı bölgeleri tespit edilmiştir ve 4,440 baz çifti uzunluğunda CDS/FASTA ve PEP/FASTA verileri elde edilmiştir. BUSCO sonucunda, transkriptomun %69.7'sinin tam BUSCO'ları içerdiği, bazı bölgelerde ise fragmentlenmiş (%15.4) ve eksik (%14.9) BUSCO'lar tespit edilmiştir. BLAST analizi sonucunda P. distans transkriptomunun bilinmeyen dizilerinin O. sativa veri tabanındaki proteinlerle yüksek homoloji gösterdiği belirlenmiştir. OmixBox ile yapılan gen ontoloji sonucunda, transkriptomun %68.72'sinin gen ontoloji terimleriyle ilişkilendirildiği görülmüştür. Moleküler fonksiyonlar açısından, genlerin çoğunlukla transferaz ve katalitik aktivitesinde rol aldığı belirlenmiştir. Biyolojik süreçler açısından, genlerin çoğunlukla transmembran taşınımı ve lipid metabolik süreçlerde yer aldığı görülmüştür. Hücrenel bileşenler açısından, genlerin çoğunlukla çekirdek, sitoplazma, plazma membranı ve endoplazmik retikulumda yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Transkriptomun SSR markör ve bunlara özgü primer geliştirme analizi sonucunda 28 SSR motif grubu tespit edilmiştir ve bunlara özgü 1216 primer geliştirilmiştir. Tespit edilen bu SSR markörler, popülasyonlar arası genetik çeşitliliği ve evrimsel ilişkileri belirlemek için kullanılabilir. Ayrıca bu çalışma, diferansiyel gen ifadesi analizlerinde, SSR markörlerine ilişkin genlerin fonksiyonel analizlerinde ve SSR markörlerine ilişkin genlerin metabolik yollar, sinyal yolları üzerindeki etkilerini incelemek için kullanılabilir.



## KAYNAKLAR

- Canzar, S., Andreotti, S., Weese, D., Reinert, K., & Klau, G. W. (2016). CIDANE: comprehensive isoform discovery and abundance estimation. *Genome biology*, 17, 1-18.
- Nachtigall, P. G., Kashiwabara, A. Y., & Durham, A. M. (2021). CodAn: predictive models for precise identification of coding regions in eukaryotic transcripts. *Briefings in Bioinformatics*, 22(3), bbaa045.
- Cavallaro, M., Walsh, M. D., Jones, M., Teahan, J., Tiberi, S., Finkenstädt, B., & Hebenstreit, D. (2021). 3'-5' crosstalk contributes to transcriptional bursting. *Genome biology*, 22, 1-20.
- Garcia, T. I., Shen, Y., Catchen, J., Amores, A., Schartl, M., Postlethwait, J., & Walter, R. B. (2012). Effects of short read quality and quantity on a de novo vertebrate transcriptome assembly. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 155(1), 95-101.
- Hansen, K. D., Brenner, S. E., & Dudoit, S. (2010). Biases in Illumina transcriptome sequencing caused by random hexamer priming. *Nucleic acids research*, 38(12), e131-e131.
- Holoch, D., & Moazed, D. (2015). RNA-mediated epigenetic regulation of gene expression. *Nature Reviews Genetics*, 16(2), 71-84.
- Mantione, K. J., Kream, R. M., Kuzelova, H., Ptacek, R., Raboch, J., Samuel, J. M., & Stefano, G. B. (2014). Comparing bioinformatic gene expression profiling methods: microarray and RNA-Seq. *Medical science monitor basic research*, 20, 138.
- Stoler, N., & Nekrutenko, A. (2021). Sequencing error profiles of Illumina sequencing instruments. *NAR genomics and bioinformatics*, 3(1), lqab019.
- Struhl, K. (2007). Transcriptional noise and the fidelity of initiation by RNA polymerase II. *Nature structural & molecular biology*, 14(2), 103-105.

**AN OVERVIEW: HIGH-PERFORMANCE THIN-LAYER CHROMATOGRAPHY**

**Final Year , B.Pharmacy Student S.SOWMIYA\***

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Email:**sakthivelopd@gmail.com

**Final Year, B.Pharmacy Student B.Amirtha LAKSHMI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Final Year , B.Pharmacy Student T.AKSHAYA**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Final Year , B.Pharmacy Student C.Priya DHAARANI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Final Year , B.Pharmacy Student S.SAKTHI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Associate Professor , M.K.VIJAYALAKSHMI**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Dean And Professor , Dr.R.SRINIVASAN**

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai,  
Tamil Nadu, India.

**Abstract**

High-Performance Thin-Layer Chromatography (HPTLC) is a sophisticated analytical technique widely used in pharmaceutical, food, environmental, and forensic industries. High resolution and sensitivity are provided, enabling quick separation and measurement of intricate combinations. High performance thin-layer chromatography (HPTLC) is the term used to describe the most advanced type of instrumental TLC; nevertheless, it is not just referring to instrumental TLC on specific high performance layers. HPTLC is an entire concept that includes a widely standardized methodology based on scientific facts as well as the use of validated methods for qualitative and quantitative analysis. An introduction to HPTLC methodology, covering sample preparation, stationary phase selection, mobile phase composition, and detection techniques, is given in this article. Applications of HPTLC in various fields highlight its versatility in qualitative and quantitative analysis, profiling of natural products, and detection of impurities. Benefits of HPTLC are addressed, including low sample preparation requirements, cost-effectiveness, and compatibility with high-throughput research. The automation of HPTLC technology and its hyphenation with other analytical techniques are

also examined, as are recent developments and emerging trends in the field. When everything is considered, HPTLC is still developing into a strong instrument in analytical chemistry that provides reliable answers to challenging analytical problems.

**Keywords:** High-Performance Thin Layer Chromatography, analytical method, quantitative and qualitative analysis.

## **INTRODUCTION**

High-Performance Thin Layer Chromatography (HPTLC) is a sophisticated analytical technique that has evolved greatly from its predecessor, Thin Layer Chromatography (TLC). TLC has been a cornerstone in the field of separation science since its beginnings, with applications ranging from qualitative to quantitative investigation of diverse substances [1]. However, as analytical needs and complexities increased, so did the need for more precise and effective separation processes. HPTLC meets these objectives by providing improved performance, precision, and adaptability [2].

The differential migration of substances through a stationary phase under the influence of a mobile phase is the foundation of thin-layer chromatography. Though effective, the larger layer of adsorbent material used in traditional TLC reduces the resolution and repeatability of the separation procedure [3, 4]. By using a considerably thinner and more uniform layer of adsorbent material, HPTLC overcomes these drawbacks and greatly increases the resolution of complicated combinations. Through this enhancement, components that conventional TLC might not be able to discriminate between can be separated using HPTLC. The utilization of high-performance development chambers is one of the major developments in HPTLC. These chambers are engineered to precisely regulate multiple environmental parameters, including temperature, humidity, and solvent saturation, so guaranteeing repeatable and consistent outcomes [5-7]. HPTLC is an invaluable instrument for both industrial and research applications because it provides a level of control that is essential for producing high-quality separations and trustworthy data.

High-resolution development chambers, automated sample application systems, and sophisticated detection and analysis tools are all part of HPTLC's equipment. By applying samples onto the stationary phase precisely and consistently, automated applicators reduce manual error and boost throughput [8]. The technique's capacity to provide precise and in-depth examinations of isolated chemicals is further enhanced by the use of high-resolution scanners and densitometers for detection. These developments are complemented by the incorporation of complex software for data analysis and interpretation, which makes result processing and display more effective.

HPTLC has a wide range of applications. It is used in the pharmaceutical sector to analyze and monitor medicine quality, guarantee the precision of active pharmaceutical ingredients (APIs), and identify fake goods. HPTLC is a tool used by environmental scientists to monitor contaminants in the soil, water, and air, which aids in the assessment and management of environmental pollution [9]. HPTLC is used by the food and beverage sector to ensure product quality by confirming ingredient authenticity and identifying any adulterants. The method is used by forensic scientists to examine drugs in criminal investigations, giving vital proof for court cases. Furthermore, HPTLC is a valuable tool in the study of natural goods as it makes it easier to identify and standardize items made from plants and herbs. The possibilities of HPTLC technology have been significantly extended by recent breakthroughs [10]. Processes have been simplified by automation and miniaturization, which has decreased manual involvement and increased efficiency. The analytical capacity of HPTLC has been increased by integration with mass spectrometry and other cutting-edge detection techniques, enabling in-depth molecular-level research. Moreover, advances in environmentally benign solvents and stationary phases are in line with the concepts of green chemistry, which lessens the technique's negative environmental effects [11, 12].

## PRINCIPLES OF HPTLC

High-Performance Thin Layer Chromatography builds upon the fundamental principles of Thin Layer Chromatography, where the separation of compounds occurs due to differential partitioning between a stationary phase and a mobile phase. However, HPTLC introduces several improvements to achieve high performance.

- 1. Stationary Phase:** In HPTLC, the stationary phase consists of a very thin layer of adsorbent material coated onto a flat, inert support such as glass, plastic, or aluminum. This layer is typically between 100 to 250 micrometers thick, providing a more uniform and reproducible medium for separation compared to traditional TLC, where layers are thicker and less uniform [13].
- 2. Mobile Phase:** The mobile phase in HPTLC is a solvent or mixture of solvents that moves through the stationary phase by capillary action. The choice of mobile phase is critical and is optimized based on the chemical properties of the compounds being analyzed. Advanced HPTLC techniques use well-controlled solvents and gradient elution methods to improve separation efficiency [14].
- 3. Development Process:** The development process in HPTLC involves placing the chromatographic plate in a development chamber. Modern HPTLC systems use sophisticated chambers that control temperature, humidity, and solvent saturation, which are critical for achieving consistent and reproducible results [15].
- 4. Detection and Quantification:** After separation, the compounds are detected and quantified using various methods. HPTLC utilizes advanced detection systems, including UV-visible spectrophotometers, fluorescence detectors, and imaging systems, to provide detailed and accurate analyses [16].

## INSTRUMENTATION

The instrumentation used in HPTLC significantly enhances the technique's performance compared to traditional TLC. Key components include:

### Application Systems:

Automated application systems are used to apply sample solutions onto the stationary phase with high precision. These systems ensure reproducibility in sample application, which is essential for accurate and consistent results [17].

### Development Chambers:

High-performance development chambers are designed to maintain a controlled environment for the separation process. These chambers can be equipped with features such as temperature control, humidity control, and solvent saturation control, all of which contribute to improved reproducibility and efficiency [18].

### Detection Systems:

Modern HPTLC systems are equipped with high-resolution detectors, such as densitometers and scanners. These detectors are capable of measuring absorbance, fluorescence, and other properties with high precision. Advanced imaging systems allow for detailed visualization of chromatographic plates and provide comprehensive data for analysis [19].

### Documentation and Analysis Software:

HPTLC systems come with sophisticated software for data analysis and documentation. This software includes features for peak identification, quantification, and statistical analysis, making it easier to interpret results and generate detailed reports [20].

### APPLICATIONS OF HPTLC

HPTLC is a versatile technique with applications across various fields due to its ability to handle complex mixtures and provide detailed analyses. Key applications include:

- **Pharmaceutical Industry:** In the pharmaceutical industry, HPTLC is used for the analysis of active pharmaceutical ingredients (APIs), quality control of drugs, and verification of drug formulations. It is particularly useful for detecting counterfeit drugs and ensuring the authenticity of pharmaceutical products [21].
- **Environmental Analysis:** HPTLC is employed to analyze environmental samples such as water, soil, and air. It helps in detecting and quantifying pollutants and contaminants, thereby aiding in environmental monitoring and compliance [22, 23].
- **Food and Beverage Industry:** In the food industry, HPTLC is used to analyze food additives, flavors, and contaminants. It ensures product quality and safety by identifying adulterants and verifying the authenticity of ingredients [24].
- **Forensic Science:** HPTLC plays a critical role in forensic analysis by separating and identifying substances in criminal investigations. It is used in drug analysis, toxicology, and the examination of evidence, helping to solve crimes and provide crucial information in legal cases [25].
- **Natural Products:** In the study of natural products, HPTLC helps in analyzing plant extracts, essential oils, and herbal medicines. It is used for quality control and identification of phytochemicals, supporting the development and standardization of herbal products [26].

### ADVANCEMENTS IN HPTLC

Recent advancements in HPTLC technology have significantly enhanced its capabilities and applications:

1. **Miniaturization and Automation:** The development of miniaturized HPTLC systems and automated workflows has improved efficiency and throughput. Automated sample application, development, and detection systems reduce manual intervention, minimize errors, and streamline the analysis process [27].
2. **Advanced Detection Techniques:** Integration with advanced detection methods such as mass spectrometry (MS) and nuclear magnetic resonance (NMR) has expanded the analytical capabilities of HPTLC. These techniques provide additional molecular-level information, enhancing the identification and characterization of compounds [28, 29].
3. **Software Development:** Modern HPTLC systems are equipped with sophisticated software that offers enhanced data analysis, pattern recognition, and reporting features. This software facilitates more accurate quantification, better interpretation of results, and efficient data management [30].
4. **Environmental and Green Chemistry:** Advances in HPTLC include the development of eco-friendly stationary phases and solvents. These innovations aim to reduce the environmental impact of the chromatographic process and promote sustainable practices in analytical chemistry [31].

### CONCLUSION

High-Performance Thin Layer Chromatography (HPTLC) represents a significant advancement over traditional Thin Layer Chromatography, offering enhanced resolution, sensitivity, and reproducibility. Its wide range of applications across pharmaceuticals, environmental analysis, food and beverage industry, forensic science, and natural product research highlights its

versatility and importance. Continued advancements in HPTLC technology, including miniaturization, automation, and integration with advanced detection techniques, promise to further enhance its capabilities and expand its applications. As HPTLC technology evolves, it will continue to play a vital role in various fields, providing valuable insights and ensuring the quality and safety of products and environments. Researchers and professionals in analytical chemistry and related disciplines will benefit from the ongoing development and refinement of HPTLC techniques.

## REFERENCE

1. Meyers, R. A. (Ed.). (2006), the Encyclopedia of Analytical Chemistry: Applications, Theory and Instrumentation. John Wiley & Sons.
2. Ahmad S, Rizwan M, Abeaparveen R, Mujeeb M and Aquil M. A validated stability indicating TLC method for determination of forskolin in crude drug and pharmaceutical dosage form. *Chromatographia*, 2007, 67, (5–6), 441–447.
3. Springer Schopfer, H. H. (2006). *Thin Layer Chromatography: A Modern Practical Approach*. John Wiley & Sons.
4. Jäntschi L, Bolboacă DS, Ungureşan ML. Mobile Phase Optimization in Three Solvents High Performance Thin-Layer Chromatography: Methodology and Evaluation. 6th European Conference on Computational Chemistry, September 3–7, 2006, Slovakia.
5. McGregor, J. M. (Ed.). (2022). *Advanced Chromatographic Techniques for the Separation of Components of Complex Mixtures*. CRC Press.
6. Hedges, J. (2021). *High-Performance Thin-Layer Chromatography: A Practical Guide*. Wiley.
7. Kothari, V., & Gupta, S. (2022). Applications of High-Performance Thin-Layer Chromatography (HPTLC) in Drug Development and Quality Control. *Journal of Chromatographic Science*, 60(4), 345-358.
8. Snyder, L. R., & Kirkland, J. J. (2011). *Introduction to Modern Liquid Chromatography*. Wiley.
9. Miller, J. C., & Miller, J. N. (2010). *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*. Pearson Education.
10. Haugen, T., & Yoon, J. (2021). High-Performance Thin-Layer Chromatography: New Horizons in Environmental and Food Analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 413(18), 4537-4549.
11. Gareis, M., & Muellner, G. (2017). High-Performance Thin-Layer Chromatography for the Analysis of Natural Products. *Natural Product Research*, 31(15), 1713-1730.
12. Zhou, Q., & Li, W. (2020). Recent Developments in HPTLC for Pharmaceutical Analysis. *Trends in Analytical Chemistry*, 127, 115917.
13. Wang, H., & Shen, X. (2019). Advancements in HPTLC Methodologies for Complex Mixtures. *Journal of Separation Science*, 42(12), 1892-1905.
14. Saini, R., & Patel, A. (2018). Application of HPTLC in the Quality Control of Herbal Medicines. *Phytochemical Analysis*, 29(3), 252-267.
15. Gomez, R., & Sanchez, J. (2021). HPTLC for Environmental Monitoring: Techniques and Applications. *Environmental Chemistry Letters*, 19(2), 125-138.
16. Egan, S. K., & Keleher, J. (2022). High-Performance Thin-Layer Chromatography in Forensic Analysis. *Forensic Science International*, 334, 111272.
17. Bertsch, W., & Fritsch, H. (2019). Optimization of HPTLC Conditions for Enhanced Sensitivity and Resolution. *Analytical Chemistry*, 91(4), 2452-2460.
18. Liu, Y., & Zhang, J. (2018). Application of HPTLC for Food Authenticity and Adulteration Detection. *Food Chemistry*, 247, 405-414.
19. Kumar, V., & Singh, R. (2020). HPTLC Analysis of Pharmaceutical Compounds: Method Development and Validation. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 177, 112882.
20. Ramanathan, S., & Narayan, A. (2021). Recent Advances in HPTLC for the Study of Natural Products. *Journal of Natural Products*, 84(8), 2167-2182.



21. Levin, G., & Walker, B. (2022). Automation and Miniaturization in High-Performance Thin-Layer Chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1655, 462387.
22. O'Sullivan, J., & Lewis, C. (2019). Applications of High-Performance Thin-Layer Chromatography in Clinical Chemistry. *Clinical Chemistry*, 65(6), 780-790.
23. Pérez, L., & Santos, R. (2018). HPTLC as a Tool for the Analysis of Essential Oils and Fragrances. *Flavour and Fragrance Journal*, 33(4), 237-246.
24. Jensen, J., & Storm, M. (2021). High-Performance Thin-Layer Chromatography: A Review of Recent Innovations. *Journal of Chromatographic Science*, 59(10), 983-992.
25. McPherson, M., & Hargrove, W. (2017). HPTLC Methodologies for the Analysis of Organic Compounds in Environmental Samples. *Environmental Science & Technology*, 51(7), 3945-3954.
26. Chang, J., & Wang, Y. (2020). High-Performance Thin-Layer Chromatography for the Separation of Complex Pharmaceutical Mixtures. *Pharmaceutical Research*, 37(3), 52.
27. Lai, C., & Tan, K. (2019). Integration of HPTLC with Mass Spectrometry for Enhanced Compound Analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 411(5), 1053-1062.
28. Fong, L., & Choi, J. (2021). HPTLC for Quality Assurance of Dietary Supplements. *Food Quality and Safety*, 5(2), 109-118.
29. Mendoza, G., & Salgado, P. (2018). Advances in Green Chemistry for High-Performance Thin-Layer Chromatography. *Green Chemistry*, 20(18), 4300-4310.
30. Foster, S., & Whitaker, T. (2022). HPTLC for the Characterization of Botanical Extracts and Phytochemicals. *Journal of Phytochemical Analysis*, 33(5), 598-609.
31. Holt RM, Newman MJ, Pullen FS, Richards DS and Swanson AG. High-performance liquid chromatography/NMR spectrometry/mass spectrometry: further advances in hyphenated technology. *J Mass spectrometry*, 1997, 32, (1), 64-70.

**HIGHLIGHTING THE PIVOTAL IMPORTANCE OF BEES AND OTHER  
POLLINATORS IN SUSTAINABLE FOOD AND AGRICULTURE: SUPPORTING  
THE UNITED NATIONS' SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS**

**Habil. Cristina Raluca Gh.POPESCU (ORCID:0000-0002-5876-0550)**

University of Bucharest, Bucharest, Romania and The Bucharest University of Economic  
Studies, Bucharest, Romania.

**Email:**popescu\_cr@yahoo.com

**Veronica Adriana A. V. POPESCU**

Professor (Retired) from Commercial Academy of Satu Mare, Satu Mare, Romania and The  
Bucharest University of Economic Studies, Romania, Bucharest, Romania.

**Email:**popescu\_va@yahoo.com

**Abstract**

These days, the 2030 Agenda for Sustainable Development in the form adopted by the United Nations Member States in 2015 brings to light a shared framework mainly centered on the well-being of all the people and the health of the Planet, at present days and into the future. What is more, at the very core of this powerful international common action partnership the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) and 169 targets may be encountered, which represent an urgent call for action by all countries in a global effort of creating those pivotal plans aimed at improving health and education, reducing inequalities, supporting environmental protection, and fostering economic growth. Furthermore, there are profound relationships between agriculture, beekeeping, and sustainability that require immediate attention, taking into account that beekeeping is a major tool for fostering sustainable rural development. First of all, the current research paper aims at shedding a new light on the immense benefits that the bees and other pollinators bring today to sustainable food and agriculture, hence supporting, among others, biodiversity, ecosystems, and livelihoods. In particular, the financial, social, and environmental benefits of bees and other pollinators are addressed, given their paramount role in creating healthy ecosystems, preserving biospheres, and preventing climate change. Second of all, the study displays in an in-depth manner the case of Turkey in assessing and promoting the economic, social, and environmental sustainability of beekeeping farms in several major provinces. In this matter, several critical documents published by the European Commission, Food and Agriculture Organization (FAO), United Nations Development Program (UNDP), and United Nations Environment Program (UNEP) were closely analyzed. Results show that beekeeping plays a vital role in enhancing food security and in supporting environmental public health.

**Keywords:** Sustainable Agriculture; Sustainable Development Goals; Apiculture; Ecological Systems; Food Security; Livelihood Diversification; Pollination; Socio-Economic Opportunities.

## **INTRODUCTION AND PURPOSE**

The paper highly suggestively entitled “Highlighting the Pivotal Importance of Bees and Other Pollinators in Sustainable Food and Agriculture: Supporting the United Nations’ Sustainable Development Goals” focuses on the importance and the role of bees and other pollinators in sustainable food and agriculture, hence supporting the United Nations’ Sustainable Development Goals (SDGs). In this day and age, it needs to be highlighted that some foods are completely reliant on bees and on other pollinators and among these types of foods could be mentioned, interestingly, the apples, the watermelons, and the chocolate which depend, in particular, on bees (United Nations Environment Programme (UNEP), 2018b). Besides these, according to the United Nations Environment Programme (UNEP) specialists, “out of the 100 crop species that provide 90% of all food consumed worldwide, 71 of these are pollinated by bees” and, at a global level, every one in three spoonful of food people eat is the result of the activities of bees (United Nations Environment Programme (UNEP), 2018b). Likewise, researchers noted that, essentially, “bees certainly work hard” for people since according to the data published by United Nations Environment Programme (UNEP) “to produce 1 kilogram of honey, a bee must visit four million flowers and fly a distance equivalent to going around the Earth four times”, which is definitely extremely impressive (United Nations Environment Programme (UNEP), 2018b).

In general terms, these days, the 2030 Agenda for Sustainable Development in the form adopted by the United Nations Member States in 2015 brings to light a shared framework mainly centered on the well-being of all the people and the health of the Planet, at present days and into the future (Popescu & Popescu, 2024a-2024e). What is more, at the very core of this powerful international common action partnership the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) and 169 targets may be encountered, which represent an urgent call for action by all countries in a global effort of creating those pivotal plans aimed at improving health and education, reducing inequalities, supporting environmental protection, and fostering economic growth (Popescu, 2023a-2023b; Popescu, 2022a-2022i). Furthermore, there are profound relationships between agriculture, beekeeping, and sustainability that require immediate attention, taking into account that beekeeping is a major tool for fostering sustainable rural development (Popescu, 2024a-2024d). In particular, the bee populations are vital, on the one hand, to the existence of a balanced biodiversity and the well-being of the ecosystems and, on the other hand, to the existence of people due to the reliance of individuals on bees in the pollinating processes of different foods (United Nations Environment Programme (UNEP), 2022; Worthy et al., 2023). That is the reason why a special attention ought to be paid to preserve diverse landscapes as well as support ecological agriculture since the increased use of pesticides in agriculture, air pollution, parasites and pests, and climate change are responsible for the recent decrease in the number of bees at a worldwide level (United Nations Environment Programme (UNEP), 2019b; United Nations Environment Programme (UNEP), 2020; United Nations Environment Programme (UNEP), 2021).

There are two main aspects due to be highlighted with regard to this current research analysis, as follows: (a) first of all, the current research paper aims at shedding a new light on the immense benefits that the bees and other pollinators bring today to sustainable food and agriculture, hence supporting, among others, biodiversity, ecosystems, and livelihoods; hence, in particular, the financial, social, and environmental benefits of bees and other pollinators are addressed, given their paramount role in creating healthy ecosystems, preserving biospheres, and preventing climate change; and, (b) second of all, the study displays in an in-depth manner the case of Turkey in assessing and promoting the economic, social, and environmental

sustainability of beekeeping farms in several major provinces. In this matter, several critical documents published by the European Commission, Food and Agriculture Organization (FAO), United Nations Development Program (UNDP), and United Nations Environment Program (UNEP) were closely analyzed. Results show that beekeeping plays a vital role in enhancing food security and in supporting environmental public health.

The motivation of the study is extremely important, as follows: on the one hand, it is of great importance to boost people's knowledge on environmental issues as well as on the way in which these issues affect their daily lives; and, on the other hand, it is pivotal to show the connections between the role played by the bees and other pollinators in today's society in terms of the SDGs achievement so that more efforts are done at an international level towards protecting the bees and other pollinators. Regarding the keywords believed to be crucial to the current analysis, the following concepts were brought to light: sustainable agriculture; Sustainable Development Goals (SDGs); apiculture; ecological systems; food security; livelihood diversification; pollination; and, socio-economic opportunities.

### **CONCEPTUAL FRAMEWORK (LITERATURE REVIEW OR BACKGROUND)**

This section is dedicated to the conceptual framework section (also acknowledged as the literature review section or the background section) in which the most important concepts related to this theme are displayed and explained as seen by reputed international specialists. The keywords which prove to be pivotal in this regard are as follows: sustainable agriculture; Sustainable Development Goals (SDGs); apiculture; ecological systems; food security; livelihood diversification; pollination; and, socio-economic opportunities.

Based on the European Commission's document published in the year 2018 and focusing on the Commission Staff Working Document Accompanying the Document Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions which addressed the EU Pollinators Initiative, there were numerous pivotal aspects highlighted, as follows in the lines below:

First of all, on the one hand, the European Commission's document defines "pollinators" as "a functional group of animals that pollinate plants" and, on the other hand, "pollination" as "the transfer of pollen (male gametes) between the male and female parts of flowers", which "enables fertilization and reproduction of plants" (European Commission, 2018, p.3). Moreover, based on the aspects presented, it is shown that "as many plants do little to no self-pollination, they rely on vectors like wind, water and animals for pollination", hence "the vast majority of flowering plants (87.5 %) worldwide are pollinated by animals". Furthermore, interestingly, "the pollinator-plant relationship is a mutualistic one", since the "plants provide pollinators with food resources (pollen, nectar, oils), fragrances and resins (for nest construction)" (European Commission, 2018, p.3). An important example displayed is the case of Europe, where the "pollinators are dominated by insects, in particular bees and hoverflies" (European Commission, 2018, p.3).

Second of all, the data displayed by the European Commission's document sheds a new light on the types of pollinators as well as their importance and role. On the one hand, the bees are acknowledged as being "the most prolific pollinators", especially since "there are almost 2 000 wild bee species in the EU" (European Commission, 2018, p.3). Among these bee species that can be encountered in the EU, "the most well-known bee species is the western honeybee (*Apis mellifera*), a domesticated species essential to the beekeeping sector and the production of honey and other beehive products" and, in the same time, "besides honeybees, some bumblebee

and solitary bee species are also actively managed” (European Commission, 2018, p.3). On the other hand, besides the bees, the “non-bee pollinators are also vitally important for plant reproduction and the functioning of ecosystems” especially since there are “different species of flies dominate crop pollination in many colder and high altitude environments”, while “the most important pollinating fly species are hoverflies” (European Commission, 2018, p.3). Likewise, based on very important studies, “besides providing vital pollination services, some hoverfly species are also bio-control agents as they feed on pests”, hence providing an important solution in terms of sustainable agriculture (European Commission, 2018, pp.3-4). What is more, there are “other insect pollinators” which could be mentioned in these circumstances, due to their crucial role to the environment, such as: “butterflies, moths (important for night pollination), some beetles, wasps and thrips” (European Commission, 2018, pp.3-4). Furthermore, there are regions on the Globe where the “mammals (particularly bats), birds (e.g. hummingbirds) and lizards are important pollinators of certain flowers in subtropical and tropical environments”, even though it has been noted that “such creatures are generally regarded as playing a marginal role in European environments, although they might be locally important” (European Commission, 2018, pp.3-4).

Third of all, the European Commission’s document brings to the attention some worrying aspects, namely: “Wild pollinators are declining in occurrence and diversity in the EU and numerous species are threatened with extinction”, which ought to represent “a serious cause for concern because pollinators are an integral part of healthy ecosystems” and “without them, many plant species would decline and eventually disappear, along with the organisms that depend on them” (European Commission, 2018, p.4). In the same time, in the 2016 the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) published the First Global Assessment of Pollinators. This Report turned out to be extremely important, centering on the following data provided by a growing body of research: (a) to begin with, “the report confirmed that the pollinator decline is not limited to Europe and North America”, stating that “it is a global phenomenon” (European Commission, 2018, p.5); (b) in addition, the report mentioned that “while in the rest of the world data on wild pollinators are scarcer, preventing assessment of their regional status, declines in populations at local level have been recorded” (European Commission, 2018, p.5); (c) in the same time, “national and regional assessments of wild pollinators reveal a high level of threat to insect pollinators” and, very importantly, the “National Red List assessments on bees often show that more than 40 % of species are threatened with extinction”; and (d) also, “the report warned about major data gaps and called for long-term monitoring of wild pollinators in order to provide information on their status worldwide” (European Commission, 2018, p.5).

In the lines below, Table no. 1: Paramount Benefits that the Bees and other Pollinators Bring Today to Sustainable Food and Agriculture, Supporting Biodiversity, Ecosystems, and Livelihoods has the purpose of shedding a new light on the immense benefits that the bees and other pollinators bring today to sustainable food and agriculture, hence supporting, among others, biodiversity, ecosystems, and livelihoods (see, in this matter, Table no. 1: Paramount Benefits that the Bees and other Pollinators Bring Today to Sustainable Food and Agriculture, Supporting Biodiversity, Ecosystems, and Livelihoods). In this matter, in particular, the financial, social, and environmental benefits of bees and other pollinators are addressed, given their paramount role in creating healthy ecosystems, preserving biospheres, and preventing climate change, which, in essence, offers answers to one of the two major research questions (RQ) of this current research paper, namely to the first research question (RQ1) which refers to: (RQ1) What are the benefits that the bees and other pollinators bring today to sustainable

food and agriculture, supporting biodiversity, ecosystems, and livelihoods? (See, in this matter, Table no. 1: Paramount Benefits that the Bees and other Pollinators Bring Today to Sustainable Food and Agriculture, Supporting Biodiversity, Ecosystems, and Livelihoods).

**Table no. 1. Paramount Benefits that the Bees and other Pollinators Bring Today to Sustainable Food and Agriculture, Supporting Biodiversity, Ecosystems, and Livelihoods**

Paramount Benefits that the Bees and other Pollinators: Nexus between Sustainable Agriculture and Sustainable Development Goals (SDGs) and solutions for a better and a safer future for all:

According to the Commission Decision (EU) 2019/847 of 15 May 2019 on “Save the bees! Protection of biodiversity and improvement of habitats for insects in Europe”, the following ideas were highlighted:

(a) The crucial role of insects – bees and other pollinators, for the ecosystems and the food security, was stressed: “We need insects for our ecosystems and to ensure food security. The Commission must adopt legislation to maintain and improve habitats for insects as indicators of an undamaged environment” (Commission Decision (EU), 2019a, p. 1).

(b) The importance of improving “the natural basis for life” which relates to the future of bees and other important insects on which people depend on, imposed mandatory targets, such as: “to make the promotion of biodiversity an overall objective of the Common Agricultural Policy (CAP); to dramatically cut the use of pesticides, ban harmful pesticides without exception and reform eligibility criteria; to promote structural diversity in agricultural landscapes; to effectively reduce nutrients (e.g. Natura 2000); to effectively establish conservation areas (e.g. WFD); to intensify research and monitoring and improve education”. (Commission Decision (EU), 2019a, p. 1).

According to the Commission Decision (EU) 2019/1566 of 4 September 2019 on “Save bees and farmers! Towards a bee-friendly agriculture for a healthy environment”, the following aspects were brought to the attention:

(a) On the one hand, the emphasis was placed on protecting bees since they ensure people’s health and well-being, thus: “To protect bees and people’s health, we call on the Commission to propose legal acts to phase out synthetic pesticides by 2035, to restore biodiversity, and to support farmers in the transition” (Commission Decision (EU), 2019b, p. 1).

(b) On the other hand, the emphasis was positioned on the relationships between sustainable agriculture, the insects that enable pollination, and people’s health and well-being, thus: “Phase out synthetic pesticides in EU agriculture by 80 % by 2030, starting with the most hazardous, to become free of synthetic by 2035; restore

Based on the Commission Implementing Decision (EU) 2023/2522 of 8 November 2023 on the request for registration, pursuant to Regulation (EU) 2019/788 of the European Parliament and of the Council, of the European citizens’ initiative entitled Creation of a European Environment Authority, the following aspects showing the nexus between Sustainable Agriculture and Sustainable Development Goals (SDGs) and offering solutions for a better and a safer future for all were highlighted, as follows:

(a) The “Creation of a European Environment Authority” – “as the successor to the European Environment Agency, exercising official powers, or as a new authority”, is viewed as crucial, based on the fact that the European Environment Authority could act in numerous matters, such as: “trans-boundary air pollution; water pollution; marine pollution; soil contamination; noise pollution; trans-boundary waste management and climate change” (Commission Implementing Decision (EU), 2023b, p. 1).

(b) The European Environment Authority “would have the power”, on the one hand, “to take administrative decisions that are binding on Member States and natural and legal persons” and, on the other hand, “to authorize and supervise activities that have an environmental impact and act in cases of environmental pollution at EU level” (Commission Implementing Decision (EU), 2023b, p. 1). Moreover, “in the latter case, it would penalize the polluter by prohibiting the polluting activity, restoring the baseline condition, imposing fines in proportion to the pollution, and so on, in line with the ‘polluter pays’ principle” (Commission Implementing Decision (EU), 2023b, p. 1).

Offering a better and a more thorough understanding of the nexus between Sustainable Agriculture and Sustainable Development Goals (SDGs) is vital these days and finding solutions for a better and a safer future for all is paramount in order to ensure that nobody will be left behind.

Saving the bees as well as other pollinators is essential for saving the farmers, which implicates that all the efforts today ought to converge towards a bee-friendly agriculture capable to ensure a healthy environment.

Aspects to be seriously considered are the following dominant ones: (a) first of all, based on studies, synthetic pesticides are extremely harmful for the environment, affecting the lives and the habitats of bees and other pollinators (Alberoni et al., 2016; Ayasse & Jarau, 2014; Balzan et al., 2016); (b) in addition, based on most recent data in the field, no pollinators would automatically result in no life on the planet and these days the studies point out towards the abrupt decline of insects that are responsible with pollination – such as, the bee, butterfly and

natural ecosystems in agricultural areas so that farming becomes a vector of biodiversity recovery; reform agriculture by prioritizing small scale, diverse and sustainable farming, supporting a rapid increase in agro-ecological and organic practice, and enabling independent farmer-based training and research into pesticide- and GMO-free farming” (Commission Decision (EU), 2019b, p. 1) (where GMO stands for the Genetically Modified Organisms).

According to the Commission Implementing Decision (EU) 2024/441 of 24 January 2024 on the request for registration, pursuant to Regulation (EU) 2019/788 of the European Parliament and of the Council, of the European citizens’ initiative entitled “European Citizens’ Initiative in Defense of Agriculture and Rural Economy in Europe” the aspects below were stressed, having in mind that three major objectives were presented, as follows:

(a) The first objective is “Protect European Agriculture and Rural Economy with an integral regulatory framework” and implicates “a new, protective legislative framework revolving around: ‘priority use of agricultural land for food production’; guaranteeing ‘food sovereignty and security’; ‘addressing food chain issues and high prices’; ensuring ‘access for farmers and rural communities to infrastructure and transport, financing, digitalization, work, entrepreneurship and education’” (Commission Implementing Decision (EU), 2024, p. 1).

(b) The second objective is “Improve water management to support food security and establish a European Hydrological Plan” and implicates “a European Hydrological Plan that guarantees the supply and distribution of water between all the territories of the Union” (Commission Implementing Decision (EU), 2024, p. 1).

(c) The third objective is “Establish a European Agency for Agriculture and Rural Economy” and implicates “a permanent European authority’ in the form of an ‘EU Agency or high-level consultative Committee to monitor and observe the protection of Agriculture and Rural Economy in the EU decision-making process’” (Commission Implementing Decision (EU), 2024, p. 1).

hoverfly species, among others (Cameron, 2004; Cappa et al., 2022; Chicas-Mosier et al., 2019; Cooley & Vallejo-Marín, 2021); and (c) third of all, there are interlinked types of crises these days – among which could be mentioned biodiversity loss, pollution, and climate change, and which threaten the world’s agriculture and the long-term food security of the people and the communities (Genersch, 2010; Ghisbain et al., 2021; Giannini et al., 2015; Hall & Martins, 2020; Hautequestt et al., 2020).

Based on the Communication from the Commission on the European Citizens’ Initiative (ECI) “Save bees and farmers! Towards a bee-friendly agriculture for a healthy environment”, the following aspects were noted:

(a) Nowadays, Europe’s agriculture is continuously challenged due to climate change as well as biodiversity loss (Communication from the Commission on the European Citizens’ Initiative (ECI), 2023a, pp. 1-2).

(b) The Commission has to work together with the European Parliament as well as with the European Union Council in order to ensure “the swift adoption of the legislative proposals” on “Save bees and farmers! Towards a bee-friendly agriculture for a healthy environment”, which has also additional connections with “their effective and timely implementation together with the Common Agricultural Policy (CAP) under the European Green Deal is of essence” (Communication from the Commission on the European Citizens’ Initiative (ECI), 2023a, pp. 1-2).

(c) Under the European Green Deal, the Commission took very ambitious actions dedicated to addressing the pollinators’ decline as well as to supporting the sustainability of the food systems, which implicated aspects such as: (c.1.) the Revised EU Pollinator Initiative: New Deal for Pollinators focusing on “42 actions to tackle the causes of pollinator decline, improve knowledge and mobilize all actors across society”; (c.2.) the Proposal for a Nature Restoration Law; (c.3.) the EU Common Agricultural Policy 2023-2027; (c.4.) the EU Farm to Fork Strategy and the Biodiversity Strategy; (c.5.) the Proposal for a “Sustainable Use of Pesticides” Regulation; and, also, other (c.6.) EU global commitments (Communication from the Commission on the European Citizens’ Initiative (ECI), 2023a, pp. 1-2).

Source: The Author’ Own Elaboration, Based on the References Highlighted in the Table and in the Bibliography Section

## MATERIALS AND METHODS

This particular section is represented by the materials and methods section in which the research questions of this current study are presented and analyzed. In this matter, it needs to be stressed that there are 2 (two) research questions (RQ) which are representative for this current study and which were displayed in the lines below: First of all, the current research paper aims at shedding a new light on the immense benefits that the bees and other pollinators bring today to sustainable food and agriculture, hence supporting, among others, biodiversity, ecosystems, and livelihoods. In particular, the financial, social, and environmental benefits of bees and other pollinators are addressed, given their paramount role in creating healthy ecosystems, preserving

biospheres, and preventing climate change. Second of all, the study displays in an in-depth manner the case of Turkey in assessing and promoting the economic, social, and environmental sustainability of beekeeping farms in several major provinces. In this matter, several critical documents published by the European Commission, Food and Agriculture Organization (FAO), United Nations Development Program (UNDP), and United Nations Environment Program (UNEP) were closely analyzed. Results show that beekeeping plays a vital role in enhancing food security and in supporting environmental public health.

Based on the aforementioned aspects, the first research question (RQ1) refers to: (RQ1) what are the benefits that the bees and other pollinators bring today to sustainable food and agriculture, supporting biodiversity, ecosystems, and livelihoods? The answers to this question may be encountered at length in the conceptual framework section (also acknowledged as the literature review section or the background section) in which the most important concepts related to this theme are displayed and explained as seen by reputed international specialists. What is more, numerous links are made with a few concepts believed to be the keywords which are pivotal in this regard are as follows: sustainable agriculture; Sustainable Development Goals (SDGs); apiculture; ecological systems; food security; livelihood diversification; pollination; and, socio-economic opportunities.

In addition, the second research question (RQ2) refers to: (RQ2) what is Turkey's experience in terms of beekeeping and in what manner is the case of Turkey representative worldwide in assessing and promoting the economic, social, and environmental sustainability of beekeeping farms in several major provinces? The answers to this question may be encountered at length in the results section or the findings of the study "Highlighting the Pivotal Importance of Bees and Other Pollinators in Sustainable Food and Agriculture: Supporting the United Nations' Sustainable Development Goals".

## **RESULTS**

This section highlights the results section or the findings of the study on "Highlighting the Pivotal Importance of Bees and Other Pollinators in Sustainable Food and Agriculture: Supporting the United Nations' Sustainable Development Goals". This section tackles the findings of the study which make reference to an in-depth analysis of the case of Turkey in assessing and promoting the economic, social, and environmental sustainability of beekeeping farms in several major provinces. In this matter, some critical up-to-date documents published by the European Commission, Food and Agriculture Organization (FAO), United Nations Development Program (UNDP), and United Nations Environment Program (UNEP) were closely analyzed. Results show that beekeeping plays a vital role in enhancing food security and in supporting environmental public health.

In the lines below the Table no. 2: Case of Turkey in Assessing and Promoting the Economic, Social, and Environmental Sustainability of Beekeeping Farms in Several Major Provinces, shows the fact that beekeeping plays a vital role in enhancing food security and in supporting environmental public health (see, in this matter, Table no. 2: Table no. 2: Case of Turkey in Assessing and Promoting the Economic, Social, and Environmental Sustainability of Beekeeping Farms in Several Major Provinces). In addition, it needs to be stressed that this section focuses on offering answers to the second research question (RQ2) which refers to: (RQ2) what is Turkey's experience in terms of beekeeping and in what manner is the case of Turkey representative worldwide in assessing and promoting the economic, social, and environmental sustainability of beekeeping farms in several major provinces? The answers to this question may be encountered at length in the results section or the findings of the study



“Highlighting the Pivotal Importance of Bees and Other Pollinators in Sustainable Food and Agriculture: Supporting the United Nations’ Sustainable Development Goals”.

**Table no. 2.** Case of Turkey in Assessing and Promoting the Economic, Social, and Environmental Sustainability of Beekeeping Farms in Several Major Provinces

Turkey, a major promoter of the Economic, Social, and Environmental Sustainability of Beekeeping Farms in Several Major Provinces: Doing tremendous efforts to mitigate pollinator decline with the aid of sustainable agriculture methods (Popescu, 2021a-2021d; Popescu, 2020a-2020d; Popescu, 2019; Popescu & Popescu, 2019a-2019b; Popescu, 2017; Popescu et al., 2017; Popescu et al., 2015a-2015e; Popescu et al., 2014);  Although many insect species are responsible for providing the pollination services, it has been stated that honeybees ( <i>Apis mellifera</i> ) are the ones that provide the majority of crop pollination (United Nations Development Program (UNDP), 2018; United Nations Development Program (UNDP), 2020).  Aspects to consider:  In the last years however, the intense beekeeping practices as well as the wildfires have placed the bee population under tremendous pressure, since the bees’ natural habitats have been affected (United Nations Environment Programme (UNEP), 2020; BBC World News, 2023).	Turkey positions pollinators as vital contributors to human well-being:  Recognizes the central role played in maintenance of the biodiversity and the ecosystems functioning, since without pollinators the animal-pollinated plants are at facing the risk of disappearance, since these are all organisms that directly and indirectly depend on each other (Ramírez, 2009; Sinu et al., 2022; Souza et al., 2019; Spivak et al., 2019; Srinivasan, 2010; Szentgyörgyi et al., 2018); Turkey is one of the biggest honey and bee wax producers in the world, with the particular mention that the Turkish beekeeping and honey sector is highly representative worldwide since Turkey produces around 92 percent of the world’s pine honey in its West Mediterranean and South Aegean Regions (United Nations Environment Programme (UNEP), 2018a; United Nations Environment Programme (UNEP), 2019a). Aspects to consider:  Excess pesticides use, climate change, and global warming are threatening more and more the bee population in Turkey, leading to extensive colony disappearances – in different provinces such as, for example, in southern Adana and in central Konya (United Nations Environment Programme (UNEP), 2021; van der Kooi et al., 2021; Witter et al., 2015).
--	--

**Source:** The Author’ Own Elaboration, Based on the References Highlighted in the Table and in the Bibliography Section

All in all, Turkey has shown in the last years a great interest in boosting the honey production, which had implications at all levels, namely: social, environmental, and economic. First of all, the Turkish beekeepers are extremely keen on providing bees with the perfect home in order to help them benefit from the lands biodiversity or the forests biodiversity as well as from the favorable climate. Second of all, the Turkish beekeepers have noticed that there are consistent changes in terms of the bees’ production based on several aspects: (a) the weather is more unpredictable lately, which means that the changing climate has determined the bees to act differently, requiring more attention and more food from their owners in the moments in which they are not able to leave the hives due to the cold weather or other problems related to the climate change; (b) the increased deforestation, the appearance of new buildings, and the intensive use of pesticides have all placed in danger the bee population, which resulted in a decrease in the honey production, the royal jelly production, the bee wax production, and so on.

## DISCUSSION AND CONCLUSION

The discussion and the conclusion section positions the current study on “Highlighting the Pivotal Importance of Bees and Other Pollinators in Sustainable Food and Agriculture: Supporting the United Nations’ Sustainable Development Goals” as a very important analysis

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

capable to display the importance and the role bees and other pollinators in supporting sustainable food and agriculture, hence in helping the achievement of the United Nations' SDGs. First of all, the European Commissions' documents acknowledge on a regular basis numerous problems with which the humanity and the environment confront themselves with and, in the same time, they call for immediate action in order to offer support to sustainability and sustainable development, hence acting in the spirit of the SDGs (Commission Implementing Decision (EU), 2023a; Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI), 2021; 2023b-2023d). Second of all, the European Commissions' documents show the importance of focusing more and more on the individuals' well-being as well as on the environment's health, while taking into consideration the solutions provided by the circular economy that center on natural restoration, or by the implantation of the sustainable, circular and innovative value chains that prove to be crucial in today's society, or by the appropriate water management programs in agriculture that are able to support the better use of resources at a larger scale (European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2023a-2023b; European Commission, 2022a-2022b; European Commission, Directorate-General for Environment, 2023). Third of all, the European Commissions' documents have centered lately on the importance of bees and other pollinators in ensuring sustainability and sustainable development, in the context in which the Planet's food supplies will be in danger and the health of the environment will put the well-being of the individuals and the communities at risk if no concrete measures are taken to support the lives of bees and other pollinators (European Commission, 2023a-2023b; European Commission, Joint Research Centre et al., 2024; European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the Union et al., 2022a-2022b; Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN), 2024a-2024i). Fourth of all, numerous studies have shown that the decline of bees and of other pollinators is the result of human activities, which ought to raise awareness to promoting sustainable human activities in order to help the conservation of nature so that all these species will not be threatened anymore with extinction (Khalifa et al., 2021; Laursen, 2015; Leach & Kaplan, 2022; Liang et al., 2023; Mallinger et al., 2017; Marcacci et al., 2022; Mashilingi et al., 2020; Miller-Struttmann et al., 2015; Mori et al., 2023; O'Neal et al., 2018; Opinion of the European Economic and Social Committee on 'European Citizens Initiative — Save bees and farmers' (own initiative opinion), 2023; Opinion of the European Economic and Social Committee on 'Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the Revision of the EU Pollinators Initiative — A new deal for pollinators' (COM(2023) 35 — final), 2023; Pearce, 2008).

#### **ACKNOWLEDGEMENT**

The Authors of the manuscript (Cristina Raluca Gh. Popescu (C.R.G.P.) and Veronica Adriana A. V. Popescu (V.A.A.V.P.)) are extremely appreciative and extremely grateful to the Organizers of this first-rate and delightful international scientific event and want to hereby acknowledge the Organizers kindness and thoughtfulness in offering them the positions of invited speakers, hence having the wonderful opportunity to express the ideas and the thoughts concerning this novel and up-to-date topic at such a prestigious international scientific event. In addition, the Authors prove to be highly enthusiastic concerning the fruitful discussions on this presentation that took place during the session of this wonderful international scientific event, which ultimately had the objective of enhancing the ideas displayed in this current study so that the theme chosen for the analysis will increase its power and will offer a better

understanding of sustainability and sustainable development in terms of fostering the people's and the environment most pressing needs.

**FUNDING**

The Authors received no funding for the current research.

**COMPETING INTERESTS**

The Authors have declared that no competing interests exist.

**STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST**

The Authors declare that there are no conflicts of interest. The Authors declare that has no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this.

**AUTHORS CONTRIBUTIONS**

Conceptualization, Cristina Raluca Gh. Popescu (C.R.G.P.) and Veronica Adriana A. V. Popescu (V.A.A.V.P.); methodology, C.R.G.P. and V.A.A.V.P.; software, C.R.G.P. and V.A.A.V.P.; validation, C.R.G.P. and V.A.A.V.P.; formal analysis, C.R.G.P. and V.A.A.V.P.; investigation, C.R.G.P. and V.A.A.V.P.; resources, C.R.G.P. and V.A.A.V.P.; data curation, C.R.G.P. and V.A.A.V.P.; writing—original draft preparation, C.R.G.P. and V.A.A.V.P.; writing—review and editing, C.R.G.P. and V.A.A.V.P. All Authors have equally contributed to this manuscript. All Authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

## REFERENCES

- Alberoni, D., Gaggia, F., Baffoni, L., & Di Gioia, D. (2016). Beneficial microorganisms for honey bees: problems and progresses. *Applied microbiology and biotechnology*, 100(22), 9469–9482. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7870-4>.
- Ayasse, M., & Jarau, S. (2014). Chemical ecology of bumble bees. *Annual review of entomology*, 59, 299–319. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011613-161949>.
- Balzan, M. V., Rasmont, P., Kuhlmann, M., Dathe, H., Pauly, A., Patiny, S., Terzo, M., & Michez, D. (2016). The bees (Hymenoptera: Apoidea) of the Maltese Islands. *Zootaxa*, 4162(2), 225–244. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4162.2.2>.
- BBC World News. (2023). Intense beekeeping and wildfires are harming Turkey's bees. Retrieved from <https://www.bbc.co.uk/reel/video/p0dwxmnn/intense-beekeeping-and-wildfires-are-harming-turkey-s-bees>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Cameron S. A. (2004). Phylogeny and biology of neotropical orchid bees (Euglossini). *Annual review of entomology*, 49, 377–404. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.072103.115855>.
- Cappa, F., Baracchi, D., & Cervo, R. (2022). Biopesticides and insect pollinators: Detrimental effects, outdated guidelines, and future directions. *The Science of the total environment*, 837, 155714. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155714>.
- Chicas-Mosier, A. M., Dinges, C. W., Agosto-Rivera, J. L., Giray, T., Oskay, D., & Abramson, C. I. (2019). Honey bees (*Apis mellifera* spp.) respond to increased aluminum exposure in their foraging choice, motility, and circadian rhythmicity. *PloS one*, 14(6), e0218365. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218365>.
- Cooley, H., & Vallejo-Marín, M. (2021). Buzz-Pollinated Crops: A Global Review and Meta-analysis of the Effects of Supplemental Bee Pollination in Tomato. *Journal of economic entomology*, 114(2), 505–519. <https://doi.org/10.1093/jee/toab009>.
- Commission Decision (EU). (2019a). Commission Decision (EU) 2019/847 of 15 May 2019 on the proposed citizens' initiative entitled 'Save the bees! Protection of biodiversity and improvement of habitats for insects in Europe' (notified under document C(2019) 3800). (2019). *Official Journal*, L 138, 90-91. ELI: [http://data.europa.eu/eli/dec/2019/847/oj\[legislation\]](http://data.europa.eu/eli/dec/2019/847/oj[legislation]).
- Commission Decision (EU). (2019b). Commission Decision (EU) 2019/1566 of 4 September 2019 on the proposed citizens' initiative entitled 'Save bees and farmers! Towards a bee-friendly agriculture for a healthy environment' (notified under document C(2019) 6389). (2019). *Official Journal*, L 241, 10-11. ELI: [http://data.europa.eu/eli/dec/2019/1566/oj\[legislation\]](http://data.europa.eu/eli/dec/2019/1566/oj[legislation]).
- Commission Implementing Decision (EU). (2023a). Commission Implementing Decision (EU) 2023/694 of 22 March 2023 on the request for registration, pursuant to Regulation (EU) 2019/788 of the European Parliament and of the Council, of the European citizens' initiative entitled 'End The Horse Slaughter Age' (notified under document C(2023) 1839) (Only the English text is authentic). (2023). *Official Journal*, L 91, 15-16. ELI: [http://data.europa.eu/eli/dec\\_impl/2023/694/oj\[legislation\]](http://data.europa.eu/eli/dec_impl/2023/694/oj[legislation]).
- Commission Implementing Decision (EU). (2023b). Commission Implementing Decision (EU) 2023/2522 of 8 November 2023 on the request for registration, pursuant to Regulation (EU) 2019/788 of the European Parliament and of the Council, of the European citizens' initiative entitled Creation of a European Environment Authority. (2023). *Official Journal*, L 2522, ELI: [http://data.europa.eu/eli/dec\\_impl/2023/2522/oj\[legislation\]](http://data.europa.eu/eli/dec_impl/2023/2522/oj[legislation]).

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Commission Implementing Decision (EU). (2024). Commission Implementing Decision (EU) 2024/441 of 24 January 2024 on the request for registration, pursuant to Regulation (EU) 2019/788 of the European Parliament and of the Council, of the European citizens' initiative entitled European Citizens' Initiative in Defence of Agriculture and Rural Economy in Europe (notified under document C(2024) 489). (2024). Official Journal, L 441, ELI: [http://data.europa.eu/eli/dec\\_impl/2024/441/oj](http://data.europa.eu/eli/dec_impl/2024/441/oj)[legislation].
- Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI). (2021). Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI) 'End the Cage Age' 2021/C 274/01. (2021). Official Journal, C 274, 1-13. CELEX: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021XC0709\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021XC0709(01))[legislation].
- Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI). (2023a). Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI) 'Save bees and farmers! Towards a bee-friendly agriculture for a healthy environment' 2023/C 148/01. (2023). Official Journal, C 148, 1-12. CELEX: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023XC0428\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023XC0428(01))[legislation].
- Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI). (2023b). Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI) 'Stop Finning – Stop the Trade' 2023/C 275/01. (2023). Official Journal, C 275, 1-12. CELEX: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023XC0804\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023XC0804(01))[legislation].
- Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI). (2023c). Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI) 'Save cruelty-free cosmetics – Commit to a Europe without animal testing' 2023/C 290/01. (2023). Official Journal, C 290, 1-15. CELEX: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023XC0818\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023XC0818(01))[legislation].
- Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI). (2023d). Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI) Fur Free Europe. (2023). Official Journal, C 1559, ELI: <http://data.europa.eu/eli/C/2023/1559/oj>[legislation].
- European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, (2023a). Sustainable, circular and innovative value chains, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2762/771228>.
- European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, (2023b). Water management in agriculture, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2762/74015>.
- European Commission. (2018). COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Accompanying The Document COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS EU Pollinators Initiative {COM(2018) 395 final} - {SWD(2018) 303 final}. Brussels, 4.6.2018 SWD(2018) 302 final. Retrieved from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2c9966ab-6580-11e8-ab9c-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-332722040>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- European Commission. (2022a). Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on nature restoration (Text with EEA relevance) {SEC(2022) 256 final} - {SWD(2022) 167 final} - {SWD(2022) 168 final}. Brussels, 22.6.2022 COM(2022) 304 final 2022/0195 (COD). Retrieved from

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f5586441-f5e1-11ec-b976-01aa75ed71a1/language-en>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- European Commission. (2022b). ANNEXES to the proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on nature restoration {SEC(2022) 256 final} - {SWD(2022) 167 final} - {SWD(2022) 168 final}. Brussels, 22.6.2022 COM(2022) 304 final ANNEXES 1 to 7. Retrieved from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f5586441-f5e1-11ec-b976-01aa75ed71a1/language-en>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- European Commission, Directorate-General for Environment, (2023). Commission response to European Citizens' Initiative "Save bees and farmers!", Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/006096>.
- European Commission. (2023a). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. Revision of the EU Pollinators Initiative. A new deal for pollinators {SWD(2023) 18 final}. Brussels, 24.1.2023 COM(2023) 35 final. Retrieved from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/cbc265a7-9bc9-11ed-b508-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-332721457>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- European Commission. (2023b). COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT STAKEHOLDER CONSULTATION - SYNOPSIS REPORT Accompanying the document COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Revision of the EU Pollinators Initiative A new deal for pollinators {COM(2023) 35 final}. Brussels, 24.1.2023 SWD(2023) 18 final. Retrieved from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a0771079-9bca-11ed-b508-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-332724361>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- European Commission, Joint Research Centre. Guerrero, I., Bielza Diaz-Caneja, M., Angileri, V., Assouline, M., Bosco, S., Catarino, R., Chen, M., Koeble, R., Lindner, S., Makowski, D., Montero Castaño, A., PerezSoba Aguilar, M., Schievano, A., Tamburini, G., Terres, J., Rega, C. (2024). Quantifying the Impact of Sustainable Farming Practices on Environment and Climate. Greenhouse gas emissions, carbon sequestration and nutrient loss data from meta-analysis. PDF ISBN 978-92-68-18610-7 ISSN 1831-9424 doi:10.2760/20814 KJ-NA-31-985-EN-N. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2024. European Union, 2024. , Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2024, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/20814>, JRC137826. Retrieved from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/77a03f59-38ed-11ef-b441-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-332726126>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the Union, Chever, T., Gonçalves, A., Lepeule, C. (2022a). Farm certification schemes for sustainable agriculture : state of play and overview in the EU and in key global producing countries, concepts and methods. Volume 2, Annexes 5 to 9, European Parliament. <https://data.europa.eu/doi/10.2861/602802>.
- European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the Union, Chever, T., Gonçalves, A., Lepeule, C. (2022b). Farm certification schemes for sustainable agriculture : state of play and overview in the EU and in key global producing countries,

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- concepts and methods. Volume 1, Main report and annexes 1 to 4, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2861/053070>.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024a). World Bee Day | 20 May. Retrieved from <https://www.fao.org/world-bee-day/en>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024b). Global Action on Pollination Services for Sustainable Agriculture. Retrieved from <https://www.fao.org/pollination/en/>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024c). TECA - Technologies and Practices for Small Agricultural Producers. Retrieved from <https://teca.apps.fao.org/teca/en/about>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024d). TECA - Technologies and Practices for Small Agricultural Producers. Beekeeping. Retrieved from <https://teca.apps.fao.org/en/categories/Beekeeping>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024e). TECA - Technologies and Practices for Small Agricultural Producers. Title: From charcoal to honey in Malawi. Retrieved from <https://teca.apps.fao.org/en/technologies/10146/>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024f). TECA - Technologies and Practices for Small Agricultural Producers. Title: How to harvest royal jelly, China. Retrieved from <https://teca.apps.fao.org/en/technologies/10041/>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024g). TECA - Technologies and Practices for Small Agricultural Producers. Title: Honey extracted by pressing: wooden honey press from Cameroon. Retrieved from <https://teca.apps.fao.org/en/technologies/10140/>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024h). TECA - Technologies and Practices for Small Agricultural Producers. Title: Honey extracted by pressing - wooden honey press of Goma (DRC). Retrieved from <https://teca.apps.fao.org/en/technologies/10141/>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024h). The importance of bee-ing pollinators. Retrieved from <https://www.fao.org/publications/home/news-archive/detail/the-importance-of-bee-ing-pollinators/en>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024i). International forum for action on sustainable beekeeping and pollination. Bees for people, planet and peace. Ljubljana (Slovenia), 22/05/2024 - 23/05/2024. Retrieved from <https://www.fao.org/events/detail/international-forum-for-action-on-sustainable-beekeeping-and-pollination/en>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Genersch E. (2010). Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping. *Applied microbiology and biotechnology*, 87(1), 87–97. <https://doi.org/10.1007/s00253-010-2573-8>.
- Ghisbain, G., Gérard, M., Wood, T. J., Hines, H. M., & Michez, D. (2021). Expanding insect pollinators in the Anthropocene. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 96(6), 2755–2770. <https://doi.org/10.1111/brv.12777>.

- Giannini, T. C., Cordeiro, G. D., Freitas, B. M., Saraiva, A. M., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2015). The Dependence of Crops for Pollinators and the Economic Value of Pollination in Brazil. *Journal of economic entomology*, 108(3), 849–857. <https://doi.org/10.1093/jee/tov093>.
- Hall, D. M., & Martins, D. J. (2020). Human dimensions of insect pollinator conservation. *Current opinion in insect science*, 38, 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.04.001>.
- Hautequestt, A. P., Deprá, M. S., Gonçalves-Esteves, V., Mendonça, C. B. F., & Gaglianone, M. C. (2020). Pollen Load Spectrum of Tomato Pollinators. *Neotropical entomology*, 49(4), 491–500. <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00786-7>.
- Khalifa, S. A. M., Elshafiey, E. H., Shetaia, A. A., El-Wahed, A. A. A., Algethami, A. F., Musharraf, S. G., AlAjmi, M. F., Zhao, C., Masry, S. H. D., Abdel-Daim, M. M., Halabi, M. F., Kai, G., Al Naggar, Y., Bishr, M., Diab, M. A. M., & El-Seedi, H. R. (2021). Overview of Bee Pollination and Its Economic Value for Crop Production. *Insects*, 12(8), 688. <https://doi.org/10.3390/insects12080688>.
- Laursen L. (2015). Wild bees: Lone rangers. *Nature*, 521(7552), S62–S63. <https://doi.org/10.1038/521S62a>.
- Leach, A., & Kaplan, I. (2022). Prioritizing pollinators over pests: wild bees are more important than beetle damage for watermelon yield. *Proceedings. Biological sciences*, 289(1986), 20221279. <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.1279>.
- Liang, H., He, Y. D., Theodorou, P., & Yang, C. F. (2023). The effects of urbanization on pollinators and pollination: A meta-analysis. *Ecology letters*, 26(9), 1629–1642. <https://doi.org/10.1111/ele.14277>.
- Mallinger, R. E., Gaines-Day, H. R., & Gratton, C. (2017). Do managed bees have negative effects on wild bees?: A systematic review of the literature. *PloS one*, 12(12), e0189268. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189268>.
- Marcacci, G., Grass, I., Rao, V. S., Kumar S, S., Tharini, K. B., Belavadi, V. V., Nölke, N., Tschardtke, T., & Westphal, C. (2022). Functional diversity of farmland bees across rural-urban landscapes in a tropical megacity. *Ecological applications* : a publication of the Ecological Society of America, 32(8), e2699. <https://doi.org/10.1002/eap.2699>.
- Mashilingi, S. K., Zhang, H., Chen, W., Vaissière, B. E., Garibaldi, L. A., & An, J. (2021). Temporal Trends in Pollination Deficits and Its Potential Impacts on Chinese Agriculture. *Journal of economic entomology*, 114(4), 1431–1440. <https://doi.org/10.1093/jee/toab100>.
- McNeil, D. J., McCormick, E., Heimann, A. C., Kammerer, M., Douglas, M. R., Goslee, S. C., Grozinger, C. M., & Hines, H. M. (2020). Bumble bees in landscapes with abundant floral resources have lower pathogen loads. *Scientific reports*, 10(1), 22306. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78119-2>.
- Miller-Struttman, N. E., Geib, J. C., Franklin, J. D., Kevan, P. G., Holdo, R. M., Ebert-May, D., Lynn, A. M., Kettenbach, J. A., Hedrick, E., & Galen, C. (2015). Functional mismatch in a bumble bee pollination mutualism under climate change. *Science (New York, N.Y.)*, 349(6255), 1541–1544. <https://doi.org/10.1126/science.aab0868>.
- Mori, S., Hasegawa, Y., & Moriguchi, Y. (2023). Color strategies of camellias recruiting different pollinators. *Phytochemistry*, 207, 113559. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2022.113559>.



- O'Neal, S. T., Anderson, T. D., & Wu-Smart, J. Y. (2018). Interactions between pesticides and pathogen susceptibility in honey bees. *Current opinion in insect science*, 26, 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.01.006>.
- Opinion of the European Economic and Social Committee on ‘European Citizens Initiative — Save bees and farmers’ (own initiative opinion). (2023). *Official Journal*, C 100, 45-50. CELEX: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52022IE3162\[legislation\]](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52022IE3162[legislation]).
- Opinion of the European Economic and Social Committee on ‘Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the Revision of the EU Pollinators Initiative — A new deal for pollinators’ (COM(2023) 35 — final). (2023). *Official Journal*, C 349, 173-178. CELEX: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023AE1362\[legislation\]](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023AE1362[legislation]).
- Pearce L. (2008). Save the bees. *Nursing standard* (Royal College of Nursing (Great Britain): 1987), 23(15-17), 20–21. <https://doi.org/10.7748/ns.23.17.20.s28>.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2024a). *Building Inclusive Global Knowledge Societies for Sustainable Development*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-6298-3>. DOI: 10.4018/979-8-3693-6298-3. ISBN13: 9798369362983. ISBN13 Softcover: 9798369362990. EISBN13: 9798369363003. <https://www.igi-global.com/book/building-inclusive-global-knowledge-societies/343531>. (Forthcoming).
- Popescu, C. R. G. (2024b). *Monitoring Progress towards the Sustainable Development Goals, where Children and Youth Hold the Key to Sustainable Future: Principles and Policy Guidance on Children’s Rights to Healthy Environment*. Paper presented at the World Children Conference-V. June 07-09, 2024. Hakkari, Turkey. Organizers: Hakkari University, Turkey and IKSAD Institute of Economic Development and Social Research of Turkey, Turkey. Paper due to be published in the Conference Volume Proceedings. <https://www.worldchildrenconference.org/>.
- Popescu, C. R. G. (2024c). *Intercultural Communication And Social Cohesion At The Heart Of Sustainable Development Goals (SDGs) And Development Policies*. International Symposium On Communication, Information And Society. International Symposium on Communication Information and Society. *Current Dynamics in Communication*. May 09-10 2024. Abstracts Book. Gaziantep University Gaziantep / Türkiye. ISBN: 978-625-367-713-8. Editors Prof. Dr. Devrim Özkan, Assoc. Prof. Emine Şahin, Assoc. Prof. O. Özgür Güven, Assoc. Prof. Adil Bical. Institute of Economic Development and Social Researches (IKSAD) Publications. The Licence Number of Publisher: 2014/31220. Issued: 25.05.2024. p.96. Proceedings Book. ISBN: 978-625-367-741-1. Editors Prof. Dr. Devrim Özkan, Assoc. Prof. Emine Şahin, Assoc. Prof. O. Özgür Güven, Assoc. Prof. Adil Bical. Institute of Economic Development and Social Researches (IKSAD) Publications. The Licence Number of Publisher: 2014/31220. Issued: 25.05.2024. pp.75-86. Site of the Symposium in English: <http://comis.gantep.edu.tr/index.php?dil=en>. Site of the Symposium in Turkish: <http://comis.gantep.edu.tr/index.php>.
- Popescu, C. R. G. (2024d). *Envisioning International Trade and Logistics for the Sustainable Development Goals (SDGs): Responsible Plant, Tree, and Livestock Logistics for Greening and Conserving the Environment*. Congress Title 7th International Antalya Scientific Research And Innovative Studies Congress Date And Place 11-13 May 2024, Antalya, Türkiye Organization Iksad Institute Editors Dr. Ertuğrul Kırarç Dr. Özlem

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Özkan Önür. IKSAD Publishing House. IKSAD Publications – 2024. Issued: 30.05.2024. Abstracts Book ISBN: 978-625-367-721-3. p.135. Congress Title 7th International Antalya Scientific Research And Innovative Studies Congress Date And Place 11-13 May 2024, Antalya, Türkiye Organization IKSAD Institute Editors Dr. Ethem İlhan Şahin Dr. Jamal Eldin Fadoul Mohammed Ibrahim. IKSAD Publishing House. IKSAD Publications – 2024. Issued: 30.05.2024. Full Texts Book ISBN: 978-625-367-722-0. pp.625-643.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2024a). The Power of Data Analysis in Transforming Businesses Performance: Improved Decision-Making, Real-World Applications, and the Sustainable Development Goals. In Popescu C. R. G. (Ed.). Building Inclusive Global Knowledge Societies for Sustainable Development. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-6298-3>. DOI: 10.4018/979-8-3693-6298-3. ISBN13: 9798369362983. ISBN13 Softcover: 9798369362990. EISBN13: 9798369363003. <https://www.igi-global.com/book/building-inclusive-global-knowledge-societies/343531>. (Forthcoming).
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2024b). Socio-Economic Inclusion, Health and Education Nexus: Tackling the European Union (EU) Vital Strategy on the Rights of the Child EU Actions to Withstand Poverty and Boost Inclusive and Child-Friendly Societies, Health and Education Systems. Paper presented at the World Children Conference-V. June 07-09, 2024. Hakkari, Turkey. Organizers: Hakkari University, Turkey and IKSAD Institute of Economic Development and Social Research of Turkey, Turkey. Paper due to be published in the Conference Volume Proceedings. <https://www.worldchildrenconference.org/>.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2024c). Renewable Energy Industry: Benefits For Economic Growth. International Black Sea Coastline Countries Scientific Assembly by Center for Black Sea Research. Organizer: Center For Black Sea Research, Black Sea Network For Intercultural Communications (BIC). April 7-9, 2024, Samsun, Turkey. Congress website: <https://www.blackseacountries.org/congress>. Editor Prof. Dr. Radoslav Baltezarević, IKSAD Publishing House, IKSAD Publications – 2024. Issued: 25.04.2024. Abstracts Book ISBN: 978-625-367-699-5, Conference ID Conference Title 10th International Black Sea Coastline Countries Scientific Research Conference. Date And Place April 7-9, 2024 / Samsun, Türkiye. Organization IKSAD Institute Editor Prof. Dr. Radoslav Baltezarević, ISBN: 978-625-367-699-5, p.34 – From the Abstract Book; 10th International Black Sea Coastline Countries Scientific Research Conference April 7-9, 2024 Samsun, Türkiye Full Texts Book Editor Assoc. Prof. Hristina Runcheva Tasev, ISBN: 978-625-367-700-8, International Black Sea Coastline Countries Scientific Research Conference, IKSAD Publishing House, IKSAD Publications – 2024. Issued: 25.04.2024 Full Texts Book ISBN: 978-625-367-700-8, Conference ID Conference Title 10th International Black Sea Coastline Countries Scientific Research Conference Date And Place April 7-9, 2024 / Samsun, Türkiye Organization IKSAD Institute Editor Assoc. Prof. Hristina Runcheva Tasev, ISBN: 978-625-367-700-8, pp.429-442.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2024d). Intercultural Communication And Social Cohesion At The Heart Of Sustainable Development Goals (SDGS) And Development Policies. International Symposium On Communication, Information And Society. International Symposium on Communication Information and Society. Current Dynamics in Communication. May 09-10 2024. Abstracts Book. Gaziantep University Gaziantep / Türkiye. ISBN: 978-625-367-713-8. Editors Prof. Dr. Devrim Özkan, Assoc. Prof. Emine Şahin, Assoc. Prof. O. Özgür Güven, Assoc. Prof. Adil Bical. Institute of Economic

- Development and Social Researches (IKSAD) Publications. The Licence Number of Publisher: 2014/31220. Issued: 25.05.2024. p.97. Proceedings Book. ISBN: 978-625-367-741-1. Editors Prof. Dr. Devrim Özkan, Assoc. Prof. Emine Şahin, Assoc. Prof. O. Özgür Güven, Assoc. Prof. Adil Bical. Institute of Economic Development and Social Researches (IKSAD) Publications. The Licence Number of Publisher: 2014/31220. Issued: 25.05.2024. pp.87-99. Site of the Symposium in English: <http://comis.gantep.edu.tr/index.php?dil=en>. Site of the Symposium in Turkish: <http://comis.gantep.edu.tr/index.php>.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2024e). Envisioning International Trade and Logistics for the Sustainable Development Goals (SDGs): Responsible Plant, Tree, and Livestock Logistics for Greening and Conserving the Environment. Congress Title 7th International Antalya Scientific Research And Innovative Studies Congress Date And Place 11-13 May 2024, Antalya, Türkiye Organization Iksad Institute Editors Dr. Ertuğrul Kırış Dr. Özlem Özkan Önr. IKSAD Publishing House. IKSAD Publications – 2024. Issued: 30.05.2024. Abstracts Book ISBN: 978-625-367-721-3. p.136. Congress Title 7th International Antalya Scientific Research And Innovative Studies Congress Date And Place 11-13 May 2024, Antalya, Türkiye Organization IKSAD Institute Editors Dr. Ethem İlhan Şahin Dr. Jamal Eldin Fadoul Mohammed Ibrahim. IKSAD Publishing House. IKSAD Publications – 2024. Issued: 30.05.2024. Full Texts Book ISBN: 978-625-367-722-0. pp.644-663.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2023a). Positive and Constructive Contributions for Sustainable Development Goals. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7499-0>. WorldCat: 6 editions in 35 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1344378097.
- Popescu, C. R. G. (2023b). Artificial Intelligence and Sustainability in a Game-Changing Post-COVID-19 Era: Key Drivers for Economic Development, Social Development, and Environmental Protection. In C. Popescu (Ed.), Positive and Constructive Contributions for Sustainable Development Goals (pp. 1-20). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7499-0.ch001>.
- Popescu, C. R. G. (2022a). Impressive, Inspiring, and Profound Mindfulness Movement in Organizations: Boosting Productivity, Cultivating Joy, and Sharpening Awareness. In C. Popescu (Ed.), Handbook of Research on Building Inclusive Global Knowledge Societies for Sustainable Development (pp. 60-96). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5109-0.ch003>.
- Popescu, C. R. G. (2022b). Mindfulness at Work, a Sound Business Investment: Focusing on the Employee Well-Being While Increasing Creativity and Innovation. In C. Popescu (Ed.), Handbook of Research on Changing Dynamics in Responsible and Sustainable Business in the Post-COVID-19 Era (pp. 1-34). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-2523-7.ch001>.
- Popescu, C. R. G. (2022c). Mindfulness Business Principles: Producing Outstanding Value and Encouraging Community Connections. In C. Popescu (Ed.), COVID-19 Pandemic Impact on New Economy Development and Societal Change (pp. 196-228). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3374-4.ch010>.
- Popescu, C. R. G. (2022d). Environmental, Social, and Corporate Governance by Avoiding Management Bias and Tax Minimization: Reaching a General Consensus Regarding a Minimum Global Tax Rate. In C. Popescu (Ed.), COVID-19 Pandemic Impact on New Economy Development and Societal Change (pp. 94-132). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3374-4.ch006>.

- Popescu, C. R. G. (2022e). Fostering Creativity in Business: Empowering Strong Transformational Leaders. In C. Popescu (Ed.), *Handbook of Research on Changing Dynamics in Responsible and Sustainable Business in the Post-COVID-19 Era* (pp. 349-381). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-2523-7.ch017>.
- Popescu, C. R. G. (2022f). Analyzing the Impact of Green Marketing Strategies on the Financial and Non-Financial Performance of Organizations: The Intellectual Capital Factor. In I. Management Association (Ed.), *Research Anthology on Business Continuity and Navigating Times of Crisis* (pp. 202-226). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-4503-7.ch011>.
- Popescu, C. R. G. (2022g). Evaluarea capitalului intelectual și influența acestuia asupra performanțelor economice. Editura Mustang, București. ISBN 978-606-652-286-1. Published in Romanian. (Title in English: Intellectual Capital Assessment and Its Influence on Economic Performances); Link editura Mustang: [http://www.editura-mustang.ro/carti\\_stiintifice.php](http://www.editura-mustang.ro/carti_stiintifice.php)
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2022h). *COVID-19 Pandemic Impact on New Economy Development and Societal Change*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3374-4>. Indexed in EBSCOhost. WorldCat: 6 editions in 57 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1277184264.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2022i). *Frameworks for Sustainable Development Goals to Manage Economic, Social, and Environmental Shocks and Disasters*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6750-3>. Indexed in EBSCOhost. WorldCat: 3 editions in 34 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1334007327.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2022j). *Handbook of Research on Building Inclusive Global Knowledge Societies for Sustainable Development*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5109-0>. Indexed in EBSCOhost. WorldCat: 4 editions in 46 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1309072556.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2022k). *Handbook of Research on SDGs for Economic Development, Social Development, and Environmental Protection*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5113-7>. WorldCat: 4 editions in 49 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1323431329.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2022l). *Handbook of Research on Changing Dynamics in Responsible and Sustainable Business in the Post-COVID-19 Era*. IGI Global. <http://doi:10.4018/978-1-6684-2523-7>. Indexed in EBSCOhost. WorldCat: 4 editions in 49 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1285370248.
- Popescu, C. R. G. (2021a). Sustainable and Responsible Entrepreneurship for Value-Based Cultures, Economies, and Societies: Increasing Performance Through Intellectual Capital in Challenging Times. In C. Popescu & R. Verma (Eds.), *Sustainable and Responsible Entrepreneurship and Key Drivers of Performance* (pp. 33-58). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7951-0.ch002>.
- Popescu, C. R. G. (2021b). Impact of Innovative Capital on the Global Performance of the European Union: Implications on Sustainability Assessment. In C. Popescu (Ed.), *Handbook of Research on Novel Practices and Current Successes in Achieving the Sustainable Development Goals* (pp. 90-124). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8426-2.ch005>.
- Popescu, C. R. (2021c). Measuring Progress Towards the Sustainable Development Goals: Creativity, Intellectual Capital, and Innovation. In C. Popescu (Ed.), *Handbook of Research on Novel Practices and Current Successes in Achieving the Sustainable*

- Development Goals (pp. 125-136). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8426-2.ch006>.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2021d). Handbook of Research on Novel Practices and Current Successes in Achieving the Sustainable Development Goals. IGI Global. <http://doi:10.4018/978-1-7998-8426-2>. Indexed in Scopus. WorldCat: 5 editions in 50 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1260710279.
- Popescu, C. R. G. (2020a). Approaches to Sustainable and Responsible Entrepreneurship: Creativity, Innovation, and Intellectual Capital as Drivers for Organization Performance. In B. Hernández-Sánchez, J. Sánchez-García, & A. Moreira (Eds.), Building an Entrepreneurial and Sustainable Society (pp. 75-95). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2704-7.ch004>.
- Popescu, C. R. G. (2020b). Developing a Model for Entrepreneurship Competencies: Innovation, Knowledge Management, and Intellectual Capital – Success Competences for Building Inclusive Entrepreneurship and Organizational Performance. In J. Šebestová (Ed.), Developing Entrepreneurial Competencies for Start-Ups and Small Business (pp. 1-22). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2714-6.ch001>.
- Popescu, C. R. G. (2020c). Analyzing the Impact of Green Marketing Strategies on the Financial and Non-Financial Performance of Organizations: The Intellectual Capital Factor. In V. Naidoo & R. Verma (Eds.), Green Marketing as a Positive Driver Toward Business Sustainability (pp. 186-218). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9558-8.ch008>.
- Popescu, C. R. G. (2020d). Sustainability Assessment: Does the OECD/G20 Inclusive Framework for BEPS (Base Erosion and Profit Shifting Project) Put an End to Disputes Over The Recognition and Measurement of Intellectual Capital? Sustainability, 12, 10004. <https://doi.org/10.3390/su122310004>.
- Popescu, C. R. G. (2019). Corporate Social Responsibility, Corporate Governance and Business Performance: Limits and Challenges Imposed by the Implementation of Directive 2013/34/EU in Romania. Sustainability, 11, 5146. <https://doi.org/10.3390/su11195146>.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2019a). The Social, Economic, and Environmental Impact of Ecological Beekeeping in Romania. In G. Popescu (Ed.), Agrifood Economics and Sustainable Development in Contemporary Society (pp. 75-96). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5739-5.ch004>.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2019b). An Exploratory Study Based on a Questionnaire Concerning Green and Sustainable Finance, Corporate Social Responsibility, and Performance: Evidence from the Romanian Business Environment. J. Risk Financial Manag., 12, 162. <https://doi.org/10.3390/jrfm12040162>.
- Popescu, C. R. G. (2017). The Role Of Total Quality Management In Developing The Concept Of Social Responsibility To Protect Public Interest In Associations Of Liberal Professions. Amfiteatru Economic. Editura ASE. Volume: 19. pp. 1091-1106. Special Issue: 11. WOS:000413858500012. ISSN: 1582-9146. eISSN: 2247-9104.
- Popescu, C. R. G., Popescu, G. N., Popescu, V. A. (2017). Assessment Of The State Of Implementation Of Excellence Model Common Assessment Framework (CAF) 2013 By The National Institutes Of Research - Development - Innovation In Romania. Amfiteatru Economic. Editura ASE. Volume: 19. Issue: 44. pp. 41-60. WOS:000395746900004. ISSN: 1582-9146. eISSN: 2247-9104.
- Popescu, C. R. G., Popescu, G. N., Popescu, V. A. (2015a). Corporate Governance in Romania: Theories and Practices. In Boubaker, S., Nguyen, D.K. (Eds.), Corporate Governance

- And Corporate Social Responsibility: Emerging Markets Focus (pp. 375-401). WORLD SCIENTIFIC PUBL CO PTE LTDPO BOX 128 FARRER RD, SINGAPORE 9128, SINGAPORE. WOS:000349291300016. ISBN: 978-981-4520-37-9. [https://doi.org/10.1142/9789814520386\\_0014](https://doi.org/10.1142/9789814520386_0014).  
[https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9789814520386\\_0014](https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9789814520386_0014).
- Popescu, C. R. G., Popescu, V. A., Popescu, G. N. (2015b). The Entrepreneur's Role In The Performance Growth Of The Financial Audit Activity In Romania. *Amfiteatru Economic*. Editura ASE. Volume: 17. Issue: 38. pp. 228-246. WOS:000352213800015. ISSN: 1582-9146. eISSN: 2247-9104.
- Popescu, V. A., Popescu, G. N., Popescu, C. R. G. (2015c). The Relation Productivity - Environment In The Context Of Sustainable Development - Case Study On The Romanian Industry. *Metalurgija. CROATIAN METALLURGICAL SOCBERISLAVICEVA 6, ZAGREB, CROATIA*. Volume: 54. Issue: 1. pp. 286-288. WOS:000341740000075. ISSN:0543-5846. eISSN:1334-2576.
- Popescu, V. A., Popescu, G. N., Popescu, C. R. G. (2015d). Competitiveness And Sustainability - A Modern Economic Approach To The Industrial Policy. *Metalurgija. CROATIAN METALLURGICAL SOCBERISLAVICEVA 6, ZAGREB, CROATIA*. Volume: 54. Issue: 2. pp. 426-428. WOS:000343781300031. ISSN:0543-5846. eISSN:1334-2576.
- Popescu, V. A., Popescu, G. N., Popescu, C. R. G. (2015e). The Impact Of Global Crisis On The Dominant Sectors Of The Economy At The Romanian Industry. *Metalurgija. CROATIAN METALLURGICAL SOCBERISLAVICEVA 6, ZAGREB, CROATIA*. Volume: 54. Issue: 2. pp. 289-291. WOS:000341740000076. ISSN:0543-5846. eISSN:1334-2576.
- Popescu, V. A., Popescu, G. N., Popescu, C. R. G. (2014). The Economic And Social Dimensions Of Romania's Metallurgical Industry. *Metalurgija. CROATIAN METALLURGICAL SOCBERISLAVICEVA 6, ZAGREB, CROATIA*. Volume: 53. Issue: 1. pp. 113-115. WOS:000320481400029. ISSN:0543-5846. eISSN:1334-2576.
- Ramírez S. R. (2009). Orchid bees. *Current biology : CB*, 19(23), R1061–R1063. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.09.029>.
- Sinu, P. A., Jamal, M., Shaji, G., Hariraveendra, M., Viswan, G., Abhiram Krishnan, P., Das, A., Aneha, K., Pooja, A. R., Salikity, S., & Arathy, V. (2022). Ornamental roses for conservation of leafcutter bee pollinators. *Scientific reports*, 12(1), 18700. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23041-y>.
- Souza, C. V., Salvador, M. V., Tunes, P., Di Stasi, L. C., & Guimarães, E. (2019). I've been robbed! - Can changes in floral traits discourage bee pollination?. *PloS one*, 14(11), e0225252. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225252>.
- Spivak, M., Goblirsch, M., & Simone-Finstrom, M. (2019). Social-medication in bees: the line between individual and social regulation. *Current opinion in insect science*, 33, 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.02.009>.
- Srinivasan M. V. (2010). Honey bees as a model for vision, perception, and cognition. *Annual review of entomology*, 55, 267–284. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.010908.164537>.
- Szentgyörgyi, H., Czekońska, K., & Tofilski, A. (2018). Honey bees are larger and live longer after developing at low temperature. *Journal of thermal biology*, 78, 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.09.007>.
- United Nations Development Program (UNDP). (2018). *Buzzing With Life*. Retrieved from <https://bees.undp.org/>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- United Nations Development Program (UNDP). (2020). Big Benefits of Small Bees. Retrieved from <https://www.undp.org/belarus/stories/big-benefits-small-bees>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2018a). Bees could benefit from new EU rules on three insecticides. Retrieved from <https://www.unep.org/news-and-stories/story/bees-could-benefit-new-eu-rules-three-insecticides>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2018b). #FridayFact: One in three spoonfuls of food depends on bees!. Retrieved from <https://www.unep.org/news-and-stories/story/fridayfact-one-three-spoonfuls-food-depends-bees>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2019a). Pollinators and Pesticides: Keeping our Bees Safe. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/28214>.
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2019b). Air pollution's effect on bees. Retrieved from <https://www.unep.org/news-and-stories/video/air-pollutions-effect-bees>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2020). Honey bees feel sting of viral disease. Retrieved from <https://www.unep.org/news-and-stories/story/honey-bees-feel-sting-viral-disease>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). Bees, Bans and Broad-Spectrum Pesticides. Retrieved from <https://www.unep.org/news-and-stories/story/bees-bans-and-broad-spectrum-pesticides>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). Why bees are essential to people and planet. Retrieved from <https://www.unep.org/news-and-stories/story/why-bees-are-essential-people-and-planet>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- van der Kooi, C. J., Vallejo-Marín, M., & Leonhardt, S. D. (2021). Mutualisms and (A)symmetry in Plant-Pollinator Interactions. *Current biology : CB*, 31(2), R91–R99. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.11.020>.
- Witter, S., Nunes-Silva, P., Lisboa, B. B., Tirelli, F. P., Sattler, A., Both Hilgert-Moreira, S., & Blochtein, B. (2015). Stingless Bees as Alternative Pollinators of Canola. *Journal of economic entomology*, 108(3), 880–886. <https://doi.org/10.1093/jee/tov096>.
- Woodard, S. H., Lozier, J. D., Goulson, D., Williams, P. H., Strange, J. P., & Jha, S. (2015). Molecular tools and bumble bees: revealing hidden details of ecology and evolution in a model system. *Molecular ecology*, 24(12), 2916–2936. <https://doi.org/10.1111/mec.13198>.
- Worthy, S. H., Acorn, J. H., & Frost, C. M. (2023). Honey bees (*Apis mellifera*) modify plant-pollinator network structure, but do not alter wild species' interactions. *PloS one*, 18(7), e0287332. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287332>.

**UNDERSTANDING SUSTAINABLE SEAFOOD FOR A SUSTAINABLE FUTURE:  
FOOD SECURITY, HEALTHY NUTRITION, AND STABILITY IN EMPLOYMENT  
FOR SUPPORTING THE UNITED NATIONS' SUSTAINABLE DEVELOPMENT  
GOALS**

**Habil. Cristina Raluca Gh. POPESCU (ORCID:0000-0002-5876-0550)**

University of Bucharest, Bucharest, Romania and The Bucharest University of Economic  
Studies, Bucharest, Romania.

**Email:**popescu\_cr@yahoo.com

**Gheorghe N. POPESCU (ORCID:0000-0001-8002-8967)**

The Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Romania.

**Email:**popescu\_gh\_cafr@yahoo.com

**Abstract**

Nowadays, for many countries worldwide, fishing and seafood production have come to play, now more than ever in the history of mankind, a crucial role in supporting the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs), as follows: on the one hand, fishing and seafood production are vital in terms of ensuring food security, offering healthy nutrition for billions of individuals all around the Globe, especially because farmed and wild-caught seafood is a significant source of animal protein; and, on the other hand, fishing and seafood production represent a powerful source of stability and permanence in employment, since seafood is the world's most traded food commodity being paramount to many national economies. First of all, the current research paper tackles the nexus between sustainable seafood and the SDGs, considering the idea that sustainably farmed and wild-caught seafood, such as fish, shellfish, and seaweeds, can play a pivotal role in achieving sustainable development for the present and future generations to come. Second of all, the study focuses on the case of Sustainable Seafood Communities and Countries which have successfully paved the path to sustainable fishing initiatives and trade as well as to ensuring responsible and sustainable fishing practices. In this matter, several critical documents published by the European Commission, Food and Agriculture Organization (FAO), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), United Nations Committee on Fisheries (COFI), United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), United Nations Development Program (UNDP), and United Nations Environment Program (UNEP) were closely analyzed. Results show that fisheries and aquaculture play a tremendous role in the SDGs achievement.

**Keywords:** Sustainable Development Goals; Seafood; Sustainable Management of Fisheries and Aquaculture; Responsible Fisheries and Social Development; Stability and Permanence in Employment; Socio-Economic Opportunities.



## **INTRODUCTION AND PURPOSE**

The paper highly suggestively entitled “Understanding Sustainable Seafood for a Sustainable Future: Food Security, Healthy Nutrition, and Stability in Employment for Supporting the United Nations’ Sustainable Development Goals” focuses on offering a better and a more in-depth understanding of sustainable seafood for a sustainable future, while placing a particular emphasis on food security, healthy nutrition, and stability in employment for supporting the United Nations’ Sustainable Development Goals (SDGs).

To begin with, there are several aspects to be taken into account when it comes to acknowledging the pivotal importance and role of sustainability and sustainable development (Popescu, 2024a-2024d; Popescu & Popescu, 2024a-2024e; Popescu, 2023a-2023b). Nowadays, for many countries worldwide, fishing and seafood production have come to play, now more than ever in the history of mankind, a crucial role in supporting the United Nations’ Sustainable Development Goals (SDGs), as follows: on the one hand, fishing and seafood production are vital in terms of ensuring food security, offering healthy nutrition for billions of individuals all around the Globe, especially because farmed and wild-caught seafood is a significant source of animal protein (Popescu, 2022a-2022i; Popescu, 2021a-2021d; Popescu, 2020a-2020d); and, on the other hand, fishing and seafood production represent a powerful source of stability and permanence in employment, since seafood is the world’s most traded food commodity being paramount to many national economies (Popescu, 2019; Popescu & Popescu, 2019a-2019b; Popescu, 2017; Popescu et al., 2017; Popescu et al., 2015a-2015e; Popescu et al., 2014). Food security these days plays a crucial part in the lives of the individuals and the communities, especially in the context of globalization and environmental challenges. Based on that, the SDGs center on offering a brighter and a safer future for all individuals, having in mind the paramount desiderate that no one ought to be left behind, implicating that all people will be taken care of and the environment will be positioned among the top priorities of the individuals, the communities, the governmental officials, and the entities’ leaders.

In the document on “CORDIS results pack on seafood” recently published by the European Union (EU), several pivotal aspects were highlighted, as follows (Publications Office of the European Union, 2019): “Europe’s marine and freshwater seafood will continue to play a key role in ensuring food and nutrition security (FNS). Sourcing food from our seas, oceans, rivers and lakes calls for a systems approach that prioritizes sustainability, health and safety, fishers and farmers, consumers and citizens” (Publications Office of the European Union, 2019, p.2). This implicate the fact that sustainability and the health and safety of the individuals, the communities, and the environment will be supported by the agricultural activities, by the fishers and by the farmers, and by the consumers and the citizens, since everybody these days is highly interested in taking better care of the Planet, hence working towards the achievement of the SDGs by ensuring sustainable development (European Commission, Directorate-General for Research and Innovation et al., 2023). In addition to the aforementioned crucial ideas, “all relevant economic sectors of the food system must be linked, from production to consumption, including processing industries, logistics, retailers and downstream food services. Such an approach must be deployed at all geographical levels – local, regional and national – as well as at European and international policy forums. Only in this way can global food security, quality and safety be ensured while fostering responsible research and innovation, and consumer acceptability of healthy and sustainable seafood” (Publications Office of the European Union, 2019, p.2).

There are two major aspects concerning the current study that ought to be brought to the attention. First of all, the current research paper tackles the nexus between sustainable seafood

and the SDGs, considering the idea that sustainably farmed and wild-caught seafood, such as fish, shellfish, and seaweeds, can play a pivotal role in achieving sustainable development for the present and future generations to come. Second of all, the study focuses on the case of Sustainable Seafood Communities and Countries which have successfully paved the path to sustainable fishing initiatives and trade as well as to ensuring responsible and sustainable fishing practices. In this matter, several critical documents published by the European Commission, Food and Agriculture Organization (FAO), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), United Nations Committee on Fisheries (COFI), United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), United Nations Development Program (UNDP), and United Nations Environment Program (UNEP) were closely analyzed. Results show that fisheries and aquaculture play a tremendous role in the SDGs achievement. Likewise, in continuation to the aforementioned ideas, there are several concepts that require particular emphasis, as follows: the Sustainable Development Goals (SDGs); seafood; sustainable management of fisheries and aquaculture; responsible fisheries and social development; stability and permanence in employment; and, socio-economic opportunities.

#### **CONCEPTUAL FRAMEWORK (LITERATURE REVIEW OR BACKGROUND)**

This section is dedicated to the conceptual framework section (also acknowledged as the literature review section or the background section) in which the most important concepts related to this theme “Understanding Sustainable Seafood for a Sustainable Future: Food Security, Healthy Nutrition, and Stability in Employment for Supporting the United Nations’ Sustainable Development Goals” are displayed and explained as seen by reputed international specialists. The keywords which prove to be pivotal in this regard are as follows: the Sustainable Development Goals (SDGs); seafood; sustainable management of fisheries and aquaculture; responsible fisheries and social development; stability and permanence in employment; and, socio-economic opportunities. Moreover, this section sheds a new light on the nexus between sustainable seafood and the SDGs, considering the idea that sustainably farmed and wild-caught seafood, such as fish, shellfish, and seaweeds, can play a pivotal role in achieving sustainable development for the present and future generations to come.

Based on specialists’ most recent studies, “fishing is one of the oldest economic activities carried out by humans” and is being regarded “to this day a vital source of income for many countries”; in addition to the aforementioned ideas, today “fisheries often account between 5 and 10 percent of GDP and exports for many Least Developed Countries (LDCs) and Small Island Developing States (SIDS)” and, in consequence, “it is not surprising to see that fish is the most traded animal protein commodity”, especially in the context in which “it is a particularly important source of nutrition and protein for coastal populations in addition to being one of their main source of income” (United Nations Environment Programme (UNEP), 2024). Moreover, several critical factors among which could be highlighted the acceleration of the globalization phenomenon, the “growing global population”, and the high “demand for food products” have led, in the last years, to biologically “unsustainable fisheries practices” which have started to worry, more and more, researchers and specialists worldwide (United Nations Environment Programme (UNEP), 2024).

In the lines below, Table no. 1: The Nexus between Sustainable Seafood and the SDGs, Centering on the Pivotal Role Played by Sustainably Farmed and Wild-Caught Seafood, such as Fish, Shellfish, and Seaweeds in Achieving Sustainable Development for the Present and Future Generations to Come, seeks to offer answers to one of the two major research questions (RQ) of this current research paper, namely to the first research question (RQ1) (see, in this

matter, Table no. 1: The Nexus between Sustainable Seafood and the SDGs, Centering on the Pivotal Role Played by Sustainably Farmed and Wild-Caught Seafood, such as Fish, Shellfish, and Seaweeds in Achieving Sustainable Development for the Present and Future Generations to Come). The first research question (RQ1) is, as follows: (RQ1) in what way sustainably farmed and wild-caught seafood, such as fish, shellfish, and seaweeds, can play a pivotal role in achieving sustainable development for the present and future generations to come?

**Table no. 1.** The Nexus between Sustainable Seafood and the SDGs, Centering on the Pivotal Role Played by Sustainably Farmed and Wild-Caught Seafood, such as Fish, Shellfish, and Seaweeds in Achieving Sustainable Development for the Present and Future Generations to Come

**The Nexus between Sustainable Seafood and the SDGs:**

All the objectives stated by the United Nations' 2030 Agenda for Sustainable Development intertwine and profound links may be encountered between all the Global Goals.

According to a recent document published by the United Nations Environment Programme (UNEP) on Fisheries subsidies, it has been highlighted, on the one hand, that providing sustainable solutions in terms of policy is a crucial step towards ensuring sustainable development and, on the other hand, that the engagement of international organizations – such as UNEP, in the “global policy reform surrounding harmful fisheries subsidies” is essential for the SDGs (United Nations Environment Programme (UNEP), 2024).

While referring to the EU action on food, the following elements ought to be analyzed: “The FOOD 2030 framework addresses the provision and consumption of healthy and nutritious food products from marine and inland waters via capture-fishing practices and aquaculture. It supports the development of sustainable aquaculture in Europe and beyond, as a source of healthy protein in the fight against hunger and malnutrition, and as a means to meet an increasing global protein demand. Aquaculture stands out as a sector with high potential to create jobs and growth, as recognized by the EU Blue Growth Strategy” (Publications Office of the European Union, 2019, p.2). All these issues come to support the Global Goals in the form envisioned by the United Nations.

Based on the facts and figures recently published by the European Investment Bank in the latest report on the Clean Oceans and the Blue Economy: Overview 2024”, the following aspects were mentioned:

First of all, “keeping the ocean clean and healthy is crucial for sustainable development and poverty reduction”, a major aspect “reflected in the UN Sustainable Development Goals (SDG 14: Life Below Water)” (European Investment Bank, 2024).

**The Pivotal Role Played by Sustainably Farmed and Wild-Caught Seafood, such as Fish, Shellfish, and Seaweeds in Achieving Sustainable Development for the Present and Future Generations to Come:**

These days, as highlighted by the European Food Safety Authority, there are numerous threats to the health and well-being of the individuals and the communities, and some of these threats may be encountered, among other sources, in the farmed and the wild-caught seafood, such as fish, shellfish, and seaweeds.

In this matter, a very important initiative that accentuates the paramount necessity of providing sustainably farmed and wild-caught seafood is represented by the Commission Recommendation (EU) 2024/907 of 22 March 2024 on the monitoring of nickel in food (Commission Recommendation (EU) 2024/907 of 22 March 2024 on the monitoring of nickel in food, 2024).

First of all, according to the European Union Commission, it has been stated that “nickel is a widespread component of Earth's crust and is ubiquitous in the biosphere”, while “its presence in food can arise from both natural and anthropogenic sources” (Commission Recommendation (EU) 2024/907 of 22 March 2024 on the monitoring of nickel in food, 2024, p.1).

Second of all, “in 2015, the European Food Safety Authority (...) adopted its scientific opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water”, which “identified reproductive and developmental toxicity as the critical effect for the risk characterization of chronic oral exposure to nickel” and, “eczematous flare-up reactions and worsening of allergic reactions were identified as the critical effect for acute oral exposure to nickel of nickel-sensitized humans” (Commission Recommendation (EU) 2024/907 of 22 March 2024 on the monitoring of nickel in food, 2024, p.1).

While having in mind the EU action on food and the connections with the SDGs, the aspects below ought to be strengthened: “Key to the sustainable development of European aquaculture is good planning of marine and freshwater activities that considers social, ecological and economic dimensions and their impacts. The sustainable management of traditional wild capture fisheries that eliminates wasteful or harmful activities will additionally ensure the preservation of healthy and productive marine ecosystems. Added measures are planned that will

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

And, second of all, the “financial markets and institutions can play a pivotal role in driving the ocean sustainability agenda”, an excellent example offered in this matter being represented by the fact that since 2014, the UN Ocean Conference and European Investment Bank Ocean Conference have successfully “collected around 2160 financial and other measurable commitments, mobilizing more than \$130 billion” (European Investment Bank, 2024).

minimize unwanted by-catch and prevent discards. Initiatives throughout the EU will be developed to encourage the transfer of best practices across sustainable fisheries and aquaculture” (Publications Office of the European Union, 2019, p.2).

Source: The Author’ Own Elaboration, Based on the References Highlighted in the Table and in the Bibliography Section

## **MATERIALS AND METHODS**

This particular section is represented by the materials and methods section in which the research questions of this current study on “Understanding Sustainable Seafood for a Sustainable Future: Food Security, Healthy Nutrition, and Stability in Employment for Supporting the United Nations’ Sustainable Development Goals” are presented and analyzed. In this given context, there are two major aspects concerning the current study that ought to be brought to the attention. First of all, the current research paper tackles the nexus between sustainable seafood and the SDGs, considering the idea that sustainably farmed and wild-caught seafood, such as fish, shellfish, and seaweeds, can play a pivotal role in achieving sustainable development for the present and future generations to come. Second of all, the study focuses on the case of Sustainable Seafood Communities and Countries which have successfully paved the path to sustainable fishing initiatives and trade as well as to ensuring responsible and sustainable fishing practices. In this matter, several critical documents published by the European Commission, Food and Agriculture Organization (FAO), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), United Nations Committee on Fisheries (COFI), United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), United Nations Development Program (UNDP), and United Nations Environment Program (UNEP) were closely analyzed. Results show that fisheries and aquaculture play a tremendous role in the SDGs achievement. Likewise, in continuation to the aforementioned ideas, there are several concepts that require particular emphasis, as follows: the Sustainable Development Goals (SDGs); seafood; sustainable management of fisheries and aquaculture; responsible fisheries and social development; stability and permanence in employment; and, socio-economic opportunities.

In this matter, it needs to be stressed that there are 2 (two) research questions (RQ) which are representative for this current study and which were displayed in the lines below. The first research question (RQ1) is, as follows: (RQ1) in what way sustainably farmed and wild-caught seafood, such as fish, shellfish, and seaweeds, can play a pivotal role in achieving sustainable development for the present and future generations to come? The second research question (RQ2) is, as follows: (RQ2) what are the lessons that can be learned from the case of Sustainable Seafood Communities and Countries which have successfully paved the path to sustainable fishing initiatives and trade as well as to ensuring responsible and sustainable fishing practices?

## **RESULTS**

This section highlights the results section or the findings of the study on “Understanding Sustainable Seafood for a Sustainable Future: Food Security, Healthy Nutrition, and Stability in Employment for Supporting the United Nations’ Sustainable Development Goals”. In the lines below the Table no. 2: The case of Sustainable Seafood Communities and Countries which

Have Successfully Paved the Path to Sustainable Fishing Initiatives and Trade as well as to Ensuring Responsible and Sustainable Fishing Practices sheds a new light on the following aspects: first of all, these days, based on ample studies, the marine and the freshwater ecosystems bring a vital contribution, on the one hand, to the food safety and, on the other hand, to healthy and sustainable nutrition; and, second of all, today, due to all the efforts that belong to major international organizations, such as the European Commission, Food and Agriculture Organization (FAO), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), United Nations Committee on Fisheries (COFI), United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), United Nations Development Program (UNDP), and United Nations Environment Program (UNEP), the confidence of the consumers and seafood and other related products is expected to increase (see, in this matter, Table no. 2: The case of Sustainable Seafood Communities and Countries which Have Successfully Paved the Path to Sustainable Fishing Initiatives and Trade as well as to Ensuring Responsible and Sustainable Fishing Practices).

**Table no. 2.** The case of Sustainable Seafood Communities and Countries which Have Successfully Paved the Path to Sustainable Fishing Initiatives and Trade as well as to Ensuring Responsible and Sustainable Fishing Practices

**The case of Sustainable Seafood Communities and Countries:**

First of all, these days, based on ample studies, the marine and the freshwater ecosystems bring a vital contribution, on the one hand, to the food safety and, on the other hand, to healthy and sustainable nutrition (European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, 2014; 2021a-2021b; 2023; 2024).

Second of all, today, due to all the efforts that belong to major international organizations, such as the European Commission, Food and Agriculture Organization (FAO), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), United Nations Committee on Fisheries (COFI), United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), United Nations Development Program (UNDP), and United Nations Environment Program (UNEP), the confidence of the consumers and seafood and other related products is expected to increase (United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 2022; United Nations Development Programme (UNDP), 2024a-2024b).

**Ways of Successfully Paving the Path to Sustainable Fishing Initiatives and Trade as well as to Ensuring Responsible and Sustainable Fishing Practices:**

There is the vital need to expend aquaculture across Europe, having in mind the necessity of the implementation of interactive tools that are able to boost growth in the EU aquaculture industry (European Commission, European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency, 2024; European Commission, Joint Research Centre, Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries et al., 2021; 2023; 2024; and, European Environment Agency, 2016).

An essential tool is the “marine spatial planning (MSP) for aquaculture” which is believed to be technical process as well as “part of societal governance, with tools informing and empowering community agency and — hopefully — leading to greater societal acceptance of the expansion of aquaculture” (Publications Office of the European Union, 2019, p.4).

In essence, the general belief is that: “More aquaculture space means sustainable development and increased production” (Publications Office of the European Union, 2019, p.4).

There are several countries where the fisheries are sustainable, such as: Barbados, Iceland, Norway, South Korea, and The Philippines (Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN) & United Nations Committee on Fisheries (COFI), 2024; Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN) & Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2024; National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2023-2024; Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)/ Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN), 2024).

There are several dimensions to be considered when referring to the Sustainable Seafood Communities and Countries, as follows: (a) one dimension is represented by

governance, since it has the capacity to address all factors and take into consideration the entire system; (b) another dimension focuses on the structural drivers that put at risk the unsustainable food systems and among which could be mentioned poverty, inequality, health, gender, climate change, environment, and energy; (c) also, another dimension takes into account the food value chain, where the emphasis ought to be on sustainability and sustainable development rather than on profit, since the food systems need to be fair, inclusive, resilient, robust, and sustainable; and (d) in the end, the last dimension could be sustainable finance which could position the food systems on the path to resilience, while investing in a better and a safer future for all, and while reshaping the global financial architecture (European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the Union et al., 2016; 2023; 2024; Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN), 2024a-2024b).

Source: The Author' Own Elaboration, Based on the References Highlighted in the Table and in the Bibliography Section

## **DISCUSSION AND CONCLUSION**

The discussion and the conclusion section positions the current research paper on “Understanding Sustainable Seafood for a Sustainable Future: Food Security, Healthy Nutrition, and Stability in Employment for Supporting the United Nations’ Sustainable Development Goals” among those studies particularly targeting the enhancement in those research and innovation activities that are capable of driving seafood production towards a sustainable and resilient path.

In this matter, there are several aspects that require a particular attention, as follows: (a) First of all, “according to the World Health Organization, 40 % of the world’s population is at risk from iodine deficiency. Seaweed is the best known and most reliable source of natural iodine, but production is dominated by larger Asian players, and seawater pollution affects product quality” (Publications Office of the European Union, 2019, p.5). In this specific matter, an emphasis ought to be placed on “novel seaweed products to combat iodine deficiency disorders” (Publications Office of the European Union, 2019, p.5). (b) Second of all, going further with the analysis, specialists have noted that “the aquaculture sector is growing, with fish farming being a crucial means of ensuring Europe gets quality food without exploiting marine resources further. One key problem the industry faces is getting the immature fish though their first few months — and one EU project may be about to smooth the way” (Publications Office of the European Union, 2019, p.7). That is the reason why “European aquaculture to benefit from a better quality of live feed” ought to be positioned among the top priorities in terms of innovation, and research and development activities (Publications Office of the European Union, 2019, p.7). (c) Third of all, taking into account the most recent findings displayed by the European Commission, the Joint Research Centre, and the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, published in the 2024 on the Economic report on the EU fish processing industry (STECF 23-14), the aspects below were mentioned: “The overall number of enterprises carrying out fish processing as main activity was equal to around 3,200 firms. In 2021, the industry generated a turnover of €29.4 billion and employed more than 111 thousand people (corresponding to 102 thousand full time equivalent (FTE)), the highest level over the period 2013-2021. (...)Spain has the largest number of enterprises (18% of the total)

and has the highest share of turnover (26%) of the EU total. Italy is in second place, in terms of number of firms (14%), while France is the second largest in terms of turnover (17%)” (European Commission, Joint Research Centre, the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries et al., 2024; pp.3-4)

#### **ACKNOWLEDGEMENT**

The Authors of the manuscript (Cristina Raluca Gh. Popescu (C.R.G.P.) and Gheorghe N. Popescu (G.N.P.)) are extremely appreciative and extremely grateful to the Organizers of this first-rate and delightful international scientific event and want to hereby acknowledge the Organizers kindness and thoughtfulness in offering them the positions of invited speakers, hence having the wonderful opportunity to express the ideas and the thoughts concerning this novel and up-to-date topic at such a prestigious international scientific event. In addition, the Authors prove to be highly enthusiastic concerning the fruitful discussions on this presentation that took place during the session of this wonderful international scientific event, which ultimately had the objective of enhancing the ideas displayed in this current study so that the theme chosen for the analysis will increase its power and will offer a better understanding of sustainability and sustainable development in terms of fostering the people’s and the environment most pressing needs.

#### **FUNDING**

The Authors received no funding for the current research.

#### **COMPETING INTERESTS**

The Authors have declared that no competing interests exist.

#### **STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST**

The Authors declare that there are no conflicts of interest. The Authors declare that has no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this.

#### **AUTHORS CONTRIBUTIONS**

Conceptualization, Cristina Raluca Gh. Popescu (C.R.G.P.) and Gheorghe N. Popescu (G.N.P.); methodology, C.R.G.P. and G.N.P.; software, C.R.G.P. and G.N.P.; validation, C.R.G.P. and G.N.P.; formal analysis, C.R.G.P. and G.N.P.; investigation, C.R.G.P. and G.N.P.; resources, C.R.G.P. and G.N.P.; data curation, C.R.G.P. and G.N.P.; writing—original draft preparation, C.R.G.P. and G.N.P.; writing—review and editing, C.R.G.P. and G.N.P. All Authors have equally contributed to this manuscript. All Authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

## REFERENCES

- Commission Recommendation (EU) 2024/907 of 22 March 2024 on the monitoring of nickel in food. (2024). Official Journal, L 907, ELI: [http://data.europa.eu/eli/reco/2024/907/oj\[legislation\]](http://data.europa.eu/eli/reco/2024/907/oj[legislation]).
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Bizzo, G., Fabbri, K., Gajdzinska, M. (2023). Food 2030: pathways for action 2.0: R&I policy as a driver for sustainable, healthy, climate resilient and inclusive food systems, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/365011>.
- European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, (2014). A pocket guide to the EU's new fish and aquaculture consumer labels, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2771/86800>.
- European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, (2021a). Impact of seafood imports on the EU small-scale coastal fleet, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2771/734846>.
- European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, (2021b). Impact of seafood imports on the EU small-scale coastal fleet . Annex 1, EU and country fiches, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2771/740066>.
- European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, (2023). The EU fish market : 2023 edition, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2771/38507>.
- European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, (2024). Monthly highlights. No. 4 / 2024, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2771/021553>.
- European Commission, European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency, (2024). What does the EU do to support the algae sector?, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2926/17781>.
- European Commission, Joint Research Centre, Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, Druon, J., Gascuel, D. (2021). Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF): criteria and indicators to incorporate sustainability aspects for seafood products in the marketing standards under the Common Market Organisation (STECF-20-05), (J.Druon,editor,D.Gascuel,edito) Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/211065>.
- European Commission, Joint Research Centre, Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, Pallezo, R., Guillen, J., Tardy Martorell, M. (2023). The 2023 annual economic report on the EU fishing fleet (STECF 23-07), (R.Pallezo,editor,J.Guillen,editor,M.Tardy Martorell,editor,J.Virtanen,editor,E.Sabatella,edito) Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/423534>.
- European Commission, Joint Research Centre, Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, Malvarosa, L., Tardy Martorell, M., Virtanen, J. (2024). Economic report on the EU fish processing industry (STECF 23-14), Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/81639>.
- European Environment Agency, (2016). Seafood in Europe: a food system approach for sustainability, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2800/06589>.



---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- European Investment Bank, (2024). Clean oceans and the blue economy: overview 2024, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2867/921418>.
- European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the Union, Davies, R., Warmerdam, W., Gelder, J. (2016). Seafood industry integration in the EU : research for PECH Committee, European Parliament. <https://data.europa.eu/doi/10.2861/880176>.
- European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the Union, Cappell, R., Huntington, T. (2023). Workshop on the European Green Deal: challenges and opportunities for EU fisheries and aquaculture. Part III, Food security aspects, European Parliament. <https://data.europa.eu/doi/10.2861/991050>.
- European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the Union, Aranda, M., Oanta, G., Sobrino-Heredia, J. (2024). Policy options for strengthening the competitiveness of the EU fisheries and aquaculture sector, European Parliament. <https://data.europa.eu/doi/10.2861/587>.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024a). Committee on Fisheries. Retrieved from <https://www.fao.org/cofi/en>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024b). World Food Safety Day/ Safe fish for healthy life. Retrieved from <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/news-and-events/news-details/en/c/1696551/>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN) & United Nations Committee on Fisheries (COFI). (2024). Global meeting focuses on fisheries and aquaculture's vital role in tackling food insecurity, malnutrition and poverty. 36th Session of the Committee on Fisheries opens at FAO. Retrieved from <https://www.fao.org/newsroom/detail/global-meeting-focuses-on-fisheries-s-vital-role-in-food-insecurity--malnutrition-and-poverty/en>. Accessed on the 11<sup>th</sup> of July 2024.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN) & Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2024). OECD-FAO Agricultural Outlook: Emerging economies will continue driving agricultural markets. Significant regional shifts are projected in the coming decade. Retrieved from <https://www.fao.org/newsroom/detail/oecd-fao-agricultural-outlook--emerging-economies-will-continue-driving-agricultural-markets/en>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2023). Sustainable Fisheries. Status of Stocks 2023. The annual Status of Stocks report highlights our work with partners to ensure the sustainability of fisheries and fishing communities while maximizing fishing opportunities. National. Retrieved from <https://www.fisheries.noaa.gov/national/sustainable-fisheries/status-stocks-2023>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2024). Sustainable Seafood: Seafood Consumers. Retrieved from <https://www.fao.org/newsroom/detail/oecd-fao-agricultural-outlook--emerging-economies-will-continue-driving-agricultural-markets/en>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)/ Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). (2024). OECD-FAO Agricultural Outlook 2024-2033, OECD Publishing, Paris/FAO, Rome, <https://doi.org/10.1787/4c5d2cfb-en>.

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2024a). Building Inclusive Global Knowledge Societies for Sustainable Development. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-6298-3>. DOI: 10.4018/979-8-3693-6298-3. ISBN13: 9798369362983. ISBN13 Softcover: 9798369362990. EISBN13: 9798369363003. <https://www.igi-global.com/book/building-inclusive-global-knowledge-societies/343531>. (Forthcoming).
- Popescu, C. R. G. (2024b). Monitoring Progress towards the Sustainable Development Goals, where Children and Youth Hold the Key to Sustainable Future: Principles and Policy Guidance on Children's Rights to Healthy Environment. Paper presented at the World Children Conference-V. June 07-09, 2024. Hakkari, Turkey. Organizers: Hakkari University, Turkey and IKSAD Institute of Economic Development and Social Research of Turkey, Turkey. Paper due to be published in the Conference Volume Proceedings. <https://www.worldchildrenconference.org/>.
- Popescu, C. R. G. (2024c). Intercultural Communication And Social Cohesion At The Heart Of Sustainable Development Goals (SDGS) And Development Policies. International Symposium On Communication, Information And Society. International Symposium on Communication Information and Society. Current Dynamics in Communication. May 09-10 2024. Abstracts Book. Gaziantep University Gaziantep / Türkiye. ISBN: 978-625-367-713-8. Editors Prof. Dr. Devrim Özkan, Assoc. Prof. Emine Şahin, Assoc. Prof. O. Özgür Güven, Assoc. Prof. Adil Bical. Institute of Economic Development and Social Researches (IKSAD) Publications. The Licence Number of Publisher: 2014/31220. Issued: 25.05.2024. p.96. Proceedings Book. ISBN: 978-625-367-741-1. Editors Prof. Dr. Devrim Özkan, Assoc. Prof. Emine Şahin, Assoc. Prof. O. Özgür Güven, Assoc. Prof. Adil Bical. Institute of Economic Development and Social Researches (IKSAD) Publications. The Licence Number of Publisher: 2014/31220. Issued: 25.05.2024. pp.75-86. Site of the Symposium in English: <http://comis.gantep.edu.tr/index.php?dil=en>. Site of the Symposium in Turkish: <http://comis.gantep.edu.tr/index.php>.
- Popescu, C. R. G. (2024d). Envisioning International Trade and Logistics for the Sustainable Development Goals (SDGs): Responsible Plant, Tree, and Livestock Logistics for Greening and Conserving the Environment. Congress Title 7th International Antalya Scientific Research And Innovative Studies Congress Date And Place 11-13 May 2024, Antalya, Türkiye Organization Iksad Institute Editors Dr. Ertuğrul Kırış Dr. Özlem Özkan Önür. IKSAD Publishing House. IKSAD Publications – 2024. Issued: 30.05.2024. Abstracts Book ISBN: 978-625-367-721-3. p.135. Congress Title 7th International Antalya Scientific Research And Innovative Studies Congress Date And Place 11-13 May 2024, Antalya, Türkiye Organization IKSAD Institute Editors Dr. Ethem İlhan Şahin Dr. Jamal Eldin Fadoul Mohammed Ibrahim. IKSAD Publishing House. IKSAD Publications – 2024. Issued: 30.05.2024. Full Texts Book ISBN: 978-625-367-722-0. pp.625-643.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2024a). The Power of Data Analysis in Transforming Businesses Performance: Improved Decision-Making, Real-World Applications, and the Sustainable Development Goals. In Popescu C. R. G. (Ed.). Building Inclusive Global Knowledge Societies for Sustainable Development. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-6298-3>. DOI: 10.4018/979-8-3693-6298-3. ISBN13: 9798369362983. ISBN13 Softcover: 9798369362990. EISBN13: 9798369363003. <https://www.igi-global.com/book/building-inclusive-global-knowledge-societies/343531>. (Forthcoming).

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2024b). Socio-Economic Inclusion, Health and Education Nexus: Tackling the European Union (EU) Vital Strategy on the Rights of the Child EU Actions to Withstand Poverty and Boost Inclusive and Child-Friendly Societies, Health and Education Systems. Paper presented at the World Children Conference-V. June 07-09, 2024. Hakkari, Turkey. Organizers: Hakkari University, Turkey and IKSAD Institute of Economic Development and Social Research of Turkey, Turkey. Paper due to be published in the Conference Volume Proceedings. <https://www.worldchildrenconference.org/>.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2024c). Renewable Energy Industry: Benefits For Economic Growth. International Black Sea Coastline Countries Scientific Assembly by Center for Black Sea Research. Organizer: Center For Black Sea Research, Black Sea Network For Intercultural Communications (BIC). April 7-9, 2024, Samsun, Turkey. Congress website: <https://www.blackseacountries.org/congress>. Editor Prof. Dr. Radoslav Baltezarević, IKSAD Publishing House, IKSAD Publications – 2024. Issued: 25.04.2024. Abstracts Book ISBN: 978-625-367-699-5, Conference ID Conference Title 10th International Black Sea Coastline Countries Scientific Research Conference. Date And Place April 7-9, 2024 / Samsun, Türkiye. Organization IKSAD Institute Editor Prof. Dr. Radoslav Baltezarević, ISBN: 978-625-367-699-5, p.34 – From the Abstract Book; 10th International Black Sea Coastline Countries Scientific Research Conference April 7-9, 2024 Samsun, Türkiye Full Texts Book Editor Assoc. Prof. Hristina Runcheva Tasev, ISBN: 978-625-367-700-8, International Black Sea Coastline Countries Scientific Research Conference, IKSAD Publishing House, IKSAD Publications – 2024. Issued: 25.04.2024 Full Texts Book ISBN: 978-625-367-700-8, Conference ID Conference Title 10th International Black Sea Coastline Countries Scientific Research Conference Date And Place April 7-9, 2024 / Samsun, Türkiye Organization IKSAD Institute Editor Assoc. Prof. Hristina Runcheva Tasev, ISBN: 978-625-367-700-8, pp.429-442.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2024d). Intercultural Communication And Social Cohesion At The Heart Of Sustainable Development Goals (SDGS) And Development Policies. International Symposium On Communication, Information And Society. International Symposium on Communication Information and Society. Current Dynamics in Communication. May 09-10 2024. Abstracts Book. Gaziantep University Gaziantep / Türkiye. ISBN: 978-625-367-713-8. Editors Prof. Dr. Devrim Özkan, Assoc. Prof. Emine Şahin, Assoc. Prof. O. Özgür Güven, Assoc. Prof. Adil Bical. Institute of Economic Development and Social Researches (IKSAD) Publications. The Licence Number of Publicator: 2014/31220. Issued: 25.05.2024. p.97. Proceedings Book. ISBN: 978-625-367-741-1. Editors Prof. Dr. Devrim Özkan, Assoc. Prof. Emine Şahin, Assoc. Prof. O. Özgür Güven, Assoc. Prof. Adil Bical. Institute of Economic Development and Social Researches (IKSAD) Publications. The Licence Number of Publicator: 2014/31220. Issued: 25.05.2024. pp.87-99. Site of the Symposium in English: <http://comis.gantep.edu.tr/index.php?dil=en>. Site of the Symposium in Turkish: <http://comis.gantep.edu.tr/index.php>.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2024e). Envisioning International Trade and Logistics for the Sustainable Development Goals (SDGs): Responsible Plant, Tree, and Livestock Logistics for Greening and Conserving the Environment. Congress Title 7th International Antalya Scientific Research And Innovative Studies Congress Date And Place 11-13 May 2024, Antalya, Türkiye Organization Iksad Institute Editors Dr. Ertuğrul Kırış Dr. Özlem Özkan Önür. IKSAD Publishing House. IKSAD Publications – 2024. Issued: 30.05.2024.

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Abstracts Book ISBN: 978-625-367-721-3. p.136. Congress Title 7th International Antalya Scientific Research And Innovative Studies Congress Date And Place 11-13 May 2024, Antalya, Türkiye Organization IKSAD Institute Editors Dr. Ethem İlhan Şahin Dr. Jamal Eldin Fadoul Mohammed Ibrahim. IKSAD Publishing House. IKSAD Publications – 2024. Issued: 30.05.2024. Full Texts Book ISBN: 978-625-367-722-0. pp.644-663.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2023a). Positive and Constructive Contributions for Sustainable Development Goals. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7499-0>. WorldCat: 6 editions in 35 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1344378097.
- Popescu, C. R. G. (2023b). Artificial Intelligence and Sustainability in a Game-Changing Post-COVID-19 Era: Key Drivers for Economic Development, Social Development, and Environmental Protection. In C. Popescu (Ed.), Positive and Constructive Contributions for Sustainable Development Goals (pp. 1-20). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7499-0.ch001>.
- Popescu, C. R. G. (2022a). Impressive, Inspiring, and Profound Mindfulness Movement in Organizations: Boosting Productivity, Cultivating Joy, and Sharpening Awareness. In C. Popescu (Ed.), Handbook of Research on Building Inclusive Global Knowledge Societies for Sustainable Development (pp. 60-96). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5109-0.ch003>.
- Popescu, C. R. G. (2022b). Mindfulness at Work, a Sound Business Investment: Focusing on the Employee Well-Being While Increasing Creativity and Innovation. In C. Popescu (Ed.), Handbook of Research on Changing Dynamics in Responsible and Sustainable Business in the Post-COVID-19 Era (pp. 1-34). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-2523-7.ch001>.
- Popescu, C. R. G. (2022c). Mindfulness Business Principles: Producing Outstanding Value and Encouraging Community Connections. In C. Popescu (Ed.), COVID-19 Pandemic Impact on New Economy Development and Societal Change (pp. 196-228). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3374-4.ch010>.
- Popescu, C. R. G. (2022d). Environmental, Social, and Corporate Governance by Avoiding Management Bias and Tax Minimization: Reaching a General Consensus Regarding a Minimum Global Tax Rate. In C. Popescu (Ed.), COVID-19 Pandemic Impact on New Economy Development and Societal Change (pp. 94-132). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3374-4.ch006>.
- Popescu, C. R. G. (2022e). Fostering Creativity in Business: Empowering Strong Transformational Leaders. In C. Popescu (Ed.), Handbook of Research on Changing Dynamics in Responsible and Sustainable Business in the Post-COVID-19 Era (pp. 349-381). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-2523-7.ch017>.
- Popescu, C. R. G. (2022f). Analyzing the Impact of Green Marketing Strategies on the Financial and Non-Financial Performance of Organizations: The Intellectual Capital Factor. In I. Management Association (Ed.), Research Anthology on Business Continuity and Navigating Times of Crisis (pp. 202-226). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-4503-7.ch011>.
- Popescu, C. R. G. (2022g). Evaluarea capitalului intelectual și influența acestuia asupra performanțelor economice. Editura Mustang, București. ISBN 978-606-652-286-1. Published in Romanian. (Title in English: Intellectual Capital Assessment and Its Influence on Economic Performances); Link editura Mustang: [http://www.editura-mustang.ro/carti\\_stiintifice.php](http://www.editura-mustang.ro/carti_stiintifice.php)

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2022h). COVID-19 Pandemic Impact on New Economy Development and Societal Change. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3374-4>. Indexed in EBSCOhost. WorldCat: 6 editions in 57 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1277184264.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2022i). Frameworks for Sustainable Development Goals to Manage Economic, Social, and Environmental Shocks and Disasters. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6750-3>. Indexed in EBSCOhost. WorldCat: 3 editions in 34 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1334007327.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2022j). Handbook of Research on Building Inclusive Global Knowledge Societies for Sustainable Development. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5109-0>. Indexed in EBSCOhost. WorldCat: 4 editions in 46 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1309072556.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2022k). Handbook of Research on SDGs for Economic Development, Social Development, and Environmental Protection. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5113-7>. WorldCat: 4 editions in 49 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1323431329.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2022l). Handbook of Research on Changing Dynamics in Responsible and Sustainable Business in the Post-COVID-19 Era. IGI Global. <http://doi:10.4018/978-1-6684-2523-7>. Indexed in EBSCOhost. WorldCat: 4 editions in 49 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1285370248.
- Popescu, C. R. G. (2021a). Sustainable and Responsible Entrepreneurship for Value-Based Cultures, Economies, and Societies: Increasing Performance Through Intellectual Capital in Challenging Times. In C. Popescu & R. Verma (Eds.), *Sustainable and Responsible Entrepreneurship and Key Drivers of Performance* (pp. 33-58). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7951-0.ch002>.
- Popescu, C. R. G. (2021b). Impact of Innovative Capital on the Global Performance of the European Union: Implications on Sustainability Assessment. In C. Popescu (Ed.), *Handbook of Research on Novel Practices and Current Successes in Achieving the Sustainable Development Goals* (pp. 90-124). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8426-2.ch005>.
- Popescu, C. R. (2021c). Measuring Progress Towards the Sustainable Development Goals: Creativity, Intellectual Capital, and Innovation. In C. Popescu (Ed.), *Handbook of Research on Novel Practices and Current Successes in Achieving the Sustainable Development Goals* (pp. 125-136). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8426-2.ch006>.
- Popescu, C. R. G. (Ed.). (2021d). Handbook of Research on Novel Practices and Current Successes in Achieving the Sustainable Development Goals. IGI Global. <http://doi:10.4018/978-1-7998-8426-2>. Indexed in Scopus. WorldCat: 5 editions in 50 libraries. OCLC Number / Unique Identifier: 1260710279.
- Popescu, C. R. G. (2020a). Approaches to Sustainable and Responsible Entrepreneurship: Creativity, Innovation, and Intellectual Capital as Drivers for Organization Performance. In B. Hernández-Sánchez, J. Sánchez-García, & A. Moreira (Eds.), *Building an Entrepreneurial and Sustainable Society* (pp. 75-95). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2704-7.ch004>.
- Popescu, C. R. G. (2020b). Developing a Model for Entrepreneurship Competencies: Innovation, Knowledge Management, and Intellectual Capital – Success Competences for Building Inclusive Entrepreneurship and Organizational Performance. In J. Šebestová

- (Ed.), *Developing Entrepreneurial Competencies for Start-Ups and Small Business* (pp. 1-22). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2714-6.ch001>.
- Popescu, C. R. G. (2020c). Analyzing the Impact of Green Marketing Strategies on the Financial and Non-Financial Performance of Organizations: The Intellectual Capital Factor. In V. Naidoo & R. Verma (Eds.), *Green Marketing as a Positive Driver Toward Business Sustainability* (pp. 186-218). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9558-8.ch008>.
- Popescu, C. R. G. (2020d). Sustainability Assessment: Does the OECD/G20 Inclusive Framework for BEPS (Base Erosion and Profit Shifting Project) Put an End to Disputes Over The Recognition and Measurement of Intellectual Capital? *Sustainability*, 12, 10004. <https://doi.org/10.3390/su122310004>.
- Popescu, C. R. G. (2019). Corporate Social Responsibility, Corporate Governance and Business Performance: Limits and Challenges Imposed by the Implementation of Directive 2013/34/EU in Romania. *Sustainability*, 11, 5146. <https://doi.org/10.3390/su11195146>.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2019a). The Social, Economic, and Environmental Impact of Ecological Beekeeping in Romania. In G. Popescu (Ed.), *Agrifood Economics and Sustainable Development in Contemporary Society* (pp. 75-96). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5739-5.ch004>.
- Popescu, C. R. G. & Popescu, G. N. (2019b). An Exploratory Study Based on a Questionnaire Concerning Green and Sustainable Finance, Corporate Social Responsibility, and Performance: Evidence from the Romanian Business Environment. *J. Risk Financial Manag.*, 12, 162. <https://doi.org/10.3390/jrfm12040162>.
- Popescu, C. R. G. (2017). The Role Of Total Quality Management In Developing The Concept Of Social Responsibility To Protect Public Interest In Associations Of Liberal Professions. *Amfiteatru Economic. Editura ASE. Volume: 19. pp. 1091-1106. Special Issue: 11. WOS:000413858500012. ISSN: 1582-9146. eISSN: 2247-9104.*
- Popescu, C. R. G., Popescu, G. N., Popescu, V. A. (2017). Assessment Of The State Of Implementation Of Excellence Model Common Assessment Framework (CAF) 2013 By The National Institutes Of Research - Development - Innovation In Romania. *Amfiteatru Economic. Editura ASE. Volume: 19. Issue: 44. pp. 41-60. WOS:000395746900004. ISSN: 1582-9146. eISSN: 2247-9104.*
- Popescu, C. R. G., Popescu, G. N., Popescu, V. A. (2015a). Corporate Governance in Romania: Theories and Practices. In Boubaker, S., Nguyen, D.K. (Eds.), *Corporate Governance And Corporate Social Responsibility: Emerging Markets Focus* (pp. 375-401). WORLD SCIENTIFIC PUBL CO PTE LTDPO BOX 128 FARRER RD, SINGAPORE 9128, SINGAPORE. WOS:000349291300016. ISBN: 978-981-4520-37-9. [https://doi.org/10.1142/9789814520386\\_0014](https://doi.org/10.1142/9789814520386_0014). [https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9789814520386\\_0014](https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9789814520386_0014).
- Popescu, C. R. G., Popescu, V. A., Popescu, G. N. (2015b). The Entrepreneur's Role In The Performance Growth Of The Financial Audit Activity In Romania. *Amfiteatru Economic. Editura ASE. Volume: 17. Issue: 38. pp. 228-246. WOS:000352213800015. ISSN: 1582-9146. eISSN: 2247-9104.*
- Popescu, V. A., Popescu, G. N., Popescu, C. R. G. (2015c). The Relation Productivity - Environment In The Context Of Sustainable Development - Case Study On The Romanian Industry. *Metalurgija. CROATIAN METALLURGICAL SOCBERISLAVICEVA 6, ZAGREB, CROATIA. Volume: 54. Issue: 1. pp. 286-288. WOS:000341740000075. ISSN:0543-5846. eISSN:1334-2576.*

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Popescu, V. A., Popescu, G. N., Popescu, C. R. G. (2015d). Competitiveness And Sustainability - A Modern Economic Approach To The Industrial Policy. *Metalurgija. CROATIAN METALLURGICAL SOCBERISLAVICEVA 6, ZAGREB, CROATIA*. Volume: 54. Issue: 2. pp. 426-428. WOS:000343781300031. ISSN:0543-5846. eISSN:1334-2576.
- Popescu, V. A., Popescu, G. N., Popescu, C. R. G. (2015e). The Impact Of Global Crisis On The Dominant Sectors Of The Economy At The Romanian Industry. *Metalurgija. CROATIAN METALLURGICAL SOCBERISLAVICEVA 6, ZAGREB, CROATIA*. Volume: 54. Issue: 2. pp. 289-291. WOS:000341740000076. ISSN:0543-5846. eISSN:1334-2576.
- Popescu, V. A., Popescu, G. N., Popescu, C. R. G. (2014). The Economic And Social Dimensions Of Romania's Metallurgical Industry. *Metalurgija. CROATIAN METALLURGICAL SOCBERISLAVICEVA 6, ZAGREB, CROATIA*. Volume: 53. Issue: 1. pp. 113-115. WOS:000320481400029. ISSN:0543-5846. eISSN:1334-2576.
- Publications Office of the European Union, (2019). *CORDIS results pack on seafood*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2830/865842>.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2022). *UN/CEFACT standards strengthen support to sustainable fisheries*. Retrieved from <https://unece.org/sustainable-development/press/uncefact-standards-strengthen-support-sustainable-fisheries>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- United Nations Development Programme (UNDP). (2024a). *Food is fundamental*. Retrieved from <https://www.undp.org/nature/our-work-areas/sustainable-food-systems>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- United Nations Development Programme (UNDP). (2024b). *Food transformation is stuck: UNDP plots a way forward*. Retrieved from <https://www.undp.org/facs/blog/food-transformation-stuck-undp-plots-way-forward>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2024). *Fisheries subsidies*. Retrieved from <https://www.unep.org/explore-topics/green-economy/what-we-do/environment-and-trade-hub/fisheries-subsidies>. Accessed on the 5<sup>th</sup> of July 2024.

**LAWSONIA INERMIS AND THE ART OF BODY DECORATION: EXAMINING  
THE INTERPLAY OF ART, AGRICULTURE, AND CULTURE IN NIGERIA**

**Ajayi, OLAYEMI T.\***

Department of Art and Design,  
The Federal Polytechnic, Ilaro, Ogun State, Nigeria  
**Email:**Olayemi.ajayi@federalpolyilaro.edu.ng

**Fagoyinbo, OLORUNWA T.**

Department of Art and Design,  
The Federal Polytechnic, Ilaro, Ogun State, Nigeria

**Abstract:**

Lawsonia inermis, commonly known as henna, is deeply rooted in Nigerian cultural practices, serving as a natural dye for body decoration that intertwines art, agriculture, and culture. This study explores the multifaceted role of henna in Nigerian society, examining its agricultural production, artistic application, and cultural significance. Despite its widespread use and cultural importance, there is a lack of comprehensive research on how henna cultivation and body art intersect with Nigerian cultural practices and agricultural systems. This study seeks to fill this gap by investigating the interplay between henna's agricultural, artistic, and cultural dimensions. The study is anchored in cultural anthropology and ethnobotany, providing a holistic understanding of how agricultural practices and cultural traditions shape and are influenced by henna body art. These frameworks elucidate the interconnectedness of henna cultivation and its cultural and artistic applications. Adopting a qualitative approach, the research utilizes ethnographic fieldwork in Nigerian regions where henna is both cultivated and used for body decoration. Data collection methods include participant observation, semi-structured interviews with henna farmers, artists, and community members, as well as visual documentation of henna art practices. The findings reveal that henna body art is integral to Nigerian cultural rituals and social events, symbolizing beauty, health, and spirituality. The cultivation of Lawsonia inermis supports local economies and sustains traditional art forms. The study highlights how agricultural production of henna is intertwined with cultural heritage, each reinforcing the other. The study concludes that Lawsonia inermis cultivation and henna body art are vital to Nigeria's cultural and economic landscape. It recommends promoting sustainable agricultural practices and cultural heritage preservation through the arts. Further research should investigate the impact of modernization and globalization on henna traditions in Nigeria.

**Keywords:** Agriculture, Body decoration, Cultural heritage, Ethnobotany, Henna, Lawsonia inermis



### **Introduction**

*Lawsonia inermis*, commonly known as henna, holds a prominent place in Nigerian cultural practices, primarily serving as a natural dye for body decoration. The multifaceted role of henna encompasses art, agriculture, and cultural heritage, reflecting a rich tapestry of interconnected traditions (Chairunnisa, & Solihat, 2019; Semwal, et.al 2014). Despite its widespread use and cultural significance, there is a conspicuous gap in comprehensive research that explores how henna cultivation and body art intersect with Nigerian cultural practices and agricultural systems. This study seeks to fill this gap by examining the interplay between henna's agricultural, artistic, and cultural dimensions.

Henna's profound cultural and artistic relevance is well-recognized; however, the agricultural aspects of its production and their contribution to local economies are often neglected. This oversight hampers a full understanding of the role of henna in Nigerian society, particularly how its cultivation supports and sustains cultural traditions and local economies. Previous studies have largely focused on the cosmetic and aesthetic uses of henna (Kumar & Singh, 2006; Gupta et al., 2013), neglecting the broader socio-economic and agricultural contexts.

This study aims to investigate the intricate relationships between henna cultivation, body art, and cultural practices in Nigeria. The objectives include:

- v. Exploring the agricultural production of *Lawsonia inermis* in Nigeria.
- vi. Analyzing the artistic applications of henna in body decoration.
- vii. Examining the cultural significance of henna in various Nigerian communities.
- viii. Assessing the economic impact of henna cultivation on local economies.

Despite the cultural prominence of henna, there is a significant lacuna in scholarly literature addressing the comprehensive nexus of its agricultural, artistic, and cultural aspects. Existing research predominantly focuses on henna's cosmetic applications (Kumar & Singh, 2006; Sharma et al., 2012), with scant attention to how these dimensions collectively contribute to and sustain cultural heritage and local economies.

This study aims to contribute to the body of knowledge by providing a holistic understanding of the interconnectedness of henna cultivation and its cultural and artistic applications. By adopting a qualitative approach anchored in cultural anthropology and ethnobotany, this research will highlight how agricultural practices and cultural traditions mutually reinforce each other, offering insights into sustainable agricultural practices and cultural heritage preservation. The findings will be valuable for policymakers, cultural practitioners, and scholars interested in the intersections of art, agriculture, and culture.

By shedding light on these underexplored dimensions, this study will underscore the vital role of *Lawsonia inermis* in Nigeria's cultural and economic landscape, advocating for the promotion of sustainable practices that honor and preserve this rich heritage. Further research should investigate the impact of modernization and globalization on henna traditions in Nigeria to ensure their continuity and vitality in a rapidly changing world.



Fig. 1. Dry henna balls (seeds). Source: Google.

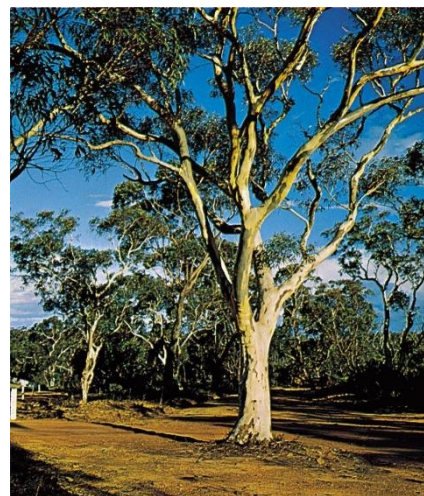


Fig. 2: Henna tree

### 1.1. Theoretical Framework

This study is anchored in two primary theoretical frameworks: Cultural Anthropology and Ethnobotany. Cultural anthropology, propounded by pioneers such as Edward Burnett Tylor (1871) and Franz Boas (1911), explores the intricate web of cultural practices, beliefs, and artifacts within societies. This theory is particularly relevant as it facilitates an understanding of how henna body art is deeply embedded in Nigerian cultural rituals, social events, and identity formation. By examining the cultural significance of henna, this framework helps to elucidate the symbolic meanings and social functions of henna body decoration in Nigerian communities.

Ethnobotany, a field significantly developed by Richard Evans Schultes in the mid-20th century, investigates the relationships between people and plants in their environment. This theory is crucial for understanding the agricultural dimension of *Lawsonia inermis* cultivation. It highlights how traditional knowledge systems and agricultural practices sustain not only local economies but also cultural heritage. Ethnobotany provides insights into how the cultivation of henna supports local livelihoods and preserves indigenous knowledge, which is vital for advocating sustainable agricultural practices.

By integrating these frameworks, the study comprehensively addresses the interplay between the agricultural production, artistic application, and cultural significance of henna in Nigeria. This dual approach ensures a holistic understanding of *Lawsonia inermis*, encompassing both its economic impact and its cultural resonance within Nigerian society.

### 2.0. Methodology

This study employs a qualitative approach, utilizing ethnographic fieldwork to explore the cultural, artistic, and agricultural dimensions of *Lawsonia inermis* in Nigeria. Data collection methods include participant observation to immerse in the daily practices of henna application and cultivation, and semi-structured interviews with a diverse group of stakeholders such as henna farmers, artists, and community members. These interviews aim to capture personal narratives and local knowledge regarding henna's cultural and economic roles. Additionally, visual documentation will be employed to record the intricate art of henna body decoration and its various forms.

Data analysis will involve thematic analysis of qualitative data gathered from fieldwork. Transcribed interviews and observational notes will be coded to identify recurring themes related to the agricultural practices, artistic expressions, and cultural significance of henna. This iterative process will allow for the identification of patterns, insights, and relationships within the data, ensuring a comprehensive exploration of *Lawsonia inermis* in Nigerian society.

### **3.0. Results and Findings**

This study rigorously examined the agricultural, artistic, and cultural dimensions of *Lawsonia inermis*, known as henna, within Nigerian society, building upon a qualitative ethnographic approach detailed in the methodology. Agricultural practices surrounding henna cultivation were found to be integral to local economies, sustaining livelihoods through traditional methods deeply embedded in indigenous knowledge systems (Gupta et al., 2013). Insights from participant observation and semi-structured interviews with henna farmers underscored the cultural significance of henna in body decoration across diverse Nigerian communities, where it symbolizes beauty, health, and spirituality (Sharma et al., 2012)



Fig. 3: Floral design on the back of a human body using  
on 2 hands of a human body using the henna paint



Fig. 3: Decorative design

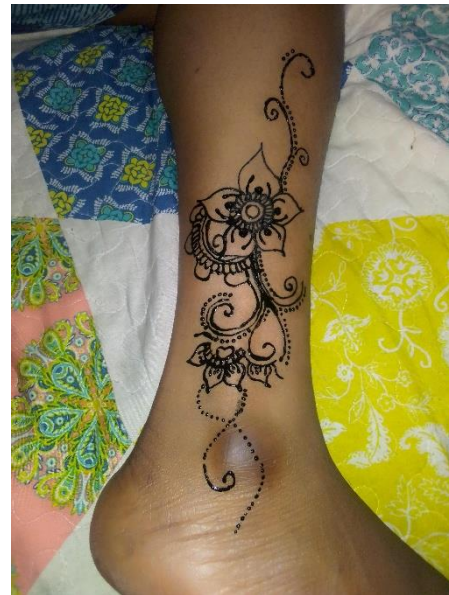


Fig 5: Artistic design on the two hands of a female henna enthusiast showing beautiful floral designs created with henna.

Fig. 6: A human leg showing beautiful floral designs created with henna.

Ethnographic fieldwork provided rich contextual understanding, revealing how henna is intricately woven into cultural rituals and social events. Visual documentation captured the diversity of henna art forms and their evolution over time. The economic impact of henna extended beyond agricultural production to include its role in local commerce and cultural tourism. However, while the study comprehensively explored these dimensions, future research could further investigate the environmental sustainability of henna cultivation practices and the impacts of globalization on traditional henna traditions in Nigeria.

These findings advance our understanding of henna's contributions to Nigeria's cultural heritage and economic landscape, emphasizing the importance of sustainable practices and policies to safeguard its cultural integrity amidst ongoing socio-economic changes.

#### 4.0. Discussion

The findings of this study, supported by the visual representations in Figures 3 to 6, illuminate the intricate interplay of agricultural, artistic, and cultural dimensions surrounding *Lawsonia inermis*, commonly known as henna, within Nigerian society. These figures vividly depict various henna designs on human bodies, each showcasing the aesthetic appeal and cultural significance of henna artistry.

The agricultural aspect of henna production was found to be deeply intertwined with local economies, supporting livelihoods through traditional cultivation practices rooted in indigenous knowledge systems (Gupta et al., 2013). This underscores the resilience and adaptability of henna cultivation in sustaining cultural traditions amidst evolving socio-economic landscapes.

Artistically, henna emerged as more than a cosmetic application, embodying profound cultural meanings across various Nigerian communities. Figures 3 to 6 exemplify henna's role as a symbol of beauty, health, and spirituality, prominently featuring in cultural rituals and social events (Sharma et al., 2012). The study's ethnographic approach provided nuanced insights into the diverse practices and symbolic significance of henna body art, highlighting its adaptive capacity within contemporary contexts.

Economically, henna cultivation extends its impact beyond agricultural outputs, influencing local commerce and cultural tourism, as evidenced by the findings from fieldwork and participant observations. However, the study also identifies challenges such as the need for sustainable practices to ensure the long-term viability of henna cultivation and the preservation of cultural heritage. Future research should focus on environmental sustainability and the impacts of globalization on henna traditions in Nigeria, ensuring that policies and practices support both economic development and cultural preservation.

This study, bolstered by visual evidence in Figures 3 to 6, underscores the multifaceted role of henna in enriching Nigeria's cultural tapestry and economic landscape. By advocating for sustainable agricultural practices and policies that preserve cultural heritage, it contributes to broader discussions on the intersection of art, agriculture, and culture in a globalized world.

## **5.0. Conclusion and Recommendations**

### **5.1. Conclusion**

In conclusion, this study has provided a comprehensive exploration of *Lawsonia inermis*, commonly known as henna, within Nigerian society, focusing on its agricultural, artistic, and cultural dimensions. The research revealed that henna cultivation not only sustains local economies through traditional agricultural practices deeply rooted in indigenous knowledge systems but also serves as a significant cultural symbol across diverse Nigerian communities. Artistically, henna embodies meanings of beauty, health, and spirituality, playing a central role in cultural rituals and social events. Ethnographic fieldwork provided nuanced insights into the adaptive capacity of henna within contemporary contexts, illustrating its resilience amidst changing socio-economic landscapes. The economic impact of henna extends beyond agricultural outputs to include contributions to local commerce and cultural tourism, underscoring its multifaceted role in enriching Nigeria's cultural heritage and economic fabric.

### **5.2. Recommendations**

Based on the study findings, several recommendations are proposed to enhance the sustainability and cultural significance of *Lawsonia inermis*, or henna, within Nigerian society. Firstly, stakeholders should prioritize promoting sustainable cultivation practices to ensure environmental conservation and minimize ecological impact. Collaborative efforts among government agencies, NGOs, and local communities are essential for developing guidelines and incentives that support farmers in adopting these practices.

Secondly, efforts to preserve henna's cultural heritage should be intensified through educational programs, cultural festivals, and heritage conservation initiatives. These initiatives aim to raise awareness about the cultural significance of henna, showcase traditional henna artistry, and document indigenous knowledge associated with its cultivation and usage.

Thirdly, supporting artistic innovation within the henna community is crucial. Initiatives should empower henna artists through workshops, grants, and collaborations that encourage the integration of traditional techniques with modern artistic expressions.

Furthermore, ongoing research is needed to investigate henna's socio-economic and environmental impacts. This research should inform evidence-based policies that balance economic development with cultural preservation, ensuring henna's sustainable integration into Nigeria's cultural heritage and economic fabric.

**References**

- Chairunnisa, B., & Solihat, A. (2019). Henna Art in Global Era: From Traditional to Popular Culture. Joint proceedings of the International Conference on Social Science and Character Educations (IcoSSCE 2018) and International Conference on Social Studies, Moral, and Character Education (ICSMC 2018). <https://doi.org/10.2991/ICOSSCE-ICSMC-18.2019.41>.
- Gupta, V. K., Fatima, A., Faridi, U., Negi, A. S., Shanker, K., Kumar, J. K., ... & Saikia, D. (2013). Antimicrobial potential of Lawsonia inermis Linn. *International Journal of Biological Macromolecules*, 32(2), 124-126. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.03.016>
- Kumar, V., & Singh, P. (2006). Lawsonia inermis: A plant with cosmetic and medicinal benefits. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 3(6), 196-202. <https://doi.org/10.3923/jcpr.2006.196.202>
- Semwal, R., Semwal, D., Combrinck, S., Cartwright-Jones, C., & Viljoen, A. (2014). Lawsonia inermis L. (henna): ethnobotanical, phytochemical and pharmacological aspects.. *Journal of ethnopharmacology*, 155 1, 80-103 . <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.05.042>.
- Sharma, V., Paliwal, R., & Sharma, S. (2012). Phytochemical analysis and antimicrobial activity of Lawsonia inermis. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(1), 92-96. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.1745>

**HEALTH ISSUES FACED BY WOMEN IN THE GARMENT INDUSTRY WITH  
SPECIAL REFERENCE TO ERODE CITY**

**Assistant Professor and Head, MAHADEVAN BALASUBRAMANIYAN\***

Vellalar College for Women (Autonomous), PG & Research Department of Library and  
Information Science, Thindal (Post), Erode, Tamilnadu, India.

**Email:**dmaha32@gmail.com

**Assistant Professor of Biostatistics, KANNADASAN KARUPPAIAH**

Department of Community Medicine, Melmaruvathur

Adhiparasakthi Institute of Medical Sciences and Research, Melmaruvathur-603319.  
Tamilnadu, India.

**Email:**statkannadasan@gmail.com

**Abstract**

The garment industry is a significant contributor to the economy, particularly in regions like Erode City. However, behind the vibrant textile production lies a concerning reality: the health issues faced by women working within this sector. This abstract sheds light on the prevalent health challenges encountered by female garment workers in Erode City. In Erode City, a considerable portion of the garment industry's workforce comprises women. While these women play a crucial role in driving the sector's growth, they often face numerous health hazards inherent to their work environment. One notable issue is prolonged exposure to harmful chemicals used in dyeing and finishing processes. These chemicals, including dyes, bleaches, and solvents, can lead to skin irritation, respiratory problems, and long-term health complications such as cancer. Moreover, the physically demanding nature of garment work, coupled with inadequate ergonomics, predisposes women to musculoskeletal disorders. Repetitive tasks like sewing and cutting contribute to chronic pain in the hands, wrists, and back, significantly impacting the quality of life and productivity of these workers. Furthermore, poor working conditions and long hours take a toll on the mental well-being of female garment workers. They often endure stress, anxiety, and depression due to factors such as job insecurity, low wages, and lack of social support. Additionally, the prevalence of sexual harassment and discrimination in the workplace exacerbates their psychological distress, creating a hostile and unsafe working environment. Access to healthcare services remains a significant challenge for these women, particularly those from marginalized communities. Limited awareness about occupational health rights and inadequate government regulations further exacerbate the situation, leaving many women without proper medical care or compensation for work-related health issues. The health challenges faced by women in the garment industry in Erode City are multifaceted and require urgent attention. Efforts to improve workplace safety, provide ergonomic support, enhance access to healthcare, and address social inequalities are crucial for safeguarding the well-being and rights of female garment workers in the region. Totally 53 sample respondents were selected and analysed using Percentage Analysis, ANOVA, chi-square, descriptive tool. This is the exact study of the health problems faced by women employees in Erode garment Industry.

**Keywords:** Women Employee's, study of their problems, Garment Industry, Erode.

### **INTRODUCTION:**

Economic growth is one of the primary goals of the national economic policies. India is one of the fast growing economies in the world; the textile industry in India is an area which contributes to the economic growth. Textile and clothing are considered as the oldest, largest and most global industries in the world and in India, it is also considered as the second largest employment sectors. It plays an important role as a source of earning foreign exchange. Textile sector in India plays an important role in the country's economy; providing employment to a significant population in rural and urban area. The processes involved in the production of clothing and other finished textile products have changed little since the inception of the industry. Although the organization of the production process has changed, and continues to change, and some technological advances have upgraded machinery, many of the safety and health hazards in the industry remain the same. Garment factories in India contribute to the economic growth and it is the second largest sector for employment. Many unskilled labourers from rural location work in this sector. The common jobs handled by them are sewing, ironing, packing and lifting heavy loads which are monotonous, continuous and prolonged. A large number of workers were found to continue their work even they were suffering from various diseases and illness. Though the garment workers were very young they suffered from anemia, female diseases, dysentery, etc. Moreover, the competitiveness of the garment industry in the world market was seriously affected by the ill health of the workers, since ill health decreases the labour productivity to a great extent. Most of the health problems that the garment workers suffered from arose from the occupational hazards including long working hours, absence of leave facilities, congested and over-crowded working conditions, absence of health facilities and safety measures, absence of staff amenities, lack of safe drinking water etc

### **Women employees:**

The financial demands on the Indian families are increasing day by day. Cost of living, expenses on education of children, and cost of housing properties in India raised and these reason force every family in India to look for ways and means of increasing the household income. As a result, women in India who were mostly known as homemakers, and are also forced to go for jobs and take up even careers that were considered.

Now a day there is increasing need for getting some income for the family then women must work harder. Women workers have to handle Persecution's at their work place, sometimes just over look things to ensure that their job is not jeopardized in anyway. There are many reasons and problems that forced Indian's women to work in garment industry. Overall, majority of women in India looking towards that those things will change.

### **Health and safety problems in garment industries**

The textile industries are facing many safety and health problems. In this Covid-19 situation, the problems are becoming more apparent. There are numerous health and safety problems are present in textile industry. They include: exposure to cotton and other organic dust, exposure to chemicals and dyeing of materials, musculoskeletal stresses, exposure to noise, ergonomic issues. There comes the question, what is the main problem faced by garment industry? How did the garment mills affect the lives of workers? How will the garment industries get rid from this problem?



**Major Safety and health problems:**

The garment industry consists of a number of units, which include spinning, weaving, dyeing, printing, finishing. There is several health and safety problems in textile industry but the major safety and health problems in textile industry can be classified as:

1. Exposure to cotton dust
2. Exposure to chemicals
3. Ergonomic issues.

**Exposure to cotton dust:**

The processing and spinning of cotton creates cotton dust and these dusts are exposed to particles of pesticides and soil. Firstly they all get into the air then into the lungs of workers and makes serious lung issues, the most common of these is "brown lung"

**Exposure to chemicals:**

Especially the interaction of chemical dyeing for cleaning, finishing and softening process, are exposed to chemicals. These chemicals containing Benzidine, optical brighteners, solvent and fixatives, formaldehyde, antimicrobial agents. Exposure to formaldehyde causes many diseases, including brain cancer, lung cancer, and blood cancer. Not just the contact of chemicals with skin, the inhalation of chemicals can lead to several serious health effects.

**Ergonomic issues:**

These issues are more common in developing countries, most of the workers are suffering from unsafe and unhealthy conditions for this cramped work environment with poor lighting and ventilation. Many garments workers suffer from musculoskeletal disorders, like carpal tunnel syndrome, lower and tendinitis, back pain, shoulder pain, neck pain.

**Public Health and Environmental Issues**

The apparel and other finished textile products industry is, generally an industry which yields relatively little environmental contamination via discharges into air, soil or water. However, off-gassing of formaldehyde can persist at the retail level in this industry, creating the potential for development of formaldehyde-related allergic, irritative and respiratory symptomatology among both sales people and customers. Additionally, some of the special processes utilized in the garment industry, such as rubberizing and production of lead-based adornments, can pose more serious threats of environmental contamination. In recent years, growing concerns about the potential adverse health effects associated with exposure to formaldehyde and other fabric treatments has led to development of a "green" industry. Apparel and other finished textile products are typically sewn from natural rather than synthetic fibre-based materials. Additionally, these natural products are generally not treated with crease-resistant and other finishing agents. The crowded, often squalid, conditions in the garment industry create ideal conditions for transmission of infectious diseases. In particular, tuberculosis has been a recurrent public health issue among workers in the garment industry.

**REVIEW OF LITERATURE:**

**PrabhaThangaraj and SuvethaKannappan (2019)** Occupation-Related Health Status of Women Textile Workers in Tamil Nadu. Identify association between certain socio-demographic and occupational factors with MSD. This study throws light on the burden of MSD among women engaged in textile industry in Tamil Nadu. There is a need for further investigation to identify the definite ergonomic factors contributing to the same. Education

intervention for promoting health and wellbeing will benefit the women workers and consequently increase their productivity. This study shows that MSD with back pain is common among female textile workers. Reforms have to be brought about in the textile industries on the ergonomic aspects to prevent MSD. Health education sessions have to be conducted to prevent work-related MSD which can have positive economic benefits by increasing their productivity. **Shibi and ManjuMalathy(2019)** a study on job satisfaction of textile employees' in Coimbatore. The aim of the study was to evaluation of the dynamics effective over work satisfaction of textile employees. Analysis has shown a close relationship between several dimensions of work satisfaction. Job satisfaction is a very important attribute which is frequently measured by organizations. The happier people are within their job, the more satisfied they are said to be. However, some research has found that job satisfaction is not significantly related to life satisfaction when other variables such as non-work satisfaction and core self-evaluations are taken into account (Rode,2004). An important finding for organizations to note is that job satisfaction has a rather tenuous correlation to productivity on the job. Employers face the challenges of maintaining productivity as well as keeping their workforce engaged and motivated.

**Arthi and Naagarajan (2018)** health security of migrant workers in tirupur garment industry- an econometric analysis. is Migration is the process of leaving one's home or usual place of residence to move to a new area or location in search of work, livelihood or a better quality of life, as a result of marriage, to escape persecution or because of displacement. While the presence of migrants and their contribution to the 'rise of this boomtown' has been acknowledged, the magnitude of this workforce, their place of origin, and their aspirations remain relatively unexplored. In this study, modest attempt to address these questions with the objective of analysing the social security needs of the unorganised sector workers, examining the risk management mechanisms that are most frequently used by these workers and assessing their willingness to participate in contributory social security schemes. Econometric modelling was used to identify the awareness of health insurance and to know willingness to pay for health insurance among the migrant workers of the Garment industry in Tirupur.

**AnitaRachel and MohanaPriya(2018)** this study is undertaken to study about how the women are utilizing their rights properly especially in garment industry. This research is undertaken to analyse about the women's rights in garment industry in the area of Tirupur. This study is undertaken to make an analysis of how women are working in their working area and also regarding the facilities provided in the working environment such as crèche facilities, ventilation facilities and payment benefits, work enrichment opportunities. The prime objective of the present study is to evaluate the Women Employee Rights in garment industry in Tirupur. From this study, the researcher has concluded that main problems of garment exporters are financial problems, transport problems, infrastructure, Lack in development of technologies, dying problems and dollar fluctuation. Hence, it is concluded that there is a chance of development in Tirupur city in the fields of garments exporter, if proper solution has been provided by the industrial association and government to solve existing problems by making export of garment at faster rate to boom Indian export market.

**Noor Mohammad and BelayetHossen(2018)** Empowering Women in Bangladesh: A Study on the Problems of Working Women in Garments Industries. The problems faced by these working women are extreme in nature. It may pose a serious threat to the development of Bangladesh economy. Women mark their active and dynamic presence in every sector of the country. Their contributions should be rewarded financially and emotionally. They should be given sufficient pay compared with their male counterparts. Ensuring proper security and

friendly environment should be the top - priorities of the companies. A peaceful friendly and secure environment should be guaranteed. If they receive financial and emotional rewards from the companies, they would give their best for the development of the factories, which would ultimately keep the wheel of the progress for the country move steadily to the right direction.

**OBJECTIVES:**

- ❖ To find out the demographic profile of women employees in garment industry
- ❖ To analyse the health issues faced by women employees in garment industry
- ❖ To investigate the socio-economic background of women workers and how it influences their health.
- ❖ To explore the relationship between income, education, and health awareness among these women.
- ❖ To assess the frequency and severity of these health issues.
- ❖ To identify barriers to healthcare access, such as cost, location, and cultural factors.

**SCOPE OF THE STUDY:**

The scope of the present study is completely based on health issues faced by women employees in garment industry a complex subject resulting from number of factors and depends upon their numerous dimensions influence the health issues during their work life of employees are nature of job, compensation, working conditions, opportunity for growth and development, social integration of work, constitutionalism in the work organization, work and total life space, occupational stress, workers participation in management and grievance handling were considered in this study. There are several health and safety problems in garment industry which is going to be studied in detail.

**STATEMENT OF THE PROBLEM:**

Stress and health issue is one of the most important things that play a major role in human life. Since all the companies depend upon man power, it is one of the important issues to be taken care of and also it has become a major concern of the modern times. Stress can cause harm to employee's health and performance. Work related stress may lead to sickness, and may cause heavy loss to the organisation. Job stress is that interacting people with harsh words. As a result, it becomes necessary for every organization to know about the health issue among the employees and its consequences so that the company can overcome it.

**RESEARCH METHODOLOGY:**

**I. Source of data:**

The Primary data was collected from the respondents by administering a structured questionnaire. Secondary Data. The secondary data also being collected through Text books, Journals from Library, Academic Reports, and Internet, used for this study.

**II. Sample size:**

Data has been collected from 53 respondents from garment industry around Coimbatore.

**III. Sample technique:**

The sample technique used for this study is simple random sampling.

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

**IV. Tools used:**

Simple percentage analysis, ANOVA, Chi-square, Descriptive analysis.

**LIMITATION OF THE STUDY:**

- ❖ The study is conducted only in Erode district
- ❖ Due to the limitation of the time the research could not be made more detailed.
- ❖ Due to confidentiality of some information accurate response was not revealed by some of the respondents.
- ❖ The study restricted to 53 garment employees.
- ❖ The study is conducted only women employees.

**DESCRIPTIVE STATISTICS: ANALYSIS AND INTERPRETATION:**

**Objective 1:** To study the demographic profile of women employees in garment Industry

**Table: 1**

	<b>Demographic</b>	<b>Frequency</b>	<b>Percentage</b>
Age	Above 18 below 24years	8	15.1
	Above 24 below 30 years	15	28.3
	Above 30 below 36 years	9	17.0
	Above 36 below 42 years	13	24.5
	Above 42 years	8	15.1
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Marital status	Single	19	24.5
	Married	13	35.8
	Divorced	17	32.1
	Widow	4	7.5
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Types of family	Nuclear	20	37.7
	Joint	26	49.1
	Individual	7	13.2
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Level of education	No formal education	28	52.8
	School level	14	26.4
	UG	7	13.2
	PG	4	7.5
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Year Of experience	Upto5	12	22.6
	5-10	31	58.5
	Above10	10	18.9
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Personal income	Less than Rs.5000	4	7.5
	Rs.5000-10000	5	9.4
	Rs.10001-15000	25	47.2
	Rs.15001-20000	12	22.6
	Above Rs.20001	7	13.2
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Place of living	Urban	17	32.1
	Semi-urban	18	34.0
	Rural	18	34.0
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Designation	Accountant	6	11.3
	Checker	2	3.8
	Cutting	5	9.4
	Helping	10	18.9
	Packer	5	9.4
	Powertapper	13	24.5

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

	Quality	8	15.1
	Tailor	4	7.5
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Department	Design department	4	7.5
	Pattern department	12	22.6
	Sampling department	5	9.4
	Fabric storing department	6	11.3
	Cutting department	2	3.8
	Washing department	4	7.5
	Finishing department	3	5.7
	Quality control	8	15.1
	Accounts department	9	17.0
		<b>Total</b>	<b>53</b>
Distance at workplace	Less than 5	11	20.8
	6 to 10	26	49.1
	11- 15	13	24.5
	Above 16	3	5.7
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Mode of transport	Bus	34	64.2
	Walk	3	5.7
	Bike	2	3.8
	Institute vehicle	14	26.4
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Traveling time	Less than half an hour	6	11.3
	One hour	24	45.3
	2 hours	12	22.6
	More than 2 hours	11	20.8
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Working position	Sitting	30	56.6
	Standing	23	43.4
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>
Hours spend in organisation	Less than 5 hours	6	11.3
	5 to 9 hours	27	50.9
	Above 9 hours	20	37.7
	<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>

**(Source: Primary Sources)**

**INTERPRETATION:**

**AGE:**The age wise distribution indicates that, 28.3per cent of the respondents belong to the age group of above 24 below 30, 24.5 per cent of the respondents belong to the age group of above 36 below 42 years, 17per cent of them belong to the age group above 30 below 36, and 15.1 per cent of the respondents belongs to the age group of both above 18 below 24 and above 42 years. It is inferred that majority of the respondents belongs to the age group of above 24 below 30years.

**MARITAL STATUS :**The marital status wise distribution indicates that, 35.8 per cent of the married, 32.1 per cent of the respondents are divorced, and 24.5 per cent of the respondents are single. It is inferred that majority of the respondents are married.

**TYPES OF FAMILY:**The types of family wise distribution indicates that, 49.1 per cent of the respondents are in joint family, 37 per cent of the respondents are in nuclear family and 13.2 per cent of the respondents are individual.It is inferred that majority of the respondents living with joint family members.

**LEVEL OF EDUCATION:**Level of education wise distribution indicated that 52 per cent of the respondents are having no formal education, 26.4 per cent of the respondents are having

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

school level education, 13.2 per cent of the respondents are under graduates and 2 per cent of the respondents are post graduates. It is inferred that majority of the respondents are having no formal education.

**YEAR OF EXPERIENCE:** Year of experience wise distribution indicated the 58.5 per cent of the respondents are having 5 to 10 years of experience, 22.6 per cent of the respondents are having up to 5 years of the experience and 18.9 per cent of the respondents are having above 10 years of experience. It is inferred that majority of the respondents are having 5 to 10 years of experience.

**PERSONAL INCOME:** Personal income wise distribution indicates that 47.2 per cent of the respondents are earning between Rs.10,001 to 15,000 rupees, 22.6 per cent of the respondents are earning between Rs 15,001 to 20,000 rupees of personal income, 13.2 per cent of the respondent are earning above 20,001 rupees of personal income, 9.4 per cent of the respondent are earning Rs.5,000 to 10,000 rupees of personal income and 7.5 per cent of the respondents are earning less than 5,000 rupees of personal income. It is inferred that majority of the respondents are earning 10,001 to 15,000 rupees of personal income.

**PLACE OF LIVING:** Place of living wise distribution indicates that 34 per cent of the respondents are living in both semi-urban and rural area and 32.1 per cent of the respondents are living in urban area. It is inferred that majority of the respondents are living in both semi-urban and rural area.

**DESIGNATION:** Designation wise distribution indicates that 24.5 per cent of the respondents are power tappers, 18.9 per cent of the respondents are helpers, 15.1 per cent of the respondents are in quality department, 11.3 per cent of the respondents are accountants department, 9.4 per cent of the respondents are both cutting and packer, 7.5 of the respondents are tailors and 3.8 per cent of the respondents are checkers. It is inferred that majority of the respondents are power tappers.

**DEPARTMENT:** Department wise distribution indicates that 22.6 per cent of the respondents are working in pattern department, 15.1 per cent of the respondents are working in quality control department, 11.3 per cent of the respondents are working in fabric storing department, 9.4 per cent of the respondent are working in sampling department, 7.5 per cent of the respondents are working in both design and washing department. It is inferred that majority of the respondents are working in pattern department.

**DISTANCE AT WORKPLACE:** Distance at workplace wise distribution indicates that 49.1 per cent of the respondents are having 6 to 10 kilometres distance, 20.8 per cent of the respondents are having 11-15 kilometres distance, 20.8 per cent of the respondents are having less than 5 kilometres distance and 5.7 per cent of the respondents are having above 16 kilometres distance. It is inferred that majority of the respondents are having 6 to 10 kilometres distance.

**MODE OF TRANSPORT:** Mode of transport wise distribution indicates that 64.2 per cent of the respondents are using bus, 26.4 per cent of the respondents are using institute vehicle, 5.7

per cent of the respondents are coming by walking and 3.8 per cent of the respondents are using bike. It is inferred that majority of the respondents are using bus.

**TRAVELLING TIME:** Travelling time wise distribution indicates that 45.3 per cent of the respondents travelling time is one hour, 22.6 per cent of the respondents travelling time is 2 hour, 20.8 per cent of the respondents travelling time more than 2 hours and 11.3 per cent of the respondents travelling time less than half an hour. It is inferred that majority of the respondents are travelling time is one hour.

**WORKING POSITION :** Working position wise distribution indicates that 56.6 per cent of the respondents are working in sitting position and 43.4 per cent of the respondents are working in standing position. It is inferred that majority of the respondents are working in sitting position.

**HOURS SPEND IN ORGANISATION:** Hours spend in organisation wise distribution indicates that 50.9 per cent of the respondents are working in organisation for 5 to 9 hours, 37.7 per cent of the respondents are working in organisation above 9 hours and 11.3 per cent of the respondents are working in organisation for less than 5 hours. It is inferred that majority of the respondents are working in organisation for 5 to 9 hours.

**OBJECTIVE 2:** TO ANALYSE THE HEALTH ISSUES FACED BY WOMEN EMPLOYEES IN GARMENT INDUSTRY. ANOVA-difference between physical health issues and age group of the respondents. Ho: There is no significance difference between physical health issues and age group of the respondents.

**Table: 2**  
**Difference between physical health issues and age group of the respondents**

		ANOVA TEST				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Chronic headache	Between Groups	24.885	7	3.555	8.933	.000
	Within Groups	17.908	45	.398		
	Total	42.792	52			
Hypertension	Between Groups	10.172	6	1.695	10.459	.000
	Within Groups	6.808	42	.162		
	Total	16.980	48			
Hearing problem	Between Groups	19.878	7	2.840	4.618	.001
	Within Groups	27.669	45	.615		
	Total	47.547	52			
Eye problem	Between Groups	78.514	7	11.216	1.274	.648
	Within Groups	44.769	45	.995		
	Total	123.283	52			
Fatigue	Between Groups	86.782	7	12.397	32.191	.000
	Within Groups	17.331	45	.385		
	Total	104.113	52			

**INTERPRETATION:**

• **CHRONIC HEADACHE:**

The ANOVA result shows that the significant value is .000 which is less than the 5% level of significance. Since it is inferred that the Chronic headache is a significantly differ among the age group of the respondents.

**Hence, the null hypothesis is rejected.**

**HYPERTENSION:** The ANOVA result shows that the significant value is .000 which is less than the 5% level of significance. Since it is inferred that the Hypertension is a significantly differ among the age group of the respondents.

**Hence, the null hypothesis is rejected.**

**HEARING PROBLEM:** The ANOVA result shows that the significant value is .001 which is less than the 5% level of significance. Since it is inferred that the Hearing problem is a significantly differ among the age group of the respondents.

**Hence, the null hypothesis is rejected.**

**EYE PROBLEM:** The ANOVA result shows that the significant value is .648 which is higher than the 5% level of significance. Since it is inferred that the Eye problem is not significantly differ among the age group of the respondents.

**Hence, the null hypothesis is accepted.**

**FATIGUE:** The ANOVA result shows that the significant value is .000 which is less than the 5% level of significance. Since it is inferred that the Fatigue is a significantly differ among the age group of the respondents.

**Hence, the null hypothesis is rejected.**

**HEALTH ISSUES DUE TO WORKING POSTURE– DESCRIPTIVE STATISTICS**

Table showing the descriptive statistics of the respondents regarding health issues due to working posture.

**Health issues due to working posture of the respondents**

Particulars	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Hand pain	53	1	5	3.34	1.413
Lower back pain	53	1	5	3.23	1.423
Shoulder pain	53	2	5	3.62	.790
Chest pain	53	1	5	3.98	1.047
Abdominal pain	53	1	32	5.57	7.737
Numbness of hands and fingers	53	2	5	3.23	.869
Others	53	1	5	2.89	1.311

**INTERPRETATION:**

The total mean rating of the respondents in measuring the health issues due to posture in their job is 25.86. The highest mean score of 5.57 has been found for “Abdominal pain” with the standard deviation 7.737 and lowest mean score of 2.89 has been for “Others” with standard deviation 1.311. Average mean score 3.694 implied that the respondents agree in their health issues due to working posture in their job.



### CHI-SQUARE

An attempt has been made to find the relationship between Health issues and Dust Chi-square valuation showing tables connecting the health issues due to dust.

	Depression	Mood disorder	Phobia	Anxiety
Chi-Square	11.623 <sup>a</sup>	31.717 <sup>b</sup>	19.528 <sup>c</sup>	12.377 <sup>a</sup>
Df	4	1	3	4
Asymp. Sig.	.020	.000	.000	.015

### DEPRESSION:

The above table shows that the chi-square value (.020) is less than the significant value(.05). It indicates that there is significant relationship between dust and depression .

**Note : Hence the null hypothesis is rejected.**

**MOOD DISORDER:**The above table shows that the chi-square value (.000) is less than the significant value(.05). It indicates that there is significant relationship between dust and mood disorder.

**Note : Hence the null hypothesis is rejected.**

**PHOBIA:**The above table shows that the chi-square value (.020) is less than the significant value(.05). It indicates that there is significant relationship between dust and phobia.

**Note : Hence the null hypothesis is rejected.**

**ANXIETY:** The above table shows that the chi-square value (.538) is higher than the significant value(.05). It indicates that there is no significant relationship between dust and anxiety.

**Note : Hence the null hypothesis is accepted.**

### CAUSES OF PHYSICAL HEALTH ISSUES – DESCRIPTIVE STATISTICS

Table showing the descriptive statistics of the respondents regarding causes of physical health issues.

#### Causes of physical health issues of the respondents

Particulars	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Uncomfortable sitting arrangement	53	2	5	3.13	1.110
Noise	53	2	5	3.49	.973
Lack of working knowledge	53	2	5	3.85	1.262
Lack of safe drinking water	53	1	5	3.26	1.163
Improper lighting	53	1	5	2.87	1.194
Insufficient ventilation	53	0	5	2.55	1.084
<b>Valid N (listwise)</b>	<b>53</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	<b>19.15</b>	<b>6.786</b>

### INTERPRETATION:

The total mean rating of the respondents in measuring the causes of physical health issues in their job is 19.15. The highest mean score of 3.85 has been found for “Lack of working knowledge” with the standard deviation 1.262 and lowest mean score of 2.55 has been for “Insufficient ventilation” with standard deviation 1.084.

Average mean score 3.191 implied that the respondents agree in their causes of physical health issues in their job.

### CHI-SQUARE

Chi-square valuation showing tables connecting the Causes of psychological health issues

	No leisure time	Ill-treatment	No recreation	Irregularities in salary	Others
Chi-Square	20.245 <sup>a</sup>	28.226 <sup>b</sup>	28.981 <sup>b</sup>	24.453 <sup>b</sup>	10.057 <sup>a</sup>
Df	5	4	4	4	5
Asymp. Sig.	.001	.000	.000	.000	.074

**NO LEISURE TIME:**The above table shows that the chi-square value (.001) is less than the significant value(.05). It indicates that there is significant relationship between psychological problems and leisure time.

**Hence the null hypothesis is rejected.**

**ILL-TREATMENT:**The above table shows that the chi-square value (.000) is less than the significant value(.05). It indicates that there is significant relationship between psychological problems and ill treatment .

**Hence the null hypothesis is rejected.**

**NO RECREATION:**The above table shows that the chi-square value (.000) is less than the significant value(.05). It indicates that there is significant relationship between psychological problems and no recreation .

**Hence the null hypothesis is rejected.**

**IRREGULARITIES IN SALARY:**The above table shows that the chi-square value (.000) is less than the significant value(.05). It indicates that there is significant relationship between psychological problems and salary irregularities.

**Hence the null hypothesis is rejected.**

**OTHERS:**The above table shows that the chi-square value (.074) is higher than the significant value(.05). It indicates that there is no significant between psychological problems and other issues .

**Hence the null hypothesis is accepted.**

#### **FINDINGS:**

- It is inferred that majority of the respondents belongs to the age group above 24 – 30years.
- It is inferred that majority of the respondents are married.
- Study reveals that majority of the respondents lived with joint family members.
- It is inferred that majority of the respondents are having no formal education
- It is inferred that majority of the respondents are having 5 to 10years of experience.
- Study foundthat majority of the respondents are earning 10,001 to 15,000 rupees of personal income
- It is inferred that majority of the respondents are living in both semi-urban and rural area.
- It is inferred that majority of the respondents are power tappers.
- It was found that majority of the respondents are working in pattern department
- The stud shows that majority of the respondents are coming from 6 to 10 kilometres distance.
- It is inferred that majority of the respondents are using bus.
- It is inferred that majority of the respondents travelling time is one hour.
- It is inferred that majority of the respondents are working in sitting position
- It is inferred that majority of the respondents are working in organisation for 5 to 9 hours.

#### **ANOVA RESULTS**

It was foundthat the Chronic headache, hypertension, hearing problem and Fatigue significantly differ among the age group of the respondents and Eye problemis not significantly differ among the age group of the respondents.

### **DESCRIPTIVE STATISTICS**

Average mean score 3.694 implied that the respondents agree their health issues are due to working posture in their job.

### **CHI-SQUARE RESULTS**

It was found that there is significant relationship between dust and depression, mood disorder, phobia, and no significant relation with anxiety.

### **DESCRIPTIVE STATISTICS**

Average mean score 3.191 implied that the respondents agree causes of physical health issues in their job.

### **CHI-SQUARE RESULTS**

It was found that there is significant relationship between psychological problems and leisure time, ill treatment in working place, no recreation facilities, irregularities in salary, that there is no significant relationship between psychological problems and other issues.

### **SUGGESTIONS:**

The workers must follow all safety rules to keep themselves safe. The following suggestions can be made to improve the health and safety of workers and the environment in garment industry:

1. Machinery should be regularly serviced and well maintained to reduce the noise levels, providing earplugs.
2. They should be provided masks and safety gloves to handle chemicals.
3. Ensure proper lighting and ventilation at the place of work.
4. Well aligned tables and proper padded stools with backrest so that there is no musculoskeletal strain.
5. Regular medical examinations should be conducted by the employers for the workers.
6. Ensure proper fire safety measures and first aid kits.
7. Provision of shift system and rotation of duties so that workers are not faced with continuous noise exposure.
8. Medical examinations should be conducted by the employers for the workers from time to time. If significant occupational health problems are observed, appropriate measures should be taken by the management.

### **CONCLUSION:**

Solving safety and health issues is very important for garment industry. There are various health problems in the garment industry. It is essential that the management find the solution to protect the workers from critical situation. It is essential for the workers to identify and solve these problems. In developing countries, the scale of use of human resources in small-medium scale in labour-intensive industries is enormous. In this situation, it must be obvious that very small improvements in working conditions, implements, tool design or working methods can lead to large benefits. It is believed that occupational health programs should focus more on the informal sector, which employs a large proportion of workers. Paying attention to occupational health and safety in this sector and improving working conditions will undoubtedly have considerable impact on the national economy and the quality of people's life.

**REFERENCES:**

1. Awashthi M, Singh A (2003) Global competitiveness hinges on product quality. *The Textile Magazine* 44: 42-43.
2. Harrington JM, Gill FS (1989) *Occupational Health (Pocket Consultants)*. Blackwell Scientific Publications, London, UK.
3. Jana P (2008) Ergonomics in apparel manufacturing-I, Importance and impact of ergonomics, *Stitch World* 6: 42-47.
4. Jana P (2008) Ergonomics in apparel manufacturing-II, Work Place Ergonomics in apparel industry, *Stitch World* 6: 42-49.
5. Nigam NC, Maheshwari AK, Rao NP (2007) Safety and health in chemical industry. *Indian J of Fertilizers*.
6. Paul-Majumder P (2003) *Health Status of the Garment Workers in Bangladesh*. Arambagh, Motijheel, Dhaka: Bangladesh at Associates Printing Press

**EFFECTS OF DIFFERENT HARVEST DATES ON THE YIELD COMPONENTS OF  
SOME SPINY SPECIES**

**Gülfem ARSLAN (ORCID: 0000-0002-1273-279X)**

Ege University Graduate School of Natural And Applied Sciences, İzmir- Türkiye

**Email:** gulfemarslan@gmail.com

**Assoc. Prof. Dr. Gülcan DEMİROĞLU TOPÇU (ORCID: 0000-0002-5978-4183)**

Ege University, Faculty of Agriculture Department of Field Crops, İzmir-Türkiye

**Email:** gulcan.demiroglu.topcu@ege.edu.tr

**Abstract**

The problem of adequate and balanced nutrition is an increasing problem day by day. Roughages are indispensable feed resources in animal husbandry and it is a fact that there is a serious shortage of quality roughage in animal husbandry in our country. In our country, roughage problem arises due to drought or other reasons and animal production suffers. The feed problem is usually solved by importing roughage. In this regard, quality roughages which are relatively cheap and have a positive effect on the digestive activities of ruminants, meadows and pastures, which are the main source of these feeds, come to mind as alternative roughage sources that can be included in crop rotation plans. Although there are many roughages that can be used as an alternative in our country, the types of roughages used are limited. Many of the spiny species found in pastures have high nutritional value. The research was carried out in Hacібektaş district of Nevşehir province in the growing season of 2023. In the research. 3 different thorns (*Carduus nutans* L., *Scolymus hispanicus* L. and *Cirsium arvense* L. Scop.) and 3 different harvesting times (pre-bloom, blooming and post-bloom) were the factors. In this research, characters such as plant height (g), stem diameter (mm), plant weight (g), number of branches and flowers (number) were analysed. The results showed that thorn species and harvesting times had significant effects on the studied characters. It was determined that *Carduus nutans* L. and *Scolymus hispanicus* L. thorn species reached higher values in pre-flowering periods.

**Keywords:** Spiny, harvest dates, stem diameter, plant height

## INTRODUCTION

As the population increases and economic conditions become more difficult, human nutrition in our country is becoming inadequate day by day. Animal products are of great importance in terms of balanced and adequate nutrition of people (Özkan and Demirbag, 2016). For a long time, one of the most important problems of animal husbandry in our country is feed production. Total feed production in Turkey cannot meet the needs of animals (Arslan and Erdurmuş, 2012). In order to increase feed production, which constitutes one of the main problems of animal husbandry in our country, it is important to develop meadow pasture and forage crops culture, which have the greatest importance (Arslan and Erdurmuş, 2012). Roughages are one of the cheapest food sources among the forage crops cultivated.

It contains the nutrients necessary for the stomach flora of ruminant animals. In addition to providing important nutrients such as minerals, energy and protein, quality roughages play an important role in ruminant diets as they also provide fillers. As in many parts of the world, roughage problem arises in Turkey due to drought and many other reasons.

Spiny plants compete with cultivated and forage crops for moisture, light and nutrients. They are rich in nutrients and have high digestibility (Lewis and Green, 1995).

The Asteraceae family has a great diversity in terms of appearance forms (Mandel et al., 2019). While some species of the Asteraceae family, which has a wide range of climates, grow in warmer and tropical places, others can grow in various polar and dry climatic conditions, even in extreme regions such as Antarctica (Smith and Richardson, 2011) and deserts (Rebernick et al., 2010).

## MATERIAL AND METHODS

The research was carried out in the natural growing environment in Hacıbektaş district of Nevşehir province during the growing season of 2023.

In the 2023 growing period, some agronomic characteristics of *Carduus nutans* L., *Scolymus hispanicus* L. and *Cirsium arvense* L. Scop. growing naturally in Hacıbektaş location of Nevşehir province were investigated.

When the long years temperature averages of the test site are analysed, it is observed that the highest temperature was recorded as 21,3 °C in July and the lowest temperature was recorded as -0,2 °C in January. As for the total precipitation averages, the lowest precipitation amount was 8.0 in August and the highest precipitation amount was 56.9 millimetres in May. It is observed that the soil structure of the test area is loamy.

*Carduus nutans* L., a member of the Asteraceae family, is an annual, biennial and perennial herbaceous plant. It is naturally distributed in Asia Minor, Europe, North Africa and Siberia (Clapham et al., 1989). As an invasive species, *Carduus nutans* L. is distributed in a large part of the world.

*Scolymus hispanicus* L. is a member of the Asteraceae family, native to Western Asia and Southern Europe. *Scolymus hispanicus* L. is generally distributed in the Mediterranean region and coasts. Spain, Italy, France and As a result of researches conducted in countries such as Greece, their mates are also encountered.

In our country, it has become widespread in Marmara, Aegean, Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean regions (Güllüdağ and Yoldaş, 2015).

*Cirsium arvense* L. Scop. is a perennial plant of the Asteraceae family and is naturally distributed in Asia, Europe and northern Africa. Despite its common name, the village buckthorn is native to Europe.

The thorn species (*Carduus nutans* L., *Scolymus hispanicus* L., *Cirsium arvense* L. Scop.) and harvesting times (pre-flowering (I), flowering (II) and end of flowering (III)) were considered as experimental factors and conducted in 3 replications.

Although the harvesting times and dates of the thorn species that constitute the research material vary according to the species, the harvesting periods of the thorns were followed and carried out in the determined period.

The vegetative characteristics of the thorn species examined as research material were determined by measurements made at pre-flowering, flowering and post-flowering times.

Plant height (cm) was calculated by measuring 10 randomly selected plants from the soil surface to the top of the plant with the help of a tape measure at pre-flowering, flowering and post-flowering times. Stem diameter (mm) was measured with the help of "kumpas" 2 cm above the stem part of the plant materials harvested from the soil level. Herbage yield: Fresh plant weights (g) were measured with the help of weighing scales without losing moisture of the randomly selected and height-measured thorn species. Number of Branches (number): The number of branches of the harvested plant material (number of branches) was recorded. Number of flowers (number): The number of flowers of 10 plants, which were planned to represent the average, were recorded in numbers.

The data were statistically analysed using JUMP package programme and subjected to two-factor analysis of variance according to random blocks experimental design (Açıkgoz et al., 2004).

## RESULT and DISCUSSION

**Plant Height (cm):** Mean values and significance groups of plant height (cm) of some thorn species at different harvesting times are presented in Table 1.

**Table 1:** Plant height (cm) values of some thorn species harvested at different times

Harvest time	<i>Carduus nutans</i> L.	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	<i>Cirsium arvense</i> L. Scop.	Ortalama
I	45,30 e	34,30 f	69,57 c	49,72 C
II	57,20 d	42,13 ef	79,02 b	59,45 B
III	62,20 cd	63,30 cd	102,87 a	76,12 A
Mean	54,90 B	46,58 C	83,82 A	

At the end of the statistical analyses, thorn species, harvesting times and interaction were found to be significant. When the data obtained were analysed in terms of thorn species; plant height varied between 83,82 cm and 46,58 cm. The highest plant height was obtained from *Cirsium arvense* L. Scop. with 83,82 cm, followed by *Carduus nutans* L. with 54,90 cm and the shortest plant height was obtained from *Scolymus hispanicus* L. with 46,58 cm. The highest plant height (62,20 cm) was reached at the end of flowering, while the lowest plant height (45,30 cm) was reached in the pre-flowering period. *Scolymus hispanicus* L. reached the highest plant height of 63,30 cm at the end of flowering and the lowest plant height of 34,30 cm in the pre-flowering period. The highest plant height was 102.87 cm at the end of flowering and the lowest plant height was 69.57 cm at the pre-flowering period (Table 1).

When the findings obtained were analysed in terms of harvesting times, it was observed that the plant height of different species of dicots varied between 76.12 cm and 49.72 cm.

An increase in plant height was observed as the harvest time was delayed. The highest plant height value was determined as 76,12 cm at the end of flowering.

This period was followed by flowering time with 59,45 cm. The shortest plant height was obtained from the harvesting done in the pre-flowering period with 49,72 cm.

When the thorn x harvest time interaction was analysed; the highest plant height was 102.87 cm at the end of flowering period of *Cirsium arvense* L. Scop. The shortest plant height was 34,30 cm in the pre-flowering period of *Scolymus hispanicus* L.

The findings of the plant height values obtained are consistent with the average plant height value obtained by Özinan (2017) in the study conducted with different dicentres. It was found to be lower than the plant height values obtained by Taghiloofar (2018). The reason for this difference is thought to be due to different types of thorns and different harvest times.

Stem Diameter: As a result of the statistical analyses, it was determined that there were statistically significant differences between thorn types and harvest times. The thorn x harvest times interaction was found to be insignificant.

**Table 2:** Stem diameter values of some thorn species harvested at different times

Harvest time	<i>Carduus nutans</i> L.	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	<i>Cirsium arvense</i> L. Scop.	Ortalama
I	8,89	5,55	6,03	6,82 C
II	10,25	7,03	8,78	8,68 B
III	12,30	9,76	10,05	10,70 A
Mean	10,48 A	7,44 B	8,29 B	

When analysed in terms of thorn species, it was observed that stem diameters varied between 7,44-10,48 mm. The highest stem diameter was found in *Carduus nutans* L.)plant with 10,48 mm, while the lowest stem diameter was found in *Scolymus hispanicus* L. plant with 7,44 mm (Table 2).

It is observed that as the harvest time is delayed, thickening of stem diameters occurs. When the mean values were analysed, it was determined that the highest stem diameter value was 10,70 mm at the end of flowering harvest period. The lowest stem diameter value was 6,82 mm in the pre-flowering harvest period.

Number of branches: When the statistical analyses were examined in terms of the values of the thorn species, it was observed that the number of branches varied between 4.66 and 9.22.

The lowest number of branches was 4,66 in *Carduus nutans* L. and the highest number of branches was 9,22 in *Scolymus hispanicus* L. When the values in terms of harvesting times were analysed, it was observed that the lowest number of branches was 5,00 in the pre-flowering period and the highest number of branches was 9,22 in the late flowering period.

Statistical analyses showed that the number of branches of *Carduus nutans* L., *Scolymus hispanicus* L. and *Cirsium arvense* L. Scop. increased as the harvest time was delayed. The results obtained are similar to the values obtained by Taghiloofar (2018).

Number of flowers: When the data obtained were analysed in terms of thorn species; it was observed that the number of flowers varied between 8,66-74,00. The highest number of flowers was obtained from the *Scolymus hispanicus* L with 74,00 flowers. The lowest number of flowers was obtained from *Carduus nutans* L. with 8,66. The highest number of flowers was obtained at the end of flowering with 13 pieces, while the lowest number of flowers was obtained at the pre-flowering period with 5,00 pieces. *Scolymus hispanicus* L. reached the highest number of flowers at the end of flowering with 119 pieces and the lowest number of flowers in the pre-flowering period with 29 pieces. The maximum number of flowers was 77.00



at the end of flowering and the minimum number of flowers was 18 at the pre-flowering period (Table 4).

**Table 3:**Number of branches values of some thorn species harvested at different times

Harvest time	Carduus nutans L.	Scolymus hispanicus L.	Cirsium arvense L. Scop.	Ortalama
I	4,00	7,00	4,00	5,00 C
II	5,00	9,00	7,00	7,00 B
III	5,00	11,66	11,00	9,22 A
Mean	4,66 C	9,22 A	7,33 B	

When the results obtained were analysed in terms of harvesting time, it was observed that the number of flowers of different species of dicots varied between 69,36 and 17,33. It was observed that the number of flowers increased as the harvest time was delayed. The highest flower number was determined as 69,66 at the end of flowering. This period was followed by the flowering time with 44,00 pieces. The lowest flower number value was obtained from the mowing done in the pre-bloom period with 17,33 pieces. When the thorn x harvest time interaction was analysed; the highest number of flowers was 119,00 at the end of flowering of *Scolymus hispanicus* L.. The lowest number of flowers was obtained as 5.00 in the pre-flowering period in *Carduus nutans* L.It can be said that the data obtained are similar to the flower number values obtained by Taghiloofar (2018) in the plant of *Silybum marianum* L. Gaertn.

**Table 4:**Number of flowers values of some thorn species harvested at different times

Harvest time	Carduus nutans L.	Scolymus hispanicus L.	Cirsium arvense L. Scop.	Ortalama
I	5,00 g	29,00 d	18,00 e	17,33 C
II	8,00 fg	74,00 b	50,00 c	44,00 B
III	13,00 ef	119,00 a	77,00 b	69,66 A
Mean	8,66 C	74,00 A	48,33 B	

**Table 5:**Yield values of some thorn species harvested at different times

Harvest time	Carduus nutans L.	Scolymus hispanicus L.	Cirsium arvense L. Scop.	Ortalama
I	93,00 c	67,30 d	41,00 f	67,10 C
II	89,60 c	108,04 b	56,40 e	84,68 B
III	64,40 de	237,60 a	72,60 d	124,86 A
Mean	82,33 B	137,64 A	56,66 C	

Forage yield: When the obtained data were analysed in terms of thorn species; it was observed that the plant wet weights varied between 56,66-137,64 g. The highest plant weight value was obtained from *Scolymus hispanicus* L. with 137,64 g. The lowest value was 56.66 g in the *Cirsium arvense* L.Scop.. The highest plant weight (93.00 g) was reached in the pre-flowering period, while the lowest value (64.40 g) was reached in the post-flowering period (Table 4). The highest value was reached at the end of flowering with 237,60 g and the lowest value was reached at the pre-flowering period with 67,30 g in *Scolymus hispanicus* L.. The highest value

was 72.60 g at the end of flowering and the lowest value was 42.00 g at the pre-flowering period in the plant of *Cirsium arvense* L.Scop.

In the light of the results of the one-year study, when the interaction values are considered; it is thought that *Carduus nutans* L. and *Scolymus hispanicus* L. thorn species can agronomic characters such as plant height, stem diameter and number of flowers produce forage in the end of flowering harvest period under the conditions of Central Anatolia Region-Nevşehir/Hacıbektaş and it would be useful to repeat such studies for 2-3 years.

P.S: "This article is part of the first author's MSc thesis"

## REFERENCES

- Açıkgöz, N., İlker, E., & Gökçöl, A. 2004. Biyolojik araştırmaların bilgisayarda değerlendirilmeleri. Ege Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi, Yayın, 2.
- Arslan, M. ve Erdurmuş, C., 2012, Ülkemizde Hayvancılığa ve Kaba Yem Sorununa. Ziraat Mühendisliği, (359), 32-37.
- Clapham, A. R., Tutin, T. G. and Warburg, D. M., 1989, Flora of the British Isles. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Güllüdağ, B. ve Yoldaş, Z., 2015, İzmir Seferihisar ilçesinde organik üretimi yapılan Şevketi Bostan (*Scolymus hispanicus* L.) bitkisinde görülen zararlı böcekler üzerine bir araştırma. Türkiye Entomoloji Bülteni, 5(2), 69-75.
- Lewis, W. M. and Green J. T., 1995, Weed management. In: Production and utilization of pastures and forages. Raleigh (NC): North Carolina State University, North Carolina Agricultural Research Service; Technical bulletin 305.
- Mandel, J. R., Dikow, R. B., Siniscalchi, C. M., Thapa, R., Watson, L. E. and Funk, V. A., 2019, A fully resolved backbone phylogeny reveals numerous dispersals and explosive diversifications throughout the history of Asteraceae. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116(28), 14083-14088.
- Özınan, L., 2017, Dikensi türlerin silaj olarak kullanılma imkânlarının belirlenmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Özkan, U. ve Şahin Demirbağ, N., 2016, Türkiye’de kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 9(1), 23-27.
- Rebernick, C.A., Schneeweiss, G.M., Bardy, K.E., Schönswetter, P., Villaseñor, JI, Obermayer, R., Stuessy, T.F and Weiss-Schneeweiss, H., 2010, Multiple Pleistocene refugia and Holocene range expansion of an abundant southwestern American desert plant species (*Melampodium leucanthum*, Asteraceae). Mol. Ecol. 19:3421–3443. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2010.04754.x>
- Smith R.I.L. and Richardson, M., 2011, Fuegian plants in Antarctica: natural or anthropogenically assisted immigrants? Biol. Invasions. 13:1–5. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9784-x>
- Taghiloofar, A. H., 2018, Türkiye ve İran orijinli bazı Meryemana dikenini (*Silybum marianum* L. Gaertn) popülasyonlarında agronomik, fitokimyasal ve moleküler farklılıkların belirlenmesi üzerinde araştırmalar.

## **THE POTENTIAL OF FOXTAIL MILLET CULTIVATION IN MUGLA PROVINCE**

**Sebahattin BOYACI (ORCID: 0009-0001-0385-5587)**

Ege University, Faculty of Agriculture Department of Field Crops, İzmir-Türkiye

**Email:**sebahattin.boyaci@gmail.com

**Assoc. Prof. Dr. Gülcan DEMIROGLU TOPCU (ORCID: 0000-0002-5978-4183)**

Ege University, Faculty of Agriculture Department of Field Crops, İzmir-Türkiye

**Email:**gulcan.demiroglu.topcu@ege.edu.tr

### **Abstract**

*Setaria italica* (L.) P. Beauvois is a cereal plant known as Foxtail millet. This plant has been widely cultivated in Asia since prehistoric times and is used as an important food source, especially in countries such as China, India and Japan. Foxtail millet is an annual herbaceous plant with small seeds and grows in high temperature and humid climates. It is used both as human food and as animal feed. In addition, gin millet is a rich food source of various vitamins, minerals and fibres. Therefore, it can be an important part of a healthy diet. Although it is not widely cultivated in our country, it is cultivated only for bird feed production. *Setaria italica*, which is a C4 plant, has the potential to be an alternative plant in the face of a major threat such as global warming, as it is resistant to drought and heat. Although it is resistant to drought, it shows a great increase in yield rate if irrigation is provided. Foxtail millet is an annual plant and grows between 150 and 230 cm in height. The plant has thin, erect and usually hairy stems. The leaves are long and ribbon-like and the flower spikes are dense and cylindrical. These spikes produce small, shiny yellowish grains when ripe. These grains are both nutritious and easily digestible. In addition, Foxtail millet is a rich source of protein, fibre, vitamins and minerals. Especially rich in minerals such as iron, magnesium and phosphorus, as well as B vitamins, this cereal is considered an important component for a balanced diet. It also does not contain gluten, making it an ideal food source for individuals with gluten intolerance. In this study; it is aimed to give detailed information about the cultivation of Foxtail millet plant in the Menteşe district of Muğla and the cultivation of the forage crop in the region.

## INTRODUCTION

Foxtail millet (*Setaria italica* P. Beauvois) is a cereal plant of the wheat family (Poaceae). Originating from Asia, it is one of the oldest cereals cultivated since prehistoric times. Foxtail millet is cultivated in various regions of the world, especially in arid and semi-arid climates. This cereal with high nutritional value is rich in protein, vitamins and minerals. In addition, since it is a gluten-free grain, it can be easily consumed by people with gluten intolerance.

Foxtail millet is known for its tremendous adaptability and resistance to various environmental conditions. Its drought resistance makes it an ideal plant for agriculture, especially in areas where water resources are limited. Thanks to these characteristics, Foxtail millet has become a vital source of food and income for many small-scale farmers and rural communities. From a botanical point of view, *Setaria italica* is an annual herb, growing from 150 to 230 cm in height. The plant has slender, erect and usually hairy stems. The leaves are long and ribbon-like and the flower spikes are dense and cylindrical. These spikes produce small, shiny yellowish grains when ripe. These grains are both nutritious and easily digestible. In terms of nutritional value, Foxtail millet is a rich source of protein, fibre, vitamins and minerals. Especially rich in minerals such as iron, magnesium and phosphorus, as well as B vitamins, this cereal is considered an important component for a balanced diet. At the same time, the fact that it does not contain gluten makes it an ideal food source for individuals with gluten intolerance.

The agricultural importance and economic value of Foxtail millet is increasing with the adoption of modern agricultural techniques and sustainable agricultural practices. Seen as a potential solution to global food security and nutrition problems, it also plays a critical role in terms of ecosystem services and biodiversity. Combining traditional agricultural knowledge with modern scientific approaches can further increase the productivity and adaptive capacity of Foxtail millet.

Although it is widely used in animal nutrition such as hay silage in Europe and North America, it has not had such a big place in our country. Foxtail millet, which is mostly produced as bird feed in our country, is a C4 plant resistant to drought and water stress. When we do research on it, we see that not much work has been done on Foxtail millet in our country. It is clear that we should turn to C4 plants and use water resources more properly due to the decrease in water resources and warming weather due to drought and global warming, which is the biggest of the world crises. Foxtail millet, which has a vegetation period of 70-90 days, can also be seeded without water. Nevertheless, when irrigation and nitrogen fertilisation are applied, an average of 40 centimetres of height growth is observed with weekly irrigations. For this reason, we should introduce this plant to our country as an alternative where second crops are planted late.

Beaty et al. (1965) reported that the ideal grazing time of Foxtail millet is when the plant height is between 50 and 86 cm and that grazing in periods above and below this range causes the plants to be less productive.

Kadkol and Swaminathan (1965) reported that the stems and straw of Foxtail millet (*Setaria italica* (L.) Beauv.) are good fodder for animals.

Rao et al. (1987) conducted a study in India with 1195 Foxtail millet genotypes collected from different locations of the world and found that the time to flowering varied between 32-70 days, plant height 25-175 cm, number of tillers 1-52, panicle length 2-30 cm depending on the genotypes.

Twidwell et al. (1992) found that dry matter yield varied between 2.7 t/ha and 8.3 t/ha, in vitro dry matter digestibility ranged between 51.3-63.8%, dry matter crude protein content ranged between 11.8-15.4%, dry matter crude protein content ranged between 51.3-63.8% and dry matter crude protein content ranged between 11.8-15.4% in Foxtail millet sown at three different sowing times in two different locations in USA depending on sowing time, location and years.

Anderson (1999) reported that the main use of Foxtail millet (*Seteria italica* (L.) Beauv.) is as fodder for cattle and sheep in the form of grass or silage and the plant is also a grain crop.

In a study where 0, 1.5, 3.0 and 4.5 kg N/da doses were tested in Foxtail millet in India, the highest nitrogen dose provided high yields in both grass yield and seed yield. The seed yield of this treatment was 184% higher than the control plots (Kalaghatagi et al. 2000).

Hassan et al. (2000) applied 0, 1.5, 3.0, 3.0, 4.5 and 6.0 kg N/ha for Foxtail millet under Pakistani conditions and investigated seed yield and related traits. Nitrogen fertilisation had significant effects on yield and the highest seed yield (187 kg/ha) was obtained from 6.0 kg N/da application.

In this fertiliser application, plant height was 108 cm, number of shoots per plant was 4.5, 1000-grain weight was 1.9 g, stalk yield was 235 kg/ha and harvest index was 44%.

In a study conducted in Belarus, it was found that N6P6K9 kg/da mineral fertiliser application increased seed yield in Foxtail millet and sand millet (Korzun and Kopylovich 2010). However, in a study conducted in the Czech Republic, it was determined that nitrogen fertiliser application had no significant effect on seed yield in sand millet (Kalinova and Moudry 2001).

Koch (2002) reported that Foxtail millet (*Seteria italica* (L.) Beauv.) shows a dense growth and produces a quality grass in midsummer.

Brink (2006) reported that the 1000 grain weight of Foxtail millet seeds is 2 g and fresh seeds show dormancy, it is grown in Kenya with 30 cm row spacing and 10 cm row spacing and 400 g/da seed is sown, harvesting for grass should be done before flowering, 1.5-2 tonnes/da green grass or 350 kg/da dry grass yield can be obtained.

Reddy et al. (2006) reported that 50% flowering time ranged between 32-135 days and plant height ranged between 25-155 cm and 50% flowering time ranged between 32-135 days and plant height ranged between 25-155 cm in their study with 1535 cindarius genotypes originating from 26 countries obtained from the genbank at ICRISAT-Patancheru.

Torbatinejad et al. (2009) reported that Foxtail millet (*Seteria italica* (L.) Beauv.) is a summer annual plant, grows rapidly in hot weather, has a high water use efficiency and is therefore widely grown in semi-arid regions of subtropics, and that the plant can germinate easily in arid areas and poor soils.

### **Agricultural Advantages of Foxtail Millet**

The agricultural advantages of Foxtail millet are that it can grow successfully even under harsh conditions, especially drought. In regions where water resources are limited, it is an ideal plant to make agricultural production sustainable by saving water. Therefore, in regions such as Menteşe where water resources need to be carefully managed, Foxtail millet cultivation can be an important alternative. The fact that Foxtail millet is gluten-free makes it preferable in today's world where health awareness is increasing. The fact that it is a suitable grain for individuals with gluten intolerance further increases the market potential of Foxtail millet.

Foxtail millet requires less water than other cereals. This provides a great advantage in regions where water resources are limited. In regions where water resources need to be carefully managed, such as Muğla Mentеше, Foxtail millet cultivation saves water. Foxtail millet offers farmers a fast crop cycle due to the short time from sowing to harvest. It can usually be harvested within 60-90 days, giving farmers the opportunity to have more than one crop in a year.

Foxtail millet is rich in nutrients such as protein, B vitamins, iron, magnesium and phosphorus. Thanks to these properties, it is considered a valuable product both in human nutrition and as animal feed.

### **Muğla/Mentеше Region**

Karabağlar Plateau in the Mentеше district of Muğla is one of the hidden paradises of the Aegean Region. The plateau, which is only 10 kilometres away from the city centre, is located at an altitude of approximately 900-1000 metres above sea level. It attracts attention with its forests covered with pine and oak trees, cool air and clean resources. Especially in the summer months, it is an ideal escape for those who want to cool off and be in touch with nature.

Karabağlar Plateau is known as a region where transhumance activities have been carried out since the Ottoman period. Traditional highland houses are both aesthetic and functional with their stone and wooden architecture. The people of the plateau go to the plateau in the summer months and engage in agriculture and animal husbandry. In the region where organic agriculture is common, wheat, barley, vegetables and fruits are grown. Small ruminant and cattle breeding are also among the common economic activities. Karabağlar Plateau, which has gained importance in terms of nature tourism in recent years, has become a popular destination for activities such as nature walks, camping and picnics. Traditional plateau festivals organised in the plateau offer visitors the opportunity to get to know the local culture and traditions. With its natural beauties and cultural richness, Karabağlar Plateau is a perfect escape for those seeking peace.

Karabağlar Plateau is known for its large green areas, forests covered with pine and oak trees, cool air and clean water sources. The plateau, which ranges between 900-1000 metres above sea level, offers a cool and spacious atmosphere even in summer thanks to this height. There are many small streams and water sources around the plateau. These sources are important for the continuity of both natural life and agriculture.

The history of Karabağlar Plateau dates back to ancient times. The region has been an area where transhumance activities have been intensively carried out since the Ottoman period. Especially in the summer months, people from Muğla and the surrounding villages go to the plateau and engage in animal husbandry and agriculture. This tradition continues today and preserves the cultural texture of the plateau.

One of the most distinctive cultural features of the plateau is the traditional plateau houses. These houses made of stone and wood attract attention both with their aesthetic appearance and functionality. There are usually various fruit trees, vegetable gardens and flowers in the gardens of the plateau houses.

Agriculture and animal husbandry are the main economic activities in Karabağlar Plateau. Especially organic agriculture practices are common. The products grown in the plateau include wheat, barley, vegetables and fruit varieties. In addition, the people of the region also deal with ovine and bovine breeding. The natural pastures of the plateau offer ideal grazing areas for animals. Karabağlar Plateau has become an important attraction centre for nature tourism in recent years. The plateau, which offers suitable areas for activities such as nature

walks, camping and picnics, is an excellent destination especially for those who want to escape from the stress of city life. Traditional highland festivals organised in the plateau attract the attention of local and foreign tourists. In these festivities, the local people dance and sing songs in their traditional clothes, revealing the cultural richness of the plateau.

The protection of the natural and cultural heritage of Karabağlar Plateau is of great importance for the local people and local administration. Various conservation projects are carried out for the sustainability of the plateau's ecosystem. In particular, efforts are being made to protect forested areas, keep water resources clean and ensure the continuity of local plant and animal species. Muğla Menteşe Karabağlar Plateau offers a unique experience to its visitors with its natural beauties and cultural richness. Karabağlar Plateau is an ideal place for those who want to be intertwined with nature, experience traditional plateau life and spend time in a peaceful atmosphere. With its historical, cultural and natural values, Karabağlar Plateau is a corner of paradise waiting to be discovered.

It has been determined that the Foxtail millet plant, which I have previously cultivated in Muğla Menteşe Karabağlar Plateau, can be cultivated and harvested in the Muğla region.

### **Climate and Soil Characteristics of Muğla Menteşe Region**

The Menteşe region of Muğla has a Mediterranean climate and is a very favourable region for agriculture. The climate and soil characteristics in the region are suitable for drought-resistant plants such as Foxtail millet. During the summer months, the temperature usually rises above 30°C, which is quite favourable to the optimal growth temperature range of 25-30°C for Foxtail millet. Foxtail millet, which has high drought and temperature tolerance, provides a good yield during these hot summer months. The Menteşe region of Muğla has a Mediterranean climate and is a very favourable region for agriculture. The climate and soil characteristics in the region are suitable for drought-resistant plants such as Foxtail millet. During the summer months, the temperature usually rises above 30°C, which is quite favourable to the optimal growth temperature range of 25-30°C for Foxtail millet. Foxtail millet, which has high drought and temperature tolerance, provides a good yield during these hot summer months.

The soils of Menteşe are generally calcareous and rich in organic matter. Foxtail millet is a plant that is not picky about soil, but it grows better in well-drained, slightly acidic soils. The fact that the soils in the region have these characteristics is favourable for the cultivation of Foxtail millet. Foxtail millet requires less maintenance compared to other cereals. Weed control and pest management can be easily achieved with appropriate agricultural practices. In addition, agricultural directorates and universities in the region can increase productivity by providing training and support to farmers. Foxtail millet is in demand in both local and international markets. The increasing trend of gluten-free nutrition increases the demand for Foxtail millet. This presents an economic opportunity for farmers. In addition, its use as animal feed creates an additional source of income.

Agricultural directorates and universities in Muğla province can offer various training and support programmes to farmers on Foxtail millet cultivation. These programmes can increase productivity by providing farmers with information on modern agricultural techniques, irrigation methods, pest management and harvesting methods. In addition, Foxtail millet cultivation can be encouraged by providing financial support and incentives to farmers.

### **Foxtail Millet Cultivation**

When Foxtail millet is produced for bird feed, the biggest difficulty is the harvesting process. Harvesting is a big problem as it is done by hand because it is not suitable for machine



harvesting. After harvesting, the spikes are collected and stored in bundles after being laid out in the sun.

The sowing time of Foxtail millet varies with the seasonal conditions and is usually done at the end of May or the beginning of June. Earlier sowing can be done when suitable seasonal and soil conditions are provided.

Sowing is done with a pneumatic maize seeding seeder with a row spacing of 60 cm. The planter mirrors of the pneumatic seeder are specially made and specially manufactured with 1 mm hole width and 200 holes. Although it varies according to the machine settings, sowing can be carried out after the gear settings of the seeder are made so that 1 seed falls in every 1 centimetre.

During sowing, 25 kg of 20-20 compound fertiliser was applied per decare. When the plants reach a length of 5-10 centimetres, intermediate ploughing operations can be carried out to combat weeds. Since the plant roots move after the intermediate ploughing, it is of great benefit to give life water. After the intermediate ploughing, drip hoses are positioned so that one row is full and one row is empty.

Organic root fertiliser and potassium fertiliser are given with the first irrigation. When regular irrigation is carried out every week, it has been observed that the plant height regularly increases by an average of 40 centimetres. Before the plant started to spike (after about the 7th week), it was observed that the growth in spike length increased when 25 kg urea fertiliser was given per decare with irrigation water. The last irrigation is done when the spikes are about 50% yellow. There are several methods to recognise when it is time to harvest. The most accurate method is that all seeds can be easily separated from the spike when the samples taken from the spike are crushed by hand. Another method is to observe the yellowing of the lowest parts of the spike by eye. Another method, which is widely used among farmers, is to recognise that it is time to harvest when birds start to fly over the field. The harvested spike should be kept in the sun for at least 2 days in order to avoid moulding due to moisture during storage and storage dryness should be ensured. Well dried ears can be stored in a dry warehouse for 3-5 years. Spikes stored without complete drying cause mould, heat and bad odour formation after about 3 months. The dried spike are brought in bundles for easy storage and these bundles can be stored in parcels of 10 kilograms each. Soil Preparation: Since the size of the seeds is about 1 mm, careful soil preparation increases seed emergence. Pests and Harvesting: Although the Foxtail millet plant is produced for bird feed, the greatest damage is caused by rodents. It is recommended to harvest the plants quickly because staying in the field every day can cause bird and rodent damage. The biggest problem in the harvesting process is the problem of finding labour. Harvested ears should be dried under the sun for at least 2 days. Rodent damage should also be taken into consideration during the storage process.

## **CONCLUSION**

Muğla Menteşe region is a suitable region for Foxtail millet cultivation in terms of climate and soil characteristics. If farmers in the region try Foxtail millet cultivation, it can both increase the diversity of local agriculture and provide economic gains. The low water requirement and drought resistance of Foxtail millet will also contribute to more efficient use of water resources in the region. In addition, information and resources to be provided to farmers through agricultural support and training programmes can increase the success of Foxtail millet cultivation. Therefore, Foxtail millet cultivation in Muğla Menteşe region has an important potential for sustainable agriculture and economic development.

### REFERENCES

- Arbabi S., Ghoorchi, T. 2008. The effect of different levels of molasses as silage additives on fermentation quality of foxtail millet (*Setaria italica*). *Asian J. Anim.Sci*
- Brunda, S.M., Kamatar, M.Y., Naveenkumar, K.L. Ramling Hundekar & Sowmya, H.H. 2015. Evaluation of foxtail millet *Setaria italica* genotypes for grain yield and biophysical traits, *Journal of Global Biosciences*
- Dağtekin, Z., Hatipoğlu, R. & Yücel, C. 2020. Bazı cin darı (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) genotiplerinin Çukurova koşullarında agro-morfolojik ve ot kalite özellikleri. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(3), 422-434.
- Dastenal, M.V., Mirhadi, M.J. and Mehrani, A. 2012. The Study and Comparison of 3 Foxtail Millet (*Setaria italica* L.) Cultivars in Different Phenological Stages in Karaj Region. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*
- De Wet, J. M. J., Oestry-Stidd, L. L., & Cubero, J. I. 1979. Origins and evolution of foxtail millets (*Setaria italica*). *Journal d'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquee*
- Heuzé V., Tran G., Sauvant D., 2015 . Foxtail millet (*Setaria italica*), forage. *Feedipedia*, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO.
- Kızıllı Aydemir, S. 2022. Foxtail Millet (*Panicum italicum* L. *Setaria italica* L.), Grasses, Chapter 5, Editör: Karadağ, Y ve Seydoşoğlu, S, İksad Yayınevi, Ankara
- Koch, D. W., 2002. Foxtail millet: Management for supplemental and emergency forage. University of Wyoming, Cooperative Extension Service, B-1122.3
- Olak, H., & Tan, M. 2016. Farklı Azot Dozlarının Cin Darı (*Panicum italicum* L.)'da Verim ve Bazı Özelliklere Etkisi. *Journal of the Institute of Science & Technology/Fen Bilimleri Estitüsü Dergisi*, 6(2).
- Rao, K.E.P., de Wet, J.M.J., Brink, D.E. and Mengesha, M.H. 1987. Intraspecific Variation and Systematics of Cultivated *Setaria italica*, Foxtail Millet (Poaceae). *Economic Botany*, 41 (1): 108-116.

## **KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN YEM BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Ziraat Yük.Müh. Uğur ERGÖNÜL (ORCID:0009-0006-0040-6045)**  
Tarım ve Orman Bakanlığı, Beydere Tohum Sertifikasyon Test Müdürlüğü  
**Email:**ugur\_ergonul@hotmail.com

**Prof. Dr. Mustafa SÜRMEEN (ORCID:0000-0001-9748-618X)**  
Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çayır Mera ve Yem  
Bitkileri Anabilim Dalı  
**Email:**mustafa.sürmen@adu.edu.tr

### **ÖZET**

Tarımsal üretimde ve diğer faaliyet alanlarında enerji kaynağı olarak kullanılan fosil yakıtlar, öngörü ve sürdürülebilirliğin ikinci plana atıldığı günümüzde atmosferimiz üzerinde yoğun bir sera gazı etkisi oluşturmaktadır. Bu sera gazları artışı sıcaklığı etkilemekte, gezegenimizin geleceği için iklim değişikliği anlamında büyük bir tehlike oluşturmakta ve küresel ısınma tehdidiyle insanlığı karşı karşıya bırakmaktadır. Küresel iklim değişikliği günümüzde daha sık görülmeye başlayan etkileriyle önemli bir global problem haline gelmiştir. Dünya üzerinde sıklıkla yaşanmaya başlayan sel, orman yangınları gibi afetler, hayatımızı ve geleceğimizi tehdit etmektedir. Bizden sonraki kuşakların hayatlarını devam ettirebilmeleri için gerekli tedbirlerin alınması çok önemli ve acildir. Bu çalışma kapsamında iklim değişikliğinin getirdiği olumsuzluklar ve küresel iklim değişikliğine karşı alınabilecek önlemler ile yetiştirilebilecek yem bitkileri ile ilgili bilgiler verilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Yem Bitkileri, Küresel İklim Değişikliği, Sera Gazı

## **EFFECTS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON FORAGE CROPS GROWING**

### **Abstract**

Fossil fuels, which are used as energy sources in agricultural production and other areas of activity, create an intense greenhouse gas effect on our atmosphere today, where foresight and sustainability are put on the back burner. This increase in greenhouse gases affects the temperature, poses a great danger for the future of our planet in terms of climate change, and confronts humanity with the threat of global warming. Global climate change has become an important global problem with its effects becoming more common today. Disasters such as floods and forest fires, which are frequently occurring around the world, threaten our lives and our future. It is very important and urgent to take the necessary precautions so that the generations after us can continue their lives. Within the scope of this study, information will be given about the negativities brought by climate change, the precautions that can be taken against global climate change and the forage crops that can be grown.

**Keywords:** Forage Crops, Global Climate Change, Greenhouse Gases

## GİRİŞ

Tarımsal üretimde ve diğer faaliyet alanlarında enerji kaynağı olarak kullanılan fosil yakıtlar, öngörü ve sürdürülebilirliğin ikinci plana atıldığı günümüzde atmosferimiz üzerinde yoğun bir sera gazı etkisi oluşturmaktadır. Küresel iklim modelleri, önümüzdeki yıllarda atmosferik sera gazlarının etkilerinin artmasını öngörmektedir (Hekimoğlu ve Altındeğer 2008). Bu sera gazları artışı sıcaklığı etkilemekte, gezegenimizin geleceği için iklim değişikliği anlamında büyük bir tehlike oluşturmakta ve küresel ısınma tehdidiyle insanlığı karşı karşıya bırakmaktadır. ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), 2019 yılında dünyadaki toplam sera gazı emisyonunun 6,558 milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğerine (eşd.) ulaştığını belirtmiştir. Bunun %10'unun tarım sektörü kaynaklı olduğu görülmektedir (EPA, 2021).

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi (BMİDÇS) 21 Mart 1994 tarihinde resmi olarak başlamıştır. Birleşmiş Milletler Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) 9 Ağustos 2021'de yayınlanan 6. Değerlendirme Raporu'nda, Sanayi Devrimi'nden günümüze kadar dünyanın ortalama sıcaklığının 1,1<sup>0</sup>C arttığı ve son 10 yılın tüm zamanların en sıcak dönemi olduğu belirtilmiştir. Nüfus artışı, ekonomik kalkınma, enerji ve arazi kullanım değişikliği beklentileri, bu yüzyılın sonuna kadar ortalama 1.5 ile 5.8 °C arasında değişen ortalama bir sıcaklık artışını öngörmektedir. Çünkü, daha sıcak bir atmosfer daha fazla su buharı tutabildiğinden, ortalama küresel yağışta %5 ile %15 oranında bir artış olacağını tahmin edilmektedir (IPCC 2014; Silva 2015). Ülkemiz Akdeniz kuşağında yer aldığından; ani iklim değişiklikleri, sıcaklık artışları ve çölleşmeden daha fazla etkilenme riskiyle karşı karşıyadır.

Küresel iklim değişikliği günümüzde daha sık görülmeye başlayan etkileriyle önemli bir global problem haline gelmiştir. Dünya üzerinde sıklıkla yaşanmaya başlayan sel, orman yangınları gibi afetler, hayatımızı ve geleceğimizi tehdit etmektedir. Bizden sonraki kuşakların hayatlarını devam ettirebilmeleri için gerekli tedbirlerin alınması çok önemli ve acildir.

## YEM BITKİLERİ ÜZERİNE KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ'NİN OLUMSUZ ETKİLERİ

### İklim Değişikliğinin Olumsuz Etkileri

İklim değişikliği; salgın hastalıklar, kuraklık, erozyon, çölleşme, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi, şiddetli hava olaylarının artması, deniz seviyesinin yükselmesi, doğal dengenin bozulması sonucu vahşi yaşam türlerinin zarar görmesi ve insan sağlığının bozulması gibi sonuçlarıyla hayatımızı olumsuz yönde etkilemektedir.

Değişen iklime yönelik yeni tarımsal uygulamalar ve yeni tarım teknolojileri geliştirilmelidir. Öte yandan, sera gazı salınımını azaltıcı tarımsal uygulamalar geliştirilmesi iklim değişikliği ile mücadelede çok önemlidir (Anonim, 2022).

Özellikle tropik ve yarı tropik bölgelerde, daha yüksek sıcaklıklar altında verim ve ürün miktarında düşüşler olacağı tahmin edilmektedir. Isı stresi meyve tutumunu azaltır ve yıllık gelişimini hızlandırarak verim kayıplarına, ürün kalitesinin bozulmasına ve gıda kaybı ve israfının artmasına neden olur (IPCC, 2016).

İklim değişikliği hastalık ve zararlı popülasyonlarında artışlara neden olmakta bu da tarım sektörünü olumsuz etkilemektedir. Aşırı sıcaklık, kuraklık ve beklenmeyen hava olayları nedeniyle oluşan afetlerle biyoçeşitlilik azalmakta, verim kayıpları yaşanmakta, ekim-dikim ve hasat zamanında değişiklikler meydana gelmektedir. İklim değişikliği ile birlikte özellikle kuraklık en çok hububat, baklagiller ve yem bitkileri üretimini etkilemektedir. Çayır ve meralarda verim düşüklüğüne neden olduğu için dolaylı olarak hayvancılık faaliyetlerini de olumsuz etkilemektedir (Serengil, 2018)

Yem giderlerin % 78'i kaba yem, % 22'si ise kesif yem kaynaklıdır (Harmanşah, 2018). Bu riskler altında hayvancılık işletmelerinin giderlerinin yaklaşık %70'ini yem girdilerinin oluşturduğu düşünüldüğünde uygun fiyatlı hayvansal ürünlere ulaşabilmek için uygun ve kaliteli kaba yem üretimini artırmak şarttır. Ülkemizde çayır-mera alanlarının bilinçsiz kullanılması ve tarla ziraatı içerisinde yem bitkileri ekim alanlarının düşük olmasından dolayı kaliteli kaba yem açığının 68.4 ton olduğu belirtilmektedir (Okçu, 2020). İnsan beslenmesinde hayvansal proteinlerin önemli bir yeri vardır. Dengeli beslenme için alınan besinlerin yaklaşık % 60 oranında bitkisel, %40'ta hayvansal ürünlerden karşılanması gerektiği bilinmektedir (Bilgili ve Açıköz, 1999).

İklim değişikliği nedeniyle meydana gelen beklenmeyen hava olayları beraberinde aşırı yağışları da getirdiğinde oluşan sel, dere yataklarında ve vadilerde yapılan hayvancılık ve seracılık faaliyetlerini de olumsuz etkilemektedir.

İklim değişikliğinin özellikle hayvancılık üzerinde, sıcaklık stresi, süt üretiminin ve kalitesinin düşmesi, büyüme ve doğurganlığın azalması, hastalıkların yaygınlaşması gibi doğrudan etkilerinin yanı sıra yem bitkileri ve suyun bulunabilirliğinin azalması gibi dolaylı olumsuz etkileri bulunmaktadır. Çeşitli iklim senaryoları ve projeksiyonlarda gelecekte tarımsal üretimin azalacağı ve küresel gıda güvencesi açığının artacağı öngörülmektedir (Cline, 2007; Malik ve diğd., 2015; Koç ve Uzman, 2016). İklim değişikliği etkileri ile soğuk bölgelerde ısınmaya bağlı çayır ve mera alanlarının artmasının hayvancılığın gelişmesine katkıda bulunacağı, yüksek sıcaklığın belirgin olduğu bölgelerde ise kuraklığa bağlı olarak yem bitkileri üretiminin azalacağı ve verim kaybı olacağı öngörülmektedir (Gökkür ve Uysal, 2020).

Yeterli çayır mera amenajmanı yapılmaması, hayvansal gübrenin uygun kullanılmaması, kontrolsüz otlatma, bilinçsiz tarımsal sulama (salma sulama), yoğun tarımsal ilaç, kimyasal gübre kullanımı ve anız yakılması nedenleriyle toprağın yapısı ve tarımsal ekolojinin bozulması, iklim değişikliğine neden olan faaliyetler olarak değerlendirilmektedir.

Kaba yem kaynağındaki bitkisel azalışlara ek olarak azalan ve düzensizleşen yağış rejimi mera bitki kompozisyonunu olumsuz yönde etkilemekte, zayıf ve orta durumda olan meralar giderek bozulmakta ve mera amenajmanında da problemler yaşanmaktadır. Ayrıca otlakların verimlerinin azalması hayvanlar için su ve besin temin edilememesi, orman ürünlerinde kayıplar, orman yangınları ve orman alanlarında verimlerin azalması, su ürünlerinde kayıplar ile su ve rüzgar erozyonunda artış, su kalitesinde bozulma ve hayvanların doğal yaşam alanlarının daralması ve dolayısıyla çiftçi gelirlerinde kayıplar ve tarımsal üretimin doğrudan bağlı olduğu endüstrilerde kayıplar şeklinde ortaya çıkmaktadır. Geniş bir tarımsal üretim potansiyeline sahip Ege Bölgesi'nde iklim değişikliğinin su - toprak ve ekosistem üzerine etkisini gösterdiği ancak tarım sektörü üzerine en önemli etkisinin kuraklık olarak ortaya çıktığı ve kuraklığın tüm sektörde olumsuz etkileri bulunduğu raporlanmıştır (Anonim, 2019a).

Söz konusu etkinin su kısıtına gidilmesi sonucunu doğurduğu ve gerek depolamaların gerekse basınçlı sulama şebekesinin alansal olarak yetersizliğinden dolayı rekolte düşüklüğü, az su alan ürünlerin hastalıklara karşı çok güçlü olmadığı için hastalık ve zararlılara açık hale gelmesi, mevsimlerde meydana gelen değişimler sonucu gece gündüz sıcaklık farkının yükselmesi sonucu tarımsal ve yaşamsal alanların olumsuz etkilenmesini ortaya çıkartmıştır (Anonim,2020).

### Sıcaklık Artışı

Sıcaklık, yağış ve atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonundaki değişikliklerin birleşik etkileri ürün verimini etkilemektedir ve bu etki bölgelere göre farklılık göstermektedir. Akdeniz Havzası'nın büyük bölümünde ürün veriminde azalma ve hayvancılık için artan bir risk öngörülmektedir (Anonim, 2019b). İklim projeksiyonları, Avrupa'nın çoğunun küresel ortalamadan daha yüksek düzeyde ısınma yaşayacağını göstermektedir. Sera gazı emisyon senaryolarına göre, ortalama sıcaklığın dünya genelinde 2100 yılına kadar 0.9-3.5 °C arasında artış göstereceği öngörülmektedir (IPPC, 1996).

Sıcaklığın bitki biyoması üzerine etkisi, bitkinin büyüme formuna (determinat/indeterminat) bağlıdır. Sıcaklık artışı, kanopi canlılık süresini ve buna bağlı olarak biomass üretim periyodunu kısaltır. Nitekim, Ellis vd. (1990), determinat büyüme özelliği gösteren tahıllarda dane doldurma hızı ve dane doldurma süresinin sıcaklık artışıyla kısaltıldığını; Shaykewich (1995) ise 1° C'lik sıcaklık artışının bitki ömrünü yaklaşık 21 gün (% 8), generatif periyodunu ise 8 gün (% 6) kadar kısalttığını, ancak bu tepkinin varyetelere göre değiştiğini belirtmişlerdir. Yetersiz vernalizasyon koşulları çiçek tomurcuğu teşekkülünü yavaşlatmakta ve verimi düşürmektedir (Salinger, 1989). Sıcaklık artışları, mera alanları ve yem bitkilerinin verimleri üzerindeki etkisinin yanı sıra çiftlik hayvanlarının performansları üzerinde de etkili olmaktadır. Bu durumda, özellikle genç hayvanlar yaşlılara oranla sıcaklık değişimlerinden daha fazla etkilenecektir (Squire ve Unsworth, 1988)

Yüksek sıcaklıklarda bazı yem bitkilerinde ligninleşmede artışlar görülebilmekte (Wilson vd., 1991), ve bu sayede bitkilerin dayanıklılığında artışlar olmaktadır (Strange, 1993).

**Şekil 2.1.** Ana Biyocoğrafik Bölgeler İçin İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerindeki Başlıca Etkileri



- Akdeniz Bölgesi
- Aşırı sıcaklarda büyük artış ve hayvancılık için artan riskler
- Yağışta azalma
- Artan kuraklık riski
- Biyoçeşitlilik kaybı riskinin artması



- Step ve/veya dağlık bölgeler
- Avrupa ortalamasından daha yüksek sıcaklık artışı
- Dolu riski
- Don tehlikesi
- Artan heyalan riski

(Avrupa Çevre Ajansı)

### Kuraklık

Kuraklık nedeniyle bitkiye gerekli su yeterince alınamamasından dolayı, yabancı ot ve zararlılarında devreye girmesiyle tarımsal ürünler verim ve kalite açısından olumsuz etkilemektedir. Kuraklık, dünya tarım alanlarındaki bitkisel üretimi sınırlandıran önemli bir faktördür. Dünyadaki ekilebilir alanlarda karşılaşılan stres faktörleri arasında kuraklık stresi, %26'lık oran ile en büyük paya sahiptir (Kalefetoğlu ve Ekmekçioğlu, 2005).

Kurak koşullarda fotosentez mekanizması yavaşlar ve bunun sonucunda sürgün gelişimi zayıflayarak kök gelişimi hızlanır (Öztürk ve Seçmen, 1992). Stresin devamında köklere yeterince besin maddesi taşıyamayacak ve kökler yeterince gelişim göstermeyecek, toplam biyokütlede azalma olacaktır. Bu durum ise bitkinin vejetatif yöndeki büyümesini sınırlamaktadır (Sağlam, 2004).

Yıllık yağış ortalamasının 450 milyar m<sup>3</sup> (431.7 mm) olduğu ülkemizde, yerüstü suyu potansiyeli yılda ortalama 94 milyar m<sup>3</sup> yeraltı suyu potansiyeli ise 18 milyar m<sup>3</sup> 'tür. Yıllık kullanılabilir su potansiyelinin 112 milyar m<sup>3</sup> olmasına rağmen bunun % 53 (60 Milyar m<sup>3</sup> ) kullanılmaktadır. Yıllık tüketilen suyun % 77'si tarımsal sulamada kullanılmaktadır. (Anonim, 2022)

**Çizelge 2.1.** Uzun yıllar meteoroloji verileri

AYLAR	Uzun Yıllar Ortalama Sıcaklık (°C)	2021-2022 Ortalama Sıcaklık(°C)	Uzun Yıllar Toplam Yağış(mm)	2021-2022 Toplam Yağış (mm)	Uzun Yıllar Ortalama Nisbi Nem (%)	2021-2022 Ortalama Nisbi Nem (%)
Kasım	12.1	13.9	88.8	69.1	72.4	71.5
Aralık	8.1	9.4	137.0	188.1	76.8	76.9
Ocak	6.5	5.5	127.3	40.9	74.8	72.9
Şubat	7,8	8.1	108.0	136.6	71.0	74
Mart	10.4	7.1	77.8	20.3	65.8	58.8
Nisan	15.0	16.8	55.1	22.3	60.9	54.8
Mayıs	20.3	22.1	38.8	1.3	55.5	45.5
Ortalama	12.06	11.84	90.4	68.37	68.17	63.4

(Meteoroloji Genel Müdürlüğü,2022)

### Toprak Verimliliği ve Erozyon

Erozyon bitkiye gerekli olan verimli üst toprağın su ve rüzgar gibi doğal yollarla ve insan aktivitesiyle hızlı bir şekilde taşınmasıdır. Bilinçsiz toprak işleme ve aşırı sıcaklık artışları toprağın yapısını bozmaktadır. Bu durumda erozyon tehlikesi artmakta ve toprak verimliliği azalmaktadır. Özellikle yaz aylarında yağıştaki azalmalar toprağın kurumasına ve rüzgar erozyonuna karşı hassasiyetin artmasına neden olacaktır. Yine, yüksek evaporasyon yağışın kısıtlı olduğu bölgelerde tuzluluk problemini ortaya çıkaracaktır (Yeo, 1990).

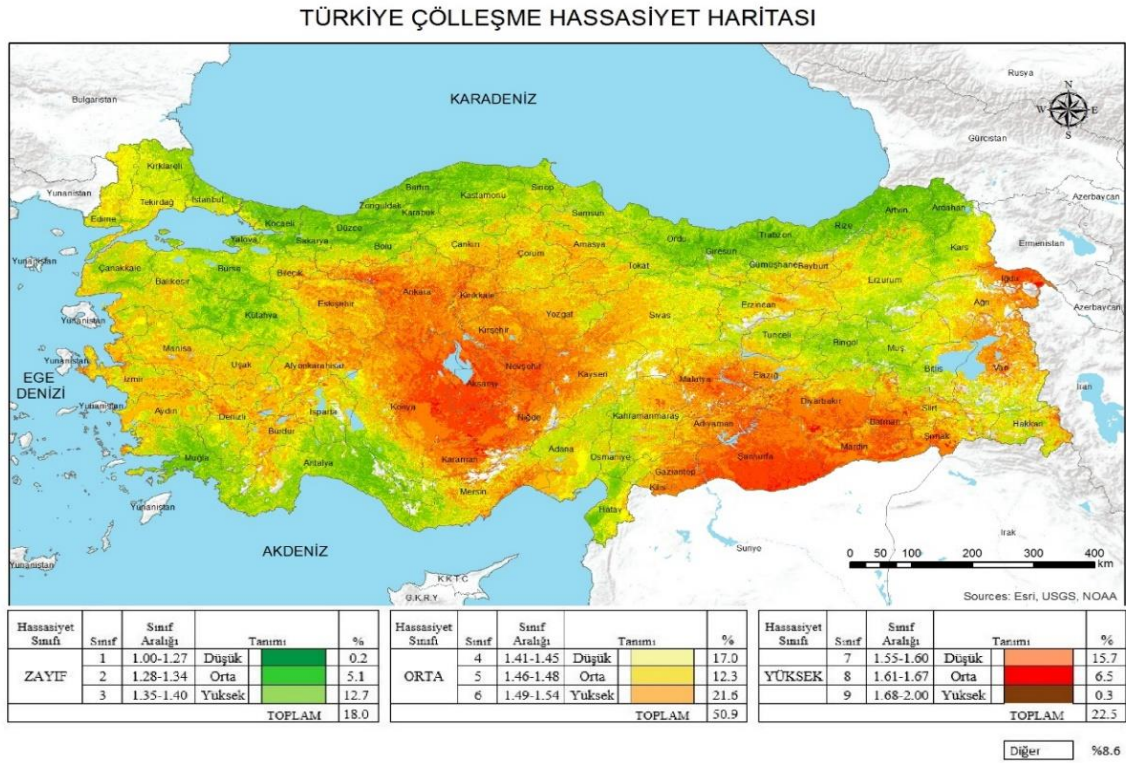
Bitki örtülerini oluşturan türlerin erozyona karşı dirençleri de oldukça farklıdır. Eşit kaplama alanına sahip yumak formu bitkilerin bulunduğu vejetasyonlardaki erozyon, çim formu (rizom ve stolonlu) türlerin dominant olduğu vejetasyonlardan daha azdır. Çünkü yumak formu bitkiler dip kısımlarında bıraktıkları artık ve sık kardeşleri sayesinde hareket halindeki suyun kinetik enerjisini kırmada diğer türlerden daha üstündürler. Yurdumuz meralarında hakim durumda bulunan buğdaygil türlerinin yumak formu olmaları ülkemiz meraları açısından şans olarak kabul edilmektedir (Altın, 1999).

Çayır-meralarda erken ve yoğun otlatma bitki sayısı ve yoğunluğunu azaltarak erozyonu tetiklemektedir. Mera kapasitesinin üzerinde otlatma yapılmayarak Bromus inermis, Buchloe



dactyloides, Phleum pratense gibi türler yarı kurak alanlarda, Trifolium repens, Phleum pratense gibi türler yonca ile birlikte ekildiğinde kaplama alanı genişliği bakımından ve Phalaris arundinacea bataklık alanlarda kullanılabilir.

Şekil 2.2 Türkiye Çölleşme Hassasiyet Harita



(Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü)

### Bitki Besin Maddesi Noksanlığı

Toprak organik yapısı bozulduğunda bitki besin elementlerinde azalmalar ve bitki bünyesine geçişlerde yavaşlamalar görülmektedir. Buğdaygil yem bitkilerinin azot (N) gübresi ile gübrenmesi verimi artırırken genellikle ham protein oranını da artırmaktadır. Azot noksanlığında yem bitkilerinde soluk sarı-yeşil renk değişimleri, yaşlı yapraklardan başlayarak sararma ve kurumalar gözlemlenir.

Baklagil yem bitkilerinde protein oranını artırmada azot ile gübreleme tavsiye edilmemektedir. Fosfor (P) ve potasyum (K) ile gübreleme baklagillerde gerek ot, gerekse tohum verimine olumlu etkide bulunmaktadır. Verim ve kalite için verimli toprak yapısı gerekirken, verimsiz topraklarda kaliteli üretim yapmak mümkün değildir.

Yonca, korunga gibi derin köklü baklagiller, yıkanarak derinlere inmiş olan besin maddelerini alarak toprağın üst katmanlarına çıkarmaktadırlar. Böylece topraktan besin maddesi kaybı azalmakta ve yer altı su kaynakları ve ekosistemin kirlenmesi önlenmektedir. Yonca ve korunga köklerinin 7-10 m derine kadar inebildikleri bilinmektedir (Acar ve Ayan 2012).

Bitkilerin besin maddeleri içerikleri toprakta bulunan yararlanılabilir besin maddeleri durumuna bağlı olduğundan dolayı topraktaki herhangi bir mineral madde eksikliği veya fazlalığı bitkiye ve dolayısıyla hayvana yansiyabilmektedir. Besin maddeleri açığı kapatmak

için toprağa bilinçsizce verilen kimyasal gübreler toprakta nitrat kirliliğine, atmosferde ise N<sub>2</sub>O salınımına sebep olarak sera gazı etkisini artırmaktadır. Kompost yapımı ve biyogaz üretimi metan gazı emisyonu sağlayabilecektir.

### **Su Kaynaklarında Azalma**

İklim değişikliği nedeniyle; su döngüsünde değişimler (artan atmosferik su buharı, yağış rejiminde değişiklik, kuraklık ve seller gibi aşırı sonuçlar, kutup ve dağ buzullarının geniş ölçüde erimesi, toprak neminde değişiklikler) izlenmektedir.

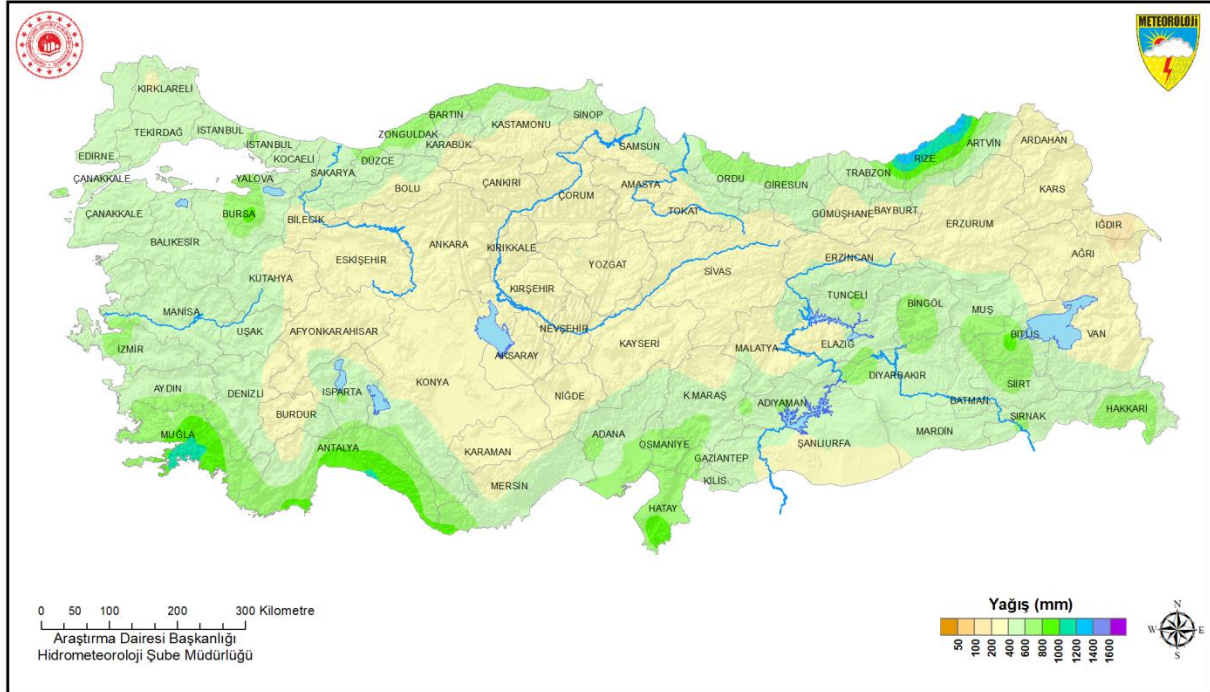
Yüksek hava sıcaklıklarının su miktarını ve kalitesini etkilemesi, Deniz seviyesi yüksekliğinin, nehir ağzı ve kıyı yeraltı sularının tuzlanmasına yol açması, bu nedenle kıyı alanlarında insanların ve ekosistemlerin tatlı suya erişiminin azalması söz konusudur.

Bünyesine yeterince su alamayan yem bitkilerinde yaprak/sap oranının düşük olması gözlenir ve bu parametre yem kalitesini düşüklüğünün göstergesidir. Yaprakların saplara kıyasla kalitesi daha yüksektir ve bitki yaşlandıkça yaprak oranı düşer ve sindirilme oranları düşer ve NDF (Neutral Detergent Fiber/Nötral Deterjan Sellülozu) oranları yükselmeye başlar. NDF miktarı arttıkça, NDF içinde yer alan çözünebilen maddeler düşer. Bu hususlara bağlı olarak, bir kaba yemin toplam NDF içeriği, kaba yemin genel kalitesini ve sindirilebilirliğini ortaya koyan değerdir. % 40 NDF değeri olan bir kaba yem, % 60 NDF değeri olan kaba yemden daha çok sindirilebilir niteliktedir.

NDF' deki sindirilebilirliğin % 1'lik bir artışının, ineklerde günlük kuru madde tüketimini 168 gram olarak arttırdığını ve bunun da günde % 4, yağlı sütte 250 ml miktarında artışa eşit olduğunu bildirilmiştir (Oba, 1999). Türkiye gibi su zengini olmayan ve iklim değişikliğinin etkilerini doğrudan hisseden ülkelerin su kaynaklarını koruyarak akılcı kullanması gerekmektedir (Eren ve diğ., 2008; Yalçın ve Kara, 2014).

Şekil 2.3 1 Ekim- 30 Nisan Su Yılı Alansal Yağış Normalleri (1991-2020)

1 EKİM - 30 NİSAN SU YILI ALANSAL YAĞIŞ NORMALLERİ (1991-2020)



(Meteoroloji Genel Müdürlüğü,2022)

### Aşırı Yağış

İklim değişikliği ile yağışlar düzensizleşmekte, şiddeti ve dağılışında değişimler göstermektedir. Üretim sezonu içerisinde beklenen yağış birkaç saat içerisinde yağarak ciddi sel ve taşkınlara neden olarak, tarım arazileri ve seralara büyük zararlar vermektedir.

Aşırı yağış sonucunda toprak gözenekleri içindeki havanın yerini suyun doldurması sonucu kökler yeterli havayı alamayacağından boğulur, havasız kalan kökler yeterince çalışmayacağı için gerekli besin maddelerini alamazlar ve kök bölgesi sürekli nemli olduğu için, yem bitkilerinde kök hastalıkları gelişir ve kurumalara sebep olur. Taban suyunun yükselmesi sonucu toprakta tuzluluk problemleri ortaya çıkarken; azot, fosfor, potasyum, kalsiyum gibi besin elementlerinin bitki bünyesine geçişi zorlaşır.

Tuz stresinin yaşandığı ortamda bitkilerde en çok toksisiteye sebep olan iyonlar sodyum (Na) ve klor (Cl) iyonlarıdır (Maas, 1986). Bitkilerde tuz stresi, toprakta sodyum klorür (NaCl) ve diğer çözülebilir tuz miktarının artışına paralel olarak bitkinin büyüme ve gelişimi üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Glenn ve ark., 1997).

Önümüzdeki dönemde Batı ve Güney bölgelerindeki yağışlarda belirgin bir düşüş beklenirken, ılımlı bir orta enlem ikliminin hüküm sürdüğü Karadeniz Bölgesi'nde yağışların artması beklenmektedir. Artan sıcaklık ve azalan yağış nedeniyle, kuraklık olaylarının şiddet, sıklık ve süresinde artış beklenmektedir (Anonim, 2013).

### Doğal Bitki Örtüsü Değişimi

Artan iklim değişikliği ile birlikte bilinçsiz otlama, tarıma açılan orman alanları, organize sanayi bölgelerinin kuruluş yerlerindeki yanlış tercihler gibi nedenlerle doğal bitki örtüsünde tahribatlar ve olumsuz değişiklikler meydana gelmektedir. Bu sebeplerden dolayı ülkemiz

giderek çölleşmekte, bozkır alanlarının genişlemekte ve mera alanlarında azalmalar görülmektedir. (Anonim, 2012)

### Hastalık ve Zararlılar

İklim değişikliği ile birlikte sıcaklık artışları veya yağış rejimindeki değişiklikler ile bitki hastalık ve zararlıları için uygun ortamlar oluşabilmektedir. Ani olarak gelişebilen bu hastalık ve zararlı istilası nedeniyle ürün miktarı ve kalitesi düşmektedir. Böcekler sıcak koşullarda daha hızlı tepki göstermekte ve çoğalmaları için daha uygun bir ortam bulmaktadırlar (Cammell ve Knight, 1992). Tanin, nitrat, alkaloid, östojen gibi yemlerde bulunabilecek zararlı bileşikler hayvanların hastalanması ve ölümüne neden olabilir. Bu maddeler hayvanlara zararlı olabilecek düzeylerin altında olmalıdır. Yüksek kaliteli olan yemler zararlı maddeler ve kalite dışı maddeler içermemelidir.

### Şekil 2.4 Yonca Bitkisinde Mildiyö, Uyuz ve Mozaik Virüsü Hastalıkları



### Gıda Sektörü Üzerine Etkileri

IPCC'nin Değerlendirme Raporları, iklim değişikliğinin etkisiyle dünyada su kıtlığının ve kuraklığın artacağını, tarımsal verimliliğin düşeceğini, gıda fiyatlarında dünya genelinde %85'e varan artışların gerçekleşebileceğini öngörmektedir. Yağış rejiminin değişmesi nedeniyle bazı tarım alanlarının kuraklaştığı, bazı tarım alanlarının sel suları altında kalarak kullanılamaz hale geldiği ya da deniz suyunun yükselmesi ile tuzlandığı ve verimin düştüğü bilinmektedir. İklim değişikliğinin etkisiyle ekim alanı ve üretim deseninin değişeceği, verimde düşmenin yaşanacağı ve üretim miktarının azalacağı öngörülebilir. İklim değişikliği, su kaynakları ve ihtiyaçlarındaki değişiklikler, bitki verimliliği ve maliyeti üzerindeki etkiler, ve iklim değişikliğine uyum için gerektirdiği yüksek maliyetler nedeniyle küresel gıda güvenliği ve barışı için önemli tehditler oluşturmaktadır (Bayraç 2016).

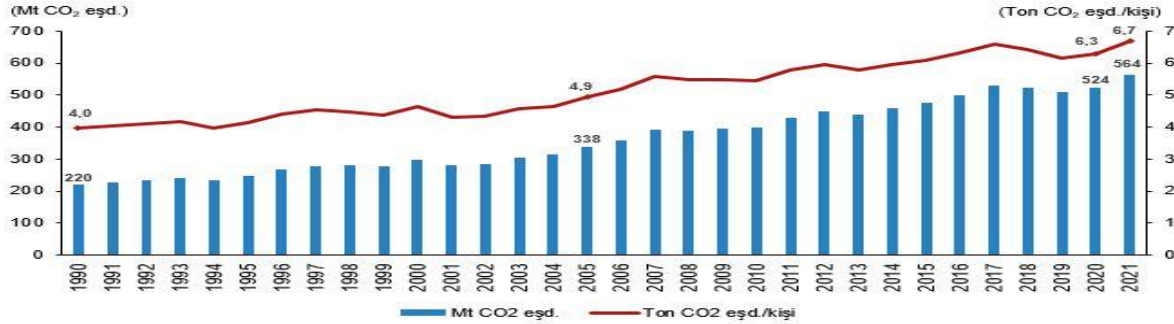
### KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ'NE KARŞI ALINABİLECEK ÖNLEMLER ve YETİŞTİRİLEBİLİNECEK ALTERNATİF YEM BİTKİLERİ

#### Alınabilecek Önlemler

Sürdürülebilir gıda güvenliği ve sağlıklı üretim için düşük karbonlu ve iklime uyumlu sosyo-ekonomik fayda sağlayacak yeni tarım sistemlerine geçmek gerekmektedir. Bu sistemler ile geleneksel tarımın dışına çıkılarak doğa koruma odaklı olmalıdır.

Sera gazı emisyonlarının azaltılabilmenin yolu; karbon yakalama ve depolama yetisi olan orman, sulak alan, mera-çayır ve tarımsal alanların mevcut durumlarının korunması ve iyileştirilmesi ile sağlanabilir.

Şekil 3.1 Toplam ve Kişi Başı Sera Gazı Emisyon İstatistikleri 1990-2021



(TUİK, Mart 2023)

Sera gazı envanteri sonuçlarına göre, 2021 yılı toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %7,7 artarak 564,4 milyon ton (Mt) CO<sub>2</sub> eşdeğeri (eşd.) olarak, kişi başı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 4 ton CO<sub>2</sub> eşd., 2020 yılında 6,3 ton CO<sub>2</sub> eşd. ve 2021 yılında 6,7 ton CO<sub>2</sub> eşd. olarak hesaplanmıştır.

Tarımsal üretimde riskleri azaltmak için kurak alanlarda nem tutma kapasitesini artıracak su hasadı ve yüzey akışı önleme gibi yöntemler geliştirilmesi, su tasarrufunu artıracak basınçlı sulama sistemleri, çok yıllık türlerin yetiştirildiği alanlarda yer altı sulama sistemleri, alternatif ürünlere yönelim, havza bazlı üretim modeli, tuz ve kurağa dayanıklı bitki çeşitlerinin üretimi yönlü çalışmalar önem arz etmektedir.

Meralar oldukça eğimli arazilerde yer aldıkları için su muhafazası açısından büyük dezavantajlara sahiptir. Bununla beraber, Hayvan Sayısının Dengelenmesi, Mera Üzerinde Malç Tabakasının Oluşturulması, Su Hasat Yöntemlerinin Geliştirilmesi, Vejetasyonun Su Kullanımının Etkinliğinin Artırılması, Kuraklığa Dayanıklı Yem Bitkisi Çeşitlerinin Geliştirilmesi, Uygun Otlatma Sistemlerinin Geliştirilmesi, Kar Örtüsünün İdaresi ve Yabancı Ot Kontrolü mera yönetimi ile ilgili birimlere önemli görev ve sorumluluklar düşmektedir.

Önümüzdeki yıllarda karbon azaltma potansiyelinin %29'nun mera alanlarından olacağı öngörülmektedir. Sıcak mevsim (C4) yem bitkileri, birçok tropik ve subtropik ortamlarda hayvan beslemede çok önemli olacaktır. Bu sebeple, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini hafifletmek için C4 bitkilerinin mera karışımlarında yer alması gerekmektedir. Yem üretiminde üretim faaliyetini sınırlayan yemin kısıtlı olduğu sıcak ve kurak dönemlerde, yeşil yem dönemini uzatarak, kaba yem açığının azaltılmasına ve otlatma kapasitesinin artırılmasına katkıda bulunacak, sorgum ve melezleri, Rodos otu, adi yalancıdarı, dallı darı, cin darı, köpek dişi ayrığı gibi yüksek verimli ve kaliteli çok yıllık sıcak mevsim yem bitkilerinin yetiştirilmesi faydalı olacaktır.

### Tasarruflu Su Kullanımı

Son yıllarda meydana gelen kuraklıklar ülkenin çeşitli bölgelerinde ürün kayıplarına sebep olmuş ve sulamaya olan ihtiyacı artırmıştır. Bitki, su noksanlığında öncelikle hücre genişlemesini (uzamasını) azaltır (Taiz ve Zeiger, 2008). Bitkide kuraklığa dayanıklılık açısından toprak üstü bitki kütlesi toprakaltı bitki kütlesine göre daha azdır. Bitki boyu, sulama seviyesinin artıp azalmasına bağlı olarak değişmektedir. Kuraklık stresi bitki boyunun azalması yanında gövdelerinin de incelmeye sebebiyet vermektedir (Gallardo vd, 2004; Liu ve Stützel,

2004). Artan su ihtiyacını kısıtlı su kaynaklarıyla karşılayabilmek için basınçlı sulama yöntemleri kullanılmalıdır.

### **Azaltılmış Toprak İşleme**

Son yıllarda azaltılmış toprak işleme gibi tarım teknikler; atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarını azaltmak, nem korunması, organik madde miktarını arttırmak gibi sebeplerle gelişmektedir. Sürdürülebilir tarımsal uygulamalarla ile tarla trafiğinin azaltılması sonucu toprak daha az sıkıştırılır, yüzeyde geleneksel toprak işlemeye oranla daha çok bitki artığı kalacağı için su ve rüzgâr erozyonu azaltılır. Yakıt, zaman ve işgücü bakımından tasarruf sağlayacağı değerlendirildiğinde azaltılmış toprak ileme yöntemlerine önem verilerek çiftçilerimizin bu konuda bilinçlendirilmesi çok önemlidir.

### **Gübreleme**

Gübrelemenin uygun miktarda, uygun zamanda ve uygun şekilde yapılması, bitki besin maddelerinin bitkilere ulaşmasını sağlayarak N<sub>2</sub>O emisyonlarının azalmasına katkı sağlar. Gübreleme yöntemleri arasında yavaş emisyonlu gübre kullanmak veya nitrifikasyon inhibitörleri kullanmak, kaybın en az yaşanacağı dönemde azot uygulamak, ürünlerin köklerinin daha iyi ulaşabileceği şekilde gübrelemeyi gerçekleştirmek gibi yöntemler sıralanabilir. Kimyasal gübre yerine hayvansal gübre kullanmak, yeşil gübreleme yapmak, toprak işlemez ekim yöntemi uygulamaları, bitkilerin artıklarını da organik madde miktarını artırmak için kullanmak önemli tedbirlerdendir.

### **Kuraklığa Dayanıklı Yem Bitkileri Ekiminin Yaygınlaştırılması**

Kurak ve yarı kurak bölgelerde kuraklığa dayanıklı alternatif bitki türlerinin (dallı darı, sorgum sudanotu vb.) tespiti ve yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması, mevcut çok yıllık mera ve ot tipi yem bitkisi türlerinin (otlak ayrığı, domuz ayrığı, koyun yumağı, ak üçgül, gazal boynuzu, yonca vb.) devlet ve özel sektör eliyle mera ıslahında ve kaba yem üretiminde kullanılacak yem bitkileri tohum üretiminin yeterli düzeye çıkarılması çok önemlidir. Kurağa dayanıklı yem kaynağı olarak alternatif çalı türlerinin (Akça kesme (*Phillyrea latifolia*), dişbudak (*Fraxinus excelsior*), katır tırnağı (*Spartium junceum*), menengiç (*Pistacia terebenthus*), kermes meşesi (*Quercus coccifera*), patlangaç (*Colutea armena*), tesbih çalısı (*Styrax officinalis*), bozkır otu (*Kochia prostrata*), mazı meşesi (*Quercus infectoria*), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), tuz çalısı (*Atriplex canescens*), karaağaç vb) toplanması, ıslah edilmesi ve yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması erozyonla mücadele sağlayacaktır.

Boş ve nadasa bırakılan arazilerde çok yıllık yem bitkilerinin yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması, yem bitkisi tarımı ve mera ıslahında kullanılacak mekanizasyon sistemlerinin kullanımının teşvik edilmesi yararlı olacaktır. Ülkemizde kaliteli kaba yem açığının kapatılması amacıyla özellikle ot verimi yüksek olan yem bitkisi türlerinin (sorgum, darılar ve brassica türleri vb.) yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi, tarımsal yeraltı su kısıtı olan havzalarda su kullanımının azaltılmasını sağlamak için yonca ve silajlık mısıra göre daha az su tüketen kışlık tek yıllık baklagil ve buğdaygil yem bitkisi türlerinin ekim alanlarının arttırılması gerekmektedir.

### **Arazi Topplulaştırma**

Türkiye’de ortalama tarım işletmesi genişliği 6,63 ha, AB ülkelerinde 17,4 ha’dır (TÜİK, 2022). Türkiye tarımındaki bu yapısal bozukluk (parçalılık ve dağınıklık) üretim ve ulaşım maliyetlerinin yükselmesine ve verim artırıcı önlemlerin alınmasının zorlaşmasına sebep

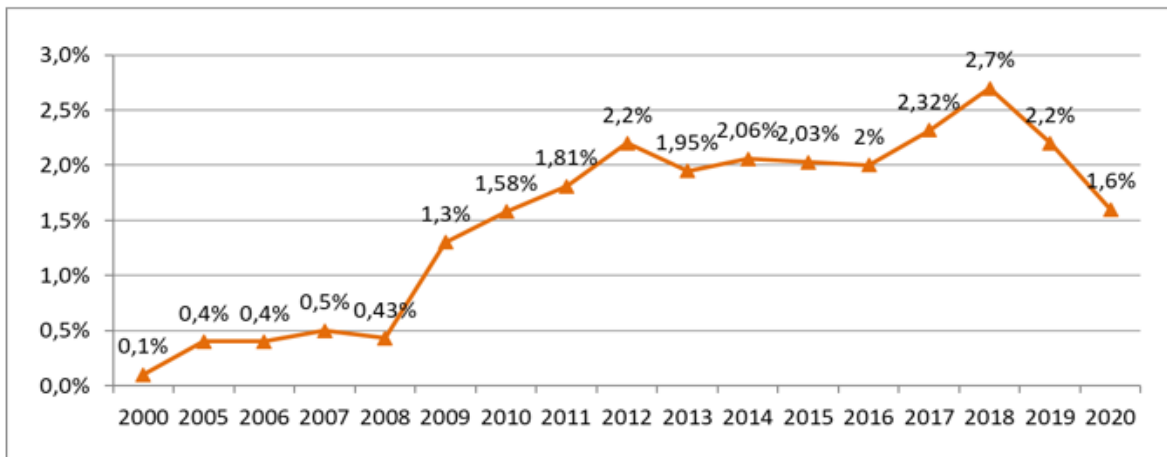
olmaktadır. Aynı zamanda bu işletmelerde, parçalı arazilere yol, su, drenaj ve tesviye gibi altyapı hizmetlerinin getirilmesinde ek maliyet ve zorluk yaratmaktadır.

Tarım alanlarının birleştirilerek küçük parsellerin bir araya getirilmesiyle işletmeye olan mesafe azalacak, böylece yakıt tasarruf sağlanarak, emisyon ve tarla trafiği azalacaktır. Parseller daha büyük olacağından tohum, gübre, ilaç gibi tarımsal girdiler azalarak verim artışları sağlanabilecektir.

### Organik Tarım

Ürün artıkları ile yapılan yeşil gübre ve kompostlar, çiftlik gübresi ile beraberindeki şerbet toprağa gerekli besin maddelerini ve organik karbonu sağlarken, toprakta uzun yıllardır birikmiş olan bitki besin maddelerinin de yeniden bitki bünyesine alınmasını sağlayarak organik tarıma büyük katkı sağlarlar. Bu anlamda yapılan uygulamalar; verimli üst toprağın erozyonunu önlerken, toprak yapısının iyileştirilmesi, sera gazı emisyonunu azaltmaya yardımcı olur. Avrupa Birliği'ne uyum çerçevesinde 2004 yılında "5262 Sayılı Organik Tarım Kanunu" çıkarılmıştır

Şekil 3.2 Organik Tarım Alanlarının Toplam Tarım Alanları İçerisindeki Oranı



(Tarım ve Orman Bakanlığı,2022)

### Biyoenerji Kaynakları

Biyokütle olarak adlandırılan pancar, mısır gibi enerjisi yüksek bitki artıkları ile diğer tarımsal ve hayvansal artıklar, orman alanlarından elde edilen artıklar, kentsel atıklardaki organik maddeler biyogaz ve sıvı biyoyakıtların hammaddesi oluşturmaktadır. Biyokütleden doğrudan elektrik, ısı üretimi ya da dolaylı olarak sıvı, katı veya gaz formunda yakıtların üretilmesi ile ulaşımda yararlanılmaktadır Depolanabilen bu ürünler iklim değişikliğiyle mücadelede ve enerji arz güvenliğinin sağlanmasında kullanılmaktadır.

### İklim Değişikliklerine Tolerans Sağlayabilecek Yem Bitkileri

Tarımsal üretim içerisinde yer alan yem bitkileri, doğal kaynakların korunması ve çevre kirliliğinin azaltılması yönünde çok önemli katkılar sağlarlar. Baklagiller Rhizobium sp. bakterileri yoluyla toprağa azot kazandırarak, endüstriyel azot miktarını önemli ölçüde azaltırlar. Bu yolla endüstriyel azotun üretimi aşamasında kullanılacak fosil yakıtlar azalacağından, atmosfere daha az sera gazı salınımının yanı sıra, yeraltı ve yer üstü kaynaklar ile çevre daha az kirlenir.

İklim değişikliğinin yem bitkilerinin kalitesi üzerine etkilerinin olacağı tahmin edilmektedir. Örneğin, artan CO<sub>2</sub> koşullarında yemin ham protein oranı üzerine etkisi, azot miktarındaki azalmalar nedeniyle negatif olacaktır (Owensby vd., 1993; Cotrufo, vd., 1998). Artan CO<sub>2</sub> ve yüksek sıcaklıklarda fotosentetik protein içeriğinin azalması sonucunda dokuların azot içeriğinde azalma, lif içeriğinde artışlar olacaktır (Owensby vd., 1993; Soussana vd., 1996; Read vd., 1997). Yem kalitesindeki bu tür azalmalar hayvan büyümesi, üremesi ve ölümü üzerine de belirgin etkiler yapacaktır (Owensby vd., 1996).

Alternatif olarak düşünülen yem bitkisi türlerinin bir başka avantajı da yaygın hastalık ve zararlılara dayanıklılık göstermeleridir. Ülkemizde arı merası olarak kullanılan ve çiçeklenme sonrasında da kaba yem olarak değerlendirilen arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth) bunun en güzel örneklerinden birisidir (Stewart, 1996).

**Çizelge 3.1** Türkiye Tarım Alanları ile Çayır-Mera ve Orman Arazisi Durumu (milyon ha)

Yıllar	Toplam tarım alanı	Toplam işlenen tarım alanı	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler alanı	Nadas alanı	Çayır ve mera arazisi	Orman alanı
2012	38.399	23.782	15.463	4.286	14.617	21.678
2013	38.423	23.806	15.613	4.148	14.617	21.678
2014	38.558	23.941	15.782	4.108	14.617	21.678
2015	38.551	23.934	15.723	4.114	14.617	22.343
2016	38.328	23.711	15.575	3.998	14.617	22.343
2017	37.964	23.347	15.498	3.697	14.617	22.343
2018	37.802	23.185	15.421	3.513	14.617	22.343
2019	37.716	23.099	15.398	3.387	14.617	22.740
2020	37.762	23.145	15.628	3.173	14.617	22.740
2021	38.063	23.446	16.031	3.059	14.617	22.933

(tuik.gov.tr, 2022)

**Çizelge 3.2** Türkiye’de 2010-2021 Yılları Arasındaki Yem Bitkileri Ekim Alanı ve Üretimler

Yıllar	Ekilen Alan (da)	Üretim(ton)	Verim (ton/da)
2010	14.614.541	30.073.909	2,05
2011	15.103.436	31.804.500	2,10
2012	19.564.546	34.416.503	1,75
2013	18.752.714	38.912.277	2,07
2014	18.844.709	40.246.496	2,13
2015	18.627.577	42.035.501	2,25
2016	18.672.022	45.665.908	2,44
2017	19.545.969	49.725.909	2,54
2018	19.992.600	52.256.118	2,61
2019	20.973.812	55.518.619	2,64
2020	22.686.644	60.698.662	2,67
2021	24.797.135	60.731.852	2,44

(tuik.gov.tr, 2022)

### Serin İklim Buğdaygil Yem Bitkileri

Tuz sorunu olan alanların değerlendirilmesi ya toprak ıslahı, ya da tuzluluğa dayanıklı türlerin kullanılması ile mümkün olabilir. Bu nedenle kısa vadede yapılması gereken tuzlu ortamlarda verimli olabilen bitkileri üretmektir. Tuzlu-alkali toprakların değerlendirilmesinde kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* L.), yüksek otlak ayrığı (*Agropyron elongatum* L.), gazalboynuzu (*Lotus corniculatus* L.) ve Rodos parmak otu (*Chloris gayana* Kunth.) gibi türlerinin uygun olduğu ortaya konulmuştur (Tan vd. 2012).



Çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.); kaliteli kaba yem üretimi, verimlilik ve tesisten daha uzun süre yararlanma bakımından önemlidir. Düşük sıcaklıklardan etkilenmemektedir. Aşırı soğuklarda toprak üstü aksamı zarar görse dahi tekrar rejenere olup yeşil doku oluşturabilmektedir. Yıllık yağışı 450-650 mm civarında olan bölgelerde sulanmaksızın yaşamını sürdürebilmektedir. Güney bölgelerimizde sulu koşullarda, diğer bölgelerimizde yağışlarla ve doğal koşullarda başarılı bir şekilde kullanılabilir (Ekiz vd., 1990).

İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* L.); yeşilinde %22 ham protein barındıran reygras hayvanlara çok önemli bir besin kaynağı sağlamaktadır. Yeşil olarak otlatılabildiği gibi silaj ve balya yapımına da uygundur. Ryegrass tohumu susuz yetişen yem bitkileri arasında yer aldığından masrafsız hayvancılık yapılmasında önemli bir rol oynamaktadır. (Eraç vd., 1990).

Yüksek otlak ayrığı (*Agropyron elongatum* L.); sıcağa ve soğuğa dayanıklı çok yıllık yem bitkisidir. Meraların iyileştirilmesinde, sağlam kök yapısıyla erozyonu önlemede ve tuzlu toprakların ıslahında kullanılmaktadır (Tosun,1974).

Kılçıksız brom (*Bromus inermis* L.); kuru ot verimi yüksek, sıcak, soğuk ve kurağa dayanıklı çok yıllık yem bitkisidir. Kılçıksız brom serin iklim bitkisidir. Ancak, yapılan seleksiyon çalışmaları sonucu, sıcak iklimlere uyum sağlayan varyeteleri de geliştirilmiştir. Bitki kuraklığa da toleranslı olmasına karşın, en iyi gelişmesini serin ve nemli iklimlerde yapmaktadır. Toprak seçiciliği yoktur. Kumlu-tınlı topraklardan ağır killi topraklara kadar, hemen her tip toprakta yetişebilir (Tosun, 1974).

Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.); yüksek verimli çok yıllık bir buğdaygil yem bitkisi olan domuz ayrığı, kurağa ve sıcağa pek çok serin mevsim yem bitkilerine göre daha dayanıklıdır (Anonim,2022).

Kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* L.); sürekli ağır otlatma yapılan mera alanları için oldukça elverişlidir. Soğuk kışlara dayanıklı olduğu kadar, sıcak yazlara da dayanabilen ender buğdaygil yem bitkilerindedir. Aynı zamanda toprak tuzluluğuna toleransı yüksektir. (Anonim, 2022)

Çayır Tilki Kuyruğu (*Alopecurus pratensis* L.); su basmalarına, gölge alanlara ve soğuğa dayanıklı bir tür olup otlatma ve çiğnenmeye dayanıklıdır.

Yem kanyaşı (*Phalaris arundinacea* L.); Yoğun rizomlu kök yapısı ve sık bir çim kapağı oluşturması dolayısı ile, özellikle akarsu göletleri, kıyı şeritleri ve suyollarında mükemmel düzeyde bir erozyon kontrolü sağlamaktadır. Ayrıca, çok nemli (bozuk drenajlı) olan alanlarda daimi mera oluşturmak ve kuru ot elde etmek için önem kazanmıştır. Kış dışında tüm yıl büyümesini sürdüren ve çok fazla gübre kaldıran bir bitkidir. Bu özellikleri nedeniyle, gıda endüstrisi, hayvancılık işletmeleri ve kentsel atık işleyen fabrikalardan gelen suların filtre edildiği tarlalarda da sıklıkla kullanılmaya başlamıştır (Serin vd., 2004).

Altay Otlak Arpası (*Elymus angustus* L.) Yarı çöl, step ve tuzlu alanların bitkisidir. Mükemmel bir mera bitkisidir. Altay otlak arpası iyi ot kalitesi ve dik gelişmesi sayesinde sonbahar ve kış otlatmalarında son derece faydalıdır, bu nedenle otlatma sezonu sonbahar ve kışa kadar uzar. (Serin vd., 2004).

### **Serin İklim Baklagil Yem Bitkileri**

Korunga (*Onobrychis viciifolia* L.); kurak, kıraç ve kireçli alanlarda yetiştirilebilecek uyum kabiliyeti yüksek bir yem bitkisidir (Acar vd., 2012). Sulanamayan kıraç alanlarda yılda 2-3 kez biçilebilirken, ülkemizdeki kuru tarım alanlarında buğday-nadas şeklinde uygulanan ekim siteminde nadas alanlarını azaltmak için korunganın girdiği sistemler kullanılabilir (4-5 yıl korunga-nadas-buğday)

Tüylü Fiğ (*Vicia villosa* L.); tüylü fiğ, tarımı yapılan fiğler içerisinde soğuğa ve kuraklığa en dayanıklı türdür. Tüylü fiğ sürdürülebilir tarım sistemlerinin işletildiği bir çok ülkede nadas döneminde erozyonu önlemek, organik madde içeriğini arttırmak, toprağın bazı fiziksel özelliklerini korumak-düzeltilmek ve toprağı N yönünden zenginleştirmek amacıyla hem örtücü bitki hem de yeşil gübre olarak yaygın bir şekilde ekim nöbetinde yer almaktadır (Serin vd., 2001a).

Macar fiğ (*Vicia pannonica* L.); Macar fiğı soğuğa ve kurağa çok dayanıklı, birçok yem bitkisinin yaşayamadığı ağır killi topraklara uyum sağlayan, kıraç koşullarda tohum ve ot üretimi için kolaylıkla yetiştirilebilen değerli bir yem bitkisidir. Kar örtüsü olmayan koşullarda 16°C'ye kadar dayanmaktadır. Tek yıllık yem bitkisidir. (Serin vd., 2001a).

Sarı çiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus* L.); toprak ıslahında, erozyon kontrolünde yaygın olarak kullanılan, kışa, soğuğa, susuzluk ve tuzluluğa dayanıklı, düşük verimli asit topraklarda yonca, ak üçgül ve çayır üçgülüne göre daha verimli bir türdür. Su basmasına yoncaya göre daha dayanıklıdır, tuza oldukça dayanıklıdır (Tosun, 1979).

Mürdümük (*Lathyrus saivus* L.); Yıllık yağışın 250 mm'ye kadar düştüğü alanlarda yetişebilmekte ve bu özelliği ile kuraklığa en fazla dayanabilen yem bitkilerinin başında gelmektedir. Kuraklığa dayanıklılığı kadar su altında kalan alanlarda da başarıyla yetiştirilmektedir (Tosun, 1974).

İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.); r. ara tarımda için ikinci ürün olarak çok elverişlidir. Yılda ortalama 1-6 biçim ve 3-8 ton/da yeşil ot verebilen çeşitleri bulunmaktadır. Çabuk gelişen, çok biçimli ve yüksek verimli tek yıllık yem bitkisidir. Ülkemizde ılıman iklim bölgelerinde kışlık ikinci ürün olarak, pamuk alanları için iyi bir yeşil ot ve yeşil gübre bitkisi olabilir (Anonim, 2022).

Kışlık Üçgül (İran Üçgülü) (*Trifolium resupinatum* L.); iran üçgülü, acem üçgülü, persian üçgülü şeklinde adlarla da anılan Anadolu üçgülünün çeşitleri; olgunluk, hastalıklara dayanıklılık ve zor şartlara adaptasyon kabiliyetleri nedeniyle ara ürün yem bitkisi olarak kullanılmaktadır (Tosun, 1974).

Gelemen Üçgülü (*Trifolium meneghinianum* L.); kuraklığa oldukça dayanıklı serin ve ılıman iklimlerde yetiştirilebilen, toprak tuzluluğuna toleranslıdır .

Tek yıllık yoncalar (*Medicago* sp.); Yarı kurak iklimlerde, kuru tarım yapılan bölgelerde tahılların ve tek yıllık baklagillerden meydana gelen suni meraların birbiri ardına ekim nöbetine alındığı sistemlerde kullanıma uygundur. (Anonim, 2022.)

Taş Yoncası (*Melilotus* L.); Taşyoncası hızlı gelişen bir baklagil olup toprak ıslahı, silaj üretimi ve besleyici çayır karışımları için önemli bir bitkidir. Aynı zamanda arılar için çok değerli bir nektar ve polen kaynağıdır. İki yıllık bir bitki olan taş yoncası kısa rotasyonlarda kış boyunca verimli olabilen önemli bir bitkidir. Taş yoncası aynı zamanda kurak dönemlere dayanıklı ve kıraç alanlara iyi uyum gösterebilen ender bitkilerdendir (Ateş, 2015).

### **Sıcak İklim Buğdaygil Yem Bitkileri**

Sorgum (*Sorghum vulgare* L.); Özellikle mısır tarımı için elverişsiz, besin maddeleri açısından fakir topraklarda başarıyla yetişebilir. Kurak dönemlerde dormant hale geçmekte ve koşullar düzeldiğinde gelişimine tekrar devam edebilmektedir (Acar vd., 2012).

Sudanotu (*Sorghum sudanense* L.); Hem yeşil-kuru ot hem de tohum verimi yüksek olan sudan otu, sıcak ve kurağa çok dayanıklı, tek yıllık yem bitkisidir.

Sorgum x Sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*); Ana ürün ve ikinci ürün olarak yetiştirilebilir. Ana ürün olarak ekimde, mısırdan önce biçim olgunluğuna gelir. Kurak şartlara mısırdan daha dayanıklıdır. Mekanizasyona elverişlidir. Yapısında fermente

olabilir şeker oranının yüksekliği nedeniyle, katkı maddelerine gereksinim duyulmadan başarılı bir silaj yapılabilir. (Geren vd., 2009).

Rodos otu (*Chloris gayana* L.); Yüksek verimli ve kaliteli ot üretim potansiyeline sahip, çok biçimli (maksimum 7-8 biçim) çok yıllık sıcak mevsim yem bitkisidir. Yılda 500-600 mm yağış alan bölgelerde sulanmaksızın iki biçim verebilmektedir. Kurağa ve tuzluluğa dayanıklıdır. Rodos otu bitkisinin yapraklarındaki tuz bezleri, hücre içi tuz konsantrasyonunu sabit tutmak için fazla tuzu, yaprak yüzeyinden sızdırarak dışarıya atan mekanizma sağlamaktadır. Bu mekanizma 19 sayesinde, dünyada tuzlu toprakların bitkisel ıslah sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tohumları ile veya vejetatif olarak üretilmektedir (Anonim, 2022).

Köpek dişi ayrığı (*Cynodon dactylon* L.); Değerli bir çayır-mera ve yem bitkisidir. Tohum ile veya vejetatif olarak üretilmektedir. Sıcak iklim bitkisi olmasına rağmen, yurdumuzda sıcak bölgelerden soğuk bölgelere kadar değişen ekolojilerde rastlanmaktadır. Uzun süreli su basmalarına ve kurağa çok dayanıklıdır. Tuzlu topraklara dayanıklılığı yanında asitli ve alkali topraklara da toleranslıdır (Başbağ vd., 2012).

Adi yalancı darı (*Paspalum dilatatum* L.); Ülkemiz meralarında doğal olarak bulunan, otlatmaya ve çığnenmeye dayanıklı, bol yapraklı, yüksek verimli ve kaliteli çok yıllık sıcak mevsim yem bitkisidir. Tohumları ile veya vejetatif olarak üretilmektedir. Kurağa ve su basmalarına dayanıklıdır. Yaz döneminde yalancıdarı merasını otlayan, kış döneminde merada çim kapağı yırtılarak ekilen serin mevsim bitkilerini otlayan süt inekleri, başka hiçbir ilave yem yemeden yüksek süt verimi verebilmektedir. (Acar vd., 2012)

Dallı darı (*Panicum virgatum* L.); Yalın halde veya diğer sıcak mevsim buğdaygilleri ile karışım halinde, terk edilmiş maden ocağı alanlarının bitkilendirilmesinde kullanılır. Çok yıllık yem bitkisidir. Toprak tuzluluğu ve asitliğine orta derecede toleranslıdır (Acar vd., 2012).

Cin darı (*Seteria italica* L.); Sorgum ve mısır bitkisine göre daha az yağışa gereksinim duyar. Tek yıllık yem bitkisidir. Kuru ot ve silaj amacıyla yetiştirilir.

Kuş yemi (*Phalaris* sp.); *P. canariensis*, nemli taban çayırarda üçgüller ile birlikte iyi bir karışım oluşturmaktadır. *P. arundinacea* tuzlu topraklara dayanıklı yem bitkisi olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2022).

### **Sıcak İklim Baklagil Yem Bitkileri**

Soya fasulyesi (*Glycina max* L.); Tek yıllık bir baklagil bitkisi olan soya fasulyesi, 3-4 aylık gelişme sürecinde yonca otunun besleme değerine eş değer ot sağlar. Silaj yapmaya uygun bir bitkidir. Ekim nöbetinde en iyi ön bitkisi tahıllardır (Açıkgöz, 2001).

Sesbania (*Sesbania sesban* L.); yapraklarının ham protein içeriği % 25-30 arasında değişmektedir ve köklerinde simboyitik olarak yaşayan *Rhizobium* bakterileri tarafından toprağa fikse edilen azot miktarı 60 kg/da/yıl'a kadar çıkabilmektedir.

### **Çalı ve Çalmsı Yem Bitkileri**

Selvi Sirken (*Atriplex nitens* L.) ; Kurak alanlarda hızlı gelişen, yüksek boylu, tuzlu ve kireçli topraklarda yetişebilen alternatif yem bitkisidir. C3 fotosentetik metabolik yolu izleyen Selvi sirken bitkisi de ekstrem iklim (kurak) ve toprak (tuzlu) koşullarına uyum kabiliyeti yüksek bir türdür (Doudova vd., 2017; Dursun ve Acar., 2015;).

*Atriplex nummularia* L. ve *Atriplex halimus* L. gibi tuz çalılarının kumul, çöl ve tuzlu toprak ıslahında yaygın kullanıldığı bilinmektedir (Tan vd, 2012). Son yıllarda ülkemizde yetiştiriciliği yaygınlaşan ve yem bitkisi olarak da kullanılabilen kinoa (*Chenopodium quinoa* L.) tuzlu topraklarda yüksek performansı ile dikkat çekmektedir (Tan ve Temel, 2019).

*Atriplex* sp. , Bozkır otu, Anadolu teke dikenini, Ebucehil çalısı, Patlangaç çalısı, Sumak ve bazı meşe türlerinin ortak özelliği; toprak ve iklim şartlarının olumsuz olduğu kurak yerlerde yapılacak suni meralarda çok fazla hayvanı yeterince besleyecek yüksek potansiyele sahip olan kurağa dayanıklı çalı formundaki bitkiler olmasıdır. Ayrıca, çalısmsı bitkiler rüzgar erozyonuna karşı da canlı rüzgar perdesi görevi görmektedirler

### **Diğer yem bitkileri**

Karabuğday bitkisi; Tek yıllık bir bitkidir. Kısa vejetasyon süresine sahip olması, hızlı gelişmesi ve yüksek ot verimi nedeniyle hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir.

Çayır düğmesi (*Sanguisorba* minör L.); Otsu, çok yıllık, uzun ömürlü, kışa ve kurağa dayanabilen bir yem bitkisidir. Ülkemizin her tarafında kolay yetişebilir.

Zoysiya (*Zoysia* sp.); Kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklı, ayrıca sürdürülebilir çim özelliğine sahiptir (Anderson, 2000). Soğuğa dayanıklıdır. Genetik ve moleküler analizler sonucu, güçlü tuz ve soğuk toleransı için, bazı QTL'ler ve sorumlu genler, bulunmuştur. Poaceae familyasına ait yem bitkilerinin devrim niteliğinde gelişmesine öncülük etme potansiyeline sahiptir.

Gine otu (*Panicum maximum* L.); Yüksek biyokütle verimine sahip, tropikal (C4) buğdaygil yem bitkisidir. Akdeniz ikliminin hakim olduğu alanlar için alternatif bir yem bitkisidir (Corletto vd., 2009).

Krotalarya (*Crotalaria juncea* L.); Yaygın olarak yeşil gübre veya yem bitkisi olarak değerlendirilebilen tek yıllık, yazlık bir baklagil türüdür. Hem tropikal hem subtropikal iklime adaptasyonu yüksektir (Ansari, 2008).

### **Sonuç Ve Öneriler**

Tarım sektöründe gıda güvenliğinin sağlanması ve sürdürülebilir tarımın teşvik edilmesi gerekmektedir. Bitki desenlerinin dayanıklılığı, üretim sistemlerinin iklim risklerine ve doğal afetlere dayanımına bağlıdır. Tarım sistemlerinin iklim değişikliğine uyumlu hale getirilmesi; sürdürülebilir gıda üretim sistemlerinin sağlanması, üretimin artırılması ve ekosistemlerin korunması açısından çok önem arz etmektedir.

İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerine olan en önemli olumsuzlukları arasında kuraklık olduğu dikkate alındığında basınçlı sulama sisteminin artırılması, vahşi sulama yapılması durumunda ve izinsiz kuyu açma faaliyetleri denetlenerek, cezaların artırılması, canlı rüzgar perdeleri kurulması sağlanmalıdır. İklim değişikliğine uygun olacak şekilde dayanıklı çeşitlerin deneme ve üretim alanları artırılmalıdır. İklim dostu tarımsal destekleme modeli oluşturulmalı ve uygulanmalı, anız yakılmalarının önüne geçilmeli ve hayvansal gübre yönetim sistemleri kurulmalıdır.

Arazi kullanımları planlanarak yeraltı sularının korunması amacıyla; kısıntılı sulama ile birlikte gece sulaması yapılması teşvik edilmelidir. Su ihtiyacı az olan bitkilerin ekiminin yaygınlaştırılması için havza bazlı üretim modeline geçiş sağlanmalıdır. İyi Tarım Uygulamaları ve organik tarım faaliyetleri artırılmalı suyun etkili ve verimli kullanılması, sürüm teknikleri, yabancı ot mücadelesi, gübreleme konularında çiftçi eğitimleri verilmesi çok önemlidir. İklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak yalnızca hayvancılık ve hayvan refahı uygulamalarıyla yeterli olmamaktadır. Ayrıca gıda güvencesi, üretim ve tüketim, bitki sağlığı ve bitki üretimi, çiftçi destek ve pazar politikaları, kuraklık ve çölleşme ve araştırma ve geliştirme konularının hep birlikte ele alınması gerekmektedir (Anonim, 2016).

## KAYNAKLAR

- Acar, Z., ve Ayan, İ., 2012. Yem bitkileri Kültürü. OMÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No: 2, III. Baskı, Samsun. 175 s.
- Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri (Yenilenmiş 3. Baskı). Uludağ Üniversitesi Vakfı Yayın No: 182, Bursa
- Altın, M., 1999. Mera-Erozyon İlişkileri. TEMA Eğitim Semineri Notları. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı yayınları No:26, İstanbul, s.127-149
- Anderson, S. J., 2000. Taxonomy of Zoysia (Poaceae) morphological and molecular variation (Doctoral dissertation, Texas A & M University).
- Anonim. 2012. Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012.
- Anonim. 2013. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, İklim Değişikliği ve Tarım Kitapçığı, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Tarımsal Çevre ve Doğal Kaynakları Koruma Daire Başkanlığı 2013.
- Anonim. 2016. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Proje Nihai Raporu – EK 29, s.109.
- Anonim. 2019. Ulusal Sera Gazı Envanter Raporu. 2019.
- Anonim. 2020. DSİ İstatistiki Bülten, 2020.
- Anonim. 2022. Yem Bitkileri Üretimi, Mevcut Durumu ve İklim Değişikliği Kapsamında Alınacak Önlemleri Değerlendirme Çalıştayı Sonuç Raporu, 22-23 Mart 2022 / Ankara) Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Tarım ve Orman Bakanlığı, <http://tarimorman.gov.tr> Erişim Tarihi: 23.05.2023.
- Ansari, A.A., 2008. Crotalaria L. India. Bishen Singh Mahendra Pal Singh, Dehra Dun, 378p.
- Ates, E., 2015. Performance of four blue melilot (Melilotus caeruleus (L.) Desr.) lines grown at two locations in the Thrace region of Turkey. Range Mgmt. & Agroforestry, 36: 122-127.
- Başbağ M., Hoşgören H., Aydın A., Sayar MS., Çağan E., 2012. Bingöl bölgesi çayır-mera ve doğal vejetasyonlarında yer alan bazı bitki taksonları. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 1(2): 57-61.
- Bayraç H.N., 2016. Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 11 (1): 23- 48.
- Bilgili, U., ve Açıkgöz, E., 1999. Değişik yaprak özelliklerine sahip yakın izogenik yem bezelyesi hatlarının önemli morfolojik ve tarımsal özellikleri üzerinde araştırmalar. 15-18 Kasım. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım, Cilt III, Adana.
- Cammel, M.E. and Knight, J.D., 1992. Effects of climatic change on the population dynamics of crop pests. Adv. Ecol. Res., 22, 117- 162.
- Cline, W. R., 2007. Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country. Peterson Institute, 250.
- Corletto A., Cazzato E., Ventricelli P., Cesentino SL, Gresta F., Testa G., Maiorana M., Fornaro F. ve De Giorgio D., 2009. Performance of Perennial Tropical Grasses in Different Mediterranean Environments in Southern Italy. Tropical Grasslands, Volume 43, p: 129–138.
- Ellis, R.H., Hadley, P., Roberts, E.H. and Summerfield, R.J., 1990. Relations between temperature and crop development. In: Jackson, M., Ford-Lloyd, B.V. and Parry, M.L.

- (eds) Climatic Change and Plant Genetic Resources. Belhaven Press, London, pp. 85–115.
- Eraç A., Ekiz H., Yem Bitkileri Yetiştirme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1164, Ders Kitabı No: 330, Ankara, 1990.
- Eren, G., Bilgiç, A., Karlı, B., ve Miran, B., 2008. GAP Bölgesi'nde kaliteli içme suyunun fiyatlandırılmasına etki eden faktörler. Tarım Ekonomisi Dergisi, 14 (2): 67-74
- EPA 2021. Greenhouse gas emissions, <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>, Erişim tarihi: 22.04.2023.
- Gallardo, M., Thompson, R. B., Valdez, L. C. ve Pérez, C., 2004. Response of stem diameter to waterstress in greenhouse-grown vegetable crops. Acta Horticulturae, 664: 253-260.
- Geren H., Kavut YT., 2009. İkinci ürün koşullarında yetiştirilen bazı sorgum (*Sorghum sp.*) türlerinin mısır (*Zea mays L.*) ile verim ve silaj kalitesi yönünden karşılaştırılması üzerine bir araştırma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 46(1): 9-16
- Glenn, E.P., Brown, J.J., Khan, M.J., 1997. Mechanisms of Salt Tolerance in Higher Plants., Edited by Basra, A.S., and Basra, R.K., 1997. Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants'', Harwood Academic Publishers, 83-110.
- Gökkür, S., ve Uysal, T., 2020. İklim Değişikliği ve Mera Islahının Önemi. Apelasyon, Nisan, 77.
- Hekimoğlu B., Altındeğer M., 2008. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını, ss: 79, Samsun.
- Kalefetoğlu, T. ve Ekmekçioğlu, Y., 2005. Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizması. Gazi Üni. Fen Bilimleri Dergisi, 18(4): 723-740.
- IPCC, 1996. Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg A., Maskell, K. (Eds.), Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC 2014. Climate Change 2014 Synthesis Report. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>, Erişim Tarihi: 21.05.2023.
- IPCC 2019. 6. İklim Değişikliği Raporu: Sixth Assessment Report, [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_High\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf), Erişim tarihi. 30.04.2023
- Maas, E. V. 1986. Salt Tolerance of Plants. Applied Agricultural Research 1 (1):12-26.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2022, Aralık). MGM Bulut Depolama Hizmeti.<https://bulut.mgm.gov.tr/share/preview/>
- Owensby, C.E., Coyne, P.I., Auen, L.M., 1993. Nitrogen and phosphorus dynamics of a tallgrass prairie ecosystem exposed to elevated carbon dioxide. Plant, Cell and Environment 16, 843– 850.
- Owensby, C.E., Cochran, R.C., Auen, L.M., 1996. Effects of elevated carbon dioxide on forage quality for ruminants. In: Körner, Ch. and Bazzaz, F.A. (eds) Carbon Dioxide, Populations and Communities. Academic Press, San Diego, pp. 363–371.
- Öztürk, M. A. ve Seçmen, Ö., 1992. Bitki Ekolojisi. Ege Üni. Fen Fak. Yay. No: 141, İzmir.
- Salinger, M.J., 1989. The effects of greenhouse gas warming on forestry and agriculture, Draft report for WMO Commission of Agrometeorology. Geneva, Switzerland.
- Serengil, Y., İklim Değişikliği ve Karbon Yönetimi, Ankara, 2018.
- Serin, Y., Tan, M., 2001a. Baklagil Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 190, 177 s.

- Serin, Y., Tan, M., 2004. Buğdaygil Yem bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 81, 232 s
- Shaykewich, C.F., 1995. An appraisal of cereal crop phenology modelling. Canadian Journal of Plant Science 75, 329–341.
- Squire, G.R., Unsworth, M.H., 1988. Effects of CO<sub>2</sub> and climatic change on agriculture, Contract Report to the Department of the Environment. Sutton Bonnington, UK, Department of Physiology and Environmental Science, University of Nottingham.
- Strange, R.N., 1993. Plant Disease Control: Towards Environmentally Acceptable Methods. Chapman and Hall, London
- Stewart., A.V. 1996. Plantain (*Plantago lanceolata*) - A potential pasture species Proceedings of the New Zealand Grassland Association 58: 77-86.
- Taiz, L. ve Zeiger, E., 2008. Bitki Fizyolojisi. Çeviren: İ. Türkan, Palme Yayıncılık, Ankara, 690s
- Tan, M., ve Temel, S., 2012. Alternatif Yem Bitkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 246, 233 s, Erzurum.
- Tan, M., ve Temel, S., 2019. Her Yönüyle Kinoa. Önemi, Kullanılması ve Yetiştiriciliği. İksad Yayınevi, Ankara, ISBN: 978-605-7875-88-4, 177 s.
- Tosun F., 1974. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri Kültürü. A.Ü Yayınları. Ziraat Fakültesi Yayınları No:123, Ders Kitapları Serisi No:8, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum
- Tosun F., 1979. Erzurum Şartlarında Bazı Gazalboynuzu Varyetelerinin Adaptasyonu Ve Verim Denemesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 10 (3-4): 83-89
- Wilson, J.R., Deinum, B., Engels, F.M., 1991. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. Netherlands Journal of Agricultural Science 39, pp. 31–48.

**FUNGAL DISEASES OF STEVIA (*stevia rebaudiana bertonii*) AND CONTROL  
METHODS**

**Dr. Öğr. Üyesi Hasret GUNES\* (ORCID:0000-0003-3155-2695)**

Adıyaman University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Adıyaman-  
Türkiye

**Email:** hasretgunes@adiyaman.edu.tr

**Dr. Öğr. Üyesi Ceren Ayşe BAYRAM (ORCID:0000-0002-1570-273X)**

Adıyaman University, Kahta Vocational School, Department of Crop Animal Production,  
Adıyaman-Türkiye

**Email:** cbayram@adiyaman.edu.tr

**Abstract**

*Stevia rebaudiana* Bertoni (*Stevia*) is a perennial multi-branched plant in the Asteraceae family. This plant, native to South America, greatly contributes to the economy due to the high concentration of the naturally occurring sweetener steviol glycosides (SGs) in its leaves. In addition, dried leaves or powdered extract have zero calories and are five times sweeter than sugar. Although scientific studies have been conducted on stevia cultivation and the effects of stevia sweeteners in Turkey, scientific information on plant diseases and their control is quite limited. The glycoside contents of different stevia cultivars grown in southern Turkey were determined, and some plant diseases were identified. Recent studies on *Stevia* plants show that soil-borne diseases *Rhizoctonia*, *Fusarium* spp and *Phytophthora*, *Alternaria alternata*, and *Septoria* leaf spot cause severe damage. However, the control methods against plant diseases, a problem in a plant that has such an economic value and is important for human health, have remained incomplete. This literature review aims to examine the plant diseases of stevia and to investigate how sustainable agricultural practices such as mycorrhiza, organic waste, *Bacillus* species, and *Trichoderma* spp. can be used to prevent these diseases. In conclusion, the feasibility of creating an interdisciplinary perspective that offers a comprehensive and broader focus on addressing the shortcomings in the stevia field is emphasized. In summary, this review recognizes the need for more advanced and efficient techniques to improve the ecological balance in combating diseases in stevia through sustainable agricultural practices.

**Keywords:** *Stevia*, Fungal diseases, Sustainable agriculture



## Introduction

One of the 950 different genera of the Asteraceae family is Stevia (Soejarto et al. 1983; Lester 1999). A systematic study by Grashoff (1972) indicated that Stevia consists of annual and/or perennial herbaceous plants or shrubs (Yadav, 2011), with a broad root system and fragile stem producing small elliptical leaves (Yadav, 2011). Its first botanical description is attributed to M. S. Bertoni (Yadav, 2011). It has been reported that *S. rebaudiana* produces the sweetest essence (Soejarto et al. 1983), while others contain different biochemicals (Frederico et al. 1996). Regarding pollination, Stevia is self-incompatible (Miyagawa et al. 1986; Chalapathi et al. 1997) and pollinated by insects (Oddone 1997). The amount of self-pollination ranges from 0 to 0.5%, while cross-pollination ranges from 0.7 to 68.7% (Katayama et al. 1976; Maiti and Purohit 2008). Therefore, seeds produced from a single plant represent a half-sib family (Yadav, 2011).

It has a high threshold against cold throughout its developmental stages. Areas with less frost, more sunshine, and higher temperatures have higher leaf yields. However, the length of the day is more important than the intensity of the light. Leaf development is best suited to long spring and summer days. Conversely, short day length promotes flowering (Pedroza Carneiro, 2007). Stevia rebaudiana is an important crop used in medicine, aromatherapy, and industry. It is a sugar substitute with a wide range of therapeutic uses, a rich flavor profile, and agricultural importance (Prakash and Arora, 2020). The optimal pH range for red, highly fertile soils is 6-7, making them the best types for stevia cultivation. Also, the soil for growing stevia must have excellent drainage and not stay wet for long periods (Saragih et al., 2019).

Many nutrients and vitamins are found in *S. rebaudiana*, including Fe, Si, Co, Mn, Ca, Mg, Se, Ti, and Zn (Raspe et al., 2022). The primary sweetening substances in the plant are stevioside and rebaudioside A. The leaves contain 8-15% of the total steviol glycosides. Of the two glycosides, stevioside and rebaudioside A, which give stevia its primary sweetening qualities, rebaudioside A tastes more like beet sugar. The dry leaves of the plant have twenty to thirty times more sweetness than sugar, while the solution extract has 250-300 times higher sweetness and no calories. Therefore, people who use stevia products include dieters, diabetics, and people who want to eat healthily (Gardana et al., 2003; Pérez et al., 2016). It has been studied for its potential therapeutic uses, including hepatoprotection, antihyperglycemic, anti-cancer, anti-allergic, and immunomodulatory effects (Prakash et al., 2022). It is also highly sought after in the agricultural, food, beverage, and pharmacological sectors due to its low glycemic score based on important alkaloids called steviol glycosides (Ahmad et al., 2021).

Due to its many health benefits and natural sweetness, stevia is becoming an increasingly popular option to replace sugar and an important ingredient in numerous health-promoting products (Kumar and Simon, 2024). However, some fungal phytopathogens such as *Alternaria alternata*, *Septoria* (leaf spot), *Rhizoctonia*, and *Phytophthora* root rot are primary problems in terms of both quality and yield (Meena et al., 2017).

In this review, sustainable agricultural practices that can be effective against *Septoria stevia*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Sclerotium rolfsii*, and *Pythium* fungal pathogens, which adversely affect stevia cultivation and cause low-yield, were examined with the literature and their effects on disease development and plant growth parameters were evaluated.

## Fungal diseases of Stevia

Numerous biotic stressors, such as soil-dwelling phytopathogens, inhibit Stevia plant growth and have a detrimental effect by altering nutrient content, microbial diversity, soil health, and

soil quality (Bandyopadhyay et al., 2022). Plant growth and crop production are severely hindered by soil-borne infections, which stand as a primary global problem (Prakash and Arora, 2021). There are about sixteen diseases that affect *S. rebaudiana*, and they can be categorized according to the organisms that cause them, including viruses, fungi, and phytoplasma-like substances. These include leaf spots produced by *Septoria steviae* and *Alternaria alternata*, wilt caused by *Fusarium* species, and aerial blight caused by *Rhizoctonia solani* (Chauhan et al., 2019). Below are important fungal diseases of *Stevia rebaudiana*, including leaf spot and root rot.

#### **Alternaria alternata leaf spot on Stevia**

Growing this magnificent plant is not without its difficulties. The main problem is leaf spot disease caused by infestations of *Alternaria alternata*. As the leaf is the primary site for synthesizing sweet glycosides, leaf spot severely reduces yields (Nayak and Dhange, 2023).

One of the most important problems has been the prevalence of fungal infections in stevia, particularly *Alternaria* leaf spot caused by *Alternaria alternata*. Among the many foliar diseases affecting stevia leaves, which are the primary source of income for the plant, the *Alternaria* leaf spot stands out. According to a five-year assessment, *Alternaria* leaf spot is a common problem in medicinal plants (Kumar and Simon, 2024).

It is typically present in all regions where *Stevia* is grown. *Alternaria alternata* disease mainly damages above-ground plant components, including leaves, petioles, and stems. Small, dark brown necrotic lesions are typically the major symptoms. Small, round, light brown spots are the first irregular symptoms over time. As the infection worsens, the color of the pathogen on the leaves changes from brown to gray but still has a rounded shape with concentric rings. As the disease progresses, the concentric spots become more prominent, especially on the tips of older leaves. It causes branches to dry out and leaves to fall off (Nayak and Dhange, 2023). These leaf spots range from 2 to 18 mm in diameter. The disease-causing conidia are medium to dark brown, have little beaks, are organized in long chains, and have an oval or bean-shaped structure with three to five transverse septa (Maiti et al., 2007). Both soil and airborne carriers of the disease exist. A safer alternative should be found to control the *A. alternata* pathogen in stevia cultivation because chemical fungicides have harmful effects on the environment. Due to their sustainability and environmental friendliness, bioagents were evaluated as possible biological control agents against *A. alternata* (Nayak and Dhange, 2023).

#### **Septoria leaf spot on Stevia**

The so-called leaf spot diseases limit the quantity and quality of stevia grown. According to research, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* and *Septoria steviae* are the primary pathogens causing leaf spots in stevia. The most common plant disease reported globally is *Septoria* leaf spot, a consequence of *Septoria steviae*. The first report of *Septoria steviae* was made in Japan in 1978. This pathogen manifests as deep, angular, olive-gray leaf lesions that rapidly coalesce and are often surrounded by a chlorotic halo. 80-100% of plant leaves have lesions that adversely affect the crop (Termsung et al., 2021).

A serious disease that can reduce planted stevia yields by more than 50% is called *Septoria* leaf spot. *Septoria steviae*, a newly discovered stevia pathogen first found in Japan in 1978, is the source of the disease (Sanabria-Velazquez et al., 2024). A pathogen called *Septoria* leaf spot reduces the quality of stevia leaves (Sanabria-Velazquez et al., 2023). The disease ascends from the stem to the leaves during the growing season, leading to complete defoliation at the end of the season (Koehler, 2018). Defoliation is caused by leaf lesions, which often have a chlorotic

halo and rapidly coalesce to form large necrotic patches. Infected plants first show symptoms on the underside of the leaves (Koehler et al., 2019). According to Andolfi et al. (2006), *S.rebaudiana* can be grown for five or six years. *Septoria* sp. is a major threat to stevia plants in temperate countries, as it can overwinter and multiply during the rainy season. Studies have shown that potential direct yield losses can be up to 50% of the dead leaf for susceptible cultivars (Hastoy et al., 2019).

Under ideal conditions, *S. stevia* can cause severe crop loss and complete shedding of plants due to prolific asexual conidial production. Furthermore, the infection overwinters in the leaf litter and readily infects newly sprouting leaves on developing stems after overwintering. This is a serious concern for the ongoing productivity of the crop. Foliar fungicides can slow overwintering inoculum accumulation and late-season defoliation due to the *Septoria* leaf spot as part of an integrated disease management strategy (Koehler and Shew, 2018). For stevia leaf spot management to be as successful as possible, biological control measures for *Septoria* leaf spot should be combined. These tactics include harvesting at a different time, using disease-free seed material, and minimizing the accumulation of inoculum such as leaf litter (Termsung et al., 2021).

#### **Fusarium spp root rot on Stevia**

The soil-borne fungal disease *Fusarium oxysporum* has been found in most agricultural areas worldwide (Dean et al., 2012). More than 120 important crops for agriculture and horticulture are affected by *Fusarium* wilt, one of the major vascular plant diseases caused by this fungi (Zhu et al., 2020). Vascular wilt caused by *F. oxysporum* in *Stevia rebaudia* cultivation in Colombia has recently been the subject of the first report (Díaz-Gutiérrez et al., 2019). *Fusarium* wilt is difficult to control due to its severity, persistence of the fungus in soil, widespread distribution, and high genetic variability. The most popular approaches to managing soil-borne infections are crop rotation, the use of disease-resistant materials, and the use of pesticides (Abawi and Widmer, 2000). However, there are limitations due to several variables. Long-term survival is possible without a primary host for this fungus in soil (López-Zapata and Castaño-Zapata, 2019).

#### **Rhizoctonia solani root rot on Stevia**

The soil pathogen *R. solani* can cause great damage. It causes rotting of buds and fruits of various crops, wilting of seedlings, banding and blackening of leaves, stem cancer, and aerial blight (Kouzai ve ark. 2018). *Stevia* plants can be grown from seeds, propagation cuttings, or in a greenhouse or field. Symptoms of *Rhizoctonia solani* root rot in *Stevia* include stem lesions, wilting, necrosis of roots, and death of seedlings (Kessler and Koehler, 2020). Although *stevia* plants are more vulnerable to attack by *Fusarium* or *Rhizoctonia solani*, their first interaction with possible soil-borne diseases occurs at the stage of non-woody tissues (Díaz-Gutiérrez et al., 2021).

#### **Sclerotium rolfsii root rot on Stevia**

*S. rolfsii* is an important fungal pathogen that produces numerous sclerotia that are long-lived in soil. This pathogen forms a high inoculum in a *stevia* crop over a three to five-year production cycle. *S. rolfsii* is particularly harmful to *stevia* as it rapidly destroys all plants with single or multiple stems. Symptoms of *Sclerotium rolfsii* include wilt, stem rot, necrosis of roots and stems, and plant death (Koehler and Shew, 2017). It results in the sudden wilting of *S. rebaudiana* plants. When symptoms first appear on the above-ground parts of the plant, the plant

as a whole withers and dries up. In addition, it causes infected plants to develop lesions covered with small, spherical, white to dark brown sclerotia and an abundance of white mycelium on the stem (Le Bihan et al., 2020).

### **Pythium root rot on Stevia**

The increase in stevia-cultivated areas will lead to the emergence of new infections; several soil-borne pathogens have been reported in the last decade, including *Pythium* spp. Symptoms include stunting, leaf curling, wilting, necrosis of the roots and eventually complete root loss. In contrast to mature field plants, young plants and greenhouse systems exhibit more severe *Pythium*-related symptoms in stevia. However, further research is needed to determine how *Pythium* root colonization affects overwintering (Koehler et al., 2017).

### **Effect of sustainable agricultural practices on fungal diseases of Stevia**

There are various approaches (such as cultural techniques, rotation, pesticides, and disease-resistant varieties) to manage phytopathogens and improve the soil, but no single approach works well to control disease-associated crops and increase production (Bashan et al., 2020). However since pesticides are consumed directly by humans, their use not only limits the development of medicinal plants but also damages the qualities of the soil and disrupts its ecology (Mishra et al., 2016). To maintain environmental sustainability chemical-based methods should be replaced by environmentally friendly methods. Stimulation of plant growth, Arbusküler mikorizal funguslar (AMF), Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), and *Trichoderma* spp., known as biostimulants, are significant steps in the fight against phytopathogens (Prakash and Arora, 2019).

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) have been used in some studies to directly promote stevia growth (Sarmiento-López et al., 2020). AMFs are obligate biotrophs that establish mutualistic symbiotic relationships with plant roots (Bennett and Groten, 2022). AMFs are frequently applied as biofertilizers to increase crop yield and growth. In addition to promoting plant growth, AMF also helps plants resist various fungal diseases and survive in adverse environments (Bueno et al., 2020). Limited studies have been conducted on the function of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on stevia development, enzyme content, growth, biochemical properties, or control of phytopathogens (Prakash et al., 2022). *Bacillus* is a very efficient PGPR genus that can enhance crop growth and yield across biotic and abiotic environments due to its ability to form spores and produce various metabolites (Wang et al., 2020). According to Miransari (2011), PGPR is a type of bacteria that colonizes the rhizosphere and produces compounds that help plants grow faster and resist disease. With the use of PGPRs, growth-promoting phytohormones, siderophores, antibiotics, and systemic resistance to infections in plants are obtained, which increases various agricultural yields. Nitrogen-fixing and phosphorus-solubilizing bacteria are among the most important PGPRs for crops because they increase nitrogen and phosphorus uptake and are essential for biofertilization (Singh et al., 2011).

The widespread distribution of *Trichoderma* species, rapid soil colonization, and rapid growth in diverse soils have been associated with benefits when used in biocontrol (Al-Ani, 2018). By triggering one or more mechanisms, including competition for resources and space, mycoparasitism, antibiosis, growth promotion, and stimulation of the plant defense system, the biocontrol effect is linked to antagonistic qualities against pathogens (Zeilinger et al., 2016). *Trichoderma* additions to various crops are linked to increased biomass production and crop yields, which is highly beneficial for sustainable agriculture (Al-Ani, 2018). According to

studies, *T. hamatum* isolates inhibit the growth of *R. solani* mycelia. It can help control *R. solani* disease, which affects Stevia and inhibits its growth (Chauhan et al., 2019). The *T. asperellum* strain has mycoparasitic activity and the ability to produce salicylic acid and jasmonic acid. The *T. asperellum* strain was found to be a potent biocontrol agent against soil-borne diseases that pose a threat to stevia plants (Díaz-Gutiérrez et al., 2021).

### **Conclusion**

Sustainable practices in stevia cultivation, organic fertilizers, biological control agents show significant promise in disease management and plant growth. Given the density of living microorganisms in the soil and their impact on soil health, this approach has the potential to be an environmentally friendly and economically viable strategy against fungal diseases in stevia cultivation. These sustainable methods provide a comprehensive and long-lasting basis for stevia production methods that are compatible with ideas of ecological balance and financial sustainability, as well as increasing disease resistance. Thus, it can be concluded that the utilization of sustainable agricultural practices generally aids in reducing leaf spot or root rot, increasing stevia growth, and reducing the degree of disease.

## References

- Abawi, G. S., & Widmer, T. L. (2000). Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied soil ecology*, 15(1), 37-47.
- Ahmad, N., Rab, A., Sajid, M., Ahmad, N., Fazal, H., Ali, M., & Egertsdotter, U. (2021). Sucrose-dependent production of biomass and low-caloric steviol glycosides in adventitious root cultures of *Stevia rebaudiana* (Bert.). *Industrial Crops and Products*, 164, 113382.
- Andolfi, L., Macchia, M., & Ceccarini, L. (2006). Agronomic-productive characteristics of two genotype of *Stevia rebaudiana* in central Italy. *Italian Journal of Agronomy*, 1(2), 257-262.
- Al-Ani, L. K. T. (2018). Trichoderma: beneficial role in sustainable agriculture by plant disease management. *Plant microbiome: stress response*, 105-126.
- Bandyopadhyay, P., Yadav, B. G., Kumar, S. G., Kumar, R., Kogel, K. H., & Kumar, S. (2022). *Piriformospora indica* and *Azotobacter chroococcum* consortium facilitates higher acquisition of N, P with improved carbon allocation and enhanced plant growth in *Oryza sativa*. *Journal of Fungi*, 8(5), 453.
- Bashan, Y., Prabhu, S. R., de-Bashan, L. E., & Kloepper, J. W. (2020). Disclosure of exact protocols of fermentation, identity of microorganisms within consortia, formation of advanced consortia with microbe-based products. *Biology and Fertility of Soils*, 56, 443-445.
- Bennett, A. E., & Groten, K. (2022). The costs and benefits of plant–arbuscular mycorrhizal fungal interactions. *Annual Review of Plant Biology*, 73(1), 649-672.
- Bueno, C. G., Pickles, B. J., Truong, C., & Watts-Williams, S. J. (2020). Mycorrhizas for a sustainable world. *The New Phytologist*, 225(3), 1065-1069.
- Chalapathi M. K. 1997 Natural non-calorie sweetener stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Future crop for India Crop Res.* 14 347 -350
- Chauhan, R., Navneet, & Gautam, S. S. (2019). Potential antagonistic phylloplane fungi from *Stevia rebaudiana* Bert. as bio-control of aerial blight disease caused by *Rhizoctonia solani*. *Indian Phytopathology*, 72, 177-180.
- Dean, R., Van Kan, J. A., Pretorius, Z. A., Hammond-Kosack, K. E., Di Pietro, A., Spanu, P. D., ... & Foster, G. D. (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular plant pathology*, 13(4), 414-430.
- Díaz-Gutiérrez, C., Poschenrieder, C., Arroyave, C., Martos, S., & Peláez, C. (1983). First report of *Fusarium oxysporum* causing vascular wilt of *Stevia rebaudiana* in Colombia (Doctoral dissertation, Faculty of Exact and Natural Sciences, University of Antioquia).
- Díaz-Gutiérrez, C., Arroyave, C., Llugany, M., Poschenrieder, C., Martos, S., & Peláez, C. (2021). *Trichoderma asperellum* as a preventive and curative agent to control *Fusarium* wilt in *Stevia rebaudiana*. *Biological Control*, 155, 104537.
- Frederico A. P., Ruas P. M., Marin-Morales M. A., Fuas C. F., and Nakajima J. N. 1996 Chromosome studies in some *Stevia* Cav. (Compositae) species from Southern Brazil *Braz. J. Genet.* 19 605 -609.
- Gardana, C., Simonetti, P., Canzi, E., Zanchi, R., & Pietta, P. (2003). Metabolism of stevioside and rebaudioside A from *Stevia rebaudiana* extracts by human microflora. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(22), 6618-6622.
- Grashoff J. L. 1974 Novelties in *Stevia* (Compositae: Eupatorieae) *Brittonia* 26 347 -384.

- Hastoy, C., Le Bihan, Z., Gaudin, J., Cosson, P., Rolin, D., & Schurdi-Levraud, V. (2019). First report of *Septoria* sp. infecting *Stevia rebaudiana* in France and screening of *Stevia rebaudiana* genotypes for host resistance. *Plant disease*, 103(7), 1544-1550.
- Katayama O., Sumida T., Hayashi H., and Mitsuhashi H. The practical application of *Stevia* and research and development data I.S.U. Company Japan 747 [English translation]
- Kessler, A. C., & Koehler, A. M. (2020). First Report of *Rhizoctonia solani* AG 4 Causing Root and Stem Rot of *Stevia* in Delaware and Maryland. *Plant Disease*, 104(11), 3076-3076.
- Koehler, A. M., Lookabaugh, E. C., Shew, B. B., & Shew, H. D. (2017). First report of *Pythium* root rot of *stevia* caused by *Pythium myriotylum*, *P. irregulare*, and *P. aphanidermatum* in North Carolina. *Plant Disease*, 101(7), 1331.
- Koehler, A. M., & Shew, H. D. (2017). Enhanced overwintering survival of *stevia* by QoI fungicides used for management of *Sclerotium rolfsii*. *Plant Disease*, 101(8), 1417-1421.
- Koehler, A. M. (2018). Etiology and Management of *Stevia* Diseases. North Carolina State University.
- Koehler, A. M., & Shew, H. D. (2018). Field efficacy and baseline sensitivity of *Septoria steviae* to fungicides used for managing *Septoria* leaf spot of *stevia*. *Crop Protection*, 109, 95-101.
- Koehler, A. M., Larkin, M. T., Rogers, L. W., Carbone, I., Cubeta, M. A., & Shew, H. D. (2019). Identification and characterization of *Septoria steviae* as the causal agent of *Septoria* leaf spot disease of *stevia* in North Carolina. *Mycologia*, 111(3), 456-465.
- Kouzai, Y., Kimura, M., Watanabe, M., Kusunoki, K., Osaka, D., Suzuki, T., ... & Noutoshi, Y. (2018). Salicylic acid-dependent immunity contributes to resistance against *Rhizoctonia solani*, a necrotrophic fungal agent of sheath blight, in rice and *Brachypodium distachyon*. *New phytologist*, 217(2), 771-783.
- Kumar, V. P., & Simon, S. Efficacy of Soil Amendments with Organic Manures, *Lantana camara* and Microalgae Against *Alternaria alternata* of *Stevia* (*Stevia rebaudiana*). *Biological Forum – An International Journal*. 16(2), 42-46.
- Le Bihan, Z., Gaudin, J., Robledo-Garcia, F., Cosson, P., Hastoy, C., Rolin, D., & Schurdi-Levraud, V. (2020). First report of *Sclerotium* stem rot caused by *Athelia rolfsii* on *Stevia rebaudiana* in southwestern France. *Plant Disease*, 104(2), 584.
- Lester T. 1999 *Stevia rebaudiana* (sweet honey leaf) Aust. New Crops News Lett. 11. Nat. Prod. Radiance 2 120.
- López-Zapata, S. P., & Castaño-Zapata, J. (2019). Manejo integrado del mal de Panamá *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. sp. cubense (EF SM.) WC Snyder & HN Hansen: una revisión. *Revista UDCA Actualidad & divulgación científica*, 22(2).
- Maiti, C. K., Sen, S., Acharya, R., & Acharya, K. (2007). First report of *Alternaria alternata* causing leaf spot on *Stevia rebaudiana*. *Plant Pathology*, 56(4), 723.
- Maiti R. K. and Purohit S. S. 2008 *Stevia*: A miracle plant for human health *Agrobios* (India) Jodhpur India
- Meena, M., Swapnil, P., & Upadhyay, R. S. (2017). Isolation, characterization and toxicological potential of *Alternaria*-mycotoxins (TeA, AOH and AME) in different *Alternaria* species from various regions of India. *Scientific Reports*, 7(1), 8777.
- Miransari, M. (2011). Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and soil bacteria. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 89, 917-930.
- Mishra, J., Prakash, J., & Arora, N. K. (2016). Role of beneficial soil microbes in sustainable agriculture and environmental management. *Climate Change and Environmental Sustainability*, 4(2), 137-149.

- Miyagawa H., Fujikowa N., Kohda H., Yamasaki K., Taniguchi K., and Tanaka R. 1986 Studies on the tissue culture of *Stevia rebaudiana* and its components: (II). Induction of shoot primordia *Planta Med.* 4 321 -324
- Nayak, A. M., & Dhange, P. R. (2023). Fungal Bioagents and Botanicals Efficacy against *Alternaria alternata* Responsible for Leaf Blight Disease of *Stevia rebaudiana*. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(22), 254-260.
- Pedroza Carneiro, J. W. (2007). *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni: Stages of plant development. *Canadian Journal of Plant Science*, 87(4), 861-865.
- Pérez, E., González, C., Vaillant, F., & Lares, M. (2016). Stevia derivative and its potential uses in diabetic-directed foods. Review. *Journal of Nutrients*, 3(1), 1-20.
- Prakash, J., & Arora, N. K. (2020). Development of *Bacillus safensis*-based liquid bioformulation to augment growth, stevioside content, and nutrient uptake in *Stevia rebaudiana*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36, 1-13.
- Prakash, J., & Arora, N. K. (2021). Novel metabolites from *Bacillus safensis* and their antifungal property against *Alternaria alternata*. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 114(8), 1245-1258.
- Prakash, J., Egamberdieva, D., & Arora, N. K. (2022). A novel *Bacillus safensis*-based formulation along with mycorrhiza inoculation for controlling *alternaria alternata* and simultaneously improving growth, nutrient uptake, and steviol glycosides in *Stevia rebaudiana* under field conditions. *Plants*, 11(14), 1857.
- Raspe, D. T., da Silva, C., & da Costa, S. C. (2022). Compounds from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves: An overview of non-conventional extraction methods and challenges. *Food Bioscience*, 46, 101593.
- Sanabria-Velazquez, A. D., Enciso-Maldonado, G. A., Maidana-Ojeda, M., Diaz-Najera, J. F., Thiessen, L. D., & Shew, H. D. (2023). Validation of standard area diagrams to estimate the severity of *Septoria* leaf spot on stevia in Paraguay, Mexico, and the United States. *Plant Disease*, 107(6), 1829-1838.
- Sanabria-Velazquez, A., Enciso-Maldonado, G. A., Thiessen, L., & Shew, H. D. (2024). The Origin of The Problem: Characterization of Paraguayan *Septoria steviae*, Causal Agent of *Septoria* Leaf Spot of *Stevia* Based on Multi-Locus Sequence Analysis. *Plant Disease*, (ja).
- Saragih, D. P. P., Ma'as, A., & Notohadisuwarno, S. (2019). Various Soil Types, Organic Fertilizers and Doses with Growth and Yields of *Stevia rebaudiana* Bertoni M. Ilmu Pertan.(Agricultural Sci, 3(1), 57.
- Sarmiento-López, L. G., López-Meyer, M., Sepúlveda-Jiménez, G., Cárdenas, L., & Rodríguez-Monroy, M. (2020). Photosynthetic performance and stevioside concentration are improved by the arbuscular mycorrhizal symbiosis in *Stevia rebaudiana* under different phosphate concentrations. *PeerJ*, 8, e10173.
- Singh, J. S., Pandey, V. C., & Singh, D. P. (2011). Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, ecosystems & environment*, 140(3-4), 339-353.
- Soejarto, D. D., Compadre, C. M., Medon, P. J., Kamath, S. K., & Kinghorn, A. D. (1983). Potential sweetening agents of plant origin. II. Field search for sweet-tasting *Stevia* species. *Economic Botany*, 37, 71-79.
- Termsung, N., Cheewangkoon, R., & Kunasakdakul, K. (2021). First report of *septoria steviae* causing stevia leaf spot in Thailand. *Journal of Phytopathology*, 169(4), 260-268.



---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

- Oddone B. 1997 How to grow stevia. Technical manual Guarani Botanicals Pawtucket, CT
- Robinson R. L. 1930 Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University XC  
The Gray Herbarium of Harvard University Cambridge, MA 78 -91.
- Wang, S., Sun, L., Zhang, W., Chi, F., Hao, X., Bian, J., & Li, Y. (2020). *Bacillus velezensis* BM21, a potential and efficient biocontrol agent in control of corn stalk rot caused by *Fusarium graminearum*. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30, 1-10.
- Yadav, A. K., Singh, S., Dhyani, D., & Ahuja, P. S. (2011). A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)]. *Canadian journal of plant science*, 91(1), 1-27.
- Zeilinger, S., Gruber, S., Bansal, R., & Mukherjee, P. K. (2016). Secondary metabolism in *Trichoderma*—chemistry meets genomics. *Fungal biology reviews*, 30(2), 74-90.
- Zhu, Y., Lujan, P. A., Wedegaertner, T., Nichols, R., Abdelraheem, A., Zhang, J. F., & Sanogo, S. (2020). First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* race 4 causing *Fusarium* wilt of cotton in New Mexico, USA. *Plant Disease*, 104(2), 588-588.

**ANTIOXIDANT CAPACITIES OF DIFFERENT EXTRACTS OF RHEUM RIBES L.  
FLOWERS FROM VAN PROVINCE (türkiye)**

**Şeyda YAYLA (ORCID:0000-0002-3678-6506)**

Ankara University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany

<sup>2</sup>Ankara University, Graduate School of Health Sciences

**Email:**yayla@ankara.edu.tr

**M. Mesud HÜRKUL (ORCID:0000-0002-9241-2496)**

Ankara University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany

**Email:**mhurkul@ankara.edu.tr

**Abstract**

Rheum ribes L. is called by local names such as "ışkın, uşgun and uçgun" in Van and its surroundings. The plant belongs to the Polygonaceae family. The Polygonaceae family is an important group of plants with about 56 genera distributed worldwide. Within this large family, the genus Rheum L. includes 56 accepted species. These species grow mainly in temperate and subtropical regions, with a notable population in West Asia (Iran, Iraq, Lebanon, Azerbaijan, Türkiye and Pakistan). The plant is traditionally used as an appetite stimulant, treatment of hemorrhoids, measles, smallpox, gastrointestinal disorders, diarrhoea, blood purifier and bile reducing. In this study, the extracts were obtained from the flowers of the plant using the solvents of different polarities and different extraction methods. The shade-dried flowers were powdered with a grinder. The powdered flowers were extracted with methanol, dichloromethane, ethyl acetate and n-hexane solvents. The maceration and ultrasonic assisted extraction (UAE) methods were used to prepare the extracts. The maceration processes were carried out in 3 repetitions for 8 hours and were prepared with a magnetic stirrer in a closed container. The UAE method used a 240-watt ultrasonic bath at room temperature for 15 minutes. The total phenolic content of the extracts was determined by the Folin-Ciocalteu method. The antioxidant capacity was determined by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method.

**Keywords:** Polygonaceae, Rheum ribes, maceration, ultrasound-assisted extraction, Total phenolic content, DPPH, Pharmaceutical Botany

## INTRODUCTION

*Rheum ribes* L. is a plant known by local names such as "ışkın, uşgun and uçgun" in Van and its surroundings (Andiç et al., 2009). This plant belongs to the Polygonaceae family. The Polygonaceae family is an important group of plants consisting of about 56 genera distributed all over the world. Within this large family, the genus *Rheum* L. contains 56 recognised species. These species grow mainly in temperate and subtropical regions, with a significant population in western Asia (Iran, Iraq, Lebanon, Azerbaijan, Türkiye and Pakistan) (Davis, 1988; Güner et al., 2012; POWO, 2024). The *R. ribes* has been traditionally used as an appetite stimulant, treatment of haemorrhoids, measles, smallpox, gastrointestinal disorders, diarrhoea, blood purifier and bile reducing. Traditional uses of this plant have an important place in folk medicine and have a long history in the treatment of a variety of medical conditions. Modern scientific research continues to confirm the efficacy and safety of these traditional uses. The wide biogeographic distribution of the Polygonaceae family and the genus *Rheum* provides important opportunities to study the genetic diversity and adaptability of these plants. In addition, research on the phytochemical components of these plants provides valuable information on their potential pharmacological effects and medicinal applications.

Previous studies have investigated the antioxidant activities of the root and stem parts of the plant. The antioxidant potential of root and stem extracts was evaluated by various methods: total antioxidant activity (lipid peroxidation inhibition activity), DPPH radical scavenging activity, superoxide anion radical scavenging activity, iron reducing power, cupric reducing power (CUPRAC) and metal chelating activities. Total antioxidant activity was measured by the  $\beta$ -carotene bleaching method and chloroform and methanol extracts of roots showed 93.1% and 84.1% inhibition, respectively; stem extracts showed 82.2% and 82.0% inhibition. In the DPPH radical scavenging activity test, the methanol extracts showed higher activity than the corresponding chloroform extracts, and the methanol extract of the stem performed better than BHT. In terms of superoxide anion radical scavenging activity, root extracts showed greater activity than BHT and comparable activity to L-ascorbic acid. For metal chelating activity, three extracts except chloroform root extract showed higher activity than quercetin. Total phenolic and flavonoid contents were also determined and the chloroform extract of the roots was found to have the highest phenolic and flavonoid content with values of  $48.66 \pm 1.23$   $\mu$ g PEs/mg and  $145.59 \pm 0.22$   $\mu$ g QEs/mg (Öztürk et al., 2007). The antiradical, antimicrobial and cytotoxic properties of the stem extracts of the plant were investigated. Water, ethanol and methanol extracts were used in the study. Antiradical activities were determined for ABTS (99.27, 99.91 and 99.88%), DPPH (83.11, 81.42 and 83.26%) and OH (93.49, 94.21 and 95.86%) radicals which were higher than the standard antioxidant BHA (95.32, 80.49 and 93.78%). The extracts were also rich in total phenolic compounds, total flavonoids and proanthocyanidins with 118.76, 125.07 and 136.82 mg GAE/g respectively; 2681.49, 2345.85 and 1239.74 mg CE/g; it was determined at values of 1306.33, 1827.44 and 4473.00 mg CE/g. In antimicrobial activity tests, the methanol extracts were found to inhibit the growth of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Klebsiella pneumoniae* and *Bacillus subtilis* better than the standard antibiotics streptomycin sulphate and nystatin. With regard to cytotoxic activities, it was found that water, ethanol and methanol extracts at concentrations of 1, 5, 25, 50 and 100 mg/ml significantly reduced the survival of the A2780 and HCT-116 cancer cell lines within 24 hours. It was also observed that the survival of MCF-7 and PC-3 cancer cell lines was reduced at certain concentrations. The IC<sub>50</sub> values of the extracts were 39.59, 19.67, 26.63 and 18.38 mg/ml for water extracts; 38.11, 18.20, 26.80 and 14.18 mg/ml for ethanol extracts; and 42.18, 16.76, 25.46 and 14.87 mg/ml for methanol extracts (Keser et al., 2020).

In this study, the total phenolic content and antioxidant capacity of the flowers of the plant were investigated using solvents of different polarities and different extraction methods.

## MATERIAL AND METHOD

### Preparation of extracts

In this study, plant material was collected from Van/Turkey. Extracts were obtained from the flowers of the plant using solvents of different polarities and different extraction methods. The shade-dried flowers were ground to powder using a grinder. The powdered flowers were extracted with methanol, dichloromethane, ethyl acetate and n-hexane. Maceration and ultrasonic-assisted extraction (UAE) methods were used to prepare the extracts. The maceration processes were carried out 3 times for 8 hours and prepared with a magnetic stirrer in a closed vessel. The UAE method used a 240 watt ultrasonic bath for 15 minutes at room temperature.

### The Folin–Ciocalteu assay

The total phenolic content was calculated using the Folin–Ciocalteu reagent. First, samples that require phenolic content determination from plant extracts are taken as 15  $\mu$ L and placed in a 96-well micro plate. Then, 240  $\mu$ L of distilled water was added and 15  $\mu$ L of Folin–Ciocalteu reagent (0.25 N) was added. This mixture was incubated for 3 min and then 30  $\mu$ L sodium carbonate (1 N) was added. The final mixture was incubated for 2 h at room temperature in the dark. Spectrophotometric readings were made at 765 nm wavelength. By comparing the obtained absorbance values with a standard curve, the results were reported in mg gallic acid (GA) equivalents per dry weight (Sánchez-Rangel et al., 2013).

**DPPH antioxidant assay**  
DPPH assay was used to evaluate the free radical scavenging activity. 0.1 ml of test extract (at different concentrations) was added to 2.9 ml of DPPH solution in methanol prepared daily, and the mixture was kept in a water bath at 30°C for 30 min. The absorbance was then measured at a wavelength of 517 nm. Gallic acid was used as the reference compound. The results are expressed as percentage (%) of DPPH radical scavenging activity. The percentage was calculated using the formula  $[(A_o - A_s)/A_o] \times 100$ , where  $A_o$  is the absorbance of the control and  $A_s$  is the absorbance in the presence of the sample or standard. The half-maximal inhibitory concentrations ( $IC_{50}$ ) of the extracts were calculated by linear regression analysis. Experiments were performed in triplicate and results were expressed as mean  $\pm$  standard deviation (Güvenç et al., 2012).

## RESULT AND DISCUSSION

In this study, the antioxidant capacities of different extracts of *Rheum ribes* flowers collected in the province of Van were evaluated. Methanol, dichloromethane, ethyl acetate and n-hexane extracts of the flowers were used in the study. The extracts were prepared by maceration and ultrasonic-assisted extraction (UAE).

The highest value for total phenolic content was found to be  $60.10 \pm 1.13$  mg GAE/g in the methanol extract prepared by the maceration method. This value was  $54.26 \pm 1.55$  mg GAE/g for the methanol extract prepared by the UAE method. Among other extracts, the ethyl acetate extracts attracted attention with values of  $58.04 \pm 2.02$  mg GAE/g by the maceration method and  $28.71 \pm 1.05$  mg GAE/g by the UAE method. Low values of phenolic content were found in n-hexane extracts ( $27.44 \pm 1.19$  mg GAE/g for maceration,  $19.81 \pm 1.65$  mg GAE/g for UAE).

In DPPH radical scavenging activity tests, methanol extract prepared by the maceration method showed the highest antioxidant activity with an  $IC_{50}$  value of  $0.25 \pm 1.01$  mg/mL. Ethyl acetate extract also showed high antioxidant activity and an  $IC_{50}$  value of  $0.27 \pm 2.41$  mg/mL was

obtained. Among the extracts prepared by the UAE method, the methanol extract showed the highest activity with an  $IC_{50}$  value of  $0.29 \pm 2.12$  mg/mL. On the other hand, n-hexane extracts showed the lowest antioxidant activity in both methods ( $IC_{50}$  value of  $0.47 \pm 1.65$  mg/mL for maceration,  $0.49 \pm 2.41$  mg/mL for UAE).

**Table 1.** Total phenolic content of *R. ribes* flower extracts

Extracts	Total phenolic content (mg GAE/g dry extract) $\pm$ SD	
	Maceration	UAE
methanol extract	$60.10 \pm 1.13$	$54.26 \pm 1.55$
dichloromethane extract	$48.21 \pm 2.22$	$25.11 \pm 1.16$
ethyl acetate extract	$58.04 \pm 2.02$	$28.71 \pm 1.05$
n-hexane extract	$27.44 \pm 1.19$	$19.81 \pm 1.65$

**Table 2.** DPPH radical scavenging capacities of *R. ribes* flower extracts

Extracts	$IC_{50}$ (mg/ml) $\pm$ SD	
	Maceration	UAE
methanol extract	$0.25 \pm 1.01$	$0.29 \pm 2.12$
dichloromethane extract	$0.31 \pm 1.33$	$0.48 \pm 2.81$
ethyl acetate extract	$0.27 \pm 2.41$	$0.48 \pm 2.31$
n-hexane extract	$0.47 \pm 1.65$	$0.49 \pm 2.41$
Gallic acid	$0.19 \pm 1.07$	

The results of this study show that extracts obtained from *R. ribes* flowers have high phenolic content and strong antioxidant activities. In particular, the methanol extract prepared by the maceration method has the highest values in terms of both phenolic content and DPPH radical scavenging activity. These results suggest that *R. ribes* flowers may be a potential source for medicinal and pharmacological applications.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Şeyda Yayla thanks the financial support from the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBITAK) under the BIDEB/2211-A Ph.D.

## REFERENCES

- Andiç, S., Tunçtürk, Y., Ocak, E., & Köse, S. (2009). Some Chemical Characteristics of Edible Wild Rhubarb Species (*Rheum Ribes* L.). In *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* (Vol. 5, Issue 6).
- Davis, P. H. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 10). Edinburgh University Press.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M. T. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*.
- Güvenç, A., Küpeli Akkol, E., Hürkul, M. M., Süntar, I., & Keleş, H. (2012). Wound healing and anti-inflammatory activities of the *Michauxia L'Hérit* (Campanulaceae) species native to Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(2), 401–408. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.11.024>
- Keser, S., Keser, F., Karatepe, M., Kaygılı, O., Tekin, S., Turkoglu, I., Demir, E., Yilmaz, O., Kirbag, S., & Sandal, S. (2020). Bioactive contents, In vitro antiradical, antimicrobial and cytotoxic properties of rhubarb (*Rheum ribes* L.) extracts. *Natural Product Research*, 34(23), 3353–3357. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1560294>
- Öztürk, M., Aydoğmuş-Öztürk, F., Duru, M. E., & Topçu, G. (2007). Antioxidant activity of stem and root extracts of Rhubarb (*Rheum ribes*): An edible medicinal plant. *Food Chemistry*, 103(2), 623–630. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.005>
- POWO. (2024). *Plants of the World Online*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.plantsoftheworldonline.org>.
- Sánchez-Rangel, J. C., Benavides, J., Heredia, J. B., Cisneros-Zevallos, L., & Jacobo-Velázquez, D. A. (2013). The Folin-Ciocalteu assay revisited: Improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*, 5(21), 5990–5999. <https://doi.org/10.1039/c3ay41125g>

**OPTIMIZATION OF ULTRASOUND ASSISTED EXTRACTION OF PALIURUS  
SPINA-CHRISTI FRUIT**

**Şeyda YAYLA (ORCID:0000-0002-3678-6506)**

Ankara University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany

<sup>2</sup>Ankara University, Graduate School of Health Sciences

**Email:** yayla@ankara.edu.tr

**M. Mesud HÜRKUL (ORCID:0000-0002-9241-2496)**

Ankara University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany

**Email:** mhurkul@ankara.edu.tr

**Abstract**

The rapid, safe, and efficient extraction of bioactive compounds from plant matrices is critical for their application in the health and food sectors. Achieving high yields of these valuable compounds is essential to the production processes in these industries. Several process variables have a significant impact on the extraction rate of plant-derived bioactive compounds. Key factors include the polarity of the solvent used, the temperature at which extraction is performed, and the surface area of the plant material exposed during the process. Optimization of these parameters can lead to improved extraction efficiencies, thereby increasing the overall quality and potency of the bioactive compounds obtained. *Paliurus spina-christi* Mill. (Rhamnaceae) is known as “Karaçalı” in Türkiye. The fruits and seeds of *P. spina-christi* are used in Türkiye as diuretic, tonic, hemostatic, anti-inflammatory, antifungal, blood depurative, carminative. Also, in the treatment constipation, diabetes, nephralgia, kidney stones, kidney diseases, enuresis nocturna, ulcer, cystitis, prostate, sinusitis, stomachache, asthma, acne, cold and flu, traditionally. In this study, the methanol and acetone extracts of *P. spina-christi* fruits were prepared using the ultrasonic extraction method with carefully controlled time ( $X_1$ : 5, 10, 15, 20, 25, 30 minutes) and temperature ( $X_2$ : 25, 30, 35, 40 °C) variables. The yields of these extracts were calculated as a percentage of the dry plant material. The total polyphenol content of the extracts was determined by the Folin-Ciocalteu method, calibrated against a standard curve of gallic acid, a phenolic compound. The results were expressed as mean milligrams of gallic acid equivalent (GAE) per gram of dry extract. The scavenging activity on the DPPH radical was quantified as the percentage of inhibition, and the half-maximal inhibitory concentrations ( $IC_{50}$ ) of the samples were determined by linear regression analysis. Gallic acid was used as the reference compound in these evaluations.

**Keywords:** Rhamnaceae, *Paliurus spina-christi*, Ultrasound-assisted extraction, Total phenolic content, DPPH, Pharmaceutical Botany

## INTRODUCTION

*Paliurus spina-christi* Mill. (Rhamnaceae), commonly known as "Karaçalı" in Türkiye, is a plant of great ethnobotanical importance (Güner et al., 2012). In the traditional Turkish medicine, the fruits and seeds of *P. spina-christi* are used for a wide range of therapeutic purposes. These include their use as a diuretic to stimulate urination and as a tonic to invigorate and strengthen the body. They also have haemostatic properties to help stop bleeding and anti-inflammatory properties to reduce inflammation. These parts of the plant are also used as an antifungal to combat fungal infections and as a blood depurative to purify the blood. The carminative properties of *P. spina-christi* help to relieve flatulence and it is traditionally used to treat a variety of conditions including constipation, diabetes and nephralgia (kidney pain). The fruits and seeds are also used to treat kidney stones and other kidney disorders. They are used to treat enuresis nocturna (bedwetting), ulcers and cystitis. The plant is considered beneficial for prostate health and is used to treat conditions such as prostatitis. *P. spina-christi* is also traditionally used to treat sinusitis, stomach aches, asthma and acne. It is also used to treat cold and flu symptoms (Bulut & Tuzlaci, 2013; Cakilcioglu & Turkoglu, 2010; Esmaili et al., 2009; Gürdal & Kültür, 2013; Kültür, 2007; Ngels Bonet et al., 1999; Şen, 2018). The fruit of *P. spina-christi* (PSC) contains several biologically active compounds. As a result of LC-MS/MS analyses, the highest amount of phenolic compounds in PSC fruit extract (FE) was found to be malic acid ( $28424.18 \pm 3.21 \mu\text{g/g}$  PSC-FE) and rutin ( $23459.68 \pm 3.73 \mu\text{g/g}$  PSC-FE). In addition, PSC fruits contain various phytochemicals such as alkaloids, flavonoid glycosides, polyphenols, tannins, methyl esters of natural fatty acids, sterols and free fatty acids. These compounds contribute to the antioxidant activity of PSC and show therapeutic potential in conditions associated with oxidative stress, such as diabetes (Takım & Işık, 2020). The antioxidant and antimicrobial activities of water and ethanol extracts obtained from the fruits and leaves of the *P. spina-christi* were investigated. The antioxidant activities were determined using the CUPRAC, DPPH and ABTS methods and the results were compared with standard substances such as BHT and Trolox. Antimicrobial activities were tested using the agar well diffusion method. The results showed that the plant extracts had a high effect on microorganisms, especially *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* and *Candida albicans*, and their antioxidant activities were close to some standard antioxidants. These results indicate potential therapeutic and industrial uses of *P. spina-christi*. According to the results obtained in the study, the antimicrobial effects of water and ethanol extracts obtained from the fruits and leaves of *P. spina-christi* on various microorganisms were investigated. While water and ethanol extracts were ineffective against *Bacillus cereus*, water extract showed an inhibition diameter of 15 mm, water leaf extract 10 mm and ethanol leaf extract 20 mm against *Bacillus subtilis*. Against *Escherichia coli*, ethanol leaf extract showed an inhibition diameter of 26 mm, water fruit extract 10 mm, water leaf extract 12 mm and ethanol fruit extract 10 mm. Ethanol fruit extract showed an inhibition diameter of 30 mm against *Klebsiella pneumoniae*. While water fruit extract showed an inhibition diameter of 20 mm against *Pasteurella multocida*, other extracts were ineffective. Ethanol fruit extract showed an inhibition diameter of 16 mm against *Pseudomonas aeruginosa*. Ethanol fruit and leaf extracts showed an inhibition diameter of 30 mm against *Staphylococcus aureus*, while water extracts were ineffective. All the extracts were ineffective against *Yersinia enterocolitica*. Ethanol fruit extract showed an inhibition diameter of 24 mm against *Candida albicans*. These results suggest that ethanol extracts in particular have significant antimicrobial activity against many microorganisms and that it may be useful to investigate potential therapeutic uses of *P. spina-christi* (Arslan & Kaya, 2021). In a study investigating the bioactive components of *P. spina-christi* fruits (JT-FE) and the antidiabetic



effect of these fruits in streptozotocin-induced rats, the phenolic components of the fruit extracts of the plant were analysed by LC-MS/MS method and a total of 31 different phenolic components were identified. The major components were quercetin ( $98753.4 \pm 24.39 \mu\text{g/g}$ ), catechin ( $58695.3 \pm 12.971 \mu\text{g/g}$ ), hesperidin ( $47445.2 \pm 15.894 \mu\text{g/g}$ ), quinic acid ( $38279.5 \pm 14.239 \mu\text{g/g}$ ) and malic acid ( $17536.8 \pm 2.279 \mu\text{g/g}$ ). In experiments conducted on diabetic rats to evaluate the antidiabetic effects, a significant decrease in blood glucose and glycated haemoglobin levels was observed in the JT-FE treated groups ( $p < 0.001$ ). These results suggest that *P. spina-christi* fruits are rich in phenolic and mineral compounds and have potent antihyperglycemic activity (Takım, 2021).

In this study, the methanol and acetone extracts of *P. spina-christi* fruits were prepared using the ultrasonic extraction method with carefully controlled time and temperature variables. The total polyphenol content of the extracts was determined by the Folin-Ciocalteu method, the scavenging activity on the DPPH radical was quantified as the percentage of inhibition, and the half-maximal inhibitory concentrations ( $\text{IC}_{50}$ ) of the samples were determined by linear regression analysis. Gallic acid was used as the reference compound in these evaluations.

## MATERIAL AND METHOD

### Preparation of extracts

Extracts were prepared from powdered *P. spina-christi* fruits using methanol ( $\geq 99.9\%$ ) and acetone ( $\geq 99.8\%$ ) solvents. 5 g of plant material was treated with 50 ml of solvent in a 240 watt ultrasonic bath. In order to determine the extract with the highest phenolic content, time ( $X_1$ ) and temperature ( $X_2$ ) variables were controlled during the extraction processes. The extraction times ( $X_1$ ) were 5, 10, 15, 20, 25, 30 min. The temperature variables ( $X_2$ ) of the extraction were applied as 25, 30, 35, 40 °C. The Folin–Ciocalteu assay

The total phenolic content was calculated using the Folin-Ciocalteu reagent. First, samples that require phenolic content determination from plant extracts are taken as 15  $\mu\text{L}$  and placed in a 96-well micro plate. Then, 240  $\mu\text{L}$  of distilled water was added and 15  $\mu\text{L}$  of Folin-Ciocalteu reagent (0.25 N) was added. This mixture was incubated for 3 min and then 30  $\mu\text{L}$  sodium carbonate (1 N) was added. The final mixture was incubated for 2 h at room temperature in the dark. Spectrophotometric readings were made at 765 nm wavelength. By comparing the obtained absorbance values with a standard curve, the results were reported in mg gallic acid (GA) equivalents per dry weight (Sánchez-Rangel et al., 2013).

**DPPH antioxidant assay**  
DPPH assay was used to evaluate the free radical scavenging activity. 0.1 ml of test extract (at different concentrations) was added to 2.9 ml of DPPH solution in methanol prepared daily, and the mixture was kept in a water bath at 30°C for 30 min. The absorbance was then measured at a wavelength of 517 nm. Gallic acid was used as the reference compound. The results are expressed as percentage (%) of DPPH radical scavenging activity. The percentage was calculated using the formula  $[(A_0 - A_s)/A_0] \times 100$ , where  $A_0$  is the absorbance of the control and  $A_s$  is the absorbance in the presence of the sample or standard. The half-maximal inhibitory concentrations ( $\text{IC}_{50}$ ) of the extracts were calculated by linear regression analysis. Experiments were performed in triplicate and results were expressed as mean  $\pm$  standard deviation (Güvenç et al., 2012).

## RESULT AND DISCUSSION

The total phenolic substance content of all extracts varies between 10.72-109.38 (mg GAE/g) in methanol extracts and 19.46-39.54 (mg GAE/g) in acetone extracts. Extracts with high phenolic content showed stronger DPPH radical scavenging capacity. In general, methanol

extracts showed higher radical scavenging capacity than acetone extracts. The strongest radical scavenging capacity in methanol extracts was calculated in the extract richest in total phenolic content ( $IC_{50}$ :  $0.036 \pm 1.11$  mg/ml), compared to gallic acid ( $IC_{50}$ :  $0.018 \pm 0.21$  mg/ml). The strongest radical scavenging capacity in acetone extracts was calculated in the extract richest in total phenolic content ( $IC_{50}$ :  $0.041 \pm 1.53$  mg/ml), compared to gallic acid ( $IC_{50}$ :  $0.018 \pm 0.21$  mg/ml).

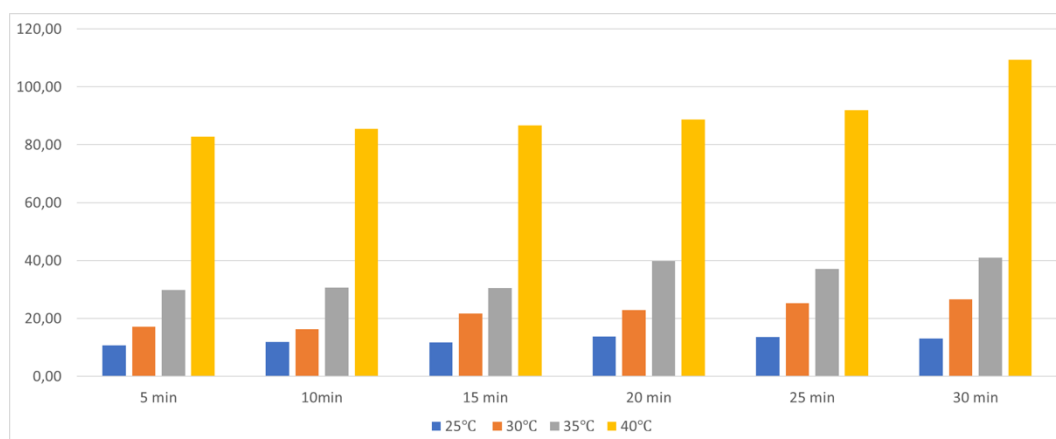


Figure 1. Total phenolic content of methanol extracts

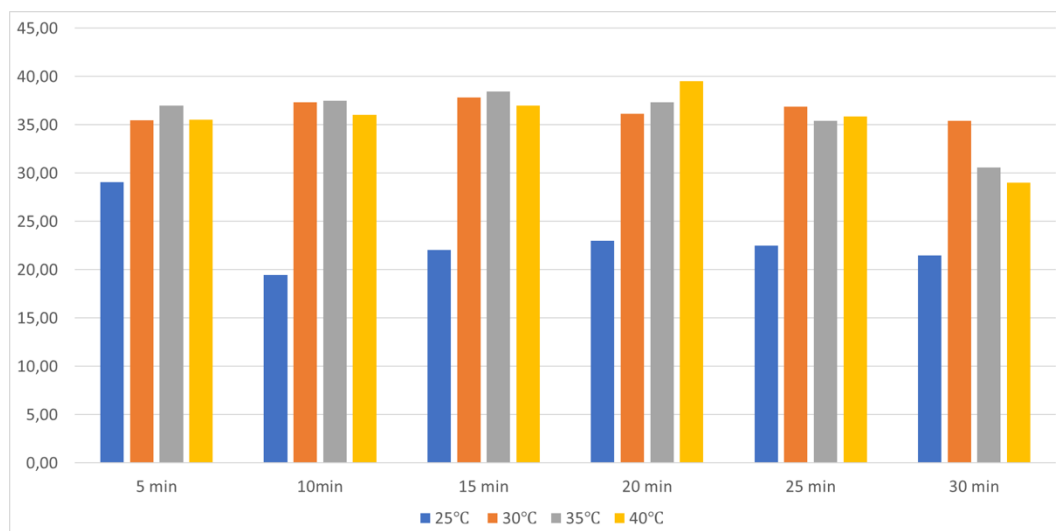


Figure 2. Total phenolic content of acetone extracts

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Şeyda Yayla thanks the financial support from the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBITAK) under the BIDEB/2211-A Ph.D.

## REFERENCES

- Arslan, L., & Kaya, E. (2021). Investigation of Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Paliurus spina-christi* Mill. in Kahramanmaraş, Turkey. 2021 KSU J. Agric Nat, 24(6), 1161–1169. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi>
- Bulut, G., & Tuzlaci, E. (2013). An ethnobotanical study of medicinal plants in Turgutlu (Manisa - Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 149(3), 633–647. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.07.016>
- Cakilcioglu, U., & Turkoglu, I. (2010). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Sivrice (Elazığ-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 132(1), 165–175. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.08.017>
- Esmaeili, S., Naghibi, F., Mosaddegh, M., Sahranavard, S., Ghafari, S., & Abdullah, N. R. (2009). Screening of antiplasmodial properties among some traditionally used Iranian plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 121(3), 400–404. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.10.041>
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M. T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler).
- Gürdal, B., & Kültür, Ş. (2013). An ethnobotanical study of medicinal plants in Marmaris (Muğla, Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 146(1), 113–126. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.12.012>
- Güvenç, A., Küpeli Akkol, E., Hürkul, M. M., Süntar, I., & Keleş, H. (2012). Wound healing and anti-inflammatory activities of the *Michauxia L'Hérit* (Campanulaceae) species native to Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(2), 401–408. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.11.024>
- Kültür, Ş. (2007). Medicinal plants used in Kırklareli Province (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 111(2), 341–364. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.11.035>
- Ngels Bonet, M. A., Parada, M., Selga, A., & Vallè, J. (1999). Studies on pharmaceutical ethnobotany in the regions of L'Alt Empordà and Les Guilleries (Catalonia, Iberian Peninsula). In *Journal of Ethnopharmacology* (Vol. 68). [www.elsevier.com/locate/jethpharm](http://www.elsevier.com/locate/jethpharm)
- Sánchez-Rangel, J. C., Benavides, J., Heredia, J. B., Cisneros-Zevallos, L., & Jacobo-Velázquez, D. A. (2013). The Folin-Ciocalteu assay revisited: Improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*, 5(21), 5990–5999. <https://doi.org/10.1039/c3ay41125g>
- Şen, A. (2018). Antioxidant and anti-inflammatory activity of fruit, leaf and branch extracts of *paliurus spina-christi* P. Mill. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 22(2), 328–333. <https://doi.org/10.12991/mpj.2018.71>
- Takım, K. (2021). Bioactive component analysis and investigation of antidiabetic effect of Jerusalem thorn (*Paliurus spina-christi*) fruits in diabetic rats induced by streptozotocin. *Journal of Ethnopharmacology*, 264. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113263>
- Takım, K., & Işık, M. (2020). Phytochemical Analysis of *Paliurus spina-christi* Fruit and Its Effects on Oxidative Stress and Antioxidant Enzymes in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 191(4), 1353–1368. <https://doi.org/10.1007/s12010-020-03287-w>

## ÖRTÜ BİTKİLERİNİN TOPRAK VERİMLİLİĞİN ETKİLERİ

**Aybüke TOKSÖZ (ORCID:0009-0002-3532-6812)**  
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**2310900106@stu.adu.edu.tr

**Prof. Dr. Mustafa SÜRME (ORCID:0000-0001-9748-618X)**  
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Email:**mustafa.surmen@adu.edu.tr

### ÖZET

2050 yılında dünya nüfusunun yaklaşık 10 milyara ulaşması beklenmektedir, bu da ekosisteme ve tarım arazilerine olan baskıyı artıracaktır. Artan nüfus nedeniyle tarım arazileri üzerinde daha fazla ürün elde etmek için yoğun tarımsal faaliyetler ve kentleşme baskıları artacaktır. Bu durum tarım arazilerinin bozulmasına ve daralmasına yol açacak, dolayısıyla gıda güvenliği tehlikeye girecektir. Tarımda geleneksel yoğun toprak işleme, mineral gübre ve tarım ilacı kullanımının artması kaçınılmaz görünmektedir. Bu koşullar altında, toprak kalitesini korumak ve iyileştirmek gıda güvenliğini sağlamak için öncelikli bir görev olacaktır (Sırrı ve Günel, 2022). Son yıllarda, çevre bilincinin artması, ekonomik üretim talepleri ve enerji kullanımında tasarruf gerekliliği nedeniyle hem Dünya'da hem de Türkiye'de toprak işleme yöntemlerinde köklü değişiklikler yapılmaktadır. Bu değişim ve düşünceler doğrultusunda, geleneksel toprak işleme yöntemlerine alternatif olarak koruyucu toprak işleme ve örtücü bitki kullanımı yaygınlaşmaktadır (Aykas ve ark., 2005). Örtü bitkileri, toprağa eklenen organik madde miktarını artırır, bitkilerin karbon tutma ve toprağa karbon bağlama sürelerini uzatır ve yüzey örtüsünü artırarak toprak sıcaklığı ile su içeriğini kontrol eder. Bu nedenlerle, topraktaki makro ve mikro faunal aktivite potansiyelini artırır (Acır ve Günel, 2019). Toprak yapısını ve sağlığını iyileştirme, toprak gözenekliliğini ve infiltrasyonunu artırma, zararlıları azaltma, toprak mikrobiyolojisini geliştirme, bitki besini üretme, toprağın sıkışmasını azaltma, besin geri dönüşümünü artırma ve bir yıllık kışlık yabancı otların kontrolüne yardımcı olma gibi birçok fayda, örtü bitkilerinin sağladığı yararlar arasında yer almaktadır (Topçu vd., 2020). Sonuç olarak, örtü bitkileri tarımsal ekosistemlerin sağlığını ve verimliliğini artırırken, çevresel sürdürülebilirliği destekleyen önemli bir araç olarak kabul edilir. Bu bitkilerin kullanımı, toprak kalitesini koruyarak gelecek nesillere verimli tarım arazileri bırakma hedefine de katkıda bulunur (Topçu vd., 2020). Bu sebeple hepimiz arazilerimizde örtü bitkilerine yer açmalıyız ve örtü bitki yetiştiriciliğini desteklemeliyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Örtü bitkileri, Toprak, Karbon, Organik Madde

## EFFECTS OF COVER CROPS ON SOIL FERTILITY

### ABSTRACT

It is projected that the global population will reach approximately 10 billion by 2050, which will increase the pressure on ecosystems and agricultural lands. Due to the growing population, there will be intensified agricultural activities and urbanization pressures to obtain more products from agricultural lands. This situation will lead to the degradation and shrinkage of agricultural lands, thereby threatening food security. Traditional intensive soil tillage, along with the increased use of mineral fertilizers and pesticides, seems inevitable. Under these conditions, preserving and improving soil quality is a priority task to ensure food security (Sırrı and Günal, 2022). In recent years, due to rising environmental awareness, demands for economic production, and the necessity for energy savings, significant changes have been made in soil tillage methods both globally and in Turkey. In line with these changes and considerations, conservation tillage and the use of cover crops, as alternatives to traditional soil tillage methods, have become increasingly widespread (Aykas et al., 2005). Cover crops increase the amount of organic matter added to the soil, extend the duration of carbon sequestration by plants and soil carbon binding, and control soil temperature and moisture content by enhancing surface cover. For these reasons, they increase the potential for macro and micro faunal activity in the soil (Acır and Günal, 2019). The benefits provided by cover crops include improving soil structure and health, increasing soil porosity and infiltration, reducing pests, enhancing soil microbiology, producing plant nutrients, reducing soil compaction, increasing nutrient recycling, and aiding in the control of annual winter weeds (Topçu et al., 2020). In conclusion, cover crops are considered an important tool for supporting environmental sustainability while enhancing the health and productivity of agricultural ecosystems. Their use contributes to the goal of preserving fertile agricultural lands for future generations by maintaining soil quality (Topçu et al., 2020). Therefore, it is essential for us to allocate space for cover crops on our lands and support cover crop cultivation.

**Keywords:** Cover Crops, Soil, Carbon, Organic Matter

## **INTRODUCTION**

Cover crops, traditionally grown in agricultural fields, are also widely used in gardens and vineyards. Cover crops are plants cultivated to cover the soil and are subsequently tilled into the soil to enhance its fertility. There are numerous benefits to growing cover crops in fields or gardens. These include controlling erosion, suppressing weeds, reducing soil compaction, increasing soil moisture and nutrient content, enhancing yield potential, attracting pollinators, and providing food for animals. Additionally, cover crops can increase biodiversity and support ecosystem balance by providing habitats for beneficial insects. Consequently, cover crops have become an essential component of sustainable agricultural practices on farms and in gardens.

Cover crops are not grown as commercial products but are primarily cultivated to enrich the soil, protect it, provide desired temperature, moisture, or light levels, and control pests and weeds. These plants, frequently used in gardens and fields, are increasingly viewed as a gift from nature to producers in recent years, as they help reduce production costs and are a crucial element for the continuation of sustainable agriculture.

The use of cover crops has been known since ancient times, particularly during the Roman Empire when they were commonly used to improve soil quality in vineyards. In the United States, this practice was widespread from the 1860s to the 1950s, but was later replaced by synthetic fertilizers and different crop management techniques.

However, sustainability is becoming increasingly important today, and the global agricultural community tends to return to proven practices. In this context, traditional agricultural practices such as cover crops are being re-evaluated for their role in preserving natural resources and increasing efficiency. Therefore, methods like cover crops play a significant role in the future of sustainable agriculture.

## **WHAT ARE COVER CROPS?**

**WINTER COVER CROPS:** Winter cover crops are typically planted at the beginning of autumn. These plants develop throughout the autumn and winter and grow until mid-spring. Subsequently, these plants are tilled into the soil and left on the soil surface as mulch (Özeker and Ulutürk, 2006).

- Some winter cover crops are listed below:

### **WINTER LEGUMES**

- Hairy vetch (*Vicia villosa*)
- Crimson clover (*Trifolium incarnatum*)
- Subterranean clover (*Trifolium subterraneum*)
- Field pea (*Pisum sativum arvense*)
- Common vetch (*Vicia sativa*)

### **WINTER GRAINS**

- Rye (*Secale cereale*)
- Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*)
- Other Grass Cover Crops
- Wheat (*Triticum aestivum*)
- Barley (*Hordeum vulgare*)
- Oat (*Avena sativa*)

**SUMMER COVER CROPS:** The use of summer cover crops provides significant benefits, especially during periods between the planting of fall vegetables and the harvesting of spring vegetables. These plants enhance soil nutrient content by providing the necessary nitrogen for the main crop, reduce erosion and surface water runoff, lower the risk of water pollution, prevent nitrogen loss from the soil, add organic matter to the soil, improve the soil's physical structure, disrupt pest and disease cycles, and inhibit the growth of nematodes and weeds (Özeker and Ulutürk, 2006).

- Some summer cover crops are listed below:

#### **SUMMER LEGUMES**

- Cowpea (*Vigna unguiculata*)
- Soybean (*Glycine max*)
- Velvet bean (*Mucuna deeringiana*)
- Sunn hemp (*Crotalaria juncea*)

#### **NON-LEGUMINOUS SUMMER COVER CROPS**

- Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*)
- Sorghum-sudangrass (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*)
- Foxtail millet (*Setaria italica*)
- Pearl millet (*Pennisetum glaucum*)
- Japanese millet (*Echinochloa frumentacea*)

#### **BENEFITS OF COVER CROPS**

**SOIL EROSION AND WATER RUNOFF:** One of the most significant benefits of cover crops is their ability to reduce water runoff and soil erosion (Topçu et al., 2020). By covering the soil during heavy rainfall periods, cover crops help decrease soil erosion (Özeker & Ulutürk, 2006). They directly affect soil water dynamics by altering evapotranspiration compared to bare soil (Topçu et al., 2020). In agricultural ecosystems, especially on sloped areas, nearly half of the topsoil is lost due to increased erosion with agricultural production (Topçu et al., 2020). This situation poses a serious threat to the sustainability of agricultural production and the preservation of soils entrusted to future generations. Therefore, reducing soil loss due to erosion is of vital importance.

In this context, the use of cover crops is one of the most effective practices. When combined with zero (direct sowing) and reduced tillage methods in agricultural production, cover crops can significantly reduce erosion (Sırrı and Günal, 2022). These plants cover the soil surface, preventing erosion, increasing the soil's resistance to water and wind erosion, and preserving soil fertility. The use of cover crops on sloped areas, in particular, minimizes the effects of erosion and prevents soil loss. Thus, agricultural production can continue while minimizing the environmental impacts of soil loss and erosion. Therefore, the widespread use of cover crops in agricultural ecosystems is crucial for maintaining soil sustainability and the future of agricultural production (Sırrı and Günal, 2022).

Cover crops provide numerous benefits, including improving soil structure and health, increasing soil porosity and infiltration, reducing pests, enhancing soil microbiology, producing plant nutrients, reducing soil compaction, increasing nutrient recycling, and helping to control annual winter weeds (Topçu et al., 2020). Cover crops are commonly used in agricultural fields and gardens and help preserve soil health. Cultivating these plants improves soil quality, supporting plant nutrition and growth. Additionally, by increasing the amount of organic matter

in the soil, they enhance soil fertility and water retention capacity. As a result, the risk of erosion is reduced, and agricultural lands become more resilient.

In conclusion, cover crops are considered an essential tool that enhances the health and productivity of agricultural ecosystems while supporting environmental sustainability. Their use contributes to the goal of leaving fertile agricultural lands for future generations by preserving soil quality (Topçu et al., 2020).

### **HERB CONTROL**

In agricultural ecosystems, herbs are one of the most significant plant protection factors affecting the yield and quality of cultivated crops. In recent years, the use of cover crops to increase soil fertility and control herbs in field and garden agriculture has begun to rise (Aykas et al., 2010). Despite the development of various techniques to combat plant protection factors that cause crop loss in agricultural production, the effectiveness of these techniques remains limited. Consequently, chemical applications are often preferred. However, excessive use of chemicals can disrupt the ecological balance, and continuous exposure of herbs to the same herbicides can lead to resistance against these chemicals (Aykas et al., 2010). This situation can cause greater problems in agricultural fields over time. The widespread use of various chemical control methods in agriculture leads to several ecological and economic issues, such as the accumulation of chemicals in the soil or their leaching into groundwater. These problems include leaving residues in crops, posing threats to human and environmental health, and contributing to global warming.

For these reasons, there is an increasing need for alternative control methods to meet the growing food demand and prevent ecological degradation. Particularly in controlling harmful organisms such as herbs, it is necessary to use various alternatives beyond chemical control methods. Recently, intensive studies have been conducted on integrating cover crops into production systems to maintain soil health and fertility in agricultural ecosystems, increase crop yield, and control herbs. This development highlights the importance of using cover crops in agricultural fields. Cover crops prevent soil erosion, conserve soil moisture, and help control harmful herbs (Özeker et al., 2006). Therefore, strategically integrating cover crops into agricultural practices is an approach that benefits both farmers and the environment.

During their growth processes, cover crops prevent the germination and growth of some herbs that emerge in early spring through the competition and shading they create. The residues left by cover crops on the soil surface alter the environmental conditions (light, soil temperature, and moisture) around the seeds and inhibit herb formation through allelopathic effects caused by the chemicals they release. Allelopathy is defined as the direct or indirect negative effects of chemicals released by one plant on other plants in its vicinity (Özeker and Ulutürk, 2006). These effects can manifest as competition, growth inhibition, or suppression of seed germination. Allelopathic interactions are a crucial factor in the competition and balance between species within plant communities. In field agriculture, particularly, it is known that certain cover crops such as hairy vetch, crimson clover, rye, wheat, and sorghum significantly inhibit herb germination and development through their allelopathic effects. The roots and fallen leaves of these plants can affect the growth of other plants and reduce the competitive ability of herbs by spreading chemical substances into their surroundings. Therefore, allelopathy can be seen as a natural herb control mechanism in agricultural fields.



### **CLIMATE CHANGE AND COVER CROPS**

Various measures such as reducing fuel consumption, increasing soil carbon, improving nitrogen use efficiency, enhancing the digestive efficiency of ruminant animals, and capturing gas emissions from agricultural fertilizers and waste play a critical role in reducing greenhouse gas emissions (Topçu et al., 2020). Therefore, the sustainable use of soils is of great importance in managing climate change.

Cover crops have long been known for their abilities to reduce erosion, regulate atmospheric nitrogen levels, reduce nitrogenous water pollution, and improve soil health. In recent years, with increasing awareness of climate change, these plants have garnered renewed attention (Topçu et al., 2020). Today, numerous analyses have been conducted to evaluate how cover crops affect carbon (C) release from the soil and greenhouse gas emissions.

Cover crops are highly effective in reducing greenhouse gas emissions. Different types of cover crops offer various benefits. When selecting appropriate cover crops for their production areas, producers should first determine their primary goals. Cover crops are planted to contribute to soil or environmental quality and are not harvested. Specifically, their abilities to reduce NO<sub>3</sub> leaching, supply nitrogen to the soil, increase carbon sequestration capacity, and prevent soil erosion can help mitigate greenhouse gas emissions (Topçu et al., 2020).

### **SOIL MOISTURE CONSERVATION**

The residues of cover crops help conserve soil moisture by reducing evaporation from the soil surface during the summer growing season while increasing water infiltration (Smith et al., 1978). Depending on the timing of mowing or incorporating the cover crop into the soil, soil moisture necessary for early germination and growth can be ensured. However, if the actively growing cover crop consumes soil water, resilience during a dry spring period may decrease. This issue can be partially mitigated by incorporating cover crops into the soil approximately 7-14 days before planting the main crop (Özeker and Ulutürk, 2006).

### **PEST CONTROL**

Cover crops have the potential to attract both beneficial and harmful insects. The impact of cover crops on insect populations varies depending on the type of cover crop, the main crop being cultivated, and other environmental factors. In vegetable cultivation, cover crop methods are used to attract beneficial insects to prevent the emergence of harmful pests. In this method, the cover crop provides beneficial insects with moisture, shelter, pollen, honeydew, and nectar, thereby attracting them. Before harmful pests become active, beneficial insects spread over the cover crop and begin to protect the vegetables. This effectively prevents pest attacks (Özeker and Ulutürk, 2006).

### **NITROGEN FIXATION**

Despite being abundant in the atmosphere, nitrogen is often one of the most deficient and crucial nutrients for plants; however, it cannot be used directly (Uyanık et al., 2011). Some bacteria, blue-green algae, and fungi can process nitrogen through nitrogen fixation, converting it into a usable ammonium form for plants (Uyanık et al., 2011). Annually, 175 million tons of nitrogen fixation occurs, with a significant portion derived from the symbiotic relationship between legumes and *Rhizobium* spp. bacteria. Considering the increasing global demand for protein and the environmental impacts of using mineral nitrogen fertilizers, the importance of symbiotic nitrogen fixation by *Rhizobium* spp. bacteria is growing (Uyanık et al., 2011).

## **RHIZOBIUM AND LEGUMES**

Legumes are a crucial component of global agriculture. Belonging to the Leguminosae family, these plants encompass over 200 cultivated species. They are significant not only as food for humans but also as animal feed, timber, textiles, and various other products. Additionally, they are used as green manure to enrich the soil. Legumes form a symbiotic relationship with Rhizobium bacteria, which inhabit their roots and perform nitrogen fixation in root nodules. Through this symbiosis, plants can uptake nitrogen from the soil, supporting their own growth (Anonymous, Soil Biology Lecture Notes, 2024).

A legume plant can enrich the soil with 200-300 kg of plant-available nitrogen per hectare, and sometimes even more. Legumes meet their nitrogen needs in two ways.

**ABSORPTION OF NITROGEN FROM THE SOIL:** Nitrate absorption occurs through the roots. The nitrate reductase enzyme present in the plant reduces nitrates to ammonia. This ammonia then enters the structure of amino acids and proteins. All legume plants possess this enzyme.

**FIXATION OF ATMOSPHERIC NITROGEN:** Atmospheric nitrogen is transported from soil air to nodules, where it is reduced to ammonia by the nitrogenase enzyme. This ammonia undergoes structural changes within the plant to form amino acids and proteins. Only those legumes that produce red-colored nodules can perform this fixation process. In this system, while the bacteria transfer the nitrogen fixed from the atmosphere to the plant, they receive carbohydrates and other growth factors from the plant. The root zone of the plant (rhizosphere) is a part of the soil where Rhizobium and other bacterial species are more densely found compared to normal soil, due to the secretions of plant roots (Uyanik et al., 2011).

## **NODULE FORMATION MECHANISM:**

1. Pre-infection stage,
2. Formation of the infection thread,
3. Nodule formation.

Nitrogen fixation through legume-Rhizobium symbiosis constitutes one of the most important biological methods in modern agriculture. This symbiotic relationship is crucial for meeting the nitrogen needs of plants. One of the most critical factors affecting symbiotic nitrogen fixation is soil pH value (Anonymous, Soil Biology Lecture Notes, 2024).

Acidic conditions create an unsuitable environment for the growth of Rhizobium bacteria, hence they are not found in such soils. Unsuitable pH conditions result in inadequate root exudation, leading to insufficient bacterial proliferation in the rhizosphere and changes in root surface structure. This prevents the bacteria from penetrating the roots. Field studies conducted in acidic soils often show no nodule formation or very weak nodulation in clover (Anonymous, Soil Biology Lecture Notes, 2024).

Leguminous cover crops have the ability to fix a significant portion of the nitrogen required for the main crop. These plants form a symbiotic relationship with Rhizobia bacteria, converting atmospheric nitrogen into an organic form that supports the growth of legumes. When used as cover crops before the planting of the main crop, legumes can substantially reduce the recommended nitrogen amounts based on soil analysis results. However, other non-leguminous cover crops, particularly grass-like plants, do not have the ability to fix atmospheric nitrogen. Nevertheless, these plants can be effective in recycling mineral nitrogen in the soil during the post-harvest period (Özeker and Ulutürk, 2006).

The biomass and nitrogen content of cover crops vary depending on the length of the cultivation period, regional climate, and soil factors (Özeker and Ulutürk, 2006). The total amount of plant nitrogen resulting from nitrogen fixation varies significantly depending on the plant species. This variation is also influenced by factors such as soil pH, phosphorus levels, nitrogen fertilizer application, soil tillage methods, plant rotation, and water availability.

Research indicates that in addition to supplying nitrogen to the main crop, the above-ground biomass, fallen leaves, and roots also play an effective role in nitrogen provision. The amount of nitrogen supplied by cover crops is generally estimated based on the nitrogen concentration in the plant biomass. For example, the total nitrogen content in the above-ground plant biomass has been determined to be approximately 75% for rye, 90% for hairy vetch, and 80% for crimson clover (Anonymous, 2004).

### **NITROGEN MINERALIZATION**

The process by which organic nitrogen compounds are broken down by microorganisms into mineral forms is known as nitrogen mineralization. This process results in two main products: ammonium and nitrate ions (Haktanır & Arcak, 2024). After herbaceous and leguminous cover crops are mowed or the soil is tilled, soil microorganisms begin to decompose the plant residues. This process is called mineralization. Soil microorganisms convert organic nitrogen into ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) and then into nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), which can be utilized by plant roots (Özeker and Ulutürk, 2006).

Over the past decade, agronomists have endeavored to determine the amount of nitrogen released by cover crops. The amount of nitrogen from organic material and plant residues is generally determined by the carbon-to-nitrogen (C/N) ratio (Anonymous, 2004). Cover crops with a C/N ratio lower than 25:1 mineralize nitrogen more rapidly.

### **EFFECTS OF COVER CROPS ON CARBON SEQUESTRATION**

The storage of atmospheric carbon (CO<sub>2</sub>) in soil helps balance greenhouse gas emissions produced by the burning of fossil fuels. Soil has great potential to sequester carbon and mitigate the effects of climate change. Farmers, scientists, and policymakers around the world are showing special interest in agricultural practices, such as cover crops, for their potential to sequester carbon in soil (Acır and Günal, 2019).

Like other plants, cover crops use sunlight and carbon dioxide to create carbon-based molecules. This process leads to the accumulation of carbon in the soil. Some of the carbon in the soil is quickly processed by various organisms, but some remains as organic matter that eventually transforms into humic substances. A higher soil organic matter content enhances both the availability of nutrients and the soil's water retention capacity for plants. Cover crops, grown during fallow periods in agricultural systems, increase the total amount of carbon entering the soil when included in the production system (Acır and Günal, 2019).

### **EFFECTS OF COVER CROPS ON SOIL PHYSICAL QUALITY**

Cover crops increase the amount of organic matter in the soil, which supports the formation and stability of soil aggregates. Abdollahi and Munkholm (2014) investigated the effects of three different tillage systems—direct seeding, harrowing, and moldboard plowing—on soil properties in a sandy loam field in Denmark, with and without cover crops, in a long-term experiment. They reported that five years of using cover crops reduced penetration resistance by alleviating compaction in the plow layer at a depth of 20-40 cm (Acır & Günal, 2019).

### **EFFECTS OF COVER CROPS ON SOIL BIOLOGICAL QUALITY**

Cover crops increase the amount of organic matter added to the soil, prolong the carbon sequestration and carbon fixation time of plants, and control soil temperature and water content by increasing surface cover. For these reasons, they increase the potential for macro and micro faunal activity in the soil (Acır and Günal, 2019).

In general, as the diversity of plants in a field increases and living roots grow, the biodiversity of soil organisms also increases and this contributes to healthier soil formation. Growing mixtures of different cover crops or adding several different cover crop species to an overall crop rotation (e.g., soybeans before corn and corn before oats, radishes, or red clover) increases this diversity (Acır and Günal, 2019).

**Bibliography**

- Topçu, G. D. , Özkan ,Ş. S., Hamidi, M., The Role and Importance of Cover Crops in Climate Change, Turkish Journal of Scientific Review E-ISSN: 2146-0132 13(2): 95-101, 2020, Review Article
- Sırrı, M., Gunal, H., In book: SOIL QUALITY AND EVALUATION (pp.127-156) Publisher: IKSAD Publishing House December, 2022
- Özeker, E., Ulutük, M., The Use of Cover Crops in Organic Agriculture, Ege Univ. Ziraat Fak. Derg., 2006, 43(2):153-164 ISSN 1018-8851
- Aykas, E., Yalcin, H., Cakir, E., The Importance of Protective Tillage Methods, Cover Crops and Crop Rotation, Journal of Agricultural Machinery Science 210, 6 (4), 247- 252
- Uyanık, M., Rezaeieh, K. A. P., Delen, Y., Gürbüz, B., Bacterial Inoculation and Nitrogen Fixation in Legumes, 1 Ankara University Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Dışkapı - Ankara, ZİRAAT MÜHENDİSLİĞİ 1 July-December 2011 1 Issue: 357 Ankara University. (2019). Soil biology lecture notes [PDF]. <https://acikders.ankara.edu.tr>
- Acir, N., Gunal, H., Effects of Cover Crops on Soil Quality, Conference: ISPEC INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE AND RURAL DEVELOPMENT-III At: Van/Turkey, December 2019
- Smith, M. S.; W. W. Frye and J. J. Varco, 1987. Legume winter cover crops. Advan. in Soil Sci., 7, 95-139.
- Anonymous, 2004. [www.ohioline.ag.ohio-state.edu/factsheet/covercrop](http://www.ohioline.ag.ohio-state.edu/factsheet/covercrop)
- Anonymous, 2004. [www.ncsu.edu/organic-farming-systems/news/covercrops](http://www.ncsu.edu/organic-farming-systems/news/covercrops)
- Haktanir, K., & Arcak, S. (2024). Nitrogen cycle [PDF]. Ankara University. <https://acikders.ankara.edu.tr>

## ANTEPFİSTİĞİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ADAPTASYON STRATEJİLERİ; DERLEME

**Doç. Dr. Muhammet Ali GÜNDEŞLİ (ORCID:000-0002-7068-8248)**  
Gaziantep Üniversitesi Nurdağı Meslek Yüksekokulu,  
Bitkisel ve Hayvansal Üretimi Bölümü  
**Email:**maligun4646@gmail.com

**Doç. Dr. Remzi UĞUR (ORCID:0000-0001-6717-1689)**  
Gaziantep Üniversitesi Nurdağı Meslek Yüksekokulu,  
Bitkisel ve Hayvansal Üretimi Bölümü  
**Email:**remzibey@hotmail.com

### ÖZET

Antepfıstığı yetiştiriciliğinde iklim değişikliği, çeşitli etkileriyle birlikte önemli bir endişe kaynağıdır. Artan sıcaklık, düzensiz yağışlar, su kaynaklarının azalması ve zararlıların yayılımı gibi faktörler, antepfıstığı üretimini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu değişimlere uyum sağlamak için çeşitli adaptasyon stratejileri geliştirilmektedir. Bu stratejiler arasında modern sulama tekniklerinin kullanımı, toprak sağlığının korunması, zararlıların biyolojik mücadelesi ve uygun çeşit seçimi gibi önlemler yer almaktadır. Ayrıca, çiftçilerin eğitimi ve bilinçlendirilmesi de bu süreçte önemli bir rol oynamaktadır. İklim değişikliğiyle mücadelede sadece çiftçiler değil, araştırmacılar, politika yapıcılar ve endüstri temsilcileri de işbirliği içinde hareket etmelidir. Bu şekilde, antepfıstığı yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği ve verimliliği artırılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Antepfıstığı, iklim değişikliği, Adaptasyon Stratejileri

**CLIMATE CHANGE AND ADAPTATION STRATEGIES IN PISTACHIO  
CULTIVATION: A REVIEW**

**ABSTRACT**

Climate change is a significant concern in pistachio cultivation due to its various impacts. Factors such as rising temperatures, irregular rainfall, decreasing water resources, and the spread of pests can adversely affect pistachio production. To adapt to these changes, various adaptation strategies are being developed. These strategies include the use of modern irrigation techniques, soil health maintenance, biological pest control, and the selection of suitable varieties. Additionally, the education and awareness of farmers play a crucial role in this process. In combating climate change, not only farmers but also researchers, policymakers, and industry representatives must work collaboratively. This collaborative approach can enhance the sustainability and productivity of pistachio cultivation.

**Keywords:** Pistachio, Climate change, Adaptation Strategies

## GİRİŞ

Günümüzde, insanoğlunun yaşamsal faaliyetleri ve birçok sanayi dalındaki faaliyetlerinin sonucu özellikle hava olaylarında ve dolayısıyla küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olduğu bilinmektedir. İklim değişikliğinin ekonomik sonuçları, ürün üretimi ve arzındaki değişiklikler, verim dalgalanmaları ve gıda güvenliği üzerindeki etkiler gibi birçok konuda etkiler olmaktadır. İklim değişikliği, bölgeye bağlı olarak olumlu, olumsuz veya nötr etkiler gösterebilir (Drebenstedt ve ark., 2023). İklim, bir bölgenin tarımsal potansiyelini belirlemede ve belirli ürünlerin yetiştirilmesine uygun bölgeleri tespit etmede en önemli faktörlerden biridir. Tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi ile ilgili kısıtlamalar ve sınırlar iklim koşullarına bağlıdır (IPCC 2007). Bu nedenle, iklim parametreleri ürünler için belirleyici faktörlerdir ve özel bir dikkat gerektirir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'ne (IPCC) göre, iklim değişikliği, gözlemlenen veya kaydedilen verilere dayanarak, bir bölgenin uzun bir zaman diliminde beklenen hava koşullarındaki geri döndürülemez değişiklikleri ifade eder (Ghrab ve ark., 2016; Güldemir ve Doğan, 2016; Shahraki ve ark., 2023).

İklim değişikliği, dünya genelinde tarımsal üretimi tehdit eden en büyük çevresel sorunlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel sıcaklıkların yükselmesi, yağış rejimlerinin değişmesi, aşırı hava olaylarının sıklığının ve şiddetinin artması gibi olumsuz etkiler, tarımsal üretim üzerinde önemli baskılar yaratmaktadır (Calzadilla et al., 2011; Alter ve ark., 2018) Özellikle hassas ve yüksek ekonomik değere sahip tarım ürünleri, iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha savunmasızdır. Öte yandan, çiftçilerin gelir ve karlılığını etkileyen iklim parametreleri, uzun vadede etkilerini gösterir. Ayrıca, iklim değişikliğinin yerli ürün pazarları üzerindeki etkileri ve üreticiler ile tüketiciler arasındaki gelir dağılımı, çeşitli şekillerde ve farklı zamanlarda ortaya çıkacaktır. Dünyada olduğu gibi Ülkemizde de gelecek yıllarda iklim değişikliğinin etkilerinin önemli olması beklenmektedir (Evans, 2005; Ozden ve Ozden, 2015; Malhotra, 2017; Dudu ve Çakmak, 2018; Shahraki ve ark., 2023).

Özellikle hassas ve yüksek ekonomik değere sahip tarım ürünleri, iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha savunmasızdır. Özellikle sert kabuklu meyveler, iklim değişkenliği, kuraklık ve sıcak dalgalanmalar, yoğun tarım sistemlerinin geliştirilmesinde önemli kısıtlamalar oluşturmakta ve ileriki yıllarda iklim değişikliklerinden etkiyeceği görülmüştür (Khoshhal Dastjerdi ve Shahravari 2005; Lobell, ve ark., 2011; Yarahmadi ve ark., 2017; . Bu ürünlerden biri de antepfıstığıdır. Antepfıstığı (*Pistacia vera*), Akdeniz iklimine sahip bölgelerde yetişen, yüksek besin değeri ve ekonomik getirisi olan bir üründür. Türkiye, İran, Amerika Birleşik Devletleri ve Suriye gibi ülkeler, antepfıstığı üretiminde önemli birer aktördür. Antepfıstığı ağacı, sıcak ve kuru iklim koşullarını seven bir bitkidir ve bu nedenle iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı duyarlıdır. İklim değişikliği, antepfıstığı üretiminde verim kaybı, kalite düşüşü ve üretim alanlarının daralması gibi çeşitli sorunlara yol açabilir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin antepfıstığı üretimine etkilerinin anlaşılması ve uygun adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Elloumi et al., 2013; Ghrab et al., 2014; Pish ve ark., 2016; Fallahzadeh, ve Eslami, 2019)

Bu derleme makalede, iklim değişikliğinin antepfıstığı üretimine olan etkileri detaylı bir şekilde incelenecek ve bu etkilerle başa çıkmak için geliştirilebilecek adaptasyon stratejileri üzerinde durulacaktır. İlk olarak, iklim değişikliğinin genel tarımsal üretim üzerindeki etkileri ve antepfıstığı üretimine özgü sonuçları ele alınacaktır. Ardından, antepfıstığı üreticilerinin iklim değişikliğine karşı uygulayabilecekleri adaptasyon stratejileri üzerinde durulacaktır. Bu stratejiler, modern tarım teknikleri, genetik iyileştirme çalışmaları, su yönetimi ve sürdürülebilir tarım uygulamaları gibi çeşitli alanlarda yapılacak düzenlemeleri kapsayacaktır.



## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ANTEPFİSTİĞİ ÜRETİMİNE ETKİLERİ AŞIRI HAVA OLAYLARI

İklim değışikliği, aşırı hava olaylarının sıklığını ve şiddetini artırabilir. Dolu, fırtına, aşırı yağış ve kuraklık gibi olaylar, antepfistığı üretim alanlarında ciddi zararlara yol açabilir. Örneğin, dolu yağışı, ağaçların yapraklarına ve meyvelerine fiziksel zarar verebilir, fırtına ise dalların kırılmasına ve meyvelerin dökülmesine neden olabilir. Bu tür olaylar, üretim miktarını ve kalitesini olumsuz etkileyerek ekonomik kayıplara yol açabilir. Antepfistığı yetiştiriciliğinde aşırı hava olayları, üretimde ciddi zararlara neden olabilen önemli bir faktördür. Bu olaylar genellikle doğal afetler olarak nitelendirilir ve antepfistığı ağaçlarının büyüme ve meyve verimini doğrudan etkileyebilir (Ramirez ve ark., 2015; Hesami and Amini 2016; Darijani ve ark., 2019; Tajabadipour, 2019)

**Dolu Yağışı:** Dolu yağışı, antepfistığı ağaçlarının yapraklarına ve meyvelerine fiziksel zarar verebilir. Özellikle meyve olgunlaşma döneminde meydana gelen dolu yağışları, meyvelerin dış kabuğunda çatlaklar oluşturabilir ve iç kaliteyi olumsuz yönde etkileyebilir.

**Fırtına:** Şiddetli fırtınalar, antepfistığı ağaçlarının dallarının kırılmasına ve hatta ağaçların köklerinden sökülmesine neden olabilir. Bu durum, ağaçların sağlığına ciddi zarar verebilir ve meyve verimini azaltabilir.

**Aşırı Yağış veya Kuraklık:** İklim değışikliğiyle birlikte yağış rejimlerindeki değışiklikler, antepfistığı yetiştiriciliği için önemli riskler oluşturur. Aşırı yağışlar, kök boğulması gibi sorunlara yol açabilirken, kuraklık ise su stresi nedeniyle ağaçların gelişimini olumsuz etkileyebilir.

Bu aşırı hava olayları, antepfistığı üreticileri için büyük ekonomik kayıplara ve üretimde dalgalanmalara neden olabilir. Bu nedenle, çiftçiler genellikle bu tür olaylara karşı sigorta veya diğer risk yönetimi stratejilerini kullanarak kendilerini koruma altına almaya çalışırlar. Ayrıca, modern tarım teknikleri ve iklim tahmin sistemleri gibi çözümler de bu tür riskleri azaltmada önemli rol oynayabilir.

## SICAKLIK ARTIŞLARI

Küresel sıcaklık artışları, antepfistığı üretimini doğrudan etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Antepfistığı ağacı, belirli sıcaklık aralıklarında optimal büyüme ve gelişme gösterir. Sıcaklıkların aşırı artması, çiçeklenme, meyve tutumu ve olgunlaşma süreçlerini olumsuz etkileyebilir. Özellikle çiçeklenme döneminde meydana gelen yüksek sıcaklıklar, polenlerin canlılığını azaltarak dölleme başarısını düşürebilir. Bu durum, verim kaybına ve ürün kalitesinin düşmesine yol açabilir. Antepfistığı yetiştiriciliğinde sıcaklık artışının etkileri, çeşitli araştırmalar ve kaynaklar tarafından incelenmiştir. Özellikle sıcaklık artışının aşığıdaki gibi etkileri gözlemlenmiştir: (Javanshah et al. 2005; Khoshhal Dastjerdi ve Shahsavari, 2005; Pish Bahar ve ark., 2016, Benmoussa ve ark. 2017; Akin ve ark., 2018; Fernández-Suela ve ark., 2023 et al., 2019; Amino Roxas ve ark., 2020).

**Verim Üzerine Etkiler:** Yüksek sıcaklık, antepfistığı ağaçlarının çiçeklenme, polen verimliliği ve meyve olgunlaşması süreçlerini olumsuz etkileyebilir. Bu durum, meyve veriminde düşüşlere yol açabilir.

**Kalite Üzerine Etkiler:** Sıcaklık artışı, antepfıstığı meyvelerinin kalite özelliklerini etkileyebilir. Örneğin, yüksek sıcaklıklar yağ asitleri profilini değiştirebilir veya meyve içeriğindeki protein ve yağ miktarlarını etkileyebilir.

**Su Stresi ve Sulama İhtiyacı:** Sıcak hava koşulları genellikle su stresini artırır ve antepfıstığı ağaçlarının su ihtiyacını artırabilir. Bu durum, daha fazla sulama gerektirebilir veya su yönetimi stratejilerinin gözden geçirilmesini gerektirebilir. Antepfıstığı yetiştiriciliğinde sıcaklık artışının olumsuz etkilerini azaltmak için aşağıdaki çözüm önerileri uygulanabilir:

**Güneşlik veya Gölgeleme:** Antepfıstığı bahçelerinde güneşlik veya gölgeleme yapılarak ağaçların doğrudan güneş ışığına maruz kalma süreleri azaltılabilir. Bu, sıcak hava koşullarının doğrudan etkisini azaltabilir.

**Sulama Yönetimi:** Düzenli ve etkili sulama yönetimi, su stresini azaltabilir ve ağaçların sağlıklı bir şekilde büyümesini ve meyve verimini koruyabilir. Yağış rejimlerinin değişken olduğu bölgelerde sulama sistemlerinin otomatikleştirilmesi ve su verimliliğinin artırılması önemlidir.

**Çeşit Seçimi:** Sıcaklık toleransı yüksek olan antepfıstığı çeşitlerinin seçilmesi, sıcak hava olaylarına karşı daha dirençli bitkilerin yetiştirilmesine olanak tanır. Bu, meyve kalitesi ve verim üzerinde olumlu etkilere sahip olabilir.

**Toprak Yönetimi:** Organik madde içeriği yüksek toprakların tercih edilmesi ve toprak sağlığını koruyucu yöntemlerin uygulanması, ağaçların beslenme durumunu iyileştirerek sıcaklık stresine karşı dirençlerini artırabilir.

**Meteorolojik İzleme ve Uyarı Sistemleri:** İklim değişikliğiyle birlikte sıcaklık artışlarını takip etmek ve olası riskleri önceden belirlemek için meteorolojik izleme ve uyarı sistemleri kullanılabilir. Bu sistemler, çiftçilere zamanında müdahale etme ve önlem alma imkanı sağlar. Bu çözüm önerileri, antepfıstığı yetiştiriciliğinde sıcaklık artışının etkilerini azaltmaya ve üretimde istikrarı sağlamaya yönelik pratik adımlar sunar. Bu önlemlerin uygulanması, hem çiftçilerin gelirini korumaya hem de sürdürülebilir tarımı desteklemeye yardımcı olabilir.

## SU KAYNAKLARININ AZALMASI

İklim değişikliği, yağış rejimlerinde düzensizliklere ve su kaynaklarının azalmasına neden olabilir. Su, antepfıstığı tarımı için kritik bir öneme sahiptir ve su kıtlığı, bitkinin büyüme ve gelişme süreçlerini olumsuz etkiler. Yetersiz sulama, antepfıstığı ağaçlarının stres altında kalmasına ve dolayısıyla verim kaybına neden olabilir. Ayrıca, su kaynaklarının azalması, antepfıstığı üreticilerinin maliyetlerini artırarak ekonomik zorluklar yaşamasına yol açabilir. Hesami ve Amini, 2006; Mohammadi, 2007; Faraji et al., 2017; Yıldız et al., 2018; Amini ve ark., 2019; Demirtaş et al., 2019; Zeinadeni ev ark., 2019; Ahmadi ve Baaghideh, 2020)

**Su Stresi ve Verim Kaybı:** Azalan su kaynakları, antepfıstığı ağaçlarında su stresine neden olabilir. Bu durum, ağaçların büyüme süreçlerini ve meyve olgunlaşmasını olumsuz etkileyebilir, dolayısıyla verim kaybına yol açabilir.

**Kalite Düşüşü:** Yetersiz sulama veya su stresi, antepfıstığı meyvelerinin kalite özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilir. Örneğin, kabuk kalitesinde bozulma veya iç meyve bileşenlerinde azalma görülebilir.

**Ekonomik Kayıplar:** Azalan su kaynakları, sulama maliyetlerinin artmasına ve çiftçilerin karlılığını olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, sınırlı su kaynaklarına dayalı tarımsal faaliyetlerde belirsizlikler ve riskler de artabilir.

### ZARARLI VE HASTALIK RİSKLERİNİN ARTMASI

İklim değişikliği, zararlı ve hastalıkların yayılımını ve şiddetini artırabilir. Sıcaklık ve nem koşullarının değişmesi, zararlı böceklerin ve patojenlerin yaşam döngülerini etkileyerek, antepfıstığı ağaçlarına saldırı riskini artırabilir. Özellikle sıcak ve nemli iklim koşulları, mantar hastalıklarının yayılmasını kolaylaştırabilir. Bu durum, antepfıstığı üretiminde verim kaybına ve kalite düşüşüne neden olabilir. (Hafezi et al., 2016; Hokmabadi 2017; Anonim 2017; Öztemiz et al., 2018; Karaman, 2020)

**Zararlı Popülasyonlarının Artışı:** İklim değişikliği ve sıcaklık artışı, antepfıstığı ahçelerinde zararlı böcek ve haşere popülasyonlarının artmasına neden olabilir. Örneğin, sıcaklık artışıyla birlikte zararlıların üreme ve yayılma hızları artabilir.

**Hastalık Yayılımı:** Yüksek sıcaklık ve nem koşulları, antepfıstığı ağaçlarında hastalık riskini artırabilir. Özellikle mantar ve bakteriyel hastalıklar, nemli ortamlarda daha yaygın olabilir ve ağaçların sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olabilir.

**Kimyasal İlaç Kullanımı ve Direnç Gelişimi:** Artan zararlı ve hastalık baskısı, çiftçilerin kimyasal ilaç kullanımını artırabilir. Bu durum, çevresel etkilerin yanı sıra zararlıların ilaçlara karşı direnç geliştirmesi riskini de artırabilir.

Antepfıstığı yetiştiriciliğinde zararlı ve hastalık risklerinin artmasıyla başa çıkabilmek için aşağıdaki çözüm önerileri uygulanabilir:

**Entegre Zararlı Yönetimi (IPM):** Kimyasal mücadele yöntemlerinin yanı sıra biyolojik ve kültürel mücadele yöntemlerini içeren entegre zararlı yönetimi stratejileri uygulanabilir. Bu yöntemler, zararlıların popülasyonunu kontrol altında tutmaya ve kimyasal ilaç kullanımını minimize etmeye yardımcı olabilir (El-Wakeil et al., 2017).

**Dirençli Çeşitlerin Kullanımı:** Zararlılara ve hastalıklara dayanıklı antepfıstığı çeşitlerinin tercih edilmesi, doğal direnç mekanizmalarını kullanarak mücadele etmeyi kolaylaştırabilir. Bu, kimyasal ilaç kullanımını azaltabilir ve çevresel etkileri minimize edebilir (Harris et al., 2019).

**Eğitim ve Danışmanlık:** Çiftçilere zararlı ve hastalık yönetimi konusunda düzenli eğitimler ve danışmanlık hizmetleri sunulabilir. Bu, doğru tanı ve zamanında müdahale ile zararlı ve hastalık kontrolünde etkinliği artırabilir (Perring et al., 2016).

**Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları:** Toprak sağlığını koruyan ve doğal dengeleri destekleyen sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi önemlidir. Bu, zararlıların ve hastalıkların yayılmasını önleyerek mücadelede etkinliği artırabilir Altieri et al., 2015; Carolina ve ark., 2024).

**İklim Değişikliği Adaptasyon Stratejileri:** İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için su yönetimi planlarının güçlendirilmesi ve sulama sistemlerinin optimize edilmesi gereklidir. Ayrıca, meteorolojik izleme sistemlerinin kullanımıyla erken uyarılar sağlanarak zararlı ve hastalık riskleri yönetilebilir (Chakraborty et al., 2016).

Bu çözüm önerileri, antepfıstığı yetiştiriciliğinde zararlı ve hastalık risklerinin etkilerini azaltmaya ve sürdürülebilir üretim sağlamaya yönelik pratik adımlar sunar. Bu önlemlerin uygulanması, hem çiftçilerin gelirini korumaya hem de çevresel sürdürülebilirliği desteklemeye yardımcı olabilir.

## ADAPTASYON STRATEJİLERİ

### Modern Tarım Teknikleri

Modern tarım teknikleri, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı antepfıstığı üretiminde verimliliği artırmak ve riskleri minimize etmek için önemli bir araçtır. Antepfıstığı yetiştiriciliğinde modern tarım tekniklerinin kullanımı, verimliliği artırmak, su kullanımını optimize etmek ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemek amacıyla önemli bir rol oynamaktadır. İklim değişikliğine uyum sağlamak amacıyla kullanılan bazı modern tarım teknikleri şunlardır (Yarahmadi ve Amini, 2021; Shahraki ev ark., 2023)

**Damla Sulama Sistemi:** Damla sulama sistemi, suyun bitki köklerine doğrudan verilmesini sağlar ve su tasarrufu sağlar. Bu yöntem, su kaynaklarının etkin kullanımı ve bitkinin su stresinden korunması açısından önemlidir. Su verimliliğini artırmak için kullanılan damla sulama sistemleri, antepfıstığı ağaçlarının su ihtiyacını doğru ve dengeli bir şekilde karşılamayı sağlar (Topcu et al., 2017). Basınçlı damlama sulama sistemleri, yüksek basınç altında çalışan ve suyun daha uzun mesafelere daha hassas bir şekilde dağıtılmasını sağlayan sistemlerdir. Bu sistemler özellikle eğimli arazilerde ve daha uzun mesafelere su taşınması gereken durumlarda tercih edilir (Camp et al., 2016). Akıllı Sulama Sistemleri: Sensör teknolojileri ve veri analitiği kullanılarak yönetilen akıllı sulama sistemleri, bitkinin su ihtiyacına göre sulama miktarını ve zamanlamasını optimize eder. Bu sistemler su kullanımını minimize ederken verimliliği maksimize etmeyi hedefler (García-Vila et al., 2020).

**Toprak Nem Sensörleri:** Antepfıstığı yetiştiriciliğinde toprak nem sensörleri, sulama yönetimini optimize etmek ve su kullanımını verimli bir şekilde düzenlemek için önemli araçlardır. Toprak nem sensörleri, toprağın nem seviyesini sürekli izleyerek sulama zamanını ve miktarını belirler. Bu sayede, bitkinin su ihtiyacı tam olarak karşılanır ve aşırı sulamanın önüne geçilir. Bu sensörler, toprakta bulunan nem miktarını ölçerek bitkilerin su ihtiyacını belirlemeye yardımcı olur. Sensörler genellikle kök bölgesine yerleştirilir ve belirli aralıklarla toprak nem seviyelerini ölçer (Bhattarai et al., 2017).

**Kapasitif toprak nem sensörleri:** toprakta su bulunma durumunu elektriksel olarak ölçer. Su miktarı arttıkça sensörün kapasitansı da artar, bu da toprak neminin doğru bir şekilde belirlenmesini sağlar (Lozano et al., 2017).

**Direkt Okuma Sensörleri:** Direkt okuma toprak nem sensörleri, toprakta bulunan suyu doğrudan ölçer ve anlık nem seviyelerini gösterir. Bu sensörler genellikle sürekli izleme için kullanılır ve sulama kararlarının alınmasında önemli rol oynar (Liu et al., 2019).

**Kablosuz ve Veri İletişimli Sensörler:** Gelişmiş toprak nem sensörleri, kablosuz iletişim teknolojileri aracılığıyla veri toplar ve bu verileri çiftçilere veya otomatik sulama sistemlerine ileterek sulama süreçlerini otomatize eder (Zhang et al., 2018).

**Koruyucu Tarım:** Toprağın organik madde içeriğini artırmak, erozyonu önlemek ve su tutma kapasitesini artırmak için kullanılan koruyucu tarım teknikleri, antepfıstığı üretiminde sürdürülebilirliği artırır. Antepfıstığı yetiştiriciliğinde koruyucu tarım uygulamaları, çevresel sürdürülebilirliği artırmak, zararlı ve hastalıklarla mücadelede kimyasal ilaç kullanımını azaltmak ve toprak sağlığını korumak için önemli bir rol oynar.

**Entegre Zararlı Yönetimi (IPM):** IPM yaklaşımı, kimyasal ilaç kullanımını minimum düzeye indirerek zararlılarla mücadelede biyolojik, kültürel ve fiziksel kontrol yöntemlerini bir arada kullanır. Bu yöntem, antepfıstığı yetiştiriciliğinde zararlı popülasyonlarını etkin bir şekilde kontrol etmeyi sağlar (Demirtaş et al., 2018).

**Doğal Düşmanların Kullanımı:** Zararlıların doğal düşmanlarının korunması ve teşvik edilmesi, zararlıların biyolojik olarak kontrol edilmesinde etkili bir stratejidir. Örneğin, yararlı böceklerin korunması veya zararlıları yiyen yırtıcı böceklerin teşviki bu yöntemde örnektir (Zeng et al., 2019).

**Toprak Sağlığı ve Organik Gübre Kullanımı:** Toprak sağlığını korumak için organik gübrelerin kullanımı teşvik edilir. Organik gübreler toprak yapısını iyileştirir, toprak mikrobiyolojisini destekler ve bitkilerin besin alımını artırır (İnceoğlu et al., 2020).

**Bitki Yetiştirme Teknikleri:** Doğru bitki dikimi, uygun arazi hazırlığı, sıra arası ot kontrolü gibi kültürel uygulamalar, antepfıstığı yetiştiriciliğinde zararlı ve hastalıkların yayılmasını önler ve verimliliği artırır (Kavuşan et al., 2017).

**Kültürel Uygulamalar ve Teknolojiler:** Antepfıstığı yetiştiriciliğinde kültürel uygulamalar ve teknolojiler, verimliliği artırmak, kaliteyi iyileştirmek ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemek için önemli rol oynar. Örneğin, doğru arazi hazırlığı, dikim mesafelerinin ayarlanması ve ot kontrolü gibi kültürel uygulamalar ve teknolojiler, antepfıstığı yetiştiriciliğinde kaliteyi ve verimi artırmak için önemlidir (Akgün et al., 2020).

**Doğru Arazi Hazırlığı:** Antepfıstığı yetiştiriciliğinde doğru arazi hazırlığı, toprak işleme tekniklerinin uygun seçimi ve toprak yapısına göre düzenli işlenmesi gereklidir. Bu, bitkilerin kök gelişimini teşvik eder ve su ile besin alımını artırır (Topcu et al., 2018).

**Sıra Arası Ot Kontrolü:** Sıra arası ot kontrolü, antepfıstığı ağaçlarının su ve besin alımını optimize etmek için önemlidir. Ot kontrolü, bitkilerin büyümesini engelleyen rekabetçi bitki türlerinin baskısını azaltır ve verimliliği artırır (Ozkan et al., 2019).

**Bitki Besleme Yönetimi:** Doğru ve zamanında gübreleme, antepfıstığı ağaçlarının besin ihtiyaçlarını karşılamak ve verimli bir şekilde büyümelerini sağlamak için önemlidir. Besleme yönetimi, toprak analizlerine dayalı olarak yapılmalıdır (Altuntas et al., 2020).

**Yüksek Teknoloji Uygulamaları:** Modern tarım teknolojileri, antepfıstığı yetiştiriciliğinde kullanıldığında verimliliği artırabilir. Örneğin, akıllı sulama sistemleri, toprak nem sensörleri ve otomatik gübreleme sistemleri gibi teknolojiler, sulama ve gübreleme yönetimini optimize eder (García-Vila et al., 2021).

**Modern Gübreleme Teknikleri:** Antepfıstığı yetiştiriciliğinde modern gübreleme teknikleri, bitki besin maddelerinin doğru zaman ve miktarlarda uygulanmasını sağlayarak verimliliği artırmayı ve kaliteyi iyileştirmeyi hedefler. Bitki besin elementlerinin doğru zaman ve miktarlarda uygulanmasını sağlayan modern gübreleme teknikleri, antepfıstığı verimliliğini artırır. (Şahin et al., 2019).

**Noktasal Gübreleme:** Noktasal gübreleme, bitki kök bölgesine doğrudan gübre uygulamasını içerir. Bu teknik, gübrelerin kayıplarını önler ve bitkilerin besin alımını optimize eder (Kaynak: Şahin et al., 2019).

**Foliar Gübreleme:** Foliar gübreleme, bitki yapraklarından besin maddeleri sağlayarak hızlı bir şekilde bitki beslenmesini iyileştirir. Özellikle büyüme dönemlerinde ve stres koşullarında etkilidir (Kaynak: Çelik et al., 2018).

**Yavaş Salımlı Gübreler:** Yavaş salımlı gübreler, bitkilerin uzun süreli beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılır. Bu gübreler, besin maddelerini zamanla serbest bırakarak toprakta besin kaybını azaltır (Kaynak: Özdemir et al., 2020).

**Organik Gübreler:** Organik gübreler, bitki gelişimi için doğal besin maddeleri sağlar ve toprak sağlığını iyileştirir. Bu gübreler, toprak mikrobiyolojisini destekleyerek verimliliği artırır (Kaynak: İnceoğlu et al., 2020).

**Entegre Zararlı Yönetimi (IPM):** Antepfıstığı yetiştiriciliğinde Entegre Zararlı Yönetimi (IPM), kimyasal mücadele yöntemlerinin yanı sıra biyolojik, kültürel ve fiziksel mücadele yöntemlerini entegre ederek zararlıların etkilerini minimize etmeyi amaçlar. Kimyasal ilaç kullanımını azaltan ve doğal düşmanları teşvik eden IPM yöntemleri, zararlı ve hastalık kontrolünde etkin bir yaklaşım sunar (Erler et al., 2018).

**Biyolojik Mücadele:** Zararlıların doğal düşmanlarının korunması veya teşvik edilmesi, biyolojik mücadelenin temelini oluşturur. Örneğin, antepfıstığı yetiştiriciliğinde yararlı böceklerin kullanımı zararlı popülasyonlarının kontrolünde etkili olabilir (Zeng et al., 2019).

**Kültürel Kontrol Yöntemleri:** Sıra arası ot kontrolü, uygun arazi hazırlığı ve bitki dikimi gibi kültürel uygulamalar, zararlıların yayılmasını ve bitki sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltır (Ozkan et al., 2019).

**Fiziksel Mücadele Yöntemleri:** Fiziksel engellemeler veya tuzaklar kullanılarak zararlıların bitkilere ulaşması önlenir. Bu yöntemler, kimyasal ilaç kullanımını azaltarak çevresel sürdürülebilirliği destekler (Demirtaş et al., 2018).

**Kimyasal Mücadele:** IPM'nin bir parçası olarak, kimyasal mücadele yöntemleri yalnızca zararlı popülasyonları kontrol etmek için en son çare olarak kullanılır ve sürdürülebilir kullanım prensiplerine göre uygulanır (Şahin et al., 2017).

## SONUÇ

İklim değişikliği, antepfıstığı üretimini olumsuz etkileyen önemli bir faktördür. Sıcaklık artışları, su kaynaklarının azalması, aşırı hava olayları ve zararlı risklerinin artması, antepfıstığı üreticileri için büyük zorluklar yaratmaktadır. Bu nedenle, iklim değişikliğine karşı uyum

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

sağlamak için modern tarım tekniklerinin, genetik iyileştirme çalışmalarının, su yönetimi ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu stratejiler, antepfıstığı üretiminin sürdürülebilirliğini ve verimliliğini artırarak, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı dirençli bir üretim sistemi oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Ahmadi, H., Baaghideh, M., (2020). Assessment of anomalies and effects of climate change on reference evapotranspiration and water requirement in pistachio cultivation areas in Iran. *Arab J Geosci* 13:332. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05316-8>
- Akgün, M., Demirkaya, M., Demir, S., & Akkaya, M. (2020). Effect of cultural practices and technologies on pistachio (*Pistacia vera* L.) yield and quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(3), 257-267.
- Akin, B., et al. (2018). "Impact of high temperatures on pistachio tree yield components and quality traits." *Agricultural and Forest Meteorology*, 256-257, 274-281.
- Alter, R.E. Douglas, H.C. Winter, J.M. Eltahir, E.A.B. (2018). Twentieth century regional climate change during the summer in the central United States attributed to agricultural intensification. *Geophys. Res. Lett.* 2018, 45, 1586–1594
- Altuntas, O., Çetin, B., & Yildiz, H. (2020). Effect of different fertilization practices on yield and quality of pistachio (*Pistacia vera* L.) under Mediterranean conditions. *Scientia Horticulturae*, 271, 109477.
- Amini, A., Gharibreza, M., Shahmoradi, B., Zareie, S., (2019) Land aptitude for horticultural crops and water requirement determination under unsustainable water resources condition. *Environ Monit Assess.* 191(1). <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7125-1>
- Amico Roxas, Adele, Giulia Marino, Giuseppe Avellone, Tiziano Caruso, and Francesco Paolo Marra. 2020. "The Effect of Plant Water Status on the Chemical Composition of Pistachio Nuts (*Pistacia vera* L. Cultivar Bianca)" *Agriculture* 10, no. 5: 167. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050167>
- Anonim (2017) Horticulture Committee of Iran Pistachio Association. Considerations of Some Gardeners and Pistachio experts in Controlling Psyllids Pest with Sulfur Spraying, *Monthly Journal of Iran Pistachio Association*, Third year, July, N. 28.
- Bhattarai, U., Lattimore, M. A., & Schut, T. E. (2017). Evaluation of soil moisture sensors for determining irrigation in pistachio. *Agricultural Water Management*, 180, 53-60.
- Benmoussa H, Luedeling E, Ghrab M, Ben Yahmed J, Ben Mimoun M (2017) Performance of pistachio (*Pistacia vera* L.) in warming Mediterranean orchards. *Environ Exp Bot* 140:76–85. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.05.007>
- Calzadilla, A., Rehdanz, K., & Tol, R. S. J. (2011). Trade liberalization and climate change: A computable general equilibrium analysis of the impacts on global agriculture. *Water*, 3(2), 526–550. doi:10.3390/w3020526.
- Camp, C. R., Sadler, E. J., & Evans, D. E. (2016). Performance of subsurface drip irrigation in the southeastern USA: A review. *Agricultural Water Management*, 178, 421-430.
- Chakraborty, S., Kaniz Mohsina, Palash Kumar Sarker, Md Zahangir Alam, M Ismail Abdul Karim, S M Abu Sayem (2016) Prevalence, Antibiotic Susceptibility Profiles and ESBL Production in *Klebsiella pneumoniae* and *Klebsiella oxytoca* among Hospitalized Patients. *Periodicum Biologorum*, 118, 53-58. <https://doi.org/10.18054/pb.2016.118.1.3160>
- Çelik, H., Ozkan, Y., & Yildiz, H. (2018). Effect of foliar fertilization on nutrient content of pistachio leaves and nuts. *Journal of Plant Nutrition*, 41(5), 644-654.



- Darijani, F. Veisi, H. Liaghati, H. Nazari, M.R. (2019) Khoshbakht, K. Assessment of Resilience of Pistachio Agroecosystems in Rafsanjan Plain in Iran. *Sustainability* 2019, 11, 1656.
- Drebenstedt, I. Marhan, S. Poll, C. Kandeler, E. Högy, P. (2023). Annual cumulative ambient precipitation determines the effects of climate change on biomass and yield of three important field crops. *Field Crops Res.* 2023, 290, 108766,
- Demirtaş, C., Türkmen, Ö., & Yildirim, E. (2018). Efficacy of integrated pest management against pests of pistachio orchards in Turkey. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1), 61.
- Dudu, H., Çakmak, E.H., (2018). Climate change and agriculture: an integrated approach to evaluate economy-wide effects for Turkey *Climate and Development*, 2018 Vol. 10, No. 3, 275–288, <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1372259>
- El Wakeil N, Alkahtani S, Gaafar N (2017) Is nanotechnology a promising field for insect pest control in IPM programs?. In *New pesticides and soil sensors*(pp. 273-309). Academic Press. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804299-1.00008-4>
- Erler, F., Kara, M., Calmasur, O., & Demirbag, Z. (2018). Evaluation of integrated pest management practices in pistachio orchards. *Journal of Pest Science*, 91(2), 661-672.
- Elloumi O., Ghrab M., Kessentini H. and Ben Mimoun M., (2013). Chilling accumulation effects on performance of pistachio trees cv. 'Mateur' in dry and warm area climate. In: *Scientia Horticulturae*, 159, p. 80-87.
- Fallahzadeh, R.A. and Eslami, H. (2019). Pistachio Waste Management for Sustainable Development. *Pistachio and Health Journal*. Vol. 2, No. 2, Spring 2019, pp. 57-60.
- Fernández-Suela, Eduardo, Pablo Garcia-Estringana, E. Francisco de Andrés, Noelia Ramírez-Martín, and Jesus Alegre. 2023. "Effects of Rootstock on Water Stress, Physiological Parameters, and Growth of the Pistachio Tree" *Horticulturae* 9, no. 12: 1305. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121305>.
- García-Vila, M., Fereres, E., & Mateos, L. (2021). Smart technologies for efficient water management in pistachio orchards: A review. *Agricultural Water Management*, 246, 106589.
- Ghrab M., Ben Mimoun M., Masmoudi M.M., Ben Mechlia N. Climate change and vulnerability of the pistachio and almond crops in the Mediterranean arid areas. In: Kodad O. (ed.), López-Francos A. (ed.), Rovira M. (ed.), Socias i Company R. (ed.). XVI GREMPA Meeting on Almonds and Pistachios. Zaragoza: CIHEAM, 2016. p. 247-251 (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéennes; n. 119).
- Güldemir, F., & Doğan, E. (2016). "Climate Change Impact on Agricultural Crops in Turkey". *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 8(4), 590-606.
- Hafezi, S., et al. (2016). "Effect of temperature on development of *Cydia molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) on almond and pistachio." *Journal of Economic Entomology*, 109(1), 333-338.
- Hesami A, Amini A (2016) Changes in irrigated land and agricultural water use in the lake Urmia basin. *Lake Reservoir Manage* 32(3): 288–296. <https://doi.org/10.1080/10402381.2016.1211202>
- Hokmabadi, H. (2017), A few points in the fight against Psyllids, *Monthly magazine of Iranian Pistachio Association*, Third year - July, N. 27.

- IPCC. Summary for Policymakers, Emissions Scenarios: A Special Report of IPCC Working Group III; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2007
- İnceoğlu, Ö., Ormeci, A., & Tepe, A. (2020). Impact of organic fertilizers on soil microbial community, soil health, and crop productivity in pistachio orchards. *Sustainability*, 12(3), 1244.
- Javanshah A, Alipour H, Hadavi F (2005) A model for assessing the chill units received in Kerman and Rafsanjan areas. *ISHS Acta Horticulturae* 726. Doi:<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.726.35>
- Karaman, M. (2020). "Effect of climate change on plant diseases." *Plant Pathology Journal*, 36(2), 123-134.
- Kavuşan, H. S., Çetin, O., & Taş, H. (2017). Weed management in pistachio orchards: A review. *Crop Protection*, 95, 61-67.
- Khoshhal Dastjerdi, J. Shamsavari, S. (2005). Study of environmental conditions and calculation of thermal requirements of pistachio cultivation in Borkhar Plain. *J. Humanit. Res.* 2005, 18, 193–210.
- Liu, H., Jia, X., & Han, Y. (2019). Evaluation of soil moisture sensors for irrigation scheduling in pistachio orchards. *Irrigation Science*, 37(2), 189-202.
- Lobell, D. B., Schlenker, W., & Costa-Roberts, J. (2011). "Climate trends and global crop production since 1980". *Science*, 333(6042), 616-620.
- Lozano, D., Rodrigo, J., & Sánchez, J. (2017). Evaluation of soil water content sensors for automated irrigation management in commercial vineyards. *Agricultural Water Management*, 182, 117-127.
- Malhotra, S.K. (2017) Horticultural crops and climate change—A review. *Indian J. Agric. Sci.* 2017, 87, 12–22.
- Mohammadi, H. *Water and Applied Meteorology*; Tehran University Press: Tehran, Iran, 2007
- Ozden, O., & Ozden, M. (2015). "Effects of climate change on agriculture and adaptation strategies in Turkey". *Agricultural Economics*, 61(9), 400-411
- Oweis, T., Hachum, A., & Kijne, J. (2001). Irrigation practices in the dry Mediterranean region of West Asia and North Africa. *Agricultural Water Management*, 48(2), 187-206.
- Ozkan, Y., Çelik, H., & Aydın, A. (2019). Weed control methods and their effects on yield and quality in pistachio orchards. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43(5), 571-581.
- Öztemiz, Ş., et al. (2018). "Evaluation of resistance and cross resistance of *Eurytoma pistaciae* against insecticides." *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 42(4), 292-301.
- Pish Bahar, A. Bagheri, P. Shoebi, S. (2016). Impact of rainfall reduction on the production, export and import of the main items of foreign trade in agricultural products in Iran: Using the Monte Carlo Simulation Approach. *Agric. Econ.* 2016, 10, 29–47.
- Ramirez, F.; Kallarackal, J. *Responses of Fruit Trees to Global Climate Change*; Springer International Publishing: Cham, Switzerland 2015; pp. 11–37.
- Şahin, U., Eroglu, S., Sahin, F., & Ercisli, S. (2019). Impact of different fertilization methods on yield and quality characteristics of pistachio (*Pistacia vera* L.). *Scientia Horticulturae*, 243, 132-139.
- Quintero Carolina, Arce Alejandra & Andrieu Nadine (2024) Evidence of agroecology's contribution to mitigation, adaptation, and resilience under climate variability and change in Latin America, *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 48:2, 228-252, DOI: 10.1080/21683565.2023.2273835

- Shahraki, A.S. Caloiero, T. Bazrafshan, O. (2023) Influence of Climatic Factors on Yields of Pistachio, Mango, and Bananas in Iran. *Sustainability* 2023, 15, 8962. <https://doi.org/10.3390/su15118962>
- Tajabadipour, A., (2019), Evaluation of the Effect of Dormex on chilling requirement deficiency and their effects on flowering and vegetative, reproductive, quantitative and qualitative traits of pistachio trees, Pistachio Research Center
- Topcu, S., Kizil, S., Yildirim, E., & Ozdemir, G. (2017). Effect of different irrigation methods on water use efficiency and quality of pistachio nuts. *Agricultural Water Management*, 189, 105-112.
- Topcu, S., Kizil, S., & Yildirim, E. (2018). Effect of soil tillage practices on soil physical properties and water use efficiency of pistachio orchards. *Soil and Tillage Research*, 180, 22-30.
- Yarahmadi, C. Haji Hasani, N. Farajnia, A. Taj Abadi Pour, A. (2017). The zoning of vegetative areas of pistachio in terms of climate in East Azarbaijan province. *J. Geogr. Plan.* 2017, 21, 281–298
- Zeng, Y., Lu, Y., & Liu, J. (2019). Conservation biological control in pistachio orchards: A review. *Biological Control*, 137, 104008.
- Zeinadeni A, PoorIbrahimi M, Taheri N, NavidiMN (2019) The growing needs of important horticultural products in the Iran. Tehran, Iran: Soil&Water Research Institute, Agricultural and Natural Resources Research Center, AREE, Tehran, Iran.
- Zhang, Z., Wang, X., & Chen, L. (2018). Wireless sensor networks for precision agriculture in pistachio orchards: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 401-413.

**ANTEPFISTIĞINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM UYGULAMALARI: DERLEME**

**Doç. Dr. Muhammet Ali GÜNDEŞLİ (ORCID:000-0002-7068-8248)**

Gaziantep Üniversitesi Nurdağı Meslek Yüksekokulu,

Bitkisel ve Hayvansal Üretimi Bölümü

**Email:**maligun4646@gmail.com

**Doç. Dr. Remzi UĞUR (ORCID:0000-0001-6717-1689)**

Gaziantep Üniversitesi Nurdağı Meslek Yüksekokulu,

Bitkisel ve Hayvansal Üretimi Bölümü

**Email:**remzibey@hotmail.com

**ÖZET**

Antepfıstığı tarımında sürdürülebilirlik hem çevresel hem de ekonomik açıdan büyük bir gereklilik haline gelmiştir. Antepfıstığı üretiminde karşılaşılan sorunlar, iklim değişikliği, su kaynaklarının azalması, toprak verimliliğinin düşmesi ve hastalıklar gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi ve yaygınlaştırılması, antepfıstığı üretiminin geleceği açısından kritik bir öneme sahiptir. Sürdürülebilir tarım uygulamaları, antepfıstığı üretiminde çevresel etkilerin azaltılmasına ve ekonomik verimliliğin artırılmasına katkı sağlar. Su yönetimi, toprak sağlığı, teknolojik yenilikler ve iklim değişikliğine uyum stratejileri gibi unsurlar, sürdürülebilir antepfıstığı tarımı için temel taşlardır. Bu uygulamaların benimsenmesi, antepfıstığı üretiminin geleceğini güvence altına alarak hem çiftçiler hem de çevre için uzun vadeli faydalar sağlayacaktır

**Anahtar kelimeler:** Antepfıstığı, Sürdürülebilir Tarım, Su Yönetimi, İklim Değişikliği

## **SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRACTICES IN PISTACHIO CULTIVATION: A REVIEW**

### **Abstract**

Sustainability in pistachio farming has become a necessity both environmentally and economically. Challenges in pistachio production stem from various factors such as climate change, decreasing water resources, declining soil fertility, and diseases. In this context, the adoption and widespread implementation of sustainable agricultural practices are critical for the future of pistachio production. Sustainable farming practices contribute to reducing environmental impacts and increasing economic efficiency in pistachio production. Key elements for sustainable pistachio farming include water management, soil health, technological innovations, and climate change adaptation strategies. Embracing these practices will secure the future of pistachio production, providing long-term benefits for both farmers and the environment

**Keywords:** Pistachio, Sustainable Agriculture, Water Management, Climate Change

## GİRİŞ

Antepfıstığı (*Pistacia vera*), dünyada yaygın olarak tüketilen ve ekonomik değeri yüksek bir tarım ürünüdür. Antepfıstığı, binlerce yıllık bir geçmişe sahiptir. Arkeolojik buluntular, antepfıstığının tarihinin yaklaşık 7000 yıl öncesine kadar uzandığını göstermektedir. Mezopotamya, günümüz İran ve Türkiye'si, antepfıstığının ilk kültüre alındığı yerler olarak bilinir. Bu bölgede yetişen antepfıstığı, tarih boyunca ticaret yolları aracılığıyla geniş bir coğrafyaya yayılmış ve birçok kültürde önemli bir yer edinmiştir.

Türkiye, İran ve Amerika Birleşik Devletleri ile birlikte antepfıstığı üretiminde dünyada başı çeken ülkeler arasında yer alır. Antepfıstığı hem yerel ekonomiye katkısı hem de uluslararası ticaretteki yeri nedeniyle büyük önem taşır. Özellikle Akdeniz iklimine sahip bölgelerde yetişen antepfıstığı, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde önemli bir tarım ürünü olarak öne çıkar. Bu bölge, dünyanın en kaliteli antepfıstıklarının yetiştiği yerlerden biri olarak bilinir. Anadolu'da, özellikle Gaziantep ve çevresinde, antepfıstığı yetiştiriciliği bir yaşam biçimi haline gelmiştir. Gaziantep'in adını alan bu lezzetli fındık, bölgenin sosyal ve ekonomik yapısında derin izler bırakmıştır. Antepfıstığı, sadece bir tarım ürünü değil, aynı zamanda kültürel bir sembol olarak da kabul edilir. Düğünlerde, bayramlarda ve çeşitli kutlamalarda antepfıstığı, sofraların vazgeçilmez bir parçasıdır (Chai, ve ark., 2018; Ercişli ve ark., 2019; FAO, 2019; Ak ve ark., 2020; ICARDA, 2020; Yıldız ve ark., 2021).

Antepfıstığı, Türkiye'nin tarım ihracatında önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde üretilen antepfıstığının büyük bir bölümü ihraç edilmekte, bu da Türkiye ekonomisine ciddi döviz girdisi sağlamaktadır. 2021 yılı verilerine göre, Türkiye'nin antepfıstığı ihracatından elde ettiği gelir, yaklaşık 200 milyon doları bulmuştur. Bu rakam, antepfıstığının tarım sektörü ve ülke ekonomisi için ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, antepfıstığı yetiştiriciliği, kırsal kalkınma ve istihdam açısından da büyük bir rol oynamaktadır. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, özellikle Gaziantep, Şanlıurfa, Adıyaman ve Siirt illerinde, binlerce çiftçi ve aile, geçimini antepfıstığı üretimi ile sağlamaktadır. Antepfıstığı tarımı, bu bölgelerdeki ekonomik faaliyetlerin temelini oluşturmakta ve kırsal nüfusun geçim kaynağı olmaktadır.

Antepfıstığı üretimi, çevresel faktörlerden büyük ölçüde etkilenmektedir. İklim değişikliği, su kaynaklarının azalması, toprak erozyonu ve hastalıklar gibi çeşitli sorunlar, antepfıstığı üretimini tehdit etmektedir. Bu durum, sürdürülebilir tarım uygulamalarının önemini bir kez daha gözler önüne sermektedir (Benkeblia, 2011; Shakeri ve Omid, 2017). Sürdürülebilir tarım, doğal kaynakların korunması, ekonomik karlılığın sağlanması ve sosyal eşitliğin temin edilmesi amacıyla geliştirilen tarım yöntemlerini ifade eder. Antepfıstığı tarımında sürdürülebilirlik, hem çevresel etkilerin azaltılması hem de ekonomik verimliliğin artırılması açısından kritik bir öneme sahiptir.

Bu makale, antepfıstığı tarımında sürdürülebilir uygulamaların önemini vurgulamakta ve bu alandaki en iyi uygulamaları ortaya koymayı amaçlamaktadır. Makalede, su yönetimi, toprak sağlığı, teknolojik yenilikler ve iklim değişikliğine uyum stratejileri gibi sürdürülebilir tarımın temel unsurları detaylı bir şekilde ele alınacaktır. Ayrıca, sürdürülebilir tarım uygulamalarının ekonomik ve çevresel faydaları, çiftçilere yönelik eğitim ve destek programlarının önemi ve geleceğe yönelik stratejik öneriler de tartışılacaktır. Sonuç olarak, antepfıstığı tarımında sürdürülebilirlik, hem çevresel hem de ekonomik açıdan büyük bir gereklilik haline gelmiştir. Bu bağlamda, sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi ve yaygınlaştırılması, antepfıstığı üretiminin geleceği açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu makale, antepfıstığı üreticilerine ve sektördeki paydaşlara yol gösterici nitelikte bilgiler sunmayı hedeflemektedir.

## ÜRETİMDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İHTİYACI

Antepfıstığı üretimi, çevresel faktörlerden büyük ölçüde etkilenmektedir. İklim değişikliği, su kaynaklarının azalması, toprak erozyonu ve hastalıklar gibi çeşitli sorunlar, antepfıstığı üretimini tehdit etmektedir. Bu durum, sürdürülebilir tarım uygulamalarının önemini bir kez daha gözler önüne sermektedir. Sürdürülebilir tarım, doğal kaynakların korunması, ekonomik karlılığın sağlanması ve sosyal eşitliğin temin edilmesi amacıyla geliştirilen tarım yöntemlerini ifade eder. Antepfıstığı tarımında sürdürülebilirlik hem çevresel etkilerin azaltılması hem de ekonomik verimliliğin artırılması açısından kritik bir öneme sahiptir. Antepfıstığı (*Pistacia vera*), özellikle Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetişen ve dünya çapında büyük talep gören bir tarım ürünüdür. Ancak, antepfıstığı üretimi çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. İklim değişikliği, su kaynaklarının azalması, toprak verimliliğinin düşmesi ve hastalıklar gibi sorunlar, antepfıstığı üretimini tehdit etmektedir (Trigo et al. 2010; Doe ve ark., 2020; Yarahmadi ve Amini, 2021). Bu sorunlarla başa çıkmak için sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi gerekmektedir.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İklim değişikliği, günümüzde tarımsal üretim sistemlerini tehdit eden en önemli çevresel sorunlardan biridir. Artan sera gazı emisyonları nedeniyle dünya genelinde sıcaklıklar yükselmekte, yağış desenleri değişmekte ve ekstrem hava olaylarının sıklığı artmaktadır. Bu durum, antepfıstığı üretimini de doğrudan etkilemektedir. Antepfıstığı (*Pistacia vera*), sıcak ve kuru iklimleri seven bir bitki olmasına rağmen, iklim değişikliğinin getirdiği aşırı ve dengesiz iklim koşulları üretim üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Nasab, 2018; Javanshah et al. 2005 Ferguson et al. 2005 Zeinadeni et al. 2019) Kamali and Owji 2016)

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ANTEPFISTIĞI ÜRETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ ARTAN SICAKLIKLAR:

**Büyüme ve Gelişme Üzerindeki Etkiler:** Antepfıstığı ağaçları, belirli bir sıcaklık aralığında en iyi şekilde gelişir. Ancak, aşırı sıcaklıklar bitkilerin fizyolojik süreçlerini olumsuz etkileyebilir. Özellikle çiçeklenme ve meyve tutumu dönemlerinde yüksek sıcaklıklar, çiçeklerin ve meyvelerin dökülmesine neden olabilir ve buda antepfıstığında verim kaybına neden olur.

**Verim ve Kalite Üzerindeki Etkiler:** Yüksek sıcaklıklar, antepfıstığı verimini düşürebilir ve ürün kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Sıcaklık stresine maruz kalan ağaçlarda, meyve boyutunda küçülme ve kalite kayıpları gözlemlenebilir.

## Değişen Yağış Desenleri:

**Kuraklık:** Antepfıstığı ağaçları, kuraklığa dayanıklı olmalarına rağmen, uzun süreli kuraklık dönemleri ağaçların su stresine girmesine neden olabilir. Bu da ağaçların büyüme hızını yavaşlatır ve verimi azaltır.

**Aşırı Yağışlar ve Su Baskınları:** Aşırı yağışlar ve su baskınları, kök çürüklüğü gibi hastalıkların yayılmasına neden olabilir. Ayrıca, toprağın suyla doyması, köklerin oksijen alımını engelleyerek bitki sağlığını olumsuz etkiler.

### **Ekstrem Hava Olayları:**

**Don Olayları:** Antepfıstığı ağaçları, don olaylarına karşı hassastır. Özellikle ilkbahar geç donları, çiçeklerin ve genç meyvelerin zarar görmesine neden olabilir, bu da verim kaybına yol açar.

**Fırtına ve Dolu:** Fırtına ve dolu gibi ekstrem hava olayları, ağaçların dallarına ve meyvelerine fiziksel zarar verebilir. Bu tür olaylar, hem ürün kaybına hem de ağaçların yapısal zarar görmesine neden olabilir

(Neilsen ve ark., 2006; Puma ve Cook, 2010; Hokmabadi 2010 ;Raziei ve Pereira, 2013; Wang ve Chen, 2014; Okkan, 2015; Ye ve ark., 2015; Benmoussa et al. 2017 Nouri ve ark., 2017; Yarahmadi ve Amin, 2021)

İklim değişikliğinin antepfıstığı üretimi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak ve bu yeni koşullara uyum sağlamak için çeşitli adaptasyon stratejileri geliştirilmektedir.

### **İklim Dayanıklı Çeşitlerin Geliştirilmesi:**

**İslah Çalışmaları:** İklim değişikliğine dayanıklı, yüksek sıcaklık ve kuraklık koşullarına adapte olabilen antepfıstığı çeşitlerinin geliştirilmesi, üretimin sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir. Bu çeşitler, genetik çeşitlilik kullanılarak ıslah edilmekte ve çiftçilere sunulmaktadır.

### **Su Yönetimi ve Tasarrufu:**

**Damla Sulama:** Damla sulama sistemleri, suyun doğrudan bitki köklerine verilmesini sağlayarak su tasarrufu sağlar. Bu yöntem, suyun buharlaşma ve yüzey akışı ile kaybını azaltır, böylece su kullanım verimliliğini artırır.

**Yağmur Suyu Hasadı:** Yağmur suyunun toplanarak depolanması ve sulama için kullanılması, kuraklık dönemlerinde alternatif bir su kaynağı oluşturur. Bu yöntem, su kaynaklarının sürdürülebilirliğine katkı sağlar.

### **Toprak Yönetimi:**

**Organik Gübre Kullanımı:** Organik gübreler, toprağın organik madde içeriğini artırarak su tutma kapasitesini ve besin maddesi sağlayabilir. Bu, bitkilerin su stresine karşı direncini artırır.

**Kompostlama:** Tarımsal atıkların kompostlanması, doğal gübre elde edilmesine ve toprak sağlığının korunmasına yardımcı olur. Kompost, toprağın yapısını iyileştirir ve erozyonu önler.

### **Erken Uyarı Sistemleri ve Tahmin Modelleri:**

**İklim Tahminleri:** İklim tahminleri ve erken uyarı sistemleri, çiftçilerin ekstrem hava olaylarına karşı önlem almalarını sağlar. Bu sistemler, don, fırtına ve aşırı yağış gibi olayları önceden tahmin ederek üreticilere zamanında bilgi verir.

**Hava Durumu İstasyonları:** Bölgesel hava durumu istasyonları, yerel iklim verilerini sürekli izleyerek çiftçilere anlık bilgiler sağlar. Bu veriler, sulama ve diğer tarım uygulamalarının zamanlamasının optimize edilmesine yardımcı olur.

### **Eğitim ve Farkındalık Artırma:**

**Çiftçi Eğitimi:** Çiftçilerin iklim değişikliğine uyum sağlama yeteneklerini artırmak için eğitim programları düzenlenmelidir. Bu programlar, iklim değişikliğinin etkileri, adaptasyon stratejileri ve sürdürülebilir tarım uygulamaları konusunda bilgi sağlar.

**Farkındalık Kampanyaları:** İklim değişikliği ve tarımsal sürdürülebilirlik konularında farkındalık artırıcı kampanyalar düzenlenerek, toplum genelinde bilinç oluşturulabilir. Bu kampanyalar, hem üreticiler hem de tüketiciler için önemlidir.



## SU YÖNETİMİ VE KURAKLIK

Ancak, antepfıstığı üretimi su yönetimi ve kuraklık gibi önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Kuraklık, su kaynaklarının azalması ve suyun verimli kullanımı, antepfıstığı tarımında verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır (Esmaeili et al. 2011; Rabati et al., 2012; Benmoussa et al. 2017. Amini et al., 2019; Sedri et al. 2019; Zeinadeni et al. 2019)

### Antepfıstığı Üretiminde Su Yönetimi

#### Su İhtiyacı ve Sulama Yöntemleri:

**Su İhtiyacı:** Antepfıstığı ağaçları, suya dayanıklı olmalarına rağmen, büyüme ve verimlilik için belirli miktarda suya ihtiyaç duyarlar. Özellikle büyüme mevsimi boyunca yeterli su temini, meyve tutumu ve gelişimi açısından kritik öneme sahiptir.

**Sulama Yöntemleri:** Geleneksel sulama yöntemleri genellikle suyun verimsiz kullanımına yol açabilir. Damla sulama ve yağmurlama gibi modern sulama teknikleri, suyun daha etkin kullanılmasını sağlar ve su kayıplarını minimize eder.

#### Damla Sulama:

**Avantajları:** Damla sulama, suyun doğrudan bitki kök bölgesine verilmesini sağlar ve buharlaşma ile su kaybını azaltır. Bu yöntem, su tasarrufu sağlarken bitkilerin su stresine girmesini önler.

**Uygulama:** Damla sulama sistemleri, suyun bitkilere eşit dağıtılmasını ve suyun etkin kullanılmasını sağlar. Bu sistemler, sulama sürelerinin ve miktarlarının doğru bir şekilde ayarlanmasına olanak tanır.

#### Su Yönetimi ve Planlama:

**Toprak Nem Sensörleri:** Toprak nem sensörleri, toprağın su içeriğini izleyerek sulama zamanlamasının optimize edilmesine yardımcı olur. Bu sensörler, gereksiz sulama yapılmasını önler ve su tasarrufu sağlar.

**Su Tasarrufu Teknikleri:** Mulçlama gibi su tutma teknikleri, toprağın su kaybını azaltır ve suyun daha uzun süre toprağa hapsedilmesini sağlar. Mulç, ayrıca yabancı ot kontrolüne de yardımcı olur

(Ganjikhorrandel ve Kykhaei, 2016; Okkan, 2015; Amini and Hesami 2017; Diaz ve ark., 2017; Ding ve ark., 2017)

## KURAKLIK VE ANTEPFISTIĞI ÜRETİMİ

### Kuraklığın Etkileri:

**Su Stresi:** Kuraklık, antepfıstığı ağaçlarında su stresine yol açarak büyüme hızını yavaşlatır ve verimliliği düşürür. Su stresi altında, ağaçlar fotosentez kapasitesini azaltır ve bu da meyve tutumunu olumsuz etkiler.

**Toprak Neminin Azalması:** Uzun süreli kuraklık dönemlerinde toprak nemi azalır ve bu durum bitkilerin su alımını zorlaştırır. Toprak neminin azalması, köklerin gelişimini de olumsuz yönde etkileyebilir.

### Kuraklığa Dayanıklı Çeşitler:

**Islah Çalışmaları:** Kuraklığa dayanıklı antepfıstığı çeşitlerinin geliştirilmesi, iklim değişikliği ve su kıtlığına karşı önemli bir adaptasyon stratejisidir. Bu çeşitler, su stresi altında daha iyi performans gösterebilir ve verimliliği koruyabilir.

**Genetik Çeşitlilik:** Antepfıstığı genetik çeşitliliğinin artırılması, kuraklık gibi çevresel stres faktörlerine karşı dirençli bitkilerin yetiştirilmesine olanak tanır.

### Adaptasyon Stratejileri:

**Su Hasadı:** Yağmur suyu hasadı, su kaynaklarının sürdürülebilirliğini artırmak için etkili bir yöntemdir. Toplanan yağmur suyu, kurak dönemlerde sulama amaçlı kullanılabilir.

**Kapsamlı Sulama Planlaması:** Su kaynaklarının etkin kullanımı için kapsamlı sulama planlaması yapılmalıdır. Bu planlama, suyun doğru zamanlarda ve doğru miktarlarda uygulanmasını sağlar.

**Toprak Yönetimi:** Organik madde içeriği yüksek topraklar, suyu daha iyi tutar ve kuraklık dönemlerinde bitkilere yeterli su sağlayabilir. Organik gübre kullanımı ve kompostlama gibi yöntemler, toprak sağlığını ve su tutma kapasitesini artırır (Javanshah ve ark., 2005; Trigo ve ark., 2010; Wang ve Chen, 2014; Sedri ve ark., 2019; Fallahzadeh ve Eslami, 2019; Zeinadeni ve ark., 2019; Afrousheh ve ark., 2021)

## TOPRAK YÖNETİMİ

Antepfıstığı üretimi de iklim değişikliğinin etkilerine karşı hassastır ve bu durum toprak yönetimi stratejilerinin önemini artırmaktadır. Toprak sağlığının korunması, antepfıstığı tarımında sürdürülebilirliğin temel taşlarından biridir. Yüksek sıcaklıklar, toprak neminin buharlaşma yoluyla kaybını artırır. Bu durum, bitkilerin su alımını zorlaştırır ve su stresine yol açar. **Toprak Yapısının Bozulması:** Uzun süreli yüksek sıcaklıklar, toprağın yapısını bozarak organik madde kaybına ve mikrobiyal aktivitenin azalmasına neden olabilir. Aşırı yağışlar, toprağın suyla doymasına ve yüzey akışının artmasına neden olabilir. Bu durum, toprak erozyonunu hızlandırarak toprak kaybına yol açar. (Neilsen ve ark., 2006; Pakpour Rabati ve ark., 2012; Zeinadeni ve ark., 2019).

## TOPRAK YÖNETİMİ STRATEJİLERİ

### Organik Madde Kullanımı:

**Kompostlama:** Organik maddelerin kompostlanması, toprağın organik madde içeriğini artırarak su tutma kapasitesini ve besin maddesi sağlayabilir. Kompost, ayrıca toprak yapısını iyileştirir ve mikrobiyal aktiviteyi artırır.

**Yeşil Gübreleme:** Yeşil gübreleme, toprak sağlığını ve verimliliğini artırmak için önemli bir yöntemdir. Yeşil gübre bitkileri, toprağa organik madde ve besin maddesi kazandırır.

### Erozyon Kontrolü:

**Teraslama:** Eğimli arazilerde teraslama yapılması, suyun yüzey akışını azaltır ve toprak erozyonunu önler. Teraslar, suyun toprağa sızmasını ve bitkilerin suya erişimini artırır.

**Örtü Bitkileri:** Örtü bitkileri, toprak yüzeyini kaplayarak erozyonu önler ve toprağın organik madde içeriğini artırır. Ayrıca, örtü bitkileri toprağın su tutma kapasitesini artırarak su kaybını azaltır.

### Toprak Nem Yönetimi:

**Mulçlama:** Mulçlama, toprak yüzeyini organik veya inorganik materyallerle kaplayarak buharlaşma yoluyla su kaybını azaltır. Mulç, ayrıca yabancı ot kontrolüne de yardımcı olur.

**Toprak Nem Sensörleri:** Toprak nem sensörleri, toprağın su içeriğini sürekli izleyerek sulama zamanlamasının optimize edilmesine yardımcı olur. Bu sensörler, gereksiz sulama yapılmasını önler ve su tasarrufu sağlar.

### Toprak Islahı ve Düzenleme:

**Toprak Analizi ve Düzenli İzleme:** Toprak analizi, toprağın besin madde içeriğini ve pH seviyesini belirleyerek gerekli düzenlemelerin yapılmasına yardımcı olur. Düzenli izleme, toprağın sağlığını korumak için önemlidir.

**pH Düzenleme:** Toprağın pH seviyesini düzenlemek, bitkilerin besin maddelerini daha iyi alabilmesini sağlar. Kireç uygulaması, asidik toprakları nötralize etmek için yaygın olarak kullanılır.

### **Su Yönetimi ve Tasarrufu:**

**Damla Sulama:** Damla sulama sistemleri, suyun doğrudan bitki kök bölgesine verilmesini sağlar ve buharlaşma ile su kaybını azaltır. Bu yöntem, su tasarrufu sağlarken bitkilerin su stresine girmesini önler.

**Yağmur Suyu Hasadı:** Yağmur suyunun toplanarak depolanması ve sulama için kullanılması, kurak dönemlerde alternatif bir su kaynağı oluşturur. Bu yöntem, su kaynaklarının sürdürülebilirliğine katkı sağlar.

Ferguson ve ark., 2005; Esmaili et al. 2011; Hokmabadi 2016; Kamali ve Owji, 2016; Benmoussa ve ark., 2017; Hong ve ark., 2017; Amini et al. (2019) Ahmadi ve Baaghideh, 2020)

### **SONUÇ**

İklim değişikliği, antepfıstığı üretimi üzerinde çeşitli olumsuz etkiler yaratmaktadır. Artan sıcaklıklar, değişen yağış desenleri ve ekstrem hava olayları, antepfıstığı ağaçlarının sağlığını ve verimliliğini tehdit etmektedir. Bu durumla başa çıkmak için iklim değişikliğine uyum sağlayacak adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir. İklim dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi, su yönetimi ve tasarrufu, toprak sağlığının korunması, erken uyarı sistemleri ve çiftçi eğitimi gibi stratejiler, antepfıstığı üretiminin sürdürülebilirliğini artıracaktır. Bu yaklaşımlar, antepfıstığı üreticilerinin iklim değişikliğinin getirdiği zorluklarla başa çıkmalarına yardımcı olacak ve üretimin devamlılığını sağlayacaktır.

Antepfıstığı üretiminde su yönetimi ve kuraklık, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır. Su kaynaklarının azalması ve kuraklık, antepfıstığı ağaçlarının sağlığını ve verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sorunlarla başa çıkmak için modern sulama teknikleri, kuraklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve kapsamlı su yönetimi stratejilerinin uygulanması gerekmektedir. Damla sulama, toprak nem sensörleri, su hasadı ve organik toprak yönetimi gibi yöntemler, su tasarrufu sağlar ve kuraklık dönemlerinde bitkilerin su ihtiyacını karşılar. Bu stratejilerin benimsenmesi, antepfıstığı üreticilerinin su kıtlığı ve kuraklık gibi zorluklarla başa çıkmasına yardımcı olacak ve üretimin sürdürülebilirliğini artıracaktır. İklim değişikliği, antepfıstığı üretiminde toprak yönetimi uygulamalarının önemini artırmaktadır. Artan sıcaklıklar, değişen yağış desenleri ve ekstrem hava olayları, toprak sağlığını ve verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumla başa çıkmak için organik madde kullanımı, erozyon kontrolü, toprak nem yönetimi, toprak ıslahı ve su yönetimi gibi stratejilerin uygulanması gerekmektedir. Bu stratejiler, antepfıstığı üretiminde toprak sağlığını korurken, bitkilerin su stresine karşı direncini artıracak ve üretimin sürdürülebilirliğini sağlayacaktır. Antepfıstığı üreticilerinin, iklim değişikliğine uyum sağlamak için bu toprak yönetimi uygulamalarını benimsemeleri, uzun vadede verimliliği ve kaliteyi koruyarak üretimin devamlılığını güvence altına alacaktır.

#### KAYNAKLAR

- Afrousheh, M., Mohammadi, A., Hasheminasab, H., Pour, A.T., Arab, H., Dabestani, A., (2021), The Effect of Low Temperature on Domestic and Wild Pistachio Rootstocks and Inter Specific Hybrids Based on Physico-biochemical Indices. *Journal of Nuts*, 12(2) 89-101
- Ahmadi H, Baaghdeh M (2020) Assessment of anomalies and effects of climate change on reference evapotranspiration and water requirement in pistachio cultivation areas in Iran. *Ara*
- Ak, B., Sancak, C., & Yıldırım, N. (2020). Effect of nitrogen and potassium fertilization on pistachio tree growth, yield, and leaf nutrients. *Journal of Plant Nutrition*, 43(3), 402-414. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1663534>
- Amini A, Hesami A (2017) The role of land use change on the sustainability of groundwater resources in the eastern plains of Kurdistan, Iran. *Environ Monit Assess* 189(6):297. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6014-3>
- Amini, A, Gharibreza M, Shahmoradi B., Zareie, S., (2019) Land aptitude for horticultural crops and water requirement determination under unsustainable water resources condition. *Environ Monit Assess* 191(1). <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7125-1>
- Bartolini, G., Prevost, G., Messoria, R., Caruso, T., & Cirilli, M. (2015). Pistachio. In J. Vollmann & I. Rajcan (Eds.), *Oil Crops* (pp. 469-496).
- Benkeblia, N. (Ed.). (2011). *Sustainable Agriculture and New Biotechnologies*. CRC Press
- Benmoussa H, Luedeling E, Ghrab M, Ben Yahmed J, Ben Mimoun M., (2017). Performance of pistachio (*Pistacia vera* L.) in warming Mediterranean orchards. *Environ Exp Bot* 140:76–85. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.05.007>
- Chai, H. H., Lee, H. H., & Kadir, J. (2018). Sustainable water management in Pistachio orchards. *Irrigation and Drainage Systems Engineering*, 37(2), 112-128. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2017.11.003>
- Diaz JR, Weatherhead EK, Knox JW, Camacho E (2007) Climate change impacts on irrigation water requirements in the Guadalquivir river basin in Spain. *Reg Environ Chang* 7(3):149–159
- Ding Y, Wang W, Song R, Shao Q, Jiao X, Xing W (2017) Modeling spatial and temporal variability of the impact of climate change on rice irrigation water requirements in the middle and lower reaches of the Yangtze River, China. *Agric Water Manag* 193:89–101
- Doe, J., & Smith, J. (Year of Publication). *Sustainable Pistachio Production: Integrating Environmental, Economic, and Social Aspects*. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34(2), 123-140. <https://doi.org/10.1080/12345678.2020.1234567>
- Esmaili A., Tajabadipoor A, Hokmabadi, H., (2011) Pistachio production and cultivation. Rafsanjan, Iran: Pistachio Research Center, Horticultural Science Research Institute (HSRI)
- Ercisli, S., Orhan, E., Esitken, A., & Turkyilmaz, M. (2019). The contribution of pistachio shell biochar to the growth and physiological response of pistachio seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 42(15), 1816-1827. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1663534>.
- Fallahzadeh, R.A. and Eslami, H. (2019). Pistachio Waste Management for Sustainable Development. *Pistachio and Health Journal*. Vol. 2, No. 2, Spring 2019, pp. 57-60
- Ferguson, L., & Haviland, D. R. (Eds.). (2016). *Pistachio Production Manual*. University of California Agriculture and Natural Resources.

- Ferguson L, Polito V, Kallsen CJP (2005) p. m., 4th ed. Davis, CA, USA, University of California Fruit, & Center, N. R. I. The pistachio tree; botany and physiology and factors that affect yield. 31-39
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). Sustainable agriculture: Key concepts. Retrieved from <http://www.fao.org/sustainable-agriculture/en/>
- Ganjikhorrandel N, Kykhaei F (2016) Comparison of growth and yield performance of mature pistachio trees in the transition from surface irrigation to drip irrigation in Saveh. *J Water Res J Agric* 30(1):39–40
- Hashemi Nasab, H. et al. (2018). Climate Changes, Global Warming and Providing the Cooling Needs of Pistachio Trees: Challenges and Solutions. Pistachio Research Institute
- Hesami A, Amini A (2016) Changes in irrigated land and agricultural water use in the lake Urmia basin. *Lake Reservoir Manage* 32(3): 288–296. <https://doi.org/10.1080/10402381.2016.1211202>.
- Hokmabadi, H., (2010) Pistachio frost damage in Iran and new methods of frost protection. Paper presented at the XIV GREMPA Meeting on Pistachios and Almonds, Zaragoza : CIHEAM / FAO / AUA / TEI Kalamatas / NAGREF
- Hong, E.M, Nam, W.H., Choi, J.Y., Pachepsky, Y.A., (2017) Projected irrigation requirements for upland crops using soil moisture model under climate change in South Korea. *Agric Water Manag* 165:163–180
- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). (2020). Improving water and land management in the dry areas. Retrieved from <https://www.icarda.org/>
- Javanshah A, Alipour H, Hadavi F (2005) A model for assessing the chill units received in Kerman and Rafsanjan areas. *ISHS Acta Horticulturae* 726. Doi:<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.726.35>
- Kamali, A, Owji, A.R., (2016) Agro-ecological requirements for growing pistachio trees: a literature review. *Elixir Agric* 96:41450–41454.
- Karabulut, H. (Year of Publication). Sürdürülebilir Antepfıstığı Tarımı İçin Organik Gübreleme ve Toprak Yönetimi Uygulamaları. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. Retrieved from ProQuest Dissertations and Theses Global. (Accession No. 1234567890)
- Neilsen, D., Smith, C.A.S., Frank, G., Koch, W., Alila, Y., Merritt, W.S., Cohen, S.J., (2006) Potential impacts of climate change on water availability for crops in the Okanagan Basin, British Columbia. *Can J Soil Sci* 86(5):921–936
- Nouri, M., Homae, M., Bannayan, M., Hoogenboom, G., (2017) Towards shifting planting date as an adaptation practice for rainfed wheat response to climate change. *Agric Water Manag* 186:108–119
- Okkan U (2015) Assessing the effects of climate change on monthly precipitation: proposing of a downscaling strategy through a case study in Turkey. *KSCE J Civ Eng* 19(4):1150–1156.
- Pakpour, Rabati A, Jafarzadeh, A.A., Shahbazi, F., Rezapour, S., Momtaz, H.R., (2012) Qualitative and quantitative land-suitability evaluation for sunflower and maize in the north-west of Iran. *Arch Agron Soil Sci* 58(11):1229–1242. <https://doi.org/10.1080/03650340.2011.579597>.
- Puma, M.J., Cook, B.I., (2010) Effects of irrigation on global climate during the 20<sup>th</sup> century. *J Geophys Res* 115:D16–D120
- Raziei, T., Pereira, L., (2013) Estimation of Eto with Hargreaves–Samani and FAO-PM temperature methods for a wide range of climates in Iran. *Agric Water Manag* 121:1–18

- Sedri MH, Amini A, Golchin A (2019) Evaluation of nitrogen effects on yield and drought tolerance of rainfed wheat using drought stress indices. *J Crop Sci Biotech*
- Shakeri, A., & Omid, A. (Eds.). (2017). *The Pistachio Tree; Botany and Crop Production*. Academic Press.
- Tajabadipour, A., (2019), Evaluation of the Effect of Dormex on chilling requirement deficiency and their effects on flowering and vegetative, reproductive, quantitative and qualitative traits of pistachio trees, Pistachio Research Center. 10. Ahmadi, H., Baaghdeh, M. & Dadashi-Roudbari, A., (2021), Climate change impacts on pistachio cultivation areas in Iran: a simulation analysis based on CORDEX-MENA multi-model ensembles. *Theor Appl Climatol* 145, 109–12
- Trigo RM, Gouveia C, Barriopedro D (2010) The intense 2007–2009 drought in the Fertile Crescent: impact and associated atmospheric circulation. *Agric For Meteorol* 150(9):1245–1257. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.05.006>
- University of California Agriculture and Natural Resources. (2016). *Pistachio Production Manual*. University of California Agriculture and Natural Resources.
- Wang L, Chen W (2014) A CMIP5 multimodel projection of future temperature, precipitation, and climatological drought in China. *Int J Climatol* 34(6):2059–2078
- Yaldız, G., Öztürk, E., & Sancak, C. (2021). The Effects of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Rootstocks on Yield and Quality. *Horticulturae*, 7(10), 314. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100314>
- Yarahmadi, J., ve Amini, A., (2021) Determining land suitability for pistachio cultivation development based on climate variables to adapt to drought. *Theoretical and Applied Climatology* (2021) 143:1631–1642.
- Ye, Q., Yang, X., Dai, S., Chen, G., Li, Y., Zhang, C., (2015) Effects of climate change on suitable rice cropping areas, cropping system and crop water requirements in southern China. *Agric Water Manag* 159:35–44
- Zeinadeni A, PoorIbrahimi M, Taheri N, Navidi MN (2019) The growing needs of important horticultural products in the Iran. Tehran, Iran: Soil & Water Research Institute, Agricultural and Natural Resources Research Center, AREE, Tehran, Iran
- Zohary, D., & Hopf, M., (2000). *Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley* (3rd ed.). Oxford University Press.

## KÖPEKLERDE ÖN EKSTREMİTENİN ANGULAR DEFORMİTELERİ

**Dr. Şihap ÇANKAYA (ORCID:0000-0002-4652-1923)**  
Dicle Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Cerrahi ABD, Diyarbakır  
**Email:**sihap.cankaya@dicle.edu.tr

**Dr. Öğr. Üyesi Berna ERSÖZ KANAY (ORCID:0000-0001-5165-0618)**  
Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi ABD, Diyarbakır  
**Email:**bersoz@dicle.edu.tr

### ÖZET

Angular (açısal) veya rotasyonel ekstremite deformitesi, herhangi bir ekstremitenin uzaysal hizalanmasındaki patolojik bir bozukluktur. Ön ekstremitelerin normal anatomik gelişimi, radius ve ulnanın uyumlu bir şekilde büyümesine bağlıdır. Radius ve ulnanın asenkronize (uyumsuz) büyümesi sonucu oluşan bozukluk “angular deformasyon” olarak tanımlanmıştır. Amaç Köpeklerin angular ekstremite deformitelerinin, özellikle de antebrachial deformitelerin değerlendirilmesi, tedavi sürecine karar verme ve cerrahi yönetimini gözden geçirmektir. Köpeklerde angular ekstremite deformiteleri yaygın görülür. Bu bozukluk en çok kondrodistrofik ırk köpeklerde görülür. Büyüme plaklarının erken kapanmasına travmalar, bazı hormonlar (büyüme hormonu, parathormon, kalsitonin, tiroksin, cinsiyet hormonları), beslenme (protein, mineral ve vitaminler), genetik (chondrodysplasia, achondroplasia gibi), sinostozis, malunion, cinsiyet ve radyasyon gibi bazı faktörler etkili olmaktadır. Köpeklerde radius ve ulnayı kapsayan antebrachium deformiteleri, % 0.74'lük oranla en sık rastlanılan iskelet sistemi büyüme bozukluğudur. Antebrachial deformitelere bağlı sekonder olarak ekstremite kullanımı ve kozmetik kusur, uzunluk kayıpları, dirsek eklemde uyuşmazlık, karpal subluksasyon, eklem efüzyonu, ağrı ve ekstremite yakınındaki eklemde osteoartritis (OA) meydana gelebilmektedir. Antebrachium kemiklerinde beş ossifikasyon merkezi bulunur. Bunların ikisi radius, üçü ulna üzerindedir. Radiustakiler; proksimal ve distal büyüme plakları; ulnadakiler; proksimal, distal ve processus anconeustaki büyüme plaklarıdır. Bu büyüme plaklarında gelişen en ufak bir anormallik bu eklemde deformite oluşturur. Köpeklerde radiusun büyümesi yaklaşık %40 oranında proksimal, %60 oranında distal büyüme plaklarından, ulnanın büyümesi ise %15 oranında proksimal, %85 oranında da distal büyüme plaklarından olur. Distal ulnar fizisin erken kapanmasına bağlı olarak gelişen “Radius curvus” bir gelişim bozukluğudur. Proksimal radial fizisin erken kapanması karpusta bir varus angulasyonuna yol açar. Distal radial fizisin erken kapanmasında, plağın medial bölümünün erken kapanması varus anguler deformitesine, plağın lateralinin erken kapanması valgus anguler deformitesine yol açar. Antebrachial deformitelerin yönetimine yardımcı olmak için konservatif yönetimden düzeltici osteotomilere kadar çeşitli seçenekler mevcuttur. Ancak konservatif yönetim ekstremite deformitelerini iyileştirmede etkisizdir. Angular deformitelerin düzeltilmesi için sayısız osteotomi ve stabilizasyon teknikleri bildirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Angular deformite, Köpek, Antebrachium, Osteotomi

## ANGULAR DEFORMITIES OF THE FORELIMB IN DOGS

### ABSTRACT

Angular or rotational limb deformity is a pathological abnormality in the spatial alignment of any limb. Normal anatomical development of the forelimbs depends on the harmonious growth of the radius and ulna. The disorder resulting from asynchronous growth of the radius and ulna is defined as "angular deformity". The aim of this study is to review the evaluation, decision-making and surgical management of canine angular limb deformities, especially antebrachial deformities. Angular limb deformities are common in dogs. These are primarily seen in chondrodystrophic breeds of dogs. There are five ossification centres in the antebrachium bones. Two of these are on the radius and three on the ulna. Those on the radius are the proximal and distal growth plates; those on the ulna are the proximal, distal and processus anconeus growth plates. Antebrachium deformities involving the radius and ulna are the most common skeletal growth disorder in dogs with a rate of 0.74%. Secondary to antebrachial deformities, limb use and cosmetic defects, length loss, elbow joint numbness, carpal subluxation, joint effusion, pain and osteoarthritis (OA) in the joint near the limb may occur. There are five ossification centres in the antebrachium bones. Two of these are on the radius and three on the ulna. Those on the radius are the proximal and distal growth plates; those on the ulna are the proximal, distal and processus anconeus growth plates. The slightest abnormality in these growth plates causes deformity in this joint. In dogs, approximately 40% of the growth of the radius occurs through the proximal and 60% through the distal growth plates, and 15% of the growth of the ulna occurs through the proximal and 85% through the distal growth plates. "Radius curvus" which develops due to early closure of the distal ulnar physis is a developmental disorder. Premature closure of the proximal radial physis leads to a varus angulation of the carpus. In early closure of the distal radial physis, early closure of the medial part of the plate leads to varus angulation deformity and early closure of the lateral part of the plate leads to valgus angulation deformity. Various options are available to help manage antebrachial deformities, ranging from conservative management to corrective osteotomies. However, conservative management is ineffective in improving limb deformities. Numerous osteotomy and stabilisation techniques have been reported for the correction of angular deformities.

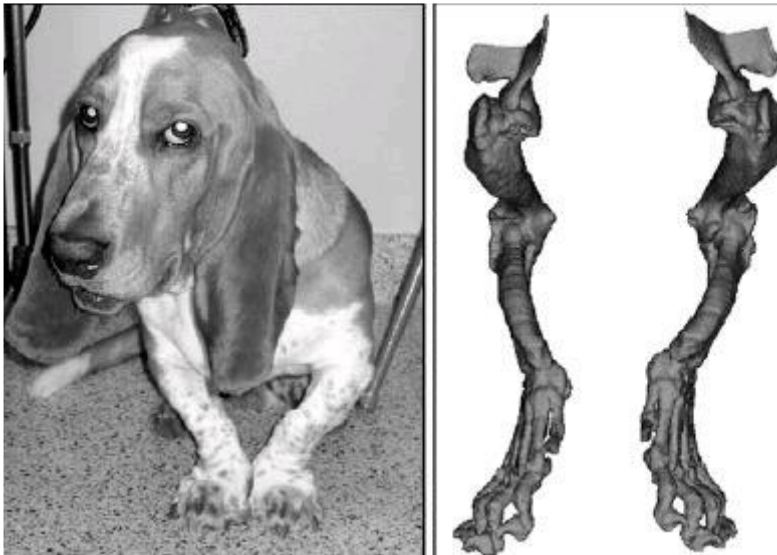
**Keywords:** Angular deformity, Dog, Antebrachium, Osteotomy.



## GİRİŞ

### Etiyoloji

Angular (açısal) veya rotasyonel ekstremite deformitesi, herhangi bir ekstremitenin uzaysal hizalanmasındaki patolojik bir bozukluktur. Ön ekstremitelerin normal anatomik gelişimi, radius ve ulnanın uyumlu bir şekilde büyümesine bağlıdır. Radius ve ulnanın asenkronize (uyumsuz) büyümesi sonucu oluşan bozukluk “angular deformasyon” olarak tanımlanmıştır (1,2). Köpeklerde angular ekstremite deformiteleri yaygındır. Bunlar öncelikle kondrodistrofik ırk köpeklerde görülür. Kondrodistrofik köpekler, apendiküler (üst ve alt ekstremite) iskeletlerinin ve kafataslarının büyümesinde değişken bozulmalara yol açan genetik bir yapıya sahiptir (1). Kondrodistrofik köpeklerin çoğunun ön ayakları ve pelvik uzuvları simetrik olarak deforme olmuştur. Kondrodistrofik köpeklerin ön ayakları başlangıçta ve öncelikle distal ulnar fizislerin erken kapanmasına sahiptir; bu da valgus (yani abaksiyal veya lateral) deformitesine, kaudal açılanmaya ve distal radial fizislerden kaynaklanan antebrachia'nın distal kısmının hafif dış rotasyonuna yol açabilir. Büyük olasılıkla bu primer kapanmanın bir sonucu olarak, kondrodistrofik köpeklerde genellikle proksimal radial fizislerden kaynaklanan bir varus (yani aksiyel veya medial) deformitesi vardır (Şekil 1) (2).



Şekil 1. Bu 1 yaşındaki basset ırkı köpeğin (solda) her iki ön ayağında, antebrachia'sının distal kısmında valgus açılanması ve antebrachia'sının proksimal kısmında varus açılanması içeren bir deformite var. Bu açılanmalar ön ayakların bilgisayarlı tomografi taramasına dayanan 3D görüntüsünde görülebilmektedir (sağda). Büyüme plakları, uzun kemiklerin epifizi ile diafizi arasında enlemesine uzanan, birbirleriyle uyum içinde çalışan ve endokondral kemikleşme ile kemiklerin uzunlamasına büyümesini sağlayan özelleşmiş dokulardır (3,4). Antebrachium kemiklerinde beş ossifikasyon merkezi bulunur. Bunların ikisi Radius, üçü ulna üzerindedir. Radius'takiler; proksimal ve distal büyüme plakları; ulna'dakiler; proksimal, distal ve processus anconeus'taki büyüme plaklarıdır. Ön bacakların normal anatomik gelişimi, antebrachium (ön kol) kemiklerinin uyumlu bir şekilde büyümesine bağlıdır. Köpeklerde radiusun büyümesi yaklaşık %40 oranında proksimal, %60 oranında distal büyüme plaklarından, ulnanın büyümesi ise %15 oranında proksimal, %85 oranında da distal büyüme plaklarından olur. Distal ulna büyüme plağı, distal radial büyüme plağına göre kemik uzunluğunun artmasına iki kat daha fazla katkıda bulunur. İskeletin büyüme süresi köpek ırkları arasında farklılık göstermekle birlikte ortalamaları aşağıdaki gibidir (5).

- Radius proksimal büyüme plağı 220-260 gün
- Radius distal büyüme plağı 220-260 gün
- Ulna proksimal büyüme plağı (tuber olecrani) 180-220 gün
- Ulna distal büyüme plağı 220-260 gün

Örneğin Beagle gibi kısa boylu köpekler maksimum yüksekliğe 7.8 ayda ulaşırken, Greyhound gibi iri cüsseli köpek ırkları 11.5 ayda ulaşır. Processus anconeus'un, ulnanın büyümesine katkısı olamamakla birlikte ossifikasyondaki herhangi bir gecikme ya da birleşmeme söz konusu olduğunda, dirsek eklemindeki dejeneratif bozukluğa bağlı olarak topallık şekillenir. Processus anconeus'un olecranon ile normal birleşme süresi 112-140 gün arasındadır. Aksi takdirde ayrı bir processus anconeus durumu söz konusudur (5).Büyüme plağı anatomik bütünlüğünün klinik olarak önemi büyüktür. Hipertrofiye olmuş hücreler bölgesinde transversal biçimde bir kırık oluşursa germinal hücre tabakası ve bu bölgeye gelen kan akışı (epifiz damarları) zarara uğramaz ve büyüme devam eder. Bununla birlikte, eğer kırık hattı büyüme plağını geçip epifizi de etkilerse, epifizi besleyen damarlar kesilir ve bölgesel bir iskemi ile beraber germinatif kondrositlerin bazılarının ölümü şekillenir. Bunun sonucunda, büyüme yavaşlar ya da durur. Bu da klinik olarak bacağın kısılmasına veya angular deformiteye yol açar (6).Büyüme plaklarının kapanması üzerine; travmalar, bazı hormonlar (büyüme hormonu, parathormon, kalsitonin, tiroksin, cinsiyet hormonları), beslenme (protein, mineral ve vitaminler), genetik (chondrodysplasia, achondroplasia gibi), cinsiyet ve radyasyon gibi bazı faktörler etkili olmaktadır (5).Olgunluğa erişmemiş hayvanlarda patolojik durumların büyüme plakları üzerine olumsuz etkileri ekstremitelerde kısılma, angular deformiteler, eklem sorunları gibi ciddi problemlere neden olabilmektedir (7). Köpeklerde radius ve ulna'yı kapsayan antebrachium deformiteleri, %0.74'lük oranla en sık rastlanılan iskelet sistemi büyüme anomalileridir. Antebrachial deformitelere bağlı sekonder olarak ekstremitte kullanımı ve kozmetik kusur, uzunluk kayıpları, dirsek eklemine uyumsuzluk, karpal subluksasyon, eklem efüzyonu, ağrı ve ekstremitte yakınındaki eklemde osteoartrit (OA) meydana gelebilmektedir (5).

**Travma:** Trafik kazaları, yüksekte düşme, çarpma gibi etkiler epifizeal plaklar üzerinde hasar oluşturabilmektedir. Travma sonrası bölgenin kanla beslenmesi engellenebilir ve buna bağlı olarak hücre nekrozu ya da kondrositlerin doğrudan yıkılmasına gözlenebilir. Radius'unki gibi horizontal bir büyüme plağına transversal bir kuvvet etkideğinde olay hipertrofik kırıkdaktan geçen Salter-Harris Tip I kırığı ile sonuçlanır. Özellikle deformite oluşumunda travma sonucu şekillenen Salter-Harris Tip V kırıkları epifizeal plakların erken kapanmasında etkili olmaktadır (8,9)

**Genetik yatkınlık:** Angular deformiteler özellikle kondrodistrofik ırk köpeklerde görülür. Kondrodistrofik köpeklerin apendiküler iskeletinin ve kafatasının büyümesinin bozulmasındaki değişken öncelikle sahip oldukları genetik yapıdır. Çoğu kondrodistrofik köpek ön bacaklarda ve arka bacaklarda simetrik deformasyona sahiptir. Yakın tarihli çalışmalarda, Skye terrier'lerde distal ulnar kapanma kalıtsal olarak kabul edilmiştir. Basset hound gibi bazı kondrodistrofik ırkların diğer köpeklere göre daha fazla biapikal antebrachial deformite insidansına sahip olduğu da düşünülmektedir(2)

**Diyet:** D vitamini ya da iz element eksikliğinin, Ca ya da C vitamini fazlalığının ve enerji bakımından yüksek beslemenin gelişimsel anormalliklere sebep olabileceği belirtilmektedir. Bu konuda özellikle Ca ve enerjinin önemli faktörler olduğu bilinmektedir (10)

**Hormonal bozukluklar:** Büyüme hormonu, insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-I), triod hormonu (T3 ve T4) ve glukokortikoidler longitudinal kemik gelişimini yavruluk süresince düzenleyen majör sistemik hormonlardır (11)

**Hipertrofik Osteodistrofi:** Bu hastalık, gelişmekte olan kemiğin metafizeal bölgelerinde periostun dışında proliferatif kemik üretir. Şiddetli hastalıkta bu proliferatif kemik, ulnar büyüme plağını köprüleyebilir ve uzamanın durmasına ve fizeal kapanmaya neden olabilir. Ulnar metafizde endrokondral kırıkta kapanması, distal ulnar fiziste anormal kırıkta döngüsünün bir sonucudur (6)

**Sinostozis:** İki kemik arasındaki anormal ya da normal birleşmedir. Komşu iki kemiğin eş zamanlı kırıklarında ortak hematoma konsolidasyonu sonucu oluşur. Sorunlarla özellikle gelişmeye devam eden ön ekstremitelerde karşılaşırlar. Çünkü radius ve ulnanın büyüme plakları total gelişimde farklı oranlarda gelişimden sorumludur. Normal ekstremitede gelişimi için iki kemiğin de dinamik durumunun olması gerekir ve biri bir diğerini geçebilir (12) İki kemiğin birleşmesi bir kemiğin hareketliliğini önler ve bağlantılı olarak diğer kemiğin hareketliliği de önlenir. Çünkü proksimal radius uzunlamasına büyüme devam eder, olekranon radial başı distal olarak başka yöne çeker. Bu humero-ulnar ayrılma-subluksasyon ile sonuçlanır(9) Sinostozis genellikle travma sonrasında oluşur ve iki kemiğin birleşmesi hareketi önler. Bununla birlikte daha önceden segmental ulnar ostektomi uygulanan ya da radio-ulnar şaft kırığı olan hastalarda daha sık görülür(5) Humero-ulnar subluksasyon sonucu sekonder olarak dirsek ağrısı ve dirsek ekleminin hareket oranında azalma oluşabilir(2)

**Malunion:** Kırık kemiğin iyileşme süresince normal anatomik kemik hizalanmasını kazanamaması ya da uygun olmayan hizalanmayı koruyarak iyileşmesidir. Başlıca sebepleri arasında, kırıkların uygun şekilde sağaltılmaması, kırığın uygun olmayan konservatif veya kapalı redüksiyonla sağaltılmaya çalışılması, immobilizasyondaki yetersizlikler, postoperatif dönemde implant hasarı ve gevşemeleri ile implantların erken uzaklaştırılması sayılabilir. Malunionlar appendiküler iskelet, aksiyal iskelet ya da eklem yüzeyinde olabilir. Appendiküler iskeletin kemik segmenti etkilendiğinde genellikle angular deformite ile sonuçlanır. Translasyonel ve rotasyonel deformiteler de meydana gelebilir(5) Anormal kemik deformiteleri; deformitenin sayısı, yönü ve ilişkileri olarak sınıflandırılır. Deformiteler tek, çift ve daha fazla kemikte ise sırasıyla, uniapikal, biapikal ve multiapikal olarak tanımlanır. Deformitenin yönü üç planda tanımlanmıştır; kranio-kaudal (CC) radyografilerde tanımlanan frontal düzlem, medio-lateral (ML) radyografilerde tanımlanan sagittal düzlem, fiziksel muayene ve radyografiler ile tanımlanan rotasyonlar. Bu ortogonal radyografiler kemiğin altındaki ve üstündeki eklemleri içerir. Tanımlamada, oblik radyografiler rotasyonel deformitelerin varlığında miktarına bağlı olduğundan gereklidir (5). Deviasyon frontal düzlemde orta hatta ve karşı tarafa doğru olduğunda sırasıyla varus ve valgus olarak, sagittal düzlemde kranial eğilme prokurvatum ve kaudal eğilme rekurvatum olarak adlandırılır. Rotasyon pronasyon veya supinasyon şeklinde karşımıza çıkar (5). Rotasyon, antebraçial deformitelerde oldukça yaygındır, fakat değerlendirmesi zordur. Çünkü angulasyon varlığında köpekler ağrı hissiyatını azaltmak ve ekstremitede kullanımını artırmak için mevcut olan pronasyonu veya supinasyonu kullanabildiğinden ekstremitenin fark edilen angulasyonunu etkiler. Rotasyonel deformitenin ölçümünde sadece ayak izinin yönüne bakmak antebraçiumun mevcut rotasyonu olduğundan fazla düşündürüleceği için uygun değildir. Bunun yerine rotasyon, sedasyondaki hastada, dirsek ekleminin ekstensiyon ve fleksiyonu sırasında oluşan düzlemin yönü ile bileğin

ekstensiyonu ve fleksiyonu sırasında oluşan düzlemin kıyaslanması ile değerlendirilmelidir. Rotasyonel deformiteler radyografilerde güvenilir bir şekilde değerlendirilemez. Pronasyon ve supinasyon da rotasyonel deformitelerin ön belirtisi olarak kullanılabilir. Köpekler 0° pronasyon ve 45° supinasyonla birlikte antebrachiumlarında yaklaşık olarak 45° dönme hareketine sahiptir. Translasyon, bir ekstremite segmentinin başka bir ekstremite segmentiyle ilişkili olarak ekstremitenin uzun eksenine paralel yönde yer değiştirmesidir. Translasyon kırık malunionu sonucunda da oluşabilir. Kemiğin distal kısmından köken alan radiusunda ciddi kaudal deformitesi olan köpekler, bu deformiteyi bileği hiperekstensiyonda tutarak kompanze etmeye çalışırlar. Bu, radiusla ilişkili olarak bileğin kaudal translasyonunun fark edilmesiyle sonuçlanır(2).

**Distal Ulnar Fizisin Erken Kapanması:** Ön ekstremite deformitesi distal ulnar fiziste yavaşlayan veya durdurulan büyüme nedeniyle ulnar uzunlukta kısalma ile başlar. Uzaması duran ulna, uzaması devam eden radius için bir engeldir ve radiusu da deforme eder. Kısalmış ulnanın bowstring gibi davranmasıyla, başlangıçta radius eğilmiştir. Eğilme karpal kemiğin proksimal sırasında, radiusun distal ucunda anormal kaudal pozisyon alabilir ve hiperekstensif karpusa neden olabilir. Radiusun kraniale bombelenmesi "Radius curvus" olarak adlandırılan anormal bacak gelişimi olarak bilinir. Daha sonra radius mediale eğilir, ekstremitenin laterale deviasyonuyla valgus meydana gelir. Valgus pozisyonunda, karpal axis, abaxial bir açıda dirseğe paralel pozisyonundan deviyeye olur. Devam eden radial büyümeyle radius eksternale dönmeye başlar, kısa ulna çevresinde patinin supinasyonu ile sonuçlanır. Supinasyon hafif olabilir (distal ulnar fiziste geç kapanmada) veya 90° kadar olabilir (erken bir kapanmada, yani büyüme bozuklukları 2-3 aylıkken). Eşzamanlı olarak kısa ulna dirsekten dışarıya ventralden subluksasyona başlar. İlerleyen durumlarda humero-ulnar subluksasyon ve dirsek instabilitesinde bozukluk ve radio-carpal eklemden subluksasyon ile eklem yumuşak doku desteklerinde gerilme meydana gelebilir. Eklemdeki bu deformasyonlar sonucu osteoartrit gelişir ve kalıcı bozukluklara yol açar. Genelde deformasyon gelişen ekstremite kısa kalır ve bu kısalık sağlıklı ekstremitenin normal gelişimi ile tolere edilmeye çalışılır (13)

**Proksimal Radial Fizisin Erken Kapanması:** Proksimal radial fiziste tam ve simetrik kapanma kısalmış ama düz bir radius, dirsek uyumsuzluğu ve karpusta bir varus angulasyonuna yol açar. Dirsek ekleminde malartikülasyon gelişir. Bu durumda humero-radial eklem aralığı ve humerus ile proc.anconeus arasındaki eklem aralığı genişler. Radial başın laterale yer değiştirmesi, proksimal radiusun lateral eğimi ve radial eklem yüzeyinin eğik açısı da görülebilir. Hızla sekonder artrit gelişir(5)

**Distal Radial Fizisin Erken Kapanması:** Distal radiusta asimmetrik veya parsiyel fizeal kapanma ile görülen bacak deformitesi kapanma yerine göre değişir. Plağın medial bölümünün erken kapanması varus anguler deformitesine ve nadiren ayağın içe dönmesine sebep olur. Buna karşın plağın lateralinin erken kapanması valgus anguler deformitesine ve eksternal rotasyona yol açar. En sık görülen deformite fiziste kaudo-lateral kapanma olup, lateral fizis daralmış olarak kabul edilir ve radiusun medial yönüne yaklaştıkça kademeli olarak genişler. Radial başın distal subluksasyonu, radio-humeral eklem aralığında artışa neden olur. Dirseğin medial ve kollateral ligamentleri humerusu radiusa bağlar. Bu nedenle, ulna büyümeye devam ederken, radius, kollateral ligamentler vasıtasıyla humerusun tutulmasını sağlar ve humerusla ilişkili olarak ulnanın proksimal subluksasyonu ile sonuçlanır. Durum ilerledikçe ulna proksimale

tamamen lukse olabilir. Karpusun normal anatomisi bozulabilir ve radio-karpal eklem dorsale lukse olabilir(5)

Bu bölümün amacı, köpeklerin angular ekstremitte deformitelerinin, özellikle de antebrakial deformitelerin değerlendirilmesi, terapötik karar verme ve cerrahi yönetimini gözden geçirmektir.

### **Klinik Değerlendirme**

Ekstremitte deformitesi olan hastaların ameliyat öncesi değerlendirmesi karmaşıktır ve çeşitli faktörleri içerir: uzuv kullanımı ve kozmesis, hareket açıklığı, statik rotasyon, pronasyon, supinasyon, mediolateral (ML) ve kraniokaudal (CC) açılanma, uzunluk açığı, eklem efüzyonu, ağrı ve deformiteye komşu eklemlerdeki osteoartrit (OA). Hastalarda deformitenin mümkün olduğunca hızlı bir şekilde tam olarak değerlendirilmesi önemlidir. Çünkü büyüme ve zaman deforme olmuş uzvu olumsuz etkileyecektir. Bazı klinisyenler, bir deformiteyi izlemenin (yani birkaç haftada bir yeniden değerlendirmenin) geçerli bir yönetim şekli olduğu gibi yanlış bir izlenime sahiptir. Bu konservatif yönetim şekli tıbbi olarak nadiren tavsiye edilir (14). Ekstremitte deformitesi olan hastaları getirirken hasta sahiplerinin motivasyonu, öncelikle uzuv kullanımını ve işlevini arttırmak, aynı zamanda genel hareketliliği arttırmak, uzuv ağrısını hafifletmek ve uzuv kozmesisini iyileştirmektir. Ekstremitte kullanımı, kozmesis ve genel hareketlilik derecelendirilebilir (Tablo 1)(14). Sorunun ciddiyetine ilişkin algılanan farklılıkları önlemek için bu derecelendirmelerin hasta sahibi ve klinisyen tarafından kabul edildiğinden emin olmak kritik önem taşımaktadır. Bazı hasta sahipleri sorunun ciddiyetini hafife alırken, diğerleri abartmaktadır. Örneğin, angular ekstremitte deformiteleri, yaşamın ilerleyen dönemlerinde fark edilme eğilimindedir ve kısa tüylü köpeklere kıyasla uzun veya kıvırcık tüylü köpeklerde daha az tahmin edilir. Hayvan sahipleri, genç bir yavru köpekte gelişimsel humeroradial (kaudolateral) luksasyonun ciddiyetini hafife alabilir çünkü uzuv kullanımını kabul edilebilir olarak algılayabilirler. Bazı sahipler öncelikle evcil hayvanlarının uzuv kozmesisi ile motive olurlar (örneğin, gösteri köpekleri). Uzuv deformitelerinin optimal yönetimi, tedavi edilen hastaların hem işlevini hem de kozmesisini iyileştirecektir (14). Kötü uzuv kullanımı tek başına ameliyat için açık bir endikasyon değildir veya bir spesifik ameliyat yapılması gerektiği anlamına gelmez. Örneğin, antebrakial deformitesi ve ulnar troklear çentik yokluğuna yol açan gelişimsel humero-ulnar luksasyonu olan bir köpeğin uzuv fonksiyonu kötü olabilir ancak düzeltici bir osteotomi için aday olmayabilir. Açısal bir uzuv deformitesi ile birlikte şiddetli OA olan bir köpek, OA kaynaklı ağrının varlığı nedeniyle deformite düzeltilirse daha iyi işlev görmeyebilir. Etkilenen uzuvdan alınan tüm ölçümler, karşı uzuvdan alınan ölçümlerle, benzer yaş ve konformasyondaki köpeklerin ölçümleriyle veya bilimsel literatürde bildirilen değerlerle karşılaştırılmalıdır (15). Etkilenen uzuvların hareket açıklığı ameliyattan önce dikkatle değerlendirilmeli ve herhangi bir hareket anomalisinin nedeni tedaviye başlanmadan önce anlaşılmalıdır (Şekil 2) (15). Eklem hareket açıklığı, etkilenen uzvun değerlendirilmesinde önemli bir unsurdur çünkü eklem hareket kaybı uzuv kullanımı üzerinde son derece olumsuz bir etkiye sahip olabilir. Örneğin, karpal ekstansiyon kaybı olan bir köpek ön bacağı üzerinde ağırlık taşıyamayabilir. Hareket kaybı, gelişimsel antebrakial deformitelerde, özellikle de gelişimsel subluksasyon sonucu karpal fleksiyon kaybı ve humeroulnar veya humeroradial subluksasyon veya osteoartrit sonucu dirsek fleksiyonu kaybında yaygındır (14).

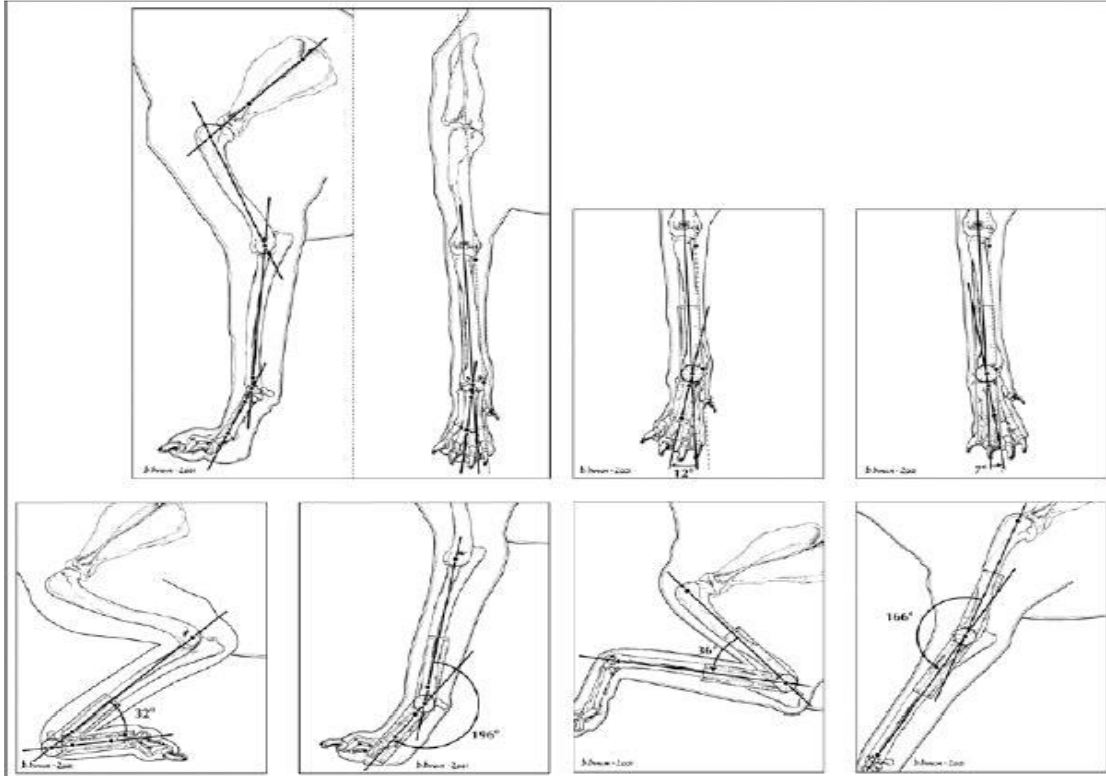
### **Angulasyon (Açılanma)**

Ekstremitte deformitesi olan hastalarda ekstremitte (radyal) açılanması değerlendirilir. Valgus ve varus mediolateral (ML) deformitelerinin uzuv kullanımı üzerinde Craniocaudal (CC) deformitelerinden daha önemli bir etkisi vardır. Ön bacak, dirsek ve omuz eklemi fleksiyonundaki artışın veya azalmanın bir deformiteyi dengeleyebildiği CC deformitelerine kıyasla ML deformitelerinin varlığını ayarlamada çok az uyarlanabilir seçeneğe sahiptir. Ayakta dururken ve yürürken, köpekler ön ayaklarını büyük olasılıkla omuz eklemlerinin merkezi ve metakarpal ped köpeğin önünden görüldüğü gibi dikey bir çizgi oluşturacak şekilde yükler. Bu çizgi, uzvun ML mekanik eksenini olarak adlandırılır (Şekil 2 ve Şekil 3). Dikey bir mekanik eksene sahip olmak en düşük enerji harcamasına yol açar ve hareketin etkinliğini optimize eder. Valgus deformiteleri genellikle görsel olarak varus deformitelerinden daha dikkat çekicidir ve normal uzuv genellikle 5° ila 10° valgusa sahip olduğundan uzuv kullanımı üzerinde daha yüksek bir olumsuz etkiye sahip olabilir. Örneğin, başlangıçta 10° valgusu olan bir köpekte 20°'lik bir medial deformite yaklaşık 10°'lik bir manus oryantasyonuna yol açacaktır, bu da makul derecede ayrı bir deformitedir; ancak 20°'lik bir lateral deformite yaklaşık 30° valgusa yol açacaktır, bu da önemli bir deformitedir. Antebrachium'un CC açılanmasını duruş veya palpasyon sırasında doğru bir şekilde değerlendirmek mümkün değildir. Radyografilerle değerlendirilir. ML açılanması, hasta sedasyonda değilken ve etkilenen uzvu üzerinde ağırlık taşıırken değerlendirilmelidir. Duruş sırasında ML açılanması, özellikle valgus deformitesi olan hastalarda antebrachium'un gerçek açılanmasını olduğundan fazla gösterir çünkü eklem asimetrik olarak yüklendiğinde kemik açılanmasına ek olarak eklem subluksasyonu da meydana gelebilir. Angulasyon, hastalar bir eklem veya eklem bir kısmı üzerine binen yükü azaltmak için uzuvlarını ağrı giderici pozisyonlara getirdiklerinde de meydana gelebilir. ML açılanması ayrıca hasta rahatladığında da değerlendirilir (genellikle sedasyon altında). Rahat bir uzuvda ölçülen ML açılanması, uzuv açılanmasının en doğru değerlendirmesi olma eğilimindedir. Birçok hastada tek (unifokal) açısal uzuv deformitesi varken, bazı hastalarda iki (bifokal, Şekil 1 ve Şekil 4) veya daha karmaşık açısal deformiteler vardır (Tablo 2). Diğerlerinde ise multifokal deformite olarak tanımlanan, yayı andıran düzgün açılı bir kemik bulunur(2).

**Tablo 1.** Ekstremitte Deformitesi Olan Hastalarda Ekstremitte Kullanımı, Kozmesis ve Genel Hareketliliğin Değerlendirilmesi.

	Ekstremitte kullanımı (Topallık)	Kozmesis (karşı uzuv ile farklılık)	Hareketlilik (Aktivite performansı) seviyesi,
Mükemmel	Yok	Yok	Normal
İyi	Hafif, aralıklı	Minör, hafif	Hafif kısıtlama
Orta	Sabit	Önemli ölçüde	Ciddi kısıtlama
Zayıf	NWB'ye ayak parmağıyla dokunma	Büyük	Hareket kabiliyeti çok sınırlı

NWB: Non Weight-bearing (Ağırlık taşımayan)



**Şekil 2.** Labrador retrieverlerde karpus ve dirsek ekleminin metakarpal, antebrachium distal kısmının kraniokaudal orta noktası, lateral epikondil, humerusun proksimal kısmının kraniokaudal orta noktası ve skapula omurgası (sol üst) ile hizalanmış plastik bir gonyometre kullanılarak ölçülen normal hareket açıklığı. Mediolateral yönde on dokuz derece hareket (sağ üst), karpal hareket için kraniyokaudal yönde 164° (sol alt) ve 130° dirsek hareketi mevcuttur. (Jaegger G, Marcellin-Little DJ, Levine D.'den alınmıştır: Am J Vet Res 63:979-986, izinle çoğaltılmıştır < AVMA'dan talep edildi, beklemede >) (15).



**Şekil 3.** Bu Yorkshire teriyeri radiusun distal kısmında valgus deformitesine sahiptir. Sağ tarafta, omuz, dirsek, karpus ve metakarpal pedin yaklaşık merkezlerine noktalar yerleştirilmiştir. Omuz eklemlerinin ve metakarpallerin merkezleri yere dik bir çizgi oluşturuyor gibi görünmektedir.

### Rotasyon

Pronasyon (iç rotasyon) ve supinasyon (dış rotasyon) ameliyat öncesinde değerlendirilir. Bu öncelikle antebrachium'u hareket kısıtlamaları ve sinostoz varlığı açısından değerlendirmek için yapılır. Sinostozlar radyografilerde doğrulanır. Sinostozlar, büyüme potansiyeli olan hastalarda mevcut olduğunda, dirsek eklemi uyumu ve daha az ölçüde karpal eklem uyumu üzerinde yıkıcı sonuçlara yol açabilir. Distal ulnar ve radial fizisin erken kapanmasından veya kondrodistrofiden kaynaklanan gelişimsel antebrakial deformiteleri olan köpeklerde sinostozlar olağandışıdır. Sinostozlar, daha önce segmental ulnar ostektomi geçirmiş veya daha önce radyo-ulnar shaft kırığı olan hastalarda çok daha yaygındır. Pronasyon ve supinasyon da rotasyonel deformitelerin bir öngörücüsü olarak kullanılabilir. Köpeklerin antebrachium'larında yaklaşık 45° rotasyonel hareket vardır, pronasyon 0° ve supinasyon 45°'dir. Kediler köpeklerden iki kat daha fazla supinasyona sahiptir (2).



**Şekil 4.** Bu köpekte radiusun distal kısmında valgus deformitesi ve radiusun proksimal kısmında varus deformitesi olan iki odaklı açısal radial deformite görülüyor. Radial ve ulnar fizisler kapalı görünmüyor.

Rotasyonel deformiteler ameliyat öncesinde değerlendirilir. Rotasyon, antebrakiyal deformitelerin yaygın bir bileşenidir: valgus deformiteleri genellikle dış rotasyonla, varus deformiteleri ise iç rotasyonla ilişkilidir. Rotasyonun değerlendirilmesi zordur çünkü angulasyonun varlığı bir ekstremitenin algılanan angulasyonunu etkiler ve köpekler mevcut pronasyon veya supinasyonlarını uzuv fonksiyonlarını geliştirmek ve algılanan ağrılarını azaltmak için kullanabilirler. Örneğin, şiddetli valgusu olan köpekler, duruş sırasında parmaklarının yere temasını iyileştirmek için uzuvlarını kasıtlı olarak dışa döndürme eğilimindedir. Rotasyonel deformitenin tek ölçüsü olarak ayak vuruşunun yönüne bakmak uygun değildir çünkü antebrachium'da mevcut olan rotasyonu büyük ölçüde abartır. Bunun yerine, rotasyon rahat (veya sedatize) bir hasta üzerinde, karpusun fleksiyonu ve ekstansiyonu sırasında oluşan düzlemin yönü ile dirsek eklemine fleksiyonu ve ekstansiyonu sırasında



oluşan düzlemin yönü karşılaştırılarak değerlendirilmelidir (16). Rotasyonel deformiteler radyografilerde güvenilir bir şekilde değerlendirilemez.

### **Boy Açıkları**

Radyal uzunluk açığı, proksimalde ve lateralde palpe edilebilen radyal baş ile distalde ve medialde palpe edilebilen radiusun medial stiloid çıkıntısı arasındaki mesafe karşılaştırılarak hastada değerlendirilir. Ulnar uzunluk açığı, proksimal ve kaudalde olekranon ile medial ve distalde lateral stiloid çıkıntı arasındaki mesafenin karşılaştırılmasıyla hasta üzerinde değerlendirilir. Uzunluk açıkları radyografilerde daha doğru bir şekilde değerlendirilir. Telafi edici humerus aşırı büyümesi, büyük tüberkülün proksimal ve kraniyal olarak lateral humerus epikondili ile lateral ve distal olarak arasındaki mesafe karşılaştırılarak hasta üzerinde değerlendirilebilir (2).

### **Translasyon (Çevirme)**

Translasyon, bir uzuv segmentinin başka bir uzuv segmentine göre o uzvun uzun eksenine paralel bir yönde yer değiştirmesidir. Translasyon, kırık kaynamamasının bir sonucu olarak ortaya çıkabilir. Köpeklerde nadir görülür. Kemikğin distal kısmından kaynaklanan radiusun ciddi kaudal deformitesine sahip köpekler, bu deformiteleri karpuslarını hiperekstansiyona getirerek telafi ederler. Bu, radius ile ilişkili olarak karpusun algılanan kaudal translasyonu ile sonuçlanır (2).

### **Eklem Subluksasyonu**

Deformitenin yanındaki eklem bölgelerinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Ciddi bir subluksasyon veya kıkırdak hasarının bir sonucu olarak eklem efüzyonu mevcut olabilir. Kıkırdak aşınması veya eklem kenarlarındaki osteofitlerin bir sonucu olarak krepitus mevcut olabilir. Aktivite seviyesine, ağırlığın karşı ön ekstremiteye doğru veya ön ekstremitelerden uzağa kaymasına veya manipülasyon sırasında (fleksiyon, ekstansiyon, pronasyon, supinasyon, valgus veya varus stresi) bir ağrı yanıtından şüphelenilebilir. Ağrının değerlendirilmesi kritik önem taşır çünkü ağrının varlığı eklem hasarına (kıkırdak erozyonu, sinovit, subluksasyon, OA) işaret eder ve bu hasar mümkün olduğunca objektif bir şekilde değerlendirilmeli ve ameliyat öncesi planlama ve hasta sahibine yapılan cerrahi önerilerde dikkate alınmalıdır. Subluksasyon ve OA (Osteoarthritis) radyografilerde doğrulanır (2).

**Tablo 2.** Köpeklerde Klasik Antebrachial Deformitelerin Yaygın Bileşenleri

Deformitenin Türü	Uzunluk açığı	Angulasyon	Rotasyon	Diğer Bileşenler*
Kondrodistrofi (Hafif)	Yok	U valgus, distal radius	Eksternal	Distal HU subluksasyonu
Kondrodistrofi (Ciddi)	Yok	U valgus, distal radius U varus, proksimal radius	Eksternal	Distal HU subluksasyonu
Kondrodisplazi	Yok	U valgus, distal radius	Eksternal	Distal HU subluksasyonu
Trvamatik PPC, distal ulna	Hafif	U valgus, distal radius	Eksternal	Distal HU subluksasyonu
Trvamatik PPC, distal radius, medial	Orta	U varus, distal radius	İnternal	Distal HR subluksasyon
Trvamatik PPC, distal radius, lateral	Orta	U valgus, distal radius	Yok	Distal HR subluksasyon
Trvamatik PPC, distal radius, tamamı	Ciddi	Yok	Yok	Distal HR subluksasyon
Radial fracture malunion	Orta	U valgus, radial orta shaft	Eksternal	Synostosis
Osteokondrodistrofi †	Ciddi	M valgus, radial orta shaft	Eksternal	Yok

Kısaltmalar: U = Unifokal; PPC = prematüre fizyel kapanma; HU = humero-ulnar; HR = humeroradial.

\* Değerlendirilen diğer bileşenler dirsek ve karpal subluksasyon ve sinostozları içerir.

† Dev ırkların iskeletsel olarak olgunlaşmamış köpeklerinde retansiyonlu cücelik, retansiyonlu kıkırdak çekirdek ve hipertrofik osteodistrofi ile ilişkili deformite. Radyografiler antebrakial deformitelerin değerlendirilmesinde önemli bir adımdır. Antebrachium'un CC (Craniocaudal) ve ML (Mediolateral) görünümü yapılar ve karşılaştırılır. Radial ve ulnar uzunluk açıkları milimetre cinsinden ve radial ve ulnar uzunluğun yüzdesi olarak ölçülür (14). Radius veya ulnanın erken kapanmasının diğer antebrachial kemiğin erken kapanmasından önce gerçekleştiği köpeklerde, ilk kapanmadan sorumlu kemikte daha büyük bir açık mevcuttur. Örneğin, distal ulnar fiziste primer kapanma ve distal radyal fiziste sekonder kapanma olan bir köpekte ulnada %10 ve radiusta %4 uzunluk açığı olabilir. Birincil kapanma bölgesinin anlaşılması tedavi kararını etkiler (2). Radyografiler, radius ve ulnanın şeklini ve ML düzlemindeki açısal deformitenin tipini (örn. tek, çift veya çok odaklı) ve kaynağını (örn. proksimal fizis, shaft veya distal fizis) değerlendirmek için kullanılır. ML ve CC düzlemlerinde olduğu gibi radyal açısal deformitelerin genellikle farklı kökenleri vardır. Örneğin kondrodistrofiden kaynaklanan klasik açısal deformite, distal radyal fizisten kaynaklanan tek odaklı bir valgus deviasyonu ve radyal orta shaftı içeren çok odaklı bir kaudal deformite içerir. Antebrakial deformitelerin düzeltilmesi planlanırken öncelik ML açılanmasına verilecektir çünkü köpekler CC açılanmasını ML açılanmasından çok daha fazla telafi edebilir. Radyografilerde radyal ve ulnar fizlerin radyografik görünümü değerlendirilmelidir. Kısmi veya tam kapanma görülebilir. İlginç bir şekilde, büyüme potansiyeli ile fizlerin radyografik görünümü arasındaki korelasyon düşüktür. Bazı fizisler açık görünmekte ancak kemik büyümesine yol açmamaktadır. Diğer fizler kapalı görünmektedir ancak kemik büyümesine katkıda buldukları görülmüştür (yayınlanmamış veriler). Radyografiler karpal ve dirsek eklemi subluksasyonu veya lüksasyonu varlığı açısından değerlendirilir (Tablo 3). Dirsek (sub)luksasyonunun uzuv kullanımı üzerinde karpal subluksasyondan daha büyük bir etkisi olduğu ve radyografilerde değerlendirilmesinin daha kolay olduğu görülmektedir. Ulnanın distal kısmının yüksek dozda radyasyona maruz bırakılmasıyla uyarılan distal ulnar fizisin erken fizyel kapanmasının neden olduğu antebrakial deformitelerin deneysel modellerinde, dirsek eklemine kıkırdak hasarı ulnar erken fizyel kapanmadan sonraki 2 hafta içinde ortaya çıkar (Şekil 5). Antebrachial deformitelerin konservatif ve cerrahi tedavisinin eklem geometrisini iyileştirme gücü sınırlı olduğundan (sirküler eksternal fiksasyon hariç) antebrakial

deformiteleri olan iskeletsel olarak olgunlaşmamış hastalarda eklem subluksasyonunu mümkün olduğunca hızlı bir şekilde ele almak kritik öneme sahiptir. OA'nın varlığı ve şiddeti radyografilerde de değerlendirilir. Ciddi OA geri döndürülemez ve düzeltici osteotomilerin olumlu etkisini sınırlayabilir. Tedaviyi seçerken OA varlığı göz önünde bulundurulmalıdır. Radyo-ulnar sinostozun varlığı, yeri ve uzunluğu ML radyografide değerlendirilmelidir.

### Tedavi Kararları

Antebrachial deformitelerin yönetimine yardımcı olmak için konservatif yönetimden düzeltici osteotomilere kadar çeşitli seçenekler mevcuttur. Uzuv deformitelerinin yönetimi için karar ağacı karmaşıktır.

**Tablo 3.** Anormal Antebrakiyal Büyümeden Kaynaklanan Yaygın Eklem Anomalileri.

Eklem anomalisi	Sebebi	Potansiyel Sonuçlar
Distal humero-ulnar subluksasyon	PPC distal ulna	Birleşmemiş ankoneal süreç, şiddetli dirsek OA
Distal humero-radial subluksasyon	PPC proksimal radius PPC distal radius	Medial koronoid prosesin parçalanması. Şiddetli dirsek OA'sı
Kaudolateral radial luksasyon	Bilinmiyor	Şiddetli dirsek uyumsuzluğu, dirsek fleksiyonu kaybı.
Proksimal radio-ulnar subluksasyon	PPC distal ulna	Karpal fleksiyon kaybı, hafif karpal OA

PPC: Premature Physeal Closure (Erken fiziyal kapanma)

OA:Osteoarthritis



**Şekil 5.** Soldaki köpekte distal ulnar fizisin erken kapanmasıyla birlikte distal humero-ulnar subluksasyon mevcut. Ortadaki köpekte proksimal radial fizisin erken kapanmasıyla birlikte distal humeroradial subluksasyon vardır. Proksimal radial fizisin erken kapandığı köpekte (sağda) ciddi derecede anormal bir troklear çentik vardır.



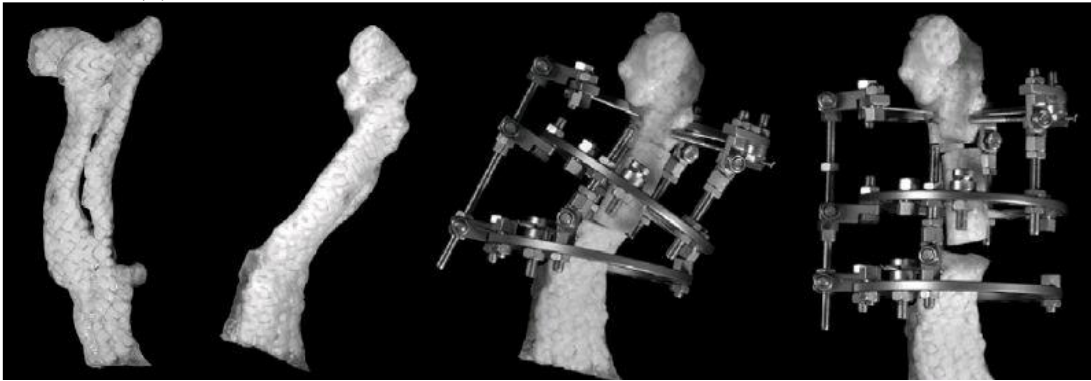
Şekil 6. Şekil 1'de görülen basset tazısının yandan görünümü. Antebrakiyal deformiteleri sol ve sağ ön ayakları arasındaki açılanma ve rotasyon açısından benzer olsa da, sol ön ayağı genellikle rahat ağırlık taşımaya uygun olmayan bir pozisyonda tutulmaktadır (sağda). Sağ taraf konservatif olarak tedavi edilebilirken, sol taraf düzeltici bir osteotomiden fayda görecektir.

### **Konservatif Sağaltım**

Hastanın rezidüel büyüme potansiyeli çok azsa veya hiç yoksa, eklem subluksasyonu minimalse ve mevcut uzuv kullanımı kabul edilebilirse, konservatif yönetim antebrakiyal deformitenin yönetimi için geçerli bir seçenek olabilir. Genel bir kural olarak, konservatif yönetim uzuv deformitelerini iyileştirmede etkisizdir. Atelleme bazen uzuvları darbeden koruyarak veya gelecekteki açılanmalarını veya rotasyonlarını sınırlandırarak açısız bir uzuv deformitesini olumlu yönde etkilemek amacıyla kullanılır. Ancak atellemenin etkili olduğu kanıtlanmamıştır ve açısız uzuv deformitesi olan hastalara klinik fayda sağladığı görülmemiştir. Atellemenin yan etkileri de vardır: uzuv kullanımını sınırlar, kas atrofisini destekler ve ciltte aşınma veya nekroza yol açabilir. Uzuv deformitesi olan hastaların atele alınmasını önermiyoruz. Cerrahi yönetim yerine konservatif yönetimi tavsiye etmek için kullanılabilir olacak spesifik sınır değerleri bazen bildirilmektedir (örneğin, uzuv uzunluğu açığının %20'si) ancak klinik hastalarda pratik faydaları yoktur çünkü uzuv kullanımındaki spesifik bozulma, hastanın boyutu, vücut yapısı ve kondisyon seviyesi ile ilişkili açılanma, uzunluk açığı, rotasyon ve eklem subluksasyonunun karmaşık kombinasyonundan kaynaklanmaktadır. Gelişmekte olan deformiteleri olan köpeklerde cerrahi yönetimin endike olup olmayacağını tahmin etmek için bu faktörlerin uzuv kullanımı üzerindeki spesifik etkilerini belirlemek faydalı olacaktır. Örneğin, çoğu basset köpeği kondrodistrofik apendiküler iskeletinden kaynaklanan ciddi antebrakiyal deformitelere sahiptir. Bununla birlikte, bazı basset köpeklerinde, parmaklarının hiperekstansiyonuna yol açan açısız ve rotasyonel deformiteler ile etkilenen bu uzuvlarda önemli bir bozulmaya yol açan karpus fleksiyonu bir arada bulunur (Şekil 7). Spesifik deformiteleri çoğunlukla klasik kondrodistrofi formuna benzemekle birlikte, açılanma veya rotasyondaki küçük bir artış uzuv kullanımında dramatik bir azalmaya yol açabilir. Basset köpeklerinin çoğu ameliyat olmadan başarılı bir şekilde yönetilse de, bazıları düzeltici bir osteotomiden önemli ölçüde fayda sağlayacaktır. Eklem subluksasyonu olan köpeklerde, görünüşte kabul edilebilir uzuv kullanımı olsa bile konservatif tedaviden kaçınılmalıdır çünkü eklem subluksasyonunun eklem kıkırdağı üzerindeki olumsuz etkisi derindir ve bu subluksasyonun ortaya çıkmasından sonraki 2 hafta içinde meydana gelir.

### Cerrahi Sağaltım

Deformitesi olan ve kalan büyüme potansiyeli yüksek olan köpeklerde de konservatif tedaviden kaçınılmalıdır. Çünkü büyüme büyük olasılıkla eklem subluksasyonuna ve deformitenin şiddetinin artmasına yol açacaktır. Ekstremitte kullanılsa bile açısar bir uzuv deformitesinin varlığı, eklem subluksasyonu olmasa bile komşu eklemleri OA gelişimine yatkın hale getirir. Bunun nedeni muhtemelen açısar bir deformite ile komşu eklem eklem kırıkdağı üzerine anormal streslerin binmesidir. Proksimal tibial (varus) deformiteleri olan kişilerde ve genç köpeklerde deneysel olarak açısar deformiteler oluşturulduktan sonraki yedi ay içinde kemik açılanmasının bir sonucu olarak OA gelişimi bildirilmiştir. Bu nedenle, özellikle eklem kırıkdağına uygulanan büyük anormal kuvvetlerin OA'ya yol açabileceğı büyük ve dev ırklarda, açılanmanın OA'nın potansiyel gelişimi üzerindeki sonuçlarını sahipleriyle tartışmak endike görünmektedir(2).



Şekil 7. Şekil 1'deki 3D render, hızlı prototipleme yöntemleri kullanılarak basset tazısının sol ön ayağının tam boyutlu bir stereolitografi modelini yapmak için kullanılmıştır. Model, deformitenin bileşenlerini değerlendirmek ve düzeltici bir osteotomiyi prova etmek için kullanılır. Tek bir açısar motor ayarıyla her iki deformitenin eş zamanlı olarak düzeltilmesine olanak tanıyan iki menteşe setine sahip dairesel bir dış iskelet sabitleme çerçevesi modele yerleştirilir ve antebrakiyal deformiteyi düzeltmek için ayarlanır. Bazı operasyonlar ise düzeltici veya telafi edici büyümeyi teşvik etmek amacıyla gerçekleştirilir. Bunlar genellikle serbest osteotomilere dayanır. Düzeltici büyüme, anormal uzuv açılanmasında azalmaya yol açan büyümedir. Ekstremitte açılanması yaşamın erken dönemlerinde meydana geldiğinde ortaya çıkar. Örneğin, 3 aylık bir yavru köpeğin radiusunda 30°'lik bir açılanmaya yol açan bir yeşil çubuk kırığı varsa, zaman içinde bu açılanmayı azaltmak için düzeltici büyüme gerçekleşecektir. Düzeltici büyümenin etkili olabilmesi için büyük bir büyüme potansiyeli gerekir. Beş aylıktan büyük yavru köpeklerde ineffective görülür. Telafi edici büyüme, eklem subluksasyonunda veya uzuv uzunluğu eksikliğinde azalmaya yol açan büyümedir. Örneğin, büyüme potansiyeli nihai kemik uzunluğunun %5'inden az olduğunda, distal radyal fizisin erken kapanması olan bir yavru köpekte büyümenin geç döneminde ortaya çıkar. Proksimal radial fiziste telafi edici büyüme, distal humeroradial subluksasyon oluşumunu önleyebilir. Telafi edici aşırı büyüme, uzunluk eksikliği olan kemiklere komşu kemiklerde de meydana gelir. Örneğin, kısa radius ve ulnaya sahip bir köpeğin humerusunda aşırı büyüme olabilir. İnsanlarda aşırı büyüme, çocuklarda uzun kemiklerin kırılmasından sonra ortaya çıkan rutin bir komplikasyondur. Bildiğimiz kadarıyla köpeklerde kırık sonrası aşırı büyüme bildirilmemiştir. Ulnar osteotomiler, deformiteleri olan ve kalan büyüme potansiyeli yüksek olan genç köpeklerde düzeltici büyümeye izin veren uygun, minimal invaziv bir cerrahi seçenektir. Ostektomi, proksimal ulnar segmentin distal yönünün kaudal yönde yer değiştirmesine yol açarak dirsek subluksasyonuna neden olabileceğı için dirsek eklemi yakınında yapılmamalıdır.

Osteotomi, lateral kollateral bağın başlangıç bölgesinde bir zayıflığa yol açabilecek şekilde çok distalde yapılmamalıdır. Çok genç bir hastada ulnar ostektomi yapıldığında, ameliyat minimal travmatik olmalıdır. Çünkü gelecekte bu bölgede bir ameliyat gerçekleşebilir ve minimal doku değişiklikleri gelecekteki ameliyatı kolaylaştıracaktır ve radyo-ulnar sinostozdan kaçınılmalıdır. Çoğu ulnar ostektomiden sonra kemik iyileşmesi gerçekleşecektir. Bu iyileşme, işlem sırasında periostun çıkarılması ve aksilladan alınan bir yağ greftinin yerleştirilmesi yoluyla geciktirilebilir veya durdurulabilir. Osteotomi erken iyileşirse, erken iyileşmenin hastayı uzun vadeli sorunlara yatkın hale getirip getirmediği ve gelecekteki kemik büyümesini engelleyip engellemediği konusunda hızlı bir karar verilmelidir. Bu faktörlere bağlı olarak ikinci bir osteotomi yapılabilir. Kısa segmental ulnar ostektomiler, distal humeroulnar subluksasyonların tedavisinde distal humeroradial subluksasyonlara kıyasla daha etkilidir. Ulnar ostektomiler ile üç mm'ye kadar olan distal humeroulnar subluksasyonlar ele alınabilir. Ulnar ostektomiden sonra ortaya çıkan düzeltici büyüme, işlem sırasında radiusta kalan büyüme potansiyelinin bir sonucudur. Bu da ulnanın distal kısmının erken kapanması teşhis edildiğinde ulnar ostektomilerin mümkün olduğunca erken yapılması gerektiği anlamına gelir. Bazı cerrahlar distal humeroradial subluksasyonları azaltmak amacıyla radial osteotomiler veya ostektomiler yapmaktadır. Bunlar uzvun kullanılmasına veya malunion nedeniyle ek açısız deformitelere yol açabilir veya dirsek eklemi uyumunu iyileştirmede başarısız olabilirler (2). Periosteal sıyırma atlarda köpekler için daha popülerdir. Deformiteleri olan köpeklerde periosteal sıyırmanın spesifik faydalarına ilişkin bilgiler yetersizdir. Periosteal sıyırma, yavru köpeklerde mevcut olan kalın periostun (ne kadar gençse o kadar kalın) uzunlamasına kemik büyümesini kısıtladığı gerçeğine dayanmaktadır. Köpekler, ciddi rotasyon veya eklem subluksasyonu olmaksızın önemli bir açısız deformiteye sahiplerse periosteal sıyırma için aday olabilirler (2). Cerrahi zımbalama, distal bir fizisin bir yönünün uzunlamasına büyümesini kısıtlamak için kullanılırken, bu fizisin karşı yönü hala büyümektedir. Zımbalar, fizisi köprüleyen kavisli metal implantlardır. Zımbalanan tarafın büyümesinin kalıcı olarak durmasını önlemek için zımbalar birkaç hafta sonra çıkarılır. Zımbalama, belirli hastalarda düzeltici büyümeyi tetiklemek için etkili olmuştur. Bu hastalar ilk teşhis sırasında çok genç olmalı, kısmi erken kapanma olmalı ve deformiteye komşu eklemlerde subluksasyon olmamalıdır. Az veya fazla düzeltmeden kaçınmak ve komplikasyonları izlemek için işlemden sonra dikkatle takip edilmelidirler(2). Lineer fiksatörler, deformite önemli bir uzunluk açığı içermediğinde, açılanma ve rotasyon işlem sırasında akut olarak düzeltilebildiğinde ve deformiteye komşu eklemlerde subluksasyon olmadığında deformiteleri düzeltmek için kullanılabilir. Akut düzeltmeler yapıldığında, uzatma genellikle açısız düzeltme ile kazanılan uzunluk ile sınırlıdır. Anatomik olarak, bu uzunluk kabaca transkortekte bulunan maksimum boşluğun yarısına eşittir. Fonksiyonel olarak ise, açısız bir deformitenin düzeltilmesinden sonra uzvun anatomik ve fonksiyonel eksenleri yeniden hizalandığından, açısız bir düzeltme yapıldıktan sonra uzuv daha uzun olabilir. Lineer fiksatörler, antebrakiyal deformiteleri tedavi ederken açısız bir uzuv deformitesinin kranioyokaudal bileşenini düzeltmede etkili görünmemektedir. Kemik plakları, önemli uzatma gerektirmediğinde ve komşu eklem subluksasyonu spesifik tedavi gerektirmediğinde antebrakiyal deformiteleri tedavi etmek için kullanılabilir. Radius ve ulna osteotomize edilir, açısız, rotasyonel ve küçük uzunluk eksiklikleri düzeltilir ve kemik bir plak ile yerine sabitlenir. Büyük köpeklerde ulnaya da bir plak yerleştirilebilir. Doğrusal ESF çerçeveleri gibi, antebrakiyal deformiteleri düzeltirken plakların genellikle payanda şeklinde kullanılması gerekir çünkü deformite düzeltildikten sonra kemik uçları arasındaki temas muhtemelen minimum düzeydedir. Ne yazık ki, kemik yüzeyinin düzensiz yapısı plağın karmaşık bir şekilde şekillendirilmesini gerektirir. Bu, nispeten küçük

ve ince plaklarda daha kolay başarılabilen bir işlemdir, ancak bu plağın payanda kullanımını nispeten büyük ve kalın (yani sert) bir plak gerektirir. Bifokal (proksimalde varus ve distalde valgus) deformiteleri olan hastalarda kemik plağı fiksasyonu önemli kısıtlamalara sahiptir çünkü bu deformitelerin optimal düzeltilmesi proksimal ve distal osteotomi gerektirirken, optimal plak yerleşimi tek bir orta şaft osteotomisi gerektirir. Dairesel dış iskelet sabitleme çerçeveleri, köpeklerde antebrakiyal deformiteleri tedavi etmek için kullanılan en çok yönlü yöntemdir. Bunun nedeni, dairese ESF'nin deforme olmuş bir kemikte bir veya iki konumdaki açılanmayı aynı anda düzeltmek, uzunluk açığını gidermek, rotasyonel deformiteyi ortadan kaldırmak ve komşu eklemlerde mevcut olan subluksasyonu azaltmak için kullanılabilmesidir(2). Ancak ekstremitte deformiteleri olan bazı hastalarda daha basit yönetim yöntemleri kullanılabilir. Dairesel ESF ile çerçeve, dişli çubuklarla birbirine bağlanan halkalardan oluşur. Dairesel ESF çerçevelerinin yerleştirilmesi için kullanılan yöntem, bu yöntemi popüler hale getiren Rus cerrahın adından dolayı İlizarov yöntemi olarak adlandırılır. Çerçeve kemiğe gerilmiş küçük çaplı tellerle ve potansiyel olarak yarım pinlerle sabitlenir. Dairesel ESF sınırsız geometrik uyarlanabilirlik sunar. Halka boyutu ve sayısı, dişli çubuk boyutu, uzunluğu ve sayısı ile tel boyutu, sayısı ve yönü, sabitleme amacına ve hastanın anatomisine göre uyarlanabilir. En yaygın kullanıma sahip dairese ESF sistemleri küçük kemik fiksatorü ve dairese eksternal iskelet fiksasyon sistemleridir (16) Lineer ve dairese ESF çerçeveleri hibrit ESF çerçeveleri oluşturmak için birleştirilebilir. Tek odaklı deformiteler tedavi edilmesi en basit deformitelerdir. Çok odaklı deformiteler, proksimal ve distal eklemleri odaklayarak veya yeniden hizalayarak tek odaklı deformiteler gibi tedavi edilme eğilimindedir (16). Bifokal deformitelerin ele alınması en zor olanıdır çünkü bunlar genellikle kısa kemiklerde proksimal ve distal fizyel deformitenin birleşimidir. Bunların tedavisi potansiyel olarak iki bağımsız juxta-artiküler osteotomi ve açılma düzeltme yapılmasını gerektirir (Şekil 6). Dairesel harici fiksatorler, sınırsız sayıda konfigürasyona monte edilebilen ayrı parçalardan oluşur. İlizarov çerçeveleri kemik deformitelerini ve kırıklarını tedavi etmek, artrodez yapmak, kemik segmentlerini taşımak ve çeşitli çerçeve konfigürasyonlarıyla eklem kontraktürlerini tedavi etmek için kullanılabilir. Çerçeve bileşenlerinin çoğu, çerçevenin kullanımına ve hastanın boyutuna bakılmaksızın sabit kalır. Bu bileşenler arasında ince teller, sabitleme elemanları, destek elemanları, bağlantı elemanları, montaj elemanları ve kayar elemanlar bulunur. Germe cihazları ve anahtarlar İlizarov enstrümantasyonunu tamamlar (17,18). İlizarov yöntemiyle kullanılan ince teller hayvanlarda 1,0 ila 1,6 mm, insanlarda ise 1,5 ila 2,0 mm arasında değişen çaplara sahiptir. Bir milimetre çapındaki teller 10 kg'dan hafif köpeklerde, 1,2 mm çapındaki teller 10 ila 20 kg ağırlığındaki köpeklerde ve 1,5 mm çapındaki teller 20 kg'dan ağır köpeklerde kullanılır. Uzuvdaki termal travmayı en aza indirmek için optimum kemik penetrasyonuna sahip teller kullanılmalıdır. Yarım noktalı teller en iyi kemik penetrasyonuna sahiptir. Yarım noktalı teller, durdurucu teller olarak da adlandırılan zeytin telleri, orta noktalarında daha büyük çaplı bir topa sahiptir. Kemik parçasının tel üzerinde ötelenmesini önlemek için kullanılabilirler. Bir kırık bölgesi boyunca kemiğin karşı taraflarına iki zeytin teli yerleştirildiğinde, kemik-çerçeve yapısının bükülme mukavemeti artar. Bükülmüş teller veya bükülmüş teller potansiyel olarak zeytin tellerine alternatif olarak kullanılabilir. Ancak bunların bazı dezavantajları vardır: daha zayıftırlar ve kemik iyileşmesi tamamlandığında ve kemik büyümesi telin bükülmüş kısmını çevrelediğinde çıkarılmaları zor olabilir. Kemik parçasının tel üzerinde ötelenmesini önlemek için kullanılabilirler. Bir kırık bölgesi boyunca kemiğin karşı taraflarına iki zeytin teli yerleştirildiğinde, kemik-çerçeve yapısının bükülme mukavemeti artar. Bükülmüş teller veya bükülmüş teller potansiyel olarak zeytin tellerine alternatif olarak kullanılabilir. Ancak bunların bazı dezavantajları vardır; daha zayıftırlar ve kemik iyileşmesi

tamamlandığında ve kemik büyümesi telin bükülmüş kısmını çevrelediğinde çıkarılmaları zor olabilir(2). Sabitleme elemanları telin Ilizarov çerçevesine sabitlenmesini sağlar. Bunlar arasında merkezi delikli kanüllü cıvatalar veya eksantrik yuvalı oluklu cıvatalar bulunur. Çerçeve migrasyonunu, tel kopmasını, kemik stresini veya tel gerilmesi sırasında potansiyel kırılmayı önlemek için teller her zaman düz tutulmalıdır. Bir tel yerleştirirken, yakın tarafta kanüllü bir cıvata kullanılır, tel daha sonra uzuv boyunca yerleştirilir ve uzak tarafta kanüllü veya oluklu bir cıvata kullanılır. Rondelalar teli halkadan bir mm veya daha fazla kaydırmak veya teli potansiyel olarak bir bağlantı çubuğuna bağlamak için kullanılabilir. Destek elemanları, cıvataların takıldığı halkaları, plakaları ve direkleri içerir. Halkalar şu anda 40 mm ile 120 mm arasında değişen iç çaplarda mevcuttur. Küçük kemik fiksator sistemi (SBF, Hofmann srl., Monza, İtalya) için 10 mm'lik artışlarla dokuz halka boyutu mevcuttur. Dairesel fiksator sistemi (IMEX, Inc., Longview, TX) için dört halka boyutu mevcuttur. Paslanmaz çelik, alüminyum veya karbon kompozit malzemeden yapılırlar. Halkaların iç kenarı ile deri arasında bir cm'den az olmayan bir boşluk bulunmalıdır. Çerçeve yerleştirildikten sonra kısıtlanmamış hareket aralığına izin vermek için eklemlerin fleksiyon tarafında kısmi halkalar kullanılmalıdır. Plakalar ve direkler, kısa kemik parçalarını sabitlemek için halkalardan telleri kaydırmak için kullanılır. Bağlantı elemanları destek elemanlarını birbirine bağlar. Dişli ve teleskopik çubuklar içerirler. Çubukların çapı diğer tüm Ilizarov elemanlarının boyutunu belirler (11) veya 6 mm çapındaki çubuklar ticarileştirilmiştir. Hatveleri sırasıyla 0,66, 0,8 ve 1 mm'dir. Uzunlukları 30 ile 200 milimetre arasında değişmektedir. Beş mm'lik sistemler tüm boyutlardaki kedi ve köpeklerde kullanılabilir. Altı mm'lik sistemler insanlarda ve orta ila dev köpek ırklarında kullanılabilir. Halkaları bağlamak için en az üç bağlantı çubuğu kullanılır. Menteşeli sabitlemede, iki bağlantı elemanının menteşeleri vardır ve distraksiyon için kullanılan üçüncü bir eleman açısız motor olarak adlandırılır. Menteşeli bağlantı çubukları, bir cıvata etrafında dönen iki erkek direk ile yapılır. Açısız motor halkaya iki bükülmüş plaka ile bağlanır. Geleneksel, düz Ilizarov sabitleme ile tüm bağlantı çubukları dikkat dağıtmak için lineer motorlar olarak kullanılabilir. Montaj elemanları, destek elemanlarını ve bağlantı elemanlarını monte etmek için kullanılan cıvata ve somunları içerir. Bazı somunların yüzlerinde ayarlamaları kolaylaştırmak için noktalar veya işaretler vardır. Yarım küre pullar ile bağlantı çubuklarının halkalara göre yönü değişebilir. Bu özellik, halka fiksatorleri kırık onarımı için kullanıldığında faydalıdır. Menteşeleri ve diğer dönme noktalarını sabitlemek için naylon uçlu somunlar kullanılabilir. Kayar elemanlar arasında tokalar bulunmaktadır. Başlangıçta toka, Ilizarov'un ilk sabitleme elemanıydı. Tokalar artık çoğunlukla iki halka arasındaki dönme noktaları olarak kullanılmaktadır. Gerdiriciler telleri germek için kullanılır. Mekanik ve pnömatik olmak üzere çeşitli biçimleri vardır. Ilizarov enstrümantasyonunun kritik bir parçasıdır. Ağırlığı bir kg'dan az olan hayvanlara gerilim uygulanmaz. 5 ile 10 kg ağırlığındaki hayvanlara 20 ile 30 kg, 10 ile 20 kg ağırlığındaki hayvanlara 30 ile 60 kg ve 20 kg'dan daha ağır hayvanlara 60 ile 90 kg gerilim yerleştirilir(8). Dereceli ve derecesiz gerdiriciler mevcuttur, ancak yalnızca dereceli gerdiriciler tellere yerleştirilen gerilim miktarı hakkında bilgi sağlar. Çerçeve ayarlarını yapmak için kutu anahtarlar ve düz anahtarlar kullanılır. 7, 8 ve 10 mm'lik anahtarlar sırasıyla 4, 5 ve 6 mm'lik sistemlerle kullanılır. Orijinal Ilizarov enstrümantasyonunun bir parçası olmamalarına rağmen, yarım pinleri halkalara bağlayarak hibrit çerçeveler oluşturmak için fiksasyon küpleri geliştirilmiştir. Kısa kemik parçalarının fiksasyonunu artırmak veya tam halkaların kullanılmadığı humerus ve femurun proksimal kısmına kısmi halkaları sabitlemek için çerçevelere yarım pimler eklenebilir. Bildiğimiz kadarıyla, beş üretici köpeklerde kullanılmak üzere çeşitli karmaşıklıklarda dairesel eksternal fiksasyon sistemleri üretmektedir. Dört sistem Avrupa'da (ikisi İtalya'da, biri



Fransa'da ve biri İngiltere'de) ve biri Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilmektedir. Ilizarov çerçeveleri, köpekler çerçeve yerleştirildikten sonra normal ağırlığı taşıyabilecek şekilde inşa edilmelidir. Çerçeveler mümkün olduğunca dört halkalı olmalıdır. Dış halkalar kemiğe yayılmalı ve iç halkalar kırık veya osteotomi bölgesine yakın olmalı, "uzak-yakın-yakın-uzak" bir model oluşturmalıdır. Özel çerçeve tasarımı çeşitli raporlarda ayrıntılı olarak açıklanmıştır (4,18,19). Bu, halka sayısının, boyutlarının, tiplerinin, menteşe veya hemisferik pulların tipinin, konumlarının, osteotominin sayısının ve konumunun, tel ve pin fiksasyonunun tipinin ve konumunun ve dirsek eklemi subluksasyonunun düzeltilmesi için kayma veya traksiyon bileşenlerinin varlığının seçilmesini içerir. Eklemlerin fleksiyon tarafına yerleştirilen kısmi halkalar, çerçevenin normal eklem hareket açıklığı ile etkileşimini azaltır. Halkalar, iç kenarları ile cilt arasında santimetre genişliğinde bir boşluk bırakan en küçük çapa sahip olmalıdır.

Dairesel eksternal fiksatörler özellikle karmaşıktır. Kapsamlı bir ameliyat öncesi plana sahip olmak vaka yönetimini şu yollarla geliştirir:

- 1) Mevcut patofizyolojinin ve beklenen gelişiminin tam olarak anlaşılmasını gerektirir;
- 2) Tüm anatomik kısıtlamaların değerlendirilmesini gerektirir;
- 3) Durumun biyomekanik özelliklerinin değerlendirilmesini gerektirir;
- 4) Çerçeve bileşenlerinin kullanılabilirliğini sağlar;
- 5) Cerrahi süreyi azaltır.

Menteşeli çerçevelerin hazırlanması ideal olarak planlanan osteotomi seviyesinde uzvun kesitini, halkayı, menteşeleri, açıl motoru ve telleri gösteren bir çizimi içerir (4). 3D veri toplama ve hızlı üretim yöntemlerindeki ilerlemelerle, etkilenen kemiklerin dijital görüntüleri toplanabilir ve model oluşturmak için kullanılabilir. Bu modeller ameliyat provası için kullanılabilir. Şu anda karmaşık multifokal kemik deformiteleri için helikal BT taraması ve stereolitografi, ink-jet veya elektron ışını eritme hızlı prototipleme yöntemlerini kullanarak modeller yapılmaktadır (Şekil 6) (2). Bu modellerin tanı doğruluğunu ve cerrahi yerleştirme ve ameliyat sonrası düzeltmelerin hassasiyetini artırdığı görülmektedir. Ayrıca ameliyat süresini de kısalttıkları görülmektedir. Birinci nesil modellerin silikon kalıpları, eğitim veya deneysel kullanım amacıyla ilgilenilen kemikleri çoğaltmak için yapılabilir.

Ilizarov çerçeveleri, küçük hayvanlarda 1,0 ila 1,6 mm arasında, insanlarda ise 1,5 ila 2,0 mm arasında değişen çapa sahip gerilmiş ince tellere dayanma avantajına sahiptir. Bu ince teller daha büyük çaplı geleneksel eksternal fiksasyon pinlerinden daha az yıkıcı olsa da, yumuşak doku girişimini veya potansiyel yaralanmayı en aza indirirken fiksasyonun biyomekaniğini optimize etmek için dikkatlice yerleştirilmeleri gerekir. Genel bir kural olarak, hastalar fiksatör yerindeyken normal şekilde işlev görebilmelidir. Bu ancak fiksatör stabil olduğunda ve nörovasküler demetler ve büyük kas grupları transosseöz tellerden etkilenmediğinde mümkündür. Çerçeveler hareket sırasında uzuvların derisine, aksillaya veya kasıklara müdahale etmemelidir. Deri tahrişini ve nekrozu önlemek için deri ile halkaların iç kenarı arasında en az bir cm boşluk bırakılması zorunludur. Sonuç olarak, osteotomi veya kırık bölgesinin üstünde ve altında iki halka bulunan geleneksel Ilizarov çerçevelerinin kullanımı radius ve tibia ile sınırlıdır. Kısmi halkalar genellikle eklemlerin fleksiyon tarafında, radiusun proksimal yönü için bir kraniyal açıklık ve tibianın proksimal yönü için kaudal açıklık ile kullanılır. Ilizarov fiksasyonunun prensipleri femur ve humerusa uygulanabilir ancak çerçevelerin yarım pin fiksasyonu için kemerler, plakalar ve küpler içerecek şekilde modifiye edilmesi gerekir. Bu hibrit çerçevelerin tasarlanması, yerleştirilmesi ve bakımı zordur(2).

Çok az sayıda rapor küçük hayvanlarda tel yerleştirme hakkında bilgi vermektedir. Marti ve Miller, lineer eksternal fiksatörlerin yerleştirilmesi için güvenli, tehlikeli ve güvenli olmayan koridorları bildirmiştir (20). Putod, köpek uzuvlarının kesitsel anatomisini tanımlamıştır.

Kesitsel ve 3 boyutlu anatomik gösterimlere sahip yazılım paketleri, insan anatomisi ve daha az ölçüde köpekler için kullanılabilir hale gelmektedir. Radiusun medial yönü, pronator teres kasının insersiyonunun distalinde (kemiğin distal üçte ikisi) güvenlidir. Lateralde, radius başı subkutan olarak palpe edilebilir. Radial shaftın lateral yönü, ekstansör kasların varlığı nedeniyle tehlikeli bir koridordur. Radyal sinir uzvun kaudomedial tarafındadır. Pratik olarak, radiusa tel yerleştirme kraniomedialden kaudolaterale ve kaudomedialden kraniolaterale şeklindedir; tel açıları distal üçte birde 90° ve proksimal üçte ikide 45° ile 60° arasındadır. Hibrid bu tel yerleşiminin birkaç dezavantajı vardır: ekstansör kasların transfiksasyonu ve ulnanın transfiksasyonu, pronasyon ve supinasyon yeteneğini ortadan kaldırır. Kısa bir kemik parçasının varlığı fiksasyonu gerekli kılar, yarım pinler radiusun distal kısmına, kaudomedial, medial veya kraniomedial olarak veya radiusun proksimal kısmına, lateral olarak yerleştirilebilir. Bu tel yerleşiminin birkaç dezavantajı vardır: ekstansör kasların transfiksasyonu ve ulnanın transfiksasyonu, pronasyon ve supinasyon yeteneğini ortadan kaldırır. Ulnanın transfiksasyonundan kaçınılırsa klinik işlev daha iyi olur, çünkü pronasyon ve supinasyonun ortadan kaldırılması uzuv kullanımını olumsuz etkiliyor ve ayrıca pinlerin ve tellerin erken gevşemesine yol açıyor gibi görünmektedir. Ulnanın iki güvenli bölgesi vardır: proksimal ve kaudalde olekranon ve distal ve lateralde lateral stiloid proses. Ulnaya tel yerleştirilmesi genellikle ulnanın radius ile ilişkili olarak yer değiştirmesi için kullanılan tellerle sınırlıdır. Bir veya iki tel, ulnanın proksimal kısmının kaudal yönü boyunca medialden laterale doğru direkler üzerine yerleştirilebilir. Direkler proksimal veya distal humero-ulnar sublüksasyonları tedavi etmek için kademeli olarak ayarlanabilir(2).

Ferretti, SBF fiksatörünü tasarlamış ve veteriner hekimlikte Ilizarov yöntemini kullanan ilk klinisyen olmuştur. Tel boyutu ve gerginliği için yönergeler oluşturmuştur. Teller kısmi halkalara veya direklerle, halkalardan uzağa yerleştirildiğinde tel gerginliği 30 kg'ı geçmemelidir. Çeşitli biyolojik faktörler Ilizarov çerçevelerinin stabilitesini güçlü bir şekilde etkiler. Deformitenin düzeltilmesi için, periostun korunması osteotomi bölgesinde stabilizeye yardımcı olur. Kallus veya yeni kemik rejenerasyonu, kemik için dahili bir destek oluşturulmasına yardımcı olur (bio-buttrass). Osteotomi bölgesindeki kemik iyileşme hızı, osteotomi bölgesinde artan kan akışının varlığı ile artar (genç köpeklerde, büyük kemikli ve metafizyel osteotomide). Ayrıca, minimal travmatik osteotomi, osteotomiden sonra ve distraksiyondan önce uzun bir dinlenme süresi, az miktarda günlük distraksiyon ve yüksek distraksiyon sıklığı ile de artar.

Kırık tedavisi için, kırıklar kapalı olarak tedavi edildiğinde kemik iyileşmesinin arttığı görülmektedir. Kemik iyileşmesinin artması aynı zamanda faydalı bir biyolojik baskı da yaratır. Uzuvdaki termal travmayı azaltmak için keskin teller kullanılır. Teller düşük hızlı bir elektrikli matkapla yerleştirilir. Cilt travmasını azaltmak için tellerin giriş ve çıkış yerlerinde 2mm ile 3 mm uzunluğunda bir cilt insizyonu yapılabilir. Delme işlemine genellikle kemiğin tel konumlandırması için maksimum kontrol ve en güvenli tel yerleşimi sağlayan tarafından başlanır (radius ve tibianın medial yüzü). Transkorteks delindikten sonra, telin uzvun karşı tarafındaki dokularda dönmesini önlemek için tele bir tokmakla vurulabilir. Salınım fonksiyonlu bir matkap kullanılması da yumuşak dokuların korunmasına yardımcı olur. Yumuşak dokular dijital basınçla nazikçe yansıtılabilir. Tel yerleştirildikten sonra ciltte gerginlik olmamalıdır. Gerginlik varsa, teller cilt yüzeyinin altına taşınabilir ve daha rahat bir cilt yerleşimi ile ciltte yeni bir delik açılabilir. Az miktarda gerginliği ortadan kaldırmak için ciltte bir serbest bırakma insizyonu da yapılabilir.

### Postoperatif Yönetim

Antebrachial deformitelerin cerrahi olarak düzeltilmesinden sonra köpeklerin ameliyat sonrası yönetimi, yara bakımı, uzuv kullanımının sürdürülmesi, kemik ve eksternal fiksasyon çerçevesi üzerinde aşırı stresten kaçınılması ve karpus ve dirsek eklemlerinde hareket açıklığının korunmasına odaklanır.

Ameliyat sonrası erken dönemde ağrı kesici ilaçlar vererek, şişliği hızla ortadan kaldırarak, korumalı ağırlık kaydırma ve ağırlık taşıma egzersizleri kullanarak ve travmadan kaçınarak uzuv kullanımını sürdürmek önemlidir. Ameliyat sonrası erken dönemde, özellikle ekstremitenin intraoperatif derotasyonu uygulanan hastalarda, ekstremitede ve cerrahi alan çevresinde şişlik olabilir. Şişlik, ekstremitenin yükseltilmesi, karpusun pasif hareket açıklığı, nazik parmak masajı (effleurage) ve soğuk terapi yoluyla lenfatik ve venöz drenajın artırılmasıyla kontrol edilir. Şişlik çoğunlukla 2 ila 3 gün içinde ortadan kalkar. Distraksiyon osteogenezi uygulanan sirküler eksternal fiksatörlü hastalarda distraksiyona ameliyattan sonraki üçüncü gün başlanır (4). Distraksiyon doku gerginliğini artırma eğilimindedir ve tedavinin geç dönemlerinde hareket açıklığında, özellikle de karpal eklem hareketinde kayba yol açar. Doku gerginliği arttığında distraksiyon oranı genellikle azaltılır ve eklem hareketini ve germeyi teşvik eden aktiviteler rutin olarak yapılır. Belirli durumlarda eklem hareketini yeniden kazanmak için bandajlar ve teller kullanılabilir.

Ilizarov fiksasyonunun yumuşak doku komplikasyonları, geleneksel eksternal fiksasyonun yumuşak doku komplikasyonlarıyla karşılaştırılabilir. Çoğu vakada, komplikasyonlar yanlış cerrahi tekniğin bir sonucudur. Nöropraksi sinir travmasından kaynaklanır. Hemoraji vasküler yaralanmadan kaynaklanabilir. Çoğu vakada kanama intraoperatiftir, ancak teller kan damarlarını aşındırdığında ameliyattan birkaç hafta sonra ortaya çıkabilir. Cilt tahrişi veya nekrozu, halkanın ciltle temas edecek şekilde yerleştirilmesinden veya çerçevenin kasık veya aksilla ile temasından kaynaklanabilir. Özellikle teller gevşek olduğunda, cilt teli arayüzünde fokal drenaj meydana gelir. Kas kontraktürü, uzuv kullanımının azalmasından veya uzuv uzatma sırasında oluşan gerilimden kaynaklanabilir. Ilizarov fiksasyonu ile ilişkili yumuşak doku komplikasyonları yaygındır, ancak bunlar genellikle önemsizdir ve ameliyatın sonucunu nadiren etkiler (2).

Rotasyon çoğunlukla intra-operatif olarak akut şekilde düzeltilir. Açık çoğunlukla, ameliyattan sonra aşamalı olarak düzeltilir. Hızlı iyileşme ihtimali olan köpeklerde (örn. genç köpekler) hafif uzatma açısız düzeltme ile birleştirilir. Açısız düzeltme tamamlandıktan sonra, genellikle ameliyattan 15 ila 30 gün sonra uzatma hızlandırılır. Distraksiyon hızı genellikle maksimal distraksiyon noktasında günde 1 ila 2 mm'dir ve 2 ila 4 artışa bölünür (4). Radyografik takip, açısız düzeltmenin sonunda ve sonrasında kemik iyileşmesi tamamlanana kadar her 3 ila 4 haftada bir yapılır. Dairesel eksternal fiksasyon çerçeveleri sedasyon altında çıkarılır. Antebrakial deformitelerin düzeltilmesinin uzun vadeli sonuçları kozmetik ve fonksiyonel açıdan iyi ila mükemmel olmuştur (4,18). Dairesel ESF, şiddetli dirsek eklemi subluksasyonu, uzuv uzunluğu eksikliği ve radius ve ulnanın distal kısmının açısız uzuv deformitesini içeren antebrakial deformiteleri tedavi etmek için kullanılmıştır. Tek bir menteşe setine sahip dairesel bir eksternal fiksatör yerleştirmek ve iki osteotomi yapmak (biri açılanmayı ve uzuv uzunluğunu düzeltmek, diğeri dirsek eklemi subluksasyonunu ortadan kaldırmak için kullanılır) mükemmel klinik sonuçlara yol açmıştır. Bu yöntem kullanılarak 5 köpekte 13 mm'ye varan distal humeroradial subluksasyonlar azaltılmıştır(2). Dairesel ESF, radiusun proksimal kısmında ciddi bir varus deformitesi ve radiusun distal kısmında bir valgus (genellikle çok odaklı bir kaudal deformite ile birlikte) içeren iki odaklı antebrakial deformiteleri tedavi etmek için kullanılmıştır (Şekil 6).

#### KAYNAKLAR

1. Sande RD, Bingel SA. Animal models of dwarfism. Vet Clin North Am Small Anim Pract [Internet]. 1983 [a.yer 15 Mayıs 2024];13(1):71-89. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6408784/>
2. Bojrab MJ, Monnet E. Mechanisms Of Disease In Small Animal Surgery 3rd Edition. 2010.
3. Gönenci R, Yücel R. Kangal Irkı Köpek Yavrularında Antebrachium'a Ait Büyüme Plaklarının Kapanma Sürelerinin Radyolojik Olarak Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi [Internet]. 01 Haziran 2006 [a.yer 26 Mayıs 2024];9(2):7-21. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/yuzuncuyilsaglik/issue/66463/1040535>
4. Theyse LFH, Voorhout G, Hazewinkel HAW. Prognostic factors in treating antebrachial growth deformities with a lengthening procedure using a circular external skeletal fixation system in dogs. Vet Surg [Internet]. Eylül 2005 [a.yer 26 Mayıs 2024];34(5):424-35. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16266333/>
5. Çetin MN, Peirone B, Küçük AH, Bilgili H, ŞENGÖZ ŞİRİN Ö. Köpeklerde Antebrachial Angular Deformitelerin Bilgisayar Destekli Dairesel Hexapod Eksternal Fiksator ile Tedavisi. undefined [Internet]. 01 Aralık 2017 [a.yer 26 Mayıs 2024]; Erişim adresi: <http://search/yayin/detay/617696>
6. Altunatmaz K. Köpeklerde Antebrachium'da Karşılaşılan Ortopedik Lezyonlar ve Bunların Sağaltımları Üzerine Klinik Çalışmalar . [İstanbul]: Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 1998.
7. Şirin ÖŞ. Köpeklerde Antebrachial Deformiteler ve Korrektif Osteotomi Seçenekleri. Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri Dergisi [Internet]. 2014 [a.yer 26 Mayıs 2024];5(2):75-80. Erişim adresi: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-kopeklerde-antebrachial-deformiteler-ve-korrektif-osteotomi-secenekleri-69106.html>
8. Salter RB, Harris WR. Injuries Involving the Epiphyseal Plate.
9. Tvedten H. Asynchronous Growth of the Canine Radius and Ulna: Surgical Correction following Experimental Premature Closure of the Distal Radial Physis. Veterinary Surgery [Internet]. 01 Ocak 1981 [a.yer 26 Mayıs 2024]; Erişim adresi: [https://www.academia.edu/18676118/Asynchronous\\_Growth\\_of\\_the\\_Canine\\_Radius\\_and\\_Ulna\\_Surgical\\_Correction\\_following\\_Experimental\\_Premature\\_Closure\\_of\\_the\\_Distal\\_Radial\\_Physis](https://www.academia.edu/18676118/Asynchronous_Growth_of_the_Canine_Radius_and_Ulna_Surgical_Correction_following_Experimental_Premature_Closure_of_the_Distal_Radial_Physis)
10. Fascetti AJ. Food for thought on canine developmental orthopedic disease. Vet Surg [Internet]. Nisan 2006 [a.yer 26 Mayıs 2024];35(3):211-3. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16634998/>
11. Van Der Eerden BCJ, Karperien M, Wit JM. Systemic and local regulation of the growth plate. Endocr Rev [Internet]. Aralık 2003 [a.yer 26 Mayıs 2024];24(6):782-801. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14671005/>
12. Langley-Hobbs SJ, Carmichael S, Pead MJ, Torrington AM. Management of antebrachial deformity and shortening secondary to a synostosis in a dog. J Small Anim Pract [Internet]. 1996 [a.yer 26 Mayıs 2024];37(8):359-63. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8872934/>
13. Özsoy S, Altunatmaz K, Özer K. Köpeklerde Distal Antebrachium Büyüme Plaklarının Erken Kapanması Sonucu Şekillenen Angular Deformitelerde Sağaltım Olanakları. İstanbul Univ Vet Fak Derg. 1997;23(2):283-99.
14. Roe S. Hinged Ilizarov External Fixation for Correction of Antebrachial Deformities. Veterinary Surgery [Internet]. 01 Ocak 1998 [a.yer 16 Mayıs 2024]; Erişim adresi:

- [https://www.academia.edu/16212050/Hinged\\_Illizarov\\_External\\_Fixation\\_for\\_Correction\\_of\\_Antebrachial\\_Deformities](https://www.academia.edu/16212050/Hinged_Illizarov_External_Fixation_for_Correction_of_Antebrachial_Deformities)
15. Jaegger G, Marcellin-Little DJ, Levine D. Reliability of goniometry in Labrador Retrievers. Am J Vet Res [Internet]. 2002 [a.yer 16 Mayıs 2024];63(7):979-86. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12118679/>
  16. Marcellin-Little DJ. Fracture treatment with circular external fixation. Vet Clin North Am Small Anim Pract [Internet]. 1999 [a.yer 16 Mayıs 2024];29(5). Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10503289/>
  17. ŞİRİN ÖŞ. Köpeklerde Antebrachial Deformiteler ve Korrektif Osteotomi Seçenekleri. Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri Dergisi [Internet]. 2014 [a.yer 27 Mayıs 2024];5(2):75-80. Erişim adresi: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-kopeklerde-antebrachial-deformiteler-ve-korrektif-osteotomi-secenekleri-69106.html>
  18. Rovesti GL, Schwarz G, Bogoni P. Treatment of 30 Angular Limb Deformities of the Antebrachium and the Crus in the Dog Using Circular External Fixators. Open Vet Sci J. 15 Temmuz 2014;3(1):41-54.
  19. Marcellin-Little DJ. Fracture treatment with circular external fixation. Vet Clin North Am Small Anim Pract [Internet]. 1999 [a.yer 16 Mayıs 2024];29(5). Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10503289/>
  20. On the Forefront: Looking at canine angular limb deformities in a new way [Internet]. [a.yer 27 Mayıs 2024]. Erişim adresi: <https://www.dvm360.com/view/forefront-looking-canine-angular-limb-deformities-new-way>

## KEDİ VE KÖPEKLERDE MULTİMODAL ANALJEZİ

**Vedat ÖZER (ORCID:0000-0001-6178-4249)**

Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı

**Email:**vedatozer93@gmail.com

**Dr. Öğretim Üyesi Emine ÇATALKAYA (ORCID:0000-0001-7884-5407)**

Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı

**Email:**eminecatalkaya21@gmail.com

### ÖZET

Son yıllarda gerek evde bakılan gerekse sokakta bakılan hayvanların sayısında bariz bir artış saptanmış olup bu canlıların tıpkı insanlar gibi sağlık hizmetlerine gereksinimi vardır. Bu hizmetler için veteriner hekimler ve veteriner yardımcıları bulunmaktadır. Hastanın durumu veya hekime başvuru nedeni ne olursa olsun, ağrıya dikkat edilmesi hasta bakımının her aşamasında temel öneme sahiptir. Vücudun herhangi bir yerindeki doku hasarına ilişkin hoş olmayan, duyuşsal ve duygusal bir deneyim olarak tanımlanan ağrının kontrol altına alınması hekimin etik yükümlülüğünü yerine getirmesinin yanı sıra hastanın yaşam kalitesini artırarak insan-hayvan ilişkilerini pozitif olarak etkilemektedir. Ayrıca tedavi edilmeyen hastaların yaşam kalitesini düşürmekte ve ameliyat, yaralanma veya hastalık sonrası iyileşme süresini de uzatmaktadır. Bu amaçla ağrıyı kontrol altına almak son derece önemlidir ve ağrıya bağlı patofizyolojik komplikasyonları önleyen, cerrahi prosedürler sırasında stres tepkisini azaltan ve hayvanın genel refahını artıran analjezik ilaçlar ağrı yönetiminde başvurulacak medikal yöntemlerin başında gelmektedir. Etkili ağrı yönetimi genellikle çeşitli ağrı kesici ilaç sınıflarının kullanıldığı dengeli veya multimodal bir stratejiyi içerir. Bu amaçla farklı ilaç grupları kullanılmaktadır. Veteriner hekimlikte ağrıyı tedavi etmek için; Opioidler, Steroid olmayan antiinflatuar ilaçlar, Alfa-2 adrenoseptör agonistleri, Lokal anestezipler, Ketamin, Azot oksit, Tramadol ve Gabapentin kullanılmaktadır. Bu yaklaşımın ardındaki mantık, ağrı yollarındaki birden fazla bölgeyi hedeflemesi, potansiyel olarak her ilacın daha düşük dozlarına izin vermesi ve herhangi bir ilaçla ilişkili yan etki potansiyelini en aza indirmesidir. İlaç seçimi beklenen ağrı düzeylerine ve bireysel hasta ihtiyaçlarına göre yapılmalıdır. Ağrı başlangıcından önce sağlanan beklentisel analjezi, ağrı oluştuktan sonra sağlanan analjeziden daha etkilidir ve hem doz hem de anestezi tasarrufu etkisine katkıda bulunur. Bu sunumda, multimodal analjezinin klinik kullanımı ve avantajların derlenmesi amaçlandı.

**Anahtar Kelimeler:** Ağrı yönetimi, hayvan refahı, kedi, köpek

## **MULTIMODAL ANALGESIS IN CATS AND DOGS**

### **ABSTRACT**

In recent years, there has been a significant increase in the number of animals kept at home and on the street, and these creatures need health services just like humans. Veterinarians and veterinary assistants are available for these services. Regardless of the patient's condition or reason for consulting a physician, attention to pain is essential at every stage of patient care. Controlling pain, which is defined as an unpleasant, sensory and emotional experience related to tissue damage in any part of the body, not only fulfills the physician's ethical obligation, but also positively affects human-animal relations by improving the patient's quality of life. It also reduces the quality of life of untreated patients and prolongs the recovery period after surgery, injury or illness. For this purpose, it is extremely important to control pain, and analgesic drugs that prevent pain-related pathophysiological complications, reduce the stress response during surgical procedures and increase the general well-being of the animal are among the medical methods to be used in pain management. Effective pain management usually involves a balanced or multimodal strategy using various classes of pain medications. Different drug groups are used for this purpose. To treat pain in veterinary medicine; Opioids, Non-steroidal anti-inflammatory drugs, Alpha-2 adrenoceptor agonists, Local anesthetics, Ketamine, Nitrous oxide, Tramadol and Gabapentin are used. The rationale behind this approach is that it targets multiple sites in the pain pathways, potentially allowing for lower doses of each drug and minimizing the potential for side effects associated with any given drug. Medication selection should be based on expected pain levels and individual patient needs. Anticipatory analgesia provided before the onset of pain is more effective than analgesia provided after the onset of pain and contributes to both the dose and anesthesia saving effect. In this presentation, it was aimed to review the clinical use and advantages of multimodal analgesia.

**Keywords:** Pain management, animal welfare, cat, dog

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>644</b>
<b>2.GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>645</b>
<b>2.1. Ağrı</b> .....	645
<b>2.1.1. Ağrının Fizyolojisi ve Mekanizması</b> .....	645
<b>2.1.2. Ağrının Sınıflandırılması</b> .....	647
<b>2.1.2.2. Ağrının Mekanizmasına Göre</b> .....	648
<b>2.1.3. Ağrının Değerlendirilmesi</b> .....	649
<b>2.2.Ağrının Kontrolü ve Sağaltımı</b> .....	651
<b>2.2.1. Opioidler</b> .....	651
<b>2.2.2. NSAİİ</b> .....	652
<b>2.2.3. <math>\alpha 2</math> Adrenerjik Agonistler</b> .....	653
<b>2.2.4. Lokal anestezi ilaçları</b> .....	654
<b>2.2.5. Diğer İlaçlar</b> .....	654
<b>4. KAYNAKÇA</b> .....	<b>658</b>

## GİRİŞ

Özellikle son yıllarda gerek evde bakılan gerekse sokakta bakılan hayvanların sayısında bariz bir artış saptanmış olup bu canlıların tıpkı insanlar gibi sağlık hizmetlerine gereksinimi vardır. Bu hizmetler için veteriner hekimler ve veteriner yardımcıları bulunmaktadır (1).

Veteriner hekimlerin tedavi sürecinde bakması gereken birtakım parametreler vardır. Özellikle son yıllarda hayvanların ağrı duyup duymadığı da bu parametrelerin bir parçası olmuştur. Hastanın durumu veya hekime başvuru nedeni ne olursa olsun, ağrıya dikkat edilmesi hasta bakımının her aşamasında temel öneme sahiptir. Çünkü birçok sağlık durumu ve tıbbi prosedür kedi ve köpeklerde ağrıya neden olur. Vücudun herhangi bir yerindeki doku hasarına ilişkin hoş olmayan, duyuşsal ve duygusal bir deneyim olarak tanımlanan ağrının kontrol altına alınması hekimin etik yükümlülüğünü yerine getirmesinin yanı sıra hastanın yaşam kalitesini artırarak insan-hayvan ilişkilerini pozitif olarak etkilemektedir. Ayrıca tedavi edilmeyen ağrılı hastaların yaşam kalitesini düşürmekte ve ameliyat, yaralanma veya hastalık sonrası iyileşme süresini de uzatmaktadır (2, 42).

Bu amaçla ağrıyı kontrol altına almak son derece önemlidir ve ağrıya bağlı patofizyolojik komplikasyonları önleyen, cerrahi prosedürler sırasında stres tepkisini azaltan ve hayvanın genel refahını artıran analjezik ilaçlar ağrı yönetiminde başvurulacak medikal yöntemlerin başında gelmektedir. Bu amaçla farklı ilaç grupları kullanılmaktadır (3, 4).

Ağrı, hem eksteroseptif (yani uyarı ve koruyucu) hem de interoseptif (yani homeostatik) işlevlere sahip çok yönlü bir duyuşsal deneyimdir (5).

Etkili ağrı yönetimi genellikle çeşitli ağrı kesici ilaç sınıflarının kullanıldığı dengeli veya multimodal bir stratejiyi içerir. Bu yaklaşımın ardındaki mantık, ağrı yollarındaki birden fazla bölgeyi hedeflemesi, potansiyel olarak her ilacın daha düşük dozlarına izin vermesi ve herhangi bir ilaçla ilişkili yan etki potansiyelini en aza indirmesidir. İlaç seçimi beklenen ağrı düzeylerine ve bireysel hasta ihtiyaçlarına göre yapılmalıdır. Ağrı başlangıcından önce sağlanan beklentisel analjezi, ağrı oluştuğundan sonra sağlanan analjeziden daha etkilidir ve hem doz hem de anestezi tasarrufu etkisine katkıda bulunur (6).



Ağrıyı yönetmek için NSAİI'lar (meloksikam, karprofen, ketoprofen, fluniksin meglumin vs), opioid ajanlar (morfin, oksimorfin, buprenorfin, butorfanol, hidrokسيمorfon, fentanil vs), lokal anestezipler (lidokain, bupivakain),  $\alpha$ -2 adrenoreseptör antagonistleri (ksilazin, medetomidin, deksmedetomidin), N-metil-D-aspartat antagonisti olan ketamin ve yardımcı ajanlar (tramadol, gabapentin) pratik alanda sıklıkla kullanılan analjezik grubu ilaçlardır (7).

## GENEL BİLGİLER

### Ağrı

Ağrı, hoş olmayan duysal ve duygusal bir deneyimdir. Yaşlılarda ağrıyı anlamak için, ağrı deneyimlerinin her zaman fizyolojik ve duygusal bileşenleri içerdiği anlaşılmalıdır. Ağrı, çoğunlukla duysal uyarılardan kaynaklanan, ancak her zaman bireysel hafıza, beklentiler ve duygular tarafından değiştirilen karmaşık bir olgudur (8).

Ağrının göstergeleri incelikli olabilir ve dikkatli gözlemciler tarafından bile kolaylıkla gözden kaçabilir. Özellikle kedilerde köpeklere nazaran ağrının doğru değerlendirilmesi, davranışa dayalı çok boyutlu ağrı ölçüm araçlarının geliştirilmesine ve doğrulanmasına bağlı olacaktır. Ayrıca yine köpeklere nazaran kedilerin ağrı belirtilerini saklamasının yanı sıra kedilerde ağrının objektif olarak tespit edilmesi zordur (9, 10).

Ağrıyı ölçmeye yönelik kriterleri birleştirme çabaları, davranış değişiklikleri, yüz ifadesi, fizyolojik parametreler ve biyokimyasal araçlar gibi fiziksel ve biyolojik değişikliklere dayalı olarak bu durumu tanımak için kullanılan farklı kılavuzların geliştirilmesine yol açmıştır. Ağrının değerlendirilmesi için puanlama ölçekleri son dönemlerde sıklıkla kullanılmasına rağmen kediler köpeklere nazaran ağrı belirtilerini gizledikleri için bu skalaların güvenilirliği hala şüphelidir. Ayrıca yan etkilerinden dolayı analjeziklerin kullanımı pratik sahada sınırlıdır. Buna bağlı olarak ağrı yönetimi yetersiz kalmaktadır (10,11).

### Ağrının Fizyolojisi ve Mekanizması

Çoğu hayvanın, zararlı uyarılara yanıt veren özel duysal iletilicileri vardır. Bu nosiseptif afferentler, Uluslararası Ağrı Araştırmaları Birliği (IASP) tarafından "zararlı bir uyarana veya uzun süreli olması halinde zararlı olabilecek bir uyarana tercihi olarak duyarlı" olarak tanımlanmaktadır. Çevredeki zararlı bir olay hakkındaki bilgi, koruyucu bir refleksif geri çekilme olayını başlatabilir. Latince "incitmek/zarar vermek" anlamına gelen nocere kelimesinden türetilen nosisepsiyon, organizmaların potansiyel veya fiilen zarar verici uyarıları tespit etmesi ve bu bilginin beyne iletilmesi sürecine verilen addır. Nosisepsiyonu her zaman duygusal bir bileşeni kapsayan ağrıdan ayırmak önemlidir. Nosiseptör aktivasyonunun kendi başına mutlaka ağrıyla sonuçlanması gerekmez. Zararlı girdiler özel reseptörler, lifler ve nöronlar aracılığıyla beyne iletilir ve işlem birçok düzeyde gerçekleşir (12).

**Transdüksiyon:** Zararlı uyarıların özel reseptörler veya serbest sinir uçları düzeyinde aksiyon potansiyeline dönüştürülmesi.

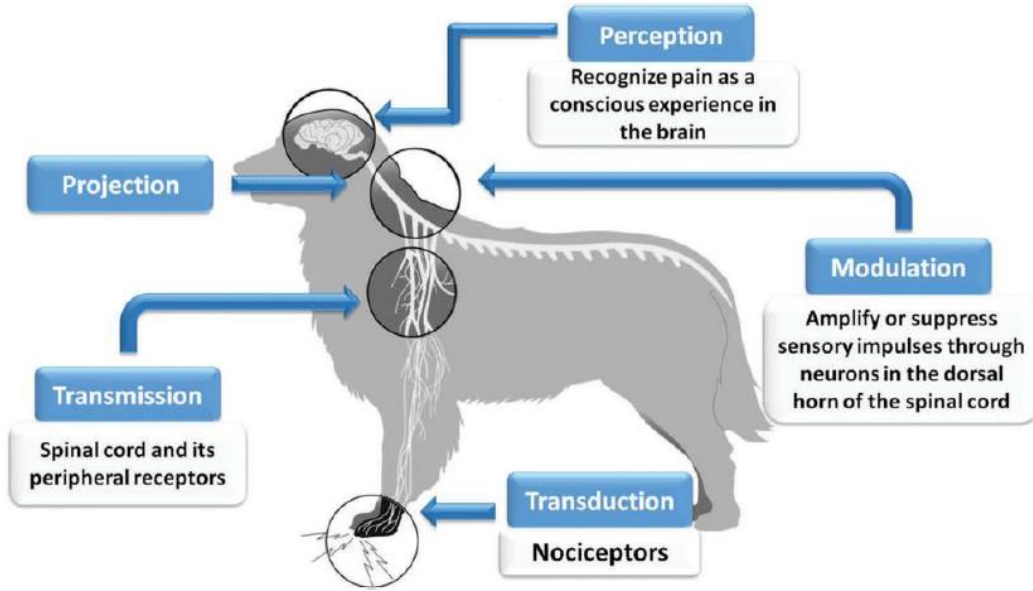
**Transmisyon:** Aksiyon potansiyellerinin birincil afferent nöronlar tarafından omurilikte yayılması.

**Modülasyon:** Nosiseptif bilginin artırılması veya engellenmesi süreci.

**Projeksiyon:** Nosiseptif bilginin omurilik yoluyla beyne (beyin sapı ve talamusa ve daha sonra kortekse) iletilmesi.

**Persepsiyon:** Nosiseptif bilginin beyin tarafından entegrasyonu veya başka bir deyişle ağrının genel bilinçli, duygusal deneyimi (11,13,14).

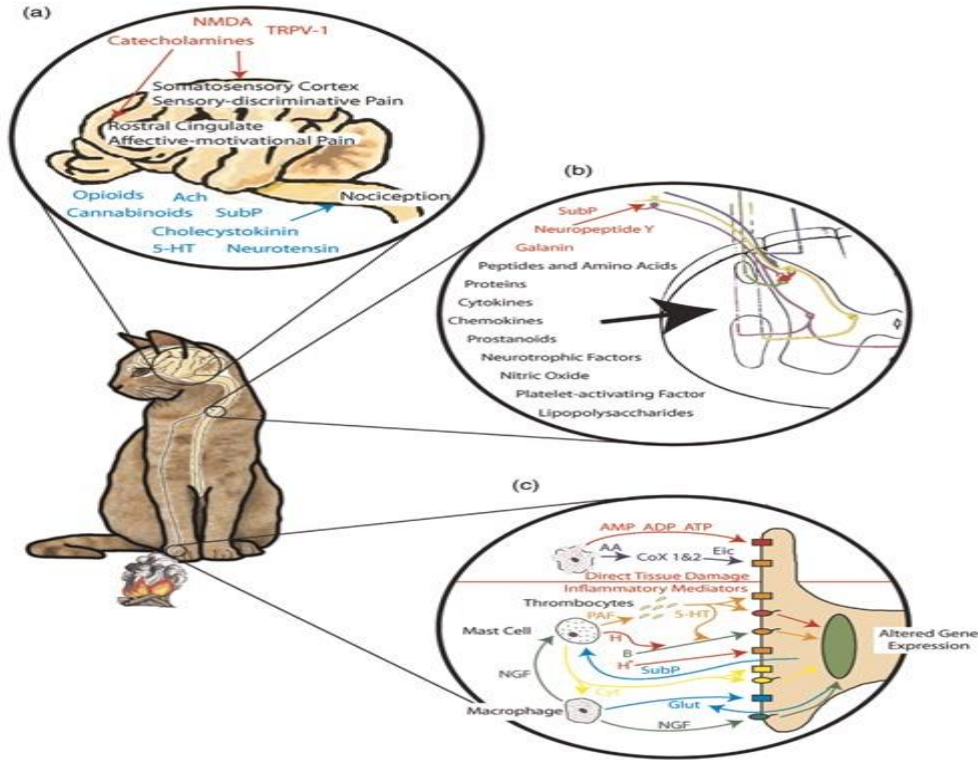
Ağrının algılanması, ilk olarak ağrıyı algılamaya özelleşmiş ve “nosiseptör” adı verilen sinir uçlarından başlar. Nosiseptörler, noksiyus uyarıların sinir sistemine etkimesi ile aktifleşir. Bu noksiyus uyarılar; termal, kimyasal veya mekanik olabildiği gibi vücuttan salgılanan ve nöromediatör işlevi gören maddeler (prostaglandinler, lökotrienler, histamin, serotonin, bradikinin, proteolitik enzimler, kalidin asit, potasyum iyonu, hidrojen iyonu) de olabilir (15).



**ŞEKİL 1. Ağrı yolunun şeması.** Lamont'tan alınan bilgileri kullanarak kendi detaylandırması (11).

Doku bütünlüğü direkt ya da indirekt olarak etkilendiği zaman, otonomik (kan basıncında ve kalp atımında değişiklik) veya hormonal (adrenal ve salivasyon sekresyonunda artış) yanıt ve ağrının subjektif duyusu meydana gelir. Doku bütünlüğünün bozulmasına neden olan, her türlü zarar veren uyarıya noksiyus uyarı adı verilir. Noksiyus uyarılara sıcaklık, işemi, mekanik yaralanmalar, yangı veya doku yıkımlanması sonucu ortaya çıkan kimyasallar (prostaglandinler, lökotrienler, histamin vs.) örnek olarak verilebilir.

Nosiseptörler hem derin hem de yüzeysel dokularda, peritoneum, pleura, periosteum, subkondral kemik, eklem kapsülü, kaslar, tendolar, kan damarları ve bazı iç organlarda bulunurlar. Nosiseptörler, uyarının çeşidine göre sınıflandırılırlar. Unimodal reseptörler yüksek eşişe sahiptirler ve mekaniksel uyarılara, termoreseptörler sığağa, Polimodal reseptörler birkaç değişik uyarıya (sıcak, soğuk, mekaniksel ve kimyasal) karşı duyarlıdırlar (16).



**Şekil 2. Nosiseptif yollar.** (a) Beyinde etkili olan nöromodülatörler – daha yüksek merkezlere etki eden kırmızı işaret, periakvaduktal gri maddeye androstro-ventral medullaya etki eden mavi işaret. (b) Omuriliğe etki eden nöromodülatörler – omurilik gangliyonuna etki eden kırmızı işaret, arka boynuzda etki eden siyah işaret. Renkle gösterilen yollar; sarı: C lifi akut ağrısı, mor: A lifi dokunuşu, pembe: A lifi hızlı ağrı, kırmızı: temsili internöron, yeşil: retikülospinal sistemin azalan modülatör lifi. (c) Periferik dokularda etkili olan nöromodülatörler. Dikdörtgen reseptörler iyonotropiktir; kırmızı: purinerjik reseptörler, turuncu: voltajla aktifleşen sodyum kanalları, mor: asit algılama kanalları, mavi: N-metil D-aspartat reseptörleri. Ovoid reseptörler metabotropiktir; kırmızı: serotonin, turuncu: bradikinin, sarı: sitokin, yeşil: sinir büyüme faktörü. Kısaltmaların anahtarı – AMP, ADP ve ATP: adenosin mono, di ve tri fosfat, AA: araşidonik asit, Eic: eikosanoidler, SubP: P maddesi, PAF: trombosit aktive edici faktör, H: histamin, H+: protonlar, B: bradikinin, Cyt: sitokinler, Glut: glutamat, NGF: sinir büyüme faktörü, 5-HT: serotonin (5-hidroksi-triptamin), Ach: asetil kolin, NMDA: N-metil-D-aspartat, TRPV-1: 1 geçici Reseptör potansiyeli vanilloid (17).

### Ağrının Sınıflandırılması

Ağrı; süresi, mekanizması ve kaynaklandığı bölge olarak üç kısımda incelenebilir (18).

### Ağrının Süresine Göre

#### Akut Ağrı

Akut ağrının tanımı ‘cerrahi girişim, travma veya akut hastalığa eşlik eden kimyasal, termal veya mekanik stimulusa karşı şekillenen normal fizyolojik yanıt’ olarak yapılmaktadır.

Akut ağrı, doku hasarı sonucu oluşan noxious stimulusla ilgilidir; lezyonla birlikte ortaya çıkar ve iyileşme süreci ile uyumlu olarak giderek azalır ve kaybolur. Akut ağrı ile neden olan lezyon arasında yer, zaman, şiddet açısından yakın ilişki vardır. Akut ağrı nedenleri arasında travma, enfeksiyon, doku hipoksisi ve enflamasyon sayılabilir. Postoperatif ağrı akut ağrıya en iyi örnektir.

Akut ağrının tanı ve sağaltımı daha kolaydır. Hastalığın doğası ve etkili medikal ya da cerrahi sağaltımla akut ağrı genellikle günler ve haftalar içinde düzelir. Yetersiz sağaltım sonucu veya

ağrıya neden olan patofizyolojik olayın ilerlemesi sonucu, ağrının kronikleşmesine yol açabilir (19).

### **Kronik Ağrı**

Çoğu kez nosiseptif özellikte olan, neden olan hastalık veya hasarın iyileşme süresinin ötesinde devam eden, uyarıcı işlevi sona erdikten sonra hastanın hayat kalitesini etkileyen klinik bir tablodur. Kronik ağrıda psikolojik ve davranışsal faktörlerde rol oynamaktadır. Kronik ağrının nedenleri arasında dejeneratif, otoimmün, metabolik, neoplastik, enfeksiyöz hastalıklar, travma sonucu oluşan sinir hasarı ve psikojenik etkenler sayılabilir. Bazen de hiçbir neden bulunamaz. Kronik ağrıda klinik tablo daha komplekstir; tanı ve sağaltımda güçlükler (19).

### **Ağrının Mekanizmasına Göre**

**Nosiseptif ağrı:** Nosiseptif ağrı, sinir sistemi hariç tüm doku ve organlara dağılmış olan nosiseptörler tarafından algılanıp, merkezi sinir sistemine taşındıktan sonra ağrı olarak hissedilen ağrı çeşididir. Visseral veya somatik kökenli olup, ağrı reseptörlerinin uyarılmasından kaynaklanır. Doku hasarı veya inflamasyon sonucu oluşur. Yaygın olarak kullanılan analjezik ilaçlara cevap verir. Nosiseptif ağrı somatik ve viseral olmak üzere iki tiptir (20).

**Nöropatik ağrı:** Nonnosiseptif ağrı için en yaygın kabul gören terimdir. Nosiseptif yaralanmaya sekonder yapısal veya fonksiyonel sinir sistem adaptasyonlarının neden olduğu ağrıdır. Önceleri psikojenik olarak değerlendirilen ağrı, son zamanlarda daha iyi tanımlanmış ve santral orijinli nöropatik ağrı olduğu anlaşılmıştır.

Nöropatik ağrı opioid ilaçlara ve nörolitik işlemlere nosiseptif ağrıdan daha az yanıt verir. Sinir kompresyonuna veya yangıya bağlı mononöropati, şimşek çakar gibi nevraljiler, diyabetik polinöropatiler ve deafferantasyon ağrısı nöropatik ağrı çeşitleridir.

**Deafferantasyon ağrısı:** Periferik ve santral sinir sistemi yaralanmaları sonucunda somatosensoryal uyarın iletiminin merkezi sinir sistemine gidişinin kesilmesi ile ortaya çıkar. Talamik ağrılar, fantom ağrılar buna örnektir.

**Reaktif ağrı:** Motor ya da sempatik afferentlerin refleks aktivasyonu ile nosiseptörlerin uyarılması sonucu oluşan miyofasyal ağrı örnektir.

**Psikosomatik ağrı (Psikojenik ağrı):** Anksiyete ve depresyon gibi psikolojik sorunlarda doku hasarı varmış gibi algılama olmaktadır (21).

### **Ağrının Kaynaklandığı Bölgeye Göre**

**Somatik ağrı:** Somatik sinirlerden kaynaklanan, ani başlayan, keskin, iyi lokalize edilen ağrıdır.

**Viseral ağrı:** İç organlardan çıkan uyarılar, otonom sisteme ait afferent yollarla taşınırlar. Kolon, rektum ve idrar kesesinden çıkan uyarılar sakral parasempatik sinirlerle m. spinalise taşınır. Farinks, trake ve özofagusun üst kısmından çıkan uyarılar, glossofaringeus ve vagus sinirleri ile, geri kalan bütün organlardan çıkan uyarılar sempatik sinirlerle m. spinalise taşınırlar. Kimyasal iritanlar, organların ani gerilmesi, aşırı kasılmalar ve kan akımının azalması nedenler arasında sayılabilir. Viseral ağrı yaygın, lokalizasyonu güç, yansıyan tipte olabilir. Kan basıncı ve nabız sayısında değişme, kas rijiditesi ve hiperestezi ile birlikte.

**Sempatik ağrı:** Sempatik sinir sisteminin aktivasyonu ile ortaya çıkan damarsal kökenli ağrılar. CRPS (kompleks rejyonel ağrı sendromu) ve kozaljiler örnektir.

**Periferik ağrı:** Kaslar, tendolar veya bizzat periferik sinirlerin kendinden köken alabilir (19,21).

### **Ağrının Değerlendirilmesi**

Hayvanların ağrı belirtileri açısından sık sık değerlendirilmesi ve şiddetli veya tekrarlanan ağrısı olan hayvanlara uygun analjeziklerin, ağrının bastırılmasında ve ağrı döngüsünün kırılmasında en büyük değere sahip olduğu gösterilmiştir (5).

Ağrı değerlendirmesi uygun tedaviye doğru ilk adımdır. Ağrının tanınmaması muhtemelen yetersiz tedavinin (oligoanaljezi; yani akut ağrının yetersiz tedavisi) birincil nedenidir. Acının tanınması, bu türün hastane ortamındaki tepkilerinin anlaşılmasını gerektirir. Ağrı belirtileri hafif olabilir ve yanlış yorumlanabilir; örneğin, bir kedinin korku nedeniyle hareketi azaltması ve 'donması'. Bununla birlikte, veteriner bakım ekibi ve sahipleri de ağrı değerlendirme becerilerini geliştirmek için eğitilebilir ve bu amaç için çeşitli web siteleri mevcuttur. Tek başına kullanıldığında fizyolojik değişkenler hastalık, korku ve stresten etkilenebileceğinden akut ağrı değerlendirmesinde güvenilir değildir. Ancak ağrılı kişiler genellikle yemek yemediğinden iştah bir 'ağrı göstergesi' olabilir (1).

Genel olarak akut ağrı değerlendirmesi subjektiftir, ancak subjektiflik ve önyargı belirli kılavuzlar ve değerlendirme araçlarıyla azaltılabilir. Kedilerde ve diğer hayvanlarda tüm değerlendirmeler bir veteriner uzmanının veya bakıcının gözlemlerine bağlıdır ve dolayısıyla 'gözlemciyle ilişkili sonuçlar' olarak adlandırılır. Değerlendirme, duruşun, genel davranışın, etkileşimlerdeki rahatlığın, aktivitenin, tutumun, vücut pozisyonunun ve yüz ifadelerinin gözlemlenmesini içerir ancak bunlarla sınırlı değildir. Bununla birlikte, genellikle yaranın ve/veya ağrılı olduğundan şüphelenilen bölgenin hafifçe palpasyonu yapılırken kediyi selamlamayı içeren dinamik ve etkileşimli bir yaklaşım önerilir. Bu önemli bir adımdır, aksi takdirde uyandırılan ağrı gözden kaçabilir. Ağrı iyi kontrol edilirse, kedinin güçlü bir tepkisi olmadan cerrahi yaraların etrafını elle muayene etmek mümkün olmalıdır (1).

### **Ağrıyı değerlendirmek için puanlama ölçekleri**

Ağrının niceliğini belirlemek zor bir iştir çünkü bu duyumun fizyolojik algısı çok boyutlu bir süreçtir. Bu nedenle hayvanlarda ağrının belirlenmesi türler, davranışlar ve ortamlar arasındaki farklılıklar nedeniyle karmaşıktır.

Danışılan literatürler hem fizyolojik hem de davranışsal değişkenleri dikkate alan çeşitli puanlama yöntemlerini içermektedir. Veteriner hekimlikte evcil hayvanlarda ağrı için kullanılan puanlama yöntemleri, insanlar için geliştirilmiş ölçeklerin uyarlanmış biçimleridir. Bu ölçeklerin kullanımı, ağrıyı değerlendirmek için tasarlanmış bir aracın uygulanması ve doğrulanmasının, değerlendirme sırasında elde edilen puanlara dayalı olarak ağrının yönetimini önemli ölçüde iyileştirdiği, ağrının düzeyinin ve tedavisinin bir göstergesi olarak çalıştığı klinik veterinerlik uygulamalarında belirli avantajlar göstermiştir.

### **Öznel (Subjektif)veya tek boyutlu ölçekler**

Eğer ağrı sadece subjektif bir deneyim olarak ele alınırsa, geçerli ölçüm subjektif algıya ulaşmaya çalışmalıdır. Gözlemcinin kendi izlenim ve deneyimine göre bir derece belirlemesi gerektiğinden subjektif kriterler bu yaklaşımın en önemli sınırlılığıdır. Bu nedenle ağrı değerlendirmesinin tüm işlemlerinin aynı değerlendirici tarafından yapılması önerilmektedir.

#### **a) Önleyici puanlama sistemleri**

Genel olarak konuşursak, bu sistem, bir değerlendiricinin, belirli bir işlemde sonra hayvanın yaşayacağı "acı derecesi" ile ilgili olarak işlem öncesinde bir düzeyde ağrı hissetmesini veya algılamasını içerir. Hayvanın yaşadığına inanılan ağrı düzeyine göre bir puan verilir. Kategoriler yok, hafif, orta ve şiddetli şeklindedir. Bu ölçeğin en büyük dezavantajı her hastada ağrının derecesini ayrı ayrı belirlememesidir; avantajı ise kullanım kolaylığı ve önleyici analjezik stratejisinin hızla planlanabilmesidir.

**(b) Basit Ağrı Tanımlama Skalası (Simple Descriptive Pain Scale: SDS)**

SDS, verilerin istatistiksel olarak yönetilebilmesi için her kategoriye bir sayı (değer) atanarak önceden tanımlanmış kategorilerden veya ağrı derecelerinden oluşur; örneğin 0, ağrı yok; 1, orta seviye; 2, orta seviye; 3, şiddetli seviye. Bazı yazarlar 4 veya 5 kategori kullanmışlardır. Sayı ne kadar yüksek olursa, ağrının gösterge bilimini her birine atamanın zorluğunun da o kadar büyük olacağını belirtmek önemlidir. Bu tür ölçeklerin dezavantajları, ağrının yoğunluğundaki hafif değişiklikleri tespit etme konusunda hassasiyetten yoksun olmalarıdır.

**(c) Sayısal Oranlama Skalası (Numeric Rating Scale: NRS)**

0'dan 10'a kadar sırayla numaralandırılan on parçaya bölünmüş yatay bir çizgiden oluşur. '0' değeri ağrının olmamasına eşitken, '10' en şiddetli ağrıyı ifade eder. Bu ölçek tamsayılar arasında ondalık sayıya izin vermediğinden istatistiksel hataya açık "süresiz" bir ölçek olarak sınıflandırılır. Avantajı, fizyolojik yönler, lokomotor aktivite ve seslendirmeler dahil olmak üzere çeşitli parametreleri dikkate almasıdır.

**(d) Görsel Analog Skala (VAS: Visual Analogue Scale)**

Bu ölçekler, iki uç noktası olan 100 mm uzunluğunda bir çizgi kullanır: 0 mm (ağrının olmadığı) ve 100 mm (maksimum ağrı). Değerlendirici, hayvanın yaşadığı acı düzeyiyle ilişkili olduğunu düşündüğü noktayı çizgi üzerinde işaretler. Bu ölçek, başlangıç noktasından (0) işaretin konulduğu noktaya kadar olan mesafenin ölçülmesiyle elde edilen sayıya eşittir. Bu yöntemin doğrusallığı, farklı yoğunluk değerleri arasında orantılı bir ilişkinin olup olmadığı konusunda belirsizlik yaratması nedeniyle tartışılmıştır. Örneğin, 60 mm'lik bir işaret, 30 mm'den yapılan bir işaretin acı miktarının tam olarak iki katını temsil etmeyebilir (11).

**Objektif (Nesnel) veya çok boyutlu ölçekler**

Subjektif ölçekler yalnızca bir özelliği (davranış veya fizyolojik sabitler) değerlendirirken, çok boyutlu ölçekler her iki özelliği de dikkate alır. Ancak bu ölçeklerin de belli düzeyde öznelliği vardır ve tekrarlanabilirlikleri sınırlıdır (11).

**(a) Glasgow Bileşik Ölçme Ağrı Ölçeği (Glasgow Bileşik Ölçme Ağrı Ölçeği – CMPS)**

Şu anda bu ölçek köpeklerde akut ağrıyı değerlendirmek için doğrulanmıştır. Bu, spontan davranışların, hayvanlarla etkileşimlerin ve klinik gözlemlerin değerlendirmelerini kapsayan standart bir protokolü takiben bir gözlemci tarafından doldurulan yapılandırılmış bir ölçeği içeren, davranışa dayalı bir puanlama sistemidir. Bu ölçek yedi değerlendirme maddesinden oluşur: insanlara karşı davranış ve tepkiler, duruş, hareketlilik, aktivite, oskültasyona yanıt, ağrılı bölgenin tedavisi ve seslendirmeler. Bu değerlendirme listelerinin her biri için, hayvanda gözlemlenenleri en yakından yansıtan açıklamaya göre gözlemci tarafından seçilen belirli sorular vardır.

Diğer bileşik ölçekler tasarlanmış olmasına rağmen CMPS veterinerlik bilimine özeldir çünkü ilgili maddelerin seçilmesine yönelik bir prosedür oluşturan ve oluşturan psikometrik ilkeler kullanılarak tasarlanmıştır. Son olarak bu ölçeğin günlük klinik uygulamanın dinamik ortamında etkili bir şekilde kullanılabilmesi için kısa, basit ve az zaman gerektirmesi gerekmektedir (11).

**(b) Melbourne Üniversitesi Ağrı Ölçeği**

Başlangıçta köpeklerde ağrıyı, davranış ve fizyolojik sabitleri temel alarak değerlendirmek için çok boyutlu bir ölçek olarak geliştirilen bu ölçek, altı değişkeni dikkate alır: fizyolojik sabitler (kalp ve solunum frekansı, rektal sıcaklık), oskültasyona yanıt, aktivite, duygusal durum, duruş ve seslendirmeler. Değerlendirici, hayvanı gözlemledikten sonra ölçeğin her değişkenine bir değer atar. Bu araç, tek modlu ölçeklere göre daha fazla hassasiyet sağlar ve dikkate alınan birden fazla faktör nedeniyle özgüllüğü ve hassasiyet seviyeleri daha yüksektir. Dezavantajı

ise, cerrahi-anestezi bir işleme tabi tutulmadan önce tipik hayvan davranışının bilinmesinin gerekli olmasıdır. Dolayısıyla sakinleştirilmiş hayvanlar için kullanışlı bir araç değildir. Bu değerlendirmeden elde edilen puana göre ağrı hafif (1-5 puan), orta (6-13), şiddetli (14-21) ve dayanılmaz (21-27) olarak değerlendirilebilir. Hayvan skoru  $\geq 10$  olduğunda kurtarma analjezisinin kullanılması gereklidir (11).

#### **(c) Kolorado Eyalet Üniversitesi Kedi ve Köpeklerde Akut Ağrı**

Bu ölçek hem köpeklerde hem de kedilerde ağrıyı değerlendirmek için mevcut olan birkaç spesifik ölçekten biridir. Psikolojik/davranışsal ve oskültasyona yanıtı dikkate alan kutular şeklinde seçilen en uygun açıklamaları ortaya koyar. Üçüncü bir bileşen, SDS adı verilen subjektif bir ölçekle değerlendirilen vücudun sertliğidir. Ölçek, değerlendiricilerin hayvanın duruşuna göre ağrı düzeyini belirlemesine yardımcı olan şemalar içerir. Ayrıca, değerlendiricilerin hayvanın ağrı, gerginlik veya artan sıcaklık gösterdiği bölgeleri veya alanları işaretlemesine yardımcı olmak için farklı hayvan vücut pozisyonlarının diyagramları da sağlanmıştır (11).

#### **(d) Botucatu Üniversitesi Ağrı Ölçeği (UNESP Botucatu- MCPS)**

Bu, yalnızca kedilere uygulanan kriterlerle tasarlanmış bir ölçektir. Amacı, bu türdeki ağrının yoğunluğunu belirlemek ve ölçmektir. Bu ölçek: spesifik olmayan davranışlar, cerrahi yaranın oskültasyonuna tepki, karın/yan oskültasyona tepki, seslendirmeler, duruş, rahatlık, tutum, kan basıncı ve iştah gibi değişkenleri dikkate alır. Bu ölçekte maksimum değer 30 puandır.  $\geq 7$  değeri elde edilirse analjezik tedavi uygulanması gerekir (11).

#### **Ağrının Kontrolü ve Sağaltımı**

İnsan ve hayvanlar için zararlı etkileri bilinen ağrının engellenmesi için bedenin kendi kontrol mekanizması bulunur. Ağrının algılanmasında yer alan limbik sistem, periakvaduktal yapılar, omuriliğin arka laminaları spesifik ağrı reseptörleri içerir. Bunlar opioid ve bunlarla ilişkili ilaçların stereospesifik bağlanma yerleridir. Veteriner hekimlikte ağrıyı tedavi etmek için beş ilaç grubu kullanılmaktadır (19).

1. Opioidler

2. Steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar (NSAII'ler)

3. Alfa-2 adrenoseptör agonistleri

4. Lokal anestezipler

5. Diğer ilaçlar (Ketamin, Azot oksit, Tramadol, Gabapentin)

Kortikosteroidler gibi ilaçlar da yangı giderici aktiviteleri nedeniyle faydalı olabilir (22).

#### **Opioidler**

Opioidler veteriner hekimlikte birçok amaç için kullanılmaktadır ve son yıllarda hayvanlarda ağrının olumsuz etkilerinin giderek daha fazla anlaşılmasıyla birlikte, ağrıyı hafifletmek için kullanım sıklıkları da artmıştır. Opioidler orta veya şiddetli ağrının sağaltımında en yaygın kullanılan ilaçlardır ve etkilerini opioid reseptörlerine (mü, kappa, delta ve sigma) bağlanarak gösterirler. Bu reseptörler omurilikte dorsal boynuzun lamina I ve II'sinde yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Bu reseptörlerin bağlanması, ağrı duyumunun meydana gelmesine neden olan P maddesinin salınmasını engeller ve asendens yollar aracılığıyla iletinin beyin merkezlerine iletimini bloke eder. (Opioid analjezikler, insanlarda ve bazı hayvan türlerinde bir uyuşukluk durumu olan narkozu tetikleme yetenekleri nedeniyle narkotik analjezikler olarak adlandırılabilir (22, 23).

### **Morfin**

Morfin ve fentanil gibi Mü-Opioid reseptör agonistleri şiddetli ağrı için güçlü ve etkili analjeziklerdir. Bu nedenle bu opioidler çeşitli hayvan türlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, birçok veteriner hekim, ikincil heyecan ve düşük güvenilirlik endişeleri nedeniyle kedilerde opioid kullanma konusunda isteksizdir. Kedilerde yüksek dozda opioidlerin neden olduğu heyecan ve agresif tepkiler, opioidmani olarak adlandırılır ve opioidlerin en endişe verici yan etkilerinden bazılarıdır. Bu istenmeyen yan etkilerden kaçınmak için, köpeklerde önerilenlere kıyasla kediler için genellikle daha düşük dozlarda opioid önerilir. Bununla birlikte, kedilerde opioidlerin, özellikle de fentanilin neden olduğu gerçek davranışsal etkiler veya opioid çılgınlığı hakkında çok az rapor vardır (24).

Morfin (morfin sülfat) hayvanlarda ruhsatlandırılmamıştır ancak yine de 'altın standart' mü-agonist olarak kabul edilmektedir. Morfinin kedilerde heyecana neden olduğu bilinse de uygun dozlarda klinik uygulamada sorun yaratmaz. Anestezi uygulanmamış kedilere intravenöz veya intraventriküler olarak verilen morfin de dikkate değer bir hiperglisemiye neden olur. Bu etki, merkezi sinir sistemindeki belirli reseptörlerin uyarılmasından kaynaklanır ve periferik sempatik sinir sistemi aracılığıyla sağlanır (25).

Morfinin, intravenöz olarak verildiğinde dissosiyatif anestezi altındaki kedilerin kan basıncında hızlı ve sürekli bir düşüşe neden olduğu gösterilmiştir (26).

### **Petidin (meperidin)**

Petidin, Birleşik Krallık da dahil olmak üzere bazı Avrupa ülkelerinde kedilerde intramüsküler (IM) enjeksiyon yoluyla 3,3 mg/kg dozunda pazarlama yetkisine sahip sentetik bir  $\mu$  reseptör agonistidir. Histamin salınımına neden olduğu için intravenöz (IV) uygulanmamalıdır. Kusma nadir görülen bir yan etkidir (27).

### **Butorfanol**

Butorfanol, agonist/antagonist aktiviteye sahip sentetik bir opioid analjeziktir. Farmakolojisi karmaşıktır ve  $\mu$ -  $\delta$ - ve  $\kappa$ -opioid reseptör alt tipleri için türe özgü afiniteye sahiptir. Butorfanol, yaygın olarak kullanıldığı birçok Avrupa ülkesinde ve Kuzey Amerika'da kedilerde kullanım için pazarlama iznine sahiptir. Genel olarak butorfanol, IV, IM veya SC yoluyla 0.1-0.4 mg/kg dozlarda uygulanır. Ancak IM uygulamaya kıyasla sınırlı sistemik absorpsiyon nedeniyle etkili olmamıştır (27).

### **Buprenorfin**

Buprenorfin, köpeklerde uzun yıllardan beri analjezi, sedasyon ve anestezi öncesi ilaç tedavisi amacıyla kullanılan kısmi bir mü-agonist opioid analjeziktir. Buprenorfin, Liste 3 kontrollü bir ilaçtır ve bu nedenle, Liste 2 maddeleri için gereken kayıt tutulmasına tabi değildir (25).

### **Fentanil**

Fentanil çok güçlü, kısa etkili, yağda çözünebilir, sentetik bir  $\mu$  agonistidir.

Kedilerde IV uygulanan fentanilin farmakokinetik çalışmasında hızlı dağılım ve eliminasyon rapor edilmiştir. Deneysel bir ortamda, 6  $\mu$ g/kg/saat fentanil infüzyonu ile sürekli propofol infüzyonu kombinasyonu kedilerde tatmin edici anestezi ile sonuçlanmıştır. Anestezi uygulanan yaralı kedilerde yapılan bir klinik çalışmada, propofol infüzyonu (12 mg/kg/saat) ile fentanil infüzyonunun (20  $\mu$ g/kg/saat) hemodinamik değişkenleri fentanil ve izofluran anestezisinden daha iyi koruduğu, ancak solunum depresyonunun daha fazla olduğu rapor edilmiştir (27).

### **NSAII**

NSAII'lar analjezik, antiinflamatuvar ve antipiretik özelliklere sahip çeşitli bileşik gruplarıdır. Analjezik etkilerinin öncelikle periferik olduğu düşünülmektedir ancak bazı merkezi etkiler de



olabilir. Hafif ila orta dereceli ağrıya karşı etkili olabilirler ve çoğunun etki süresi 12 saatten fazladır.

NSAII'lar esas olarak prostaglandinlerin üretiminden sorumlu enzim olan siklo-oksijenaza (COX) karşı etki eder.

NSAII'lar perioperatif ve postoperatif analjezi için ameliyat öncesi başarıyla uygulanır ancak böbrekleri koruyan prostaglandinlerin inhibisyonu böbrekleri koruyabileceğinden böbrek perfüzyonunun belirgin şekilde azaldığı durumlarda (örneğin ciddi hipotansiyon, hipovolemi veya kanama vakalarında) kullanılmamaları önemlidir (28).

Bu ilaçlar, hafif ila orta şiddette kronik ağrının tedavisinde Dünya Sağlık Örgütü'nün ilk tercihidir. Uzun süreli kullanımları, saf agonist opioidlerle karşılaştırıldığında tercih edilir çünkü bağımlılık yapmazlar, uzun süreli etkiye sahiptirler, sedasyona veya solunum depresyonuna neden olmazlar ve narkotik kontrol sorunları yoktur (29).

### **Meloksikam**

Meloksikam köpeklerde kas-iskelet sistemi ağrısı ve yangının orta ila uzun vadeli tedavisinde kullanılmıştır. COX-2'ye karşı seçiciliği vardır ve insanlarda gastrointestinal sistem için güvenli gibi görünmektedir (29)

### **Ketoprofen**

Ketoprofen, akut ağrı ve yangının giderilmesi için, birçok Avrupa ülkesinde lisanslı bir NSAII'dır. Ketoprofenin hem yumuşak doku hem de ortopedik cerrahi geçiren kedilerde iyi bir postoperatif analjezi sağladığı gösterilmiştir (30).

Bir propiyonik asit türevi olan Ketoprofen, köpeklerde iyi bilinen analjezik özelliklere sahip güçlü bir NSAII'tır. Ketoprofen, hem COX-1 hem de COX-2'nin bir inhibitörüdür. İstenmeyen yan etkiler, dikkatli hasta seçimini gerektiren potansiyel bir sorundur. Yaygın olarak bildirilen yan etkiler arasında mide ve duodenum ülserleri, böbrek yetmezliği ve kanama vardır. Ketoprofen uygulaması kanama süresinin uzamasına neden olabilir. Bu nedenle intraoperatif kanama potansiyelini azaltmak için postoperatif kullanılmalıdır (31).

### **Fluniksin Meglumün**

Fluniksin güçlü bir COX inhibitörüdür. Böylece prostaglandin sentezini bloke eder ve benzer etki mekanizmasına sahip diğer ilaçlar gibi gastrointestinal ülserasyona neden olabilir (32).

Bu nedenle önerilen doz oranı, 3 gün boyunca 1,0 veya 1,1 mg/kg vücut ağırlığı (ca) ve ardından dört günlük dinlenme periyodudur. Bununla birlikte, ciddi koşullar daha yüksek dozajlar ve daha uzun tedavi süresi gerektirebilir. Bu, fluniksin'in uzun süreli uygulanmasıyla ilişkili olası yan etkiler hakkında tatmin edici bilgi gerektirir.

NSAII'ların karboksilik asit grubunun bir aminonikotinik asit türevi olan fluniksin, siklooksijenazı geri dönüşümlü olarak inhibe eder ve dolayısıyla prostaglandinlerin ve tromboksanların sentezinin güçlü bir inhibitörüdür. Diğer NSAII'lar gibi benzer faydalı ve yan etkilere sahiptir (33).

### **$\alpha_2$ Adrenerjik Agonistler**

$\alpha_2$ -adrenoseptör agonistlerinin sedasyon sağlamaları, sentral ve spinal etkilerine bağlı olarak da analjezi meydana getirmeleri sebebiyle kedi ve köpeklerde sıklıkla kullanılmaktadır. En sık uygulanan  $\alpha_2$ -adrenoseptör agonistler ise ksilazin, medetomidin ve deksmedetomidindir. Bu anestezikler beyinde noradrenalin salınımını inhibe ederek diğer kullanılacak olan anestezi maddenin dozunu azaltırlar. Etkileri yohimbin ve atipamezol ile ters çevrilebilir.  $\alpha_2$ -adrenoseptör agonistlerin en çok karşılaşılan olumsuz etkileri doza bağlı olarak solunum ve dolaşım sistemindedir. Birçok hayvan türünde kardiyovasküler sistem üzerinde bradikardi oluşturur. Köpek ve kedilerde yüksek dozlar derin sedasyona sebep olarak solunum sayısını

azaltır. Düşük dozda tek başına veya diğer anestezi ajanlarıyla kombine kullanılarak güvenli ve dengeli anestezi sağlarlar (34).

### **Ksilazin**

Ksilazin, çeşitli dokulardaki periferik  $\alpha$ -adrenoseptörleri doğrudan uyarır. Ek olarak diğer a2 reseptör agonistleri (yani klonidin) ve muhtemelen ksilazin, norepinefrin salınımını modüle eden presinaptik a2 reseptörlerini uyarır. Ksilazin ayrıca merkezi bir mekanizma yoluyla vagal ve baroreseptör aktivitesini de artırır. Ksilazin kaynaklı sedasyon öncelikle merkezi a2 reseptörlerinin uyarılmasından kaynaklanır. Ksilazin, sedasyonun yanı sıra köpeklere ve kedilere verildiğinde analjezi ve kas gevşemesine neden olur (35).

### **Medetomidin**

Medetomidin hem pre- hem de postsinaptik a2 reseptörlerin güçlü, seçici ve spesifik bir tam agonistidir. Medetomidinin alfa seçicilik oranı 1.620 iken, ksilazin için bu oran 160'tır. Medetomidin'in farklı laboratuvar hayvanlarındaki karakteristik etkileri arasında sedasyon, analjezi, anksiyetenin hafifletilmesi, bradikardi, hipotansiyon ve hipotermi yer alır. Yüksek dozlarda medetomidinin hipnotik veya anestezi etkileri vardır (36).

### **Lokal anestezi ilaçları**

Lokal anestezi ilaçları öncelikle sinirlerdeki sodyum kanallarını bloke ederek sinir depolarizasyonunu ve aksiyon potansiyelinin yayılmasını önler, böylece ağrı uyarısının yayılmasını önler. Lokal anestezi, nosiseptif sinyallerin periferden spinal ve supraspinal merkezlere iletilmesini önleyerek mükemmel analjezi sağlar. Diğer antinösetif ilaçlarla karşılaştırıldığında lokal anestezi ilaçları tam analjezi sağlamada benzersizdir. (Opioid kullanımını azaltmak için lokal anestezi ilaçlarının kullanılması, yalnızca disfori, kusma ve mide bulantısı gibi opioid aracılı potansiyel olumsuz etkileri azaltma isteği nedeniyle değil, aynı zamanda güçlü opioidlerin mevcudiyetinin mevzuat, üretim veya ülke/bölge nedeniyle sınırlı olabilir (1,37).

Lokal anestezi ilaçları kimyasal yapılarına, metabolizmalarına, etki gücüne, etki başlama zamanına ve etki süresine göre farklı gruplara ayrılır. Topikal ve parenteral uygulama için birçok farklı preparat halinde mevcuttur. Analjezik kullanım için en sık kullanılan preparatlar lidokain, bupivakain ve ropivakaindir (38).

### **Diğer İlaçlar**

#### **N-metil-D-aspartat antagonistleri**

N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörünün ve bunun nosiseptif ağrı iletimi ve merkezi duyarılılaştırma ile olan bağlantılarının keşfedilmesiyle, potansiyel antihiperalezik ajanlar olarak ketamin gibi rekabetçi olmayan NMDA reseptör antagonistlerinin kullanılmasına ilgi yeniden doğmuştur (39).

Ketamin, glutamatın etki gösterdiği uyarıcı amino asit reseptörlerinden biri olan N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörünün rekabetçi olmayan bir antagonistidir. Bu reseptör, travmatik inflamasyonu takiben değişen ağrı tepkilerinin indüklenmesi ve sürdürülmesinde yakından rol oynar. Bu nedenle reseptör antagonistlerinin bazı analjezik ve antihiperalezik özelliklere sahip olduğu görülmektedir (22).

#### **Azot oksit**

Solunum yoluyla hastaya verilen bir gaz olan azot oksit, insanlarda iyi bir analjezik olup ameliyat ve anestezi sırasında analjezi sağlamak için rutin olarak kullanılır. Evcil hayvanlarda etkisi düşüktür; ancak % 60-70'lik bir konsantrasyonda uygulandığında bazı analjezik özelliklere sahip olduğu görülmektedir. İnhalasyon veya intravenöz anesteziye yardımcı olarak kullanılır; kalıcı analjezi sağlamaz ve azot oksit uygulaması kesildiğinde etkiler hızla (5 dakika içinde) azalır (22).

### **Tramadol**

Tramadol,  $\mu$ -opioid reseptörlerine etki eden ve aynı zamanda bir  $\alpha_2$ -agonist gibi davranarak noradrenalin ve serotoninin geri alımını inhibe eden, opioid olmayan, merkezi etkili bir analjeziktir (28).

Tramadol, serotonin (5-HT) ve norepinefrin (NE) geri alımını baskılayan  $\mu$ -opioid reseptörlerinde sentetik bir opioid agonistidir. Esas olarak inen inhibitör yol üzerinde etki gösterir ancak yeterli terapötik etkinliği sürdürmek için sık dozaj aralıkları ve diğer ilaçlarla birlikte uygulanmasını gerektirir.

Mevcut verilere göre tramadol kediler için daha uygun bir tedavi seçeneği gibi görünmektedir ve tercihen her iki türde, özellikle de köpeklerde multimodal analjezinin bir bileşeni olarak kullanılmalıdır (3).

### **Gabapentin**

Gabapentin bir antikonvülsan olarak geliştirilmiş ve insanlarda nöropatik ağrıya karşı etkili olduğu bulunmuştur ancak etki mekanizması henüz belirsizdir. Presinaptik voltaj kapılı kalsiyum kanallarının aktivitesini modüle edebilir, bu da glutamat salınımının azalmasına ve dolayısıyla NMDA reseptör aktivasyonunda bir azalmaya neden olabilir. Nosisseptif/ağrı eşiklerini değiştirmez ve bu nedenle spesifik olarak analjezik görevi görmez ancak diğer ilaçların analjezi üretmesine yardımcı olabilir (28).

## **MULTİMODAL ANALJEZİ**

Multimodal analjezi, farklı etki mekanizmalarına sahip iki veya daha fazla analjezik ilacın uygulanmasıdır. Birden fazla analjezik sınıftan ilaçların kullanılmasıyla ağrının başarılı bir şekilde önlenmesi ve tedavi edilmesi şansı artırılabilir ve kombinasyonun daha güvenli ve etkili hale getirilmesi sağlanabilir (1,40).

Opioidler, nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçlar (NSAII), lokal anestezipler,  $\alpha_2$  ( $\alpha_2$ ) agonistleri ve N-metil-D-aspartat (NMDA) antagonistleri gibi ilaçların birleştirilmesiyle hastaya daha etkili bir analjezi sağlanabilir.

Ağrı yollarının, periferden omuriliğe ve daha sonra beyne kadar nosisseptif bilgiyi iletmesi ve değiştirmesinin karmaşık yolu nedeniyle, tek bir ilaç sınıfı, yolun tüm çoklu bölgelerindeki süreçlere karşı tek başına etkili olamaz. Farklı bölgelere ve farklı reseptörlere etki eden iki veya daha fazla ilacın kombinasyonu kullanılarak hastada ağrının daha etkili bir şekilde giderilmesi sağlanabilir. Farklı farmakolojik sınıflara ait ilaçların kullanılmasıyla birden fazla ilacın daha düşük dozları kullanılabilir ve bu da yan etkilerin azalmasına yol açabilir (38).

Birden fazla nosisseptif yolu değiştirdikleri, sinerjistik bir etki oluşturdukları ve kombinasyon halinde her iki ilacın tek başına kullanılmasından daha düşük dozlar gerektirdiği için, farklı analjezik sınıflarına ait ilaçları birleştirmek faydalı olmaktadır (41).

Nosisepsiyonla ilgili sistemlerin devasa karmaşıklığı göz önüne alındığında, belirli bir analjezik ajanın uygulanmasının sinyal iletimini tamamen bloke etmesi pek mümkün değildir ve farklı analjezik sınıflarından ilaçları birleştirerek (her biri farklı etki göstererek) kullanmak daha mantıklıdır. Bu, multimodal analjezi kavramının temelini oluşturur. Ek olarak, farklı ilaç grupları arasındaki sinerjistik analjezik etkiler nedeniyle, daha düşük dozların (özellikle opioid ilaçların) gerekli olması muhtemel olduğundan yan etkileri azaltma potansiyeli de vardır. Steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçların (NSAII'ler) insanlarda ameliyat sonrası opioid tüketimini tutarlı bir şekilde azalttığı gösterilmiştir. Multimodal analjezinin köpeklerde kronik osteoartritik ağrı için etkili olduğu gösterilmiş olsa da hayvanlarda akut klinik ağrı ile ilgili olarak kullanımı daha az kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır ve çalışmaların yapıldığı yerlerde sonuçlar, ilacın yararlı etkilerine ilişkin kanıt sağlamamıştır. Ancak bu, insanlarda kullanılan 'altın standart' (ağrının kendi kendine raporlanması) ile karşılaştırıldığında hayvanlardaki ağrı

puanlama sistemlerinin göreceli olarak duyarsızlığını gösterebilir. Sonuç olarak hem teorik değerlendirmelere hem de insan çalışmalarından elde edilen kapsamlı kanıtlara dayanarak, multimodal analjezinin hayvanlarda akut ağrının uygun şekilde yönetilmesinde önemli bir role sahip olması muhtemel olduğu öngörülmüştür (2).

Örneğin morfin, lidokain ve ketaminin infüzyon yoluyla birlikte verilmesi mükemmel analjezi sağlayabilir, ancak aynı zamanda derin sedasyon ve bazen de belirgin deliryum sağlayabilir. Multimodal bir yaklaşım kullanıldığında, kullanılan ilaçların her biri için doz aralığının düşük sınırıyla başlamak ve daha sonra gerekirse, özellikle uygulayıcı tekniğe aşına değilse dozajı artırmak mantıklı olabilir (43).

Örneğin, ameliyat sonrası tek analjezik ajan olarak opioidler kullanılıyorsa, opioid dozunu artırarak analjeziyi artırma girişimleri yan etkilerin artmasına (örneğin bradikardi ve solunum depresyonu) yol açabilir. Bununla birlikte, başlangıçta opioid rejimine bir NSAII eklenirse, kombinasyon, her iki ajanın tek başına uygulanmasından çok daha iyi analjezi sağlar (28). Bazı sedatifler ve anestezipler analjezik olsa da ( $\alpha 2$ -agonistler, ketamin ve nitroz oksit), sedatif asepromazin, anestezi indüksiyon ajanları tiopental ve propofol; volatil ajanlar, halotan, izofluran ve sevofluran'ın bu amaçla kullanılmadığını unutmamak gerekir (28).

**Tablo 1.** Analjezik ajanlar ne zaman uygulanmalıdır (28).

ANALJEZİK AJANLAR NE ZAMAN UYGULANMALIDIR?					
	Preoperatif		İntraoperatif		Postoperatif
	Premedikasyon	Anestezi öncesinde uygulanabilecek diğer ajanlarla birlikte	Genel anestezipler	Diğer intraoperatif analjezik ajanlarla birlikte	Postoperatif analjezi için
Opioidler	Evet	—	—	Evet	Evet
NSAII	—	Evet	—	Evet	Evet
$\alpha 2$ -agonistler	Evet	—	Evet	—	Uygulanabilir
Ketamin	Hayır	Hayır	Evet	—	Evet
Azot oksit	—	Uygulanabilir	Evet	—	Uygulanabilir
Lokal anestezipler	—	Evet	—	Evet	Evet
Diğer ajanlar (örneğin tramadol)	Evet	—	—	Evet	Evet

Multimodal analjezinin veteriner uygulamalarında, özellikle postoperatif dönemde uygulanması kolaydır, ancak travma sonrası ve tek bir analjezik ajan kullanılarak ağrının giderilmesinin sağlanamadığı kronik ağrı durumları gibi diğer durumlarda da kullanılabilir. Hem yeni ajanları hem de halihazırda mevcut olan ilaçları kullanmanın yeni yollarını inceleyen devam eden araştırmaların, multimodal analjezik rejimlerinde kullanılacak mevcut ürün yelpazesini artıracığı ümit edilmektedir (28).

Preemptif analjezik tedavi, daha sonraki ağrıyı önlemek veya azaltmak amacıyla ağrılı uyaran öncesinde tek veya birden fazla analjezik ilacın uygulanmasıdır. Preemptif multimodal analjezinin, postoperatif ağrı için geleneksel tek modlu (tek ilaç) tedaviden daha etkili olduğu, çünkü artan etkinlik, ilaç sinerji potansiyeli ve ilaca bağlı yan etkilerde azalma olduğu düşünülmektedir

Preemptif analjezi ve multimodal analjezik ilaç kombinasyonlarının infüzyonunun potansiyel avantajlarından biri, genel anesteziyi sürdürmek için gereken inhaled anestezik miktarını azaltma ve dolayısıyla kardiyorespiratuar depresyon riskini azaltma potansiyelidir. Anestezik gereksinimleri azaltmak, ağrı tedavisini kolaylaştırmak, olumsuz otonom sinir sistemi reflekslerini en aza indirmek ve olumsuz olayları azaltmak veya önlemek için ilaçların kombine kullanımı, önleyici, multimodal veya dengeli analjezinin temelini oluşturur (44).

**KAYNAKÇA**

1. Steagall PV, Robertson S, Simon B, Warne LN, Shilo-Benjamini Y, Taylor S. 2022 ISFM consensus guidelines on the management of acute pain in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2022; 24(1): 4-30.
2. Flaherty D. Understanding the mechanisms behind acute pain in dogs and cats. *VETN*. 2013; 4(2): 82-87.
3. Domínguez-Oliva A, Casas-Alvarado A, Miranda-Cortés AE, Hernández-Avalos I. Clinical pharmacology of tramadol and tapentadol, and their therapeutic efficacy in different models of acute and chronic pain in dogs and cats. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 2021; 8(3): 404.
4. Kurum B, Pekcan Z, Karsli B, Kumandas A, Elma E. The effects of ketoprofen and meloxicam on bone healing in rat model: a comparative dual energy X-Ray absorptiometry study. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2012; 18(4).
5. Wiese AJ, Muir WW, Wittum TE. Characteristics of pain and response to analgesic treatment in dogs and cats examined at a veterinary teaching hospital emergency service. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2005; 226(12): 2004-2009.
6. Epstein ME, Rodan I, Griffenhagen G, Kadrlík J, Petty MC, Robertson SA et al. 2015 AAHA/AAFP pain management guidelines for dogs and cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2025; 17(3): 251-272.
7. Rae L, MacNab N, Bidner S, Davidson C, McDonagh P. Attitudes and practices of veterinarians in Australia to acute pain management in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2022; 24(8): 715-725.
8. Ferrell BA. Pain management. *Clinics in geriatric medicine*. 2000; 16(4): 853-873.
9. Taylor PM, Robertson SA. Pain management in cats—past, present and future. Part 1. The cat is unique. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2004; 6(5): 313-320.
10. Robertson SA, Taylor PM. Pain management in cats—past, present and future. Part 2. Treatment of pain—clinical pharmacology. *Journal of feline medicine and surgery*. 2004; 6(5): 321-333.
11. Hernandez-Avalos I, Mota-Rojas D, Mora-Medina P, Martínez-Burnes J, Casas Alvarado A, Verduzco-Mendoza A et al. Review of different methods used for clinical recognition and assessment of pain in dogs and cats. *International Journal of Veterinary Science and Medicine* 2019; 7(1): 43-54.
12. Shilo Y, Pascoe PJ. Anatomy, physiology, and pathophysiology of pain. *Pain Management in Veterinary Practice*. 2013; 9-27.
13. Shilo Y, Pascoe PJ. Anatomy, Physiology and Pathophysiology of Pain. In: Egger CM, Love L, Doherty, T, eds. *Pain management in veterinary practice*. 1st ed. Philadelphia: John Wiley & Sons; 2013, p: 9-26.
14. Self I, Grubb T. Physiology of pain. In: Self I, eds. *BSAVA guide to pain management in small animal practice*. British Small Animal Veterinary Association 1st ed. Quedgeley: BSAVA; 2019, p: 3-13
15. Kroin JS, Buvanendran A, Watts DE, Saha C, Tuman KJ. Upregulation of cerebrospinal fluid and peripheral prostaglandin E2 in a rat postoperative pain model, *Anesthetic Pharmacology*. 2006; 103(2): 334-343.
16. Korkmaz M. Köpeklerde Epidural Olarak Uygulanan Bupivakain ve Levobupivakainin Etkilerinin Karşılaştırılması. AK.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2011, Afyonkarahisar (Danışman: Doç. Dr. Z. Kadir SARITAŞ).

17. Simon B, Steagall P. Anatomy, Physiology and Pharmacology In: Steagall P, Robertson SA, Taylor P, eds. Feline anesthesia and pain management. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2017, p: 17-34.
18. Yağcı Ü, Saygın M. Ağrı fizyopatolojisi. SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi. 2019; 26(2): 209-220.
19. Kuzucu O. Köpeklerde karprofen ve flunixin'in postoperatif analjezik etkinliklerinin karşılaştırılması. AÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 2005, Ankara (Danışmanı: Prof. Dr. A. Perran GÖKÇE).
20. Yıldırım D. Ağrı. Yaşlanma teorileri ve geriatric değerlendirme: yaşlı bakımı. İstanbul. 2019, s: 295-309.
21. Aydın NO. Ağrı ve ağrı mekanizmalarına güncel bakış. Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 2002 ; 3 (2): 37-48.
22. Nolan AM. Pharmacology of Analgesic Drugs. In: Flecknell PA, Waterman-Pearson A. Pain management in animals. 2nd ed. London: WB Saunders; 2000, p: 21-52.
23. Uysal N. Köpeklerde epidural olarak uygulanan bupivakain morfin kombinasyonunun bolus, aralıklı bolus ve sürekli infüzyonunun etkilerinin karşılaştırılması. MAKÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, 2021, Burdur ( Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Yusuf Sinan ŞİRİN)
24. Kamata M, Nagahama S, Kakishima K, Sasaki N, Nishimura R. Comparison of behavioral effects of morphine and fentanyl in dogs and cats. Journal of Veterinary Medical Science. 2012; 74(2): 231-234.
25. Stanway GW, Taylor PM, Brodbelt DC. A preliminary investigation comparing pre-operative morphine and buprenorphine for postoperative analgesia and sedation in cats. Veterinary Anaesthesia and Analgesia. 2002; 29(1): 29-35.
26. Kayaalp SO, Kaymakçalan S. A comparative study of the effects of morphine in unanaesthetized and anaesthetized cats. British Journal of Pharmacology and Chemotherapy. 1966; 26(1): 196.
27. Bortolami E, Love EJ. Practical use of opioids in cats: a state-of-the-art, evidence-based review. Journal of feline medicine and surgery. 2015; 17(4): 283-311.
28. Slingsby L. Multimodal analgesia for postoperative pain relief. In practice. 2008; 30(4): 208-212.
29. Luna SP, Basílio AC, Steagall PV, Machado LP, Moutinho FQ, Takahira RK et al. Evaluation of adverse effects of long-term oral administration of carprofen, etodolac, flunixin meglumine, ketoprofen, and meloxicam in dogs. American journal of veterinary research. 2007; 68(3): 258-264.
30. Morton CM, Grant D, Johnston L, Letellier IM, Narbe R. Clinical evaluation of meloxicam versus ketoprofen in cats suffering from painful acute locomotor disorders. Journal of Feline Medicine & Surgery. 2011; 13(4): 237-243.
31. Deneuche AJ, Dufayet C, Goby L, Fayolle P, Desbois C. Analgesic comparison of meloxicam or ketoprofen for orthopedic surgery in dogs. Veterinary Surgery. 2004; 33(6): 650-660.
32. Taylor PM, Winnard JG, Jefferies R, Lees P. Flunixin in the cat: a pharmacodynamic, pharmacokinetic and toxicological study. British Veterinary Journal. 1994; 150(3): 253-262.
33. Erdogan HM, Gunes V, Gokce HI, Uzun M, Cital M, Yuksek N. Effects of prolonged intravenous of flunixin meglumine in healthy dogs. acta veterinaria brno. 2003; vol.72, no.1, 71-78.

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

34. Yılmaz G. Kedilerde medetomidin, butorfanol, ketamin kombinasyonunun (kitty magic) anestezik etkinliğinin araştırılması aydın ADÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, 2021, Burdur (Danışman: Prof. Dr. Ali BELGE)
35. Greene SA, Thurmon JC. Xylazine—a review of its pharmacology and use in veterinary medicine. *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics*. 1988; 11(4): 295-313.
36. Jalanka HH, Roeken BO. The use of medetomidine, medetomidine-ketamine combinations, and atipamezole in nondomestic mammals: a review. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 1990; 259-282.
37. Grubb T, Lobprise H. Local and regional anaesthesia in dogs and cats: Overview of concepts and drugs (Part 1). *Veterinary medicine and science*. 2020; 6(2): 209-217.
38. Goddard L. Peripheral nerve blocks as part of a multimodal analgesia approach in orthopaedic patients. *The Veterinary Nurse*. 2012; 3(9): 562-569.
39. Buvanendran A, Kroin JS. Multimodal analgesia for controlling acute postoperative pain. *Current opinion in Anesthesiology*. 2009; 22(5): 588-593.
40. Sidar SK, Sharda R, Dewangan R, Panchkhande N, Sahu D. Clinical efficacy of multimodal analgesia for the management of visceral pain in canine abdominal surgery. 2023; 12(1): 912-916.
41. Cannon CZ, Kissling GE, Goulding DR, King-Herbert AP, Blankenship-Paris T. Analgesic effects of tramadol, carprofen or multimodal analgesia in rats undergoing ventral laparotomy. *Lab animal*. 2011; 40(3): 85-93.
42. Hellyer P, Rodan I, Brunt J, Downing R, Hagedorn JE, Robertson SA. AAHA/AAFP Pain Management Guidelines Task Force Members. AAHA/AAFP pain management guidelines for dogs and cats. *Journal of feline medicine and surgery* 2007; 9(6): 466-480.
43. MacFarlane P. Managing perioperative pain in dogs and cats. *In Practice*. 2018; 40(4): 130-140.
44. Muir III WW, Wiese AJ, March PA. Effects of morphine, lidocaine, ketamine, and morphine-lidocaine-ketamine drug combination on minimum alveolar concentration in dogs anesthetized with isoflurane. *American journal of veterinary research*. 2003; 64(9): 1155-1160.



## SİĞİRLARDA DİĞİTAL DERMATİTİS

**Araş. Gör. Ahmet BAYAT (ORCID:0000-0003-1336-3196)**

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Celal Oruç Hayvansal Üretim Yüksekokulu

**Email:**ahmetbey.211@gmail.com

**Dr. Öğr. Üyesi Emine ÇATALKAYA (ORCID: 0000-0001-7884-5407)**

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi

**Email:**eminecatalkaya21@gmail.com

### ÖZET

Dijital dermatitis (DD), öncelikle sığırların ökçe bölgesinde deriyi etkileyen bakteriyel bir hastalıktır. Enfeksiyon inflamasyon ve deri hasarına bağlı ağrı ve topallığa neden olur. Ayak hastalıkları içerisinde digital dermatitis en fazla görülen ayak deri hastalıklarından biridir. Lezyonlar ökçelerin hemen yakınında oluşan ülser ve/veya siğillerle karakterizedir. Ancak bu lezyonlar vücudun farklı bölgelerinde (tarsal eklem, meme gibi) ve interdigital aralık, beyaz çizgi hastalığı ile birlikte de seyredebilir. Digital dermatitis (DD), çevresel, yönetim ve mikrobiyal faktörleri içeren yaygın, bulaşıcı, çok faktörlü bir hastalıktır. Bu şu anda sığırlarda bulaşıcı topallığın ana nedenlerinden biridir. İlk kez 1974 yılında İtalya'da tanımlanan hastalığın rapor edilen görülme sıklığı, süt sığırlarının genişlemesi ve birleşmesi nedeniyle son birkaç on yılda dünya çapında arttı. Digital dermatitis süt sığırı işletmelerinde en büyük sorunlardan biridir. Çünkü digital dermatitis hayvan refahını ve süt üretimi ciddi oranda etkileyerek ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca bu hastalığın tedavisi zor ve profilaktik önlemlerinin etkinliği büyük ölçüde tahmin edilemez. Bu hastalığın ekonomik ve refah açısından önemine rağmen etiyojisi, bulaşması, önlenmesi ve tedavisi ile ilgili birçok soru varlığını sürdürmektedir. Hastalıkla başa çıkmanın zor olmasının birkaç nedeni var; ilk olarak enfeksiyon, lezyonlardan izole edilen, özellikle *Treponema* cinsine ait çeşitli bakterilerle polimikrobiyal gibi görünmektedir. Bu çalışmada, ciddi ekonomik kayıplara neden olan digital dermatitis hakkında detaylı bir bilgi vermek ve neden olduğu sorunlara genel bir bakış sunmak amaçlandı.

**Anahtar Kelimeler:** Digital Dermatitis, sığır, ayak hastalıkları

## **DIGITAL DERMATITIS IN CATTLE**

### **Abstract**

Digital dermatitis (DD) is a bacterial disease that primarily affects the skin in the heel area of cattle. Infection causes pain and lameness due to inflammation and skin damage. Among foot diseases, digital dermatitis is one of the most common foot skin diseases. The lesions are characterized by ulcers and/or warts that occur in the immediate vicinity of the heels. However, these lesions can also occur in different parts of the body (such as tarsal joint, breast) and together with interdigital space and white line disease. Digital dermatitis (DD) is a common, infectious, multifactorial disease that involves environmental, management and microbial factors. This is currently one of the main causes of infectious lameness in cattle. First identified in Italy in 1974, the reported incidence of the disease has increased worldwide over the past few decades due to the expansion and consolidation of dairy cattle farming. Digital dermatitis is one of the biggest problems in dairy cattle farms. Because digital dermatitis seriously affects animal welfare and milk production, causing economic losses. In addition, this disease is difficult to treat and the effectiveness of prophylactic measures is largely unpredictable. Despite the economic and welfare importance of this disease, many questions remain regarding its etiology, transmission, prevention and treatment. There are several reasons why it is difficult to cope with the disease; first, the infection appears to be polymicrobial, with a variety of bacteria, primarily belonging to the genus *Treponema*, isolated from the lesions. This study aimed to provide detailed information about digital dermatitis, which causes serious economic losses, and to present an overview of the problems it causes.

**Keywords:** Digital Dermatitis, cattle, foot diseases

## GİRİŞ

Digital dermatitis (DD), çevresel, yönetim ve mikrobiyal faktörleri içeren yaygın, bulaşıcı, çok faktörlü bir hastalıktır. Bu şu anda sığırlarda bulaşıcı topallığın ana nedenlerinden biridir. İlk kez 1974 yılında İtalya'da tanımlanan hastalığın rapor edilen görülme sıklığı, süt sığırlarının genişlemesi ve birleşmesi nedeniyle son birkaç on yılda dünya çapında arttı. Digital dermatitis süt çiftçileri için ciddi bir sorun haline geliyor çünkü hastalık hayvan refahını ve üretimi olumsuz etkiliyor, ortadan kaldırılması zor ve kontrol önlemlerinin etkinliği büyük ölçüde tahmin edilemez (24).

Digital dermatitis (DD), öncelikle sığırların topuklarındaki deriyi etkileyen bakteriyel bir hastalıktır. Enfeksiyon yangı ve cilt hasarına neden olarak ağrı ve rahatsızlığa neden olur (1). Süt ineklerinde topallığın ana nedenidir (2) ve dolayısıyla birçok ülkede süt endüstrisi için önemli bir sorun olup, hayvan refahının azalmasına ve ekonomik kayba neden olur (3). DD yakın zamanda Birleşik Krallık'ta besi sığırlarında ortaya çıkan bir sorun olarak tanımlanmıştır (4) ve DD'ye neden olduğuna inanılan bakteriler koyunlardaki benzer lezyonlarda da tanımlanmıştır (Bulaşıcı Koyun Digital Dermatitis olarak bilinir) (5).

## ÖNEMİ

Bu hastalığın ekonomik ve refah açısından önemine rağmen etiyojisi, bulaşması, önlenmesi ve tedavisi ile ilgili birçok soru varlığını sürdürmektedir. Hastalıkla başa çıkmanın zor olmasının birkaç nedeni var; İlk olarak enfeksiyon, lezyonlardan izole edilen, özellikle *Treponema* cinsine ait çeşitli bakterilerle polimikrobiyal gibi görünmektedir (6). Ek olarak, ilgili bakterilerin başlangıçta kültürde yetiştirilmesinin zor olduğu ortaya çıktı (7), deneysel enfeksiyon modellerinin geliştirilmesi zor oldu (8) ve bu nedenle hastalık bulaşma mekanizmaları oldukça gizemli kaldı. Laboratuvar yöntemlerindeki son gelişmeler, en önemli patojenik bakterilerin tanımlanmasında ve bu bakterilerin hayvanlarda ve DD enfeksiyonu olan çiftliklerin çevresinde tespit edilmesinde iyi ilerleme kaydedildiği anlamına gelmektedir (9). Enfekte çiftliklerde çok çeşitli enfeksiyon düzeyleri bulunmuştur ve bu durum hem çiftlik/sürü düzeyindeki risk faktörlerinin hem de hayvan düzeyindeki risk faktörlerinin (örneğin parite ve laktasyon aşaması) araştırılmasına yol açmıştır (10,11). Hem çiftlik düzeyinde hem de hayvan düzeyinde risk faktörleri, DD enfeksiyon düzeylerini en aza indirmeye çalışırken ve enfeksiyon risklerinin ne zaman en yüksek olduğunu anlamaya çalışırken yararlı bilgiler sağlayabilir. DD'nin ilginç fakat daha az araştırılmış bir yönü, hastalığa duyarlılık açısından hayvanlar arasında bireysel farklılıklar olduğu görülmesidir; Laven (12), Capion ve ark. (13), Gomez ve ark. (14) yaptıkları araştırmada bir sürüdeki bazı hayvanların tekrar tekrar enfekte olduğunu, aynı cins ve paritedeki ve aynı koşullar altında tutulan diğer hayvanların ise enfekte olmadıklarını bildirmişlerdir. Duyarlılıktaki bu bireysel varyasyonun nedenleri belirlenebilirse, hastalık hakkındaki anlayışımıza katkıda bulunabilir ve etkili önleme ve tedavi yöntemleri arayışımıza katkıda bulunabilir (12,13,14).

## ETİYOLOJİ

Halen pek çok soru mevcut olmasına rağmen, gen dizilimi gibi laboratuvar tekniklerindeki son gelişmeler, neden olan bakterilerin tanımlanması ve hastalığın bulaşmasına ilişkin temel soruların yanıtlarını sağlamaya başlamıştır (6). *Treponema* cinsinin Spiroket bakterileri DD lezyonlarında tutarlı bir şekilde bulunur (6). Lezyonların derinlerindeki varlıkları, invazif olduklarını ve sadece hasarlı dokuyu kolonize etmediklerini göstermektedir. *Treponemler*, insanlar da dahil olmak üzere birçok farklı konakçının doku yıkıcı hastalık lezyonlarından izole edilmiştir (15).

Son zamanlarda sağlıklı derinin mikrobiyomunu ve enfeksiyonun farklı aşamalarındaki DD lezyonlarını karakterize etmek için çalışmalar yürütülmektedir. Krull ve ark. yedi farklı gelişim aşamasındaki lezyonların mikrobiyotasını inceledi ve lezyonlar geliştikçe lezyon biyopsilerinde tespit edilen Treponem oranında dramatik bir artış olduğunu buldu. Ayrıca lezyonlar geliştikçe tanımlanan farklı Treponem türlerinin oranlarının değiştiğini de bulmuşlardır. Aktif, ülseratif DD lezyonlarının mikrobiyomuna altı grup treponem hakimdi; Treponema Denticola, Treponema maltophilum, Treponema Medium, Treponema Putidum, Treponema Phagedenis ve Treponema Paraluisuniculi. Bu iki çalışmanın bulguları, önceki çalışmalar arasında DD lezyonlarında bulunan bakteri türlerindeki bazı farklılıkların, numunelerin lezyon gelişiminin farklı aşamalarında alınmasından kaynaklanabileceğini göstermektedir (16).

### **TEDAVİ**

DD tedavileri sistemik ve topikal antibiyotikleri içerir (1,6) ve (11) ile özetlenmiştir. Yüksek oranda hayvanın DD ile enfekte olduğu sürülerde bireysel tedavi çok zaman alıcı olduğundan, birçok çiftçi bunun yerine tüm sürüyü tedavi etmek için ayak banyoları kullanıyor (1). Ne yazık ki DD'nin eliminasyonu nadir olarak görülmekte, bu nedenle enfeksiyonun tekrarını önlemek için tedavilerin tekrar tekrar uygulanması gerekmektedir (2). DD ile enfekte olduklarında süt inekleri tarafından bir antikor tepkisi üretilir (17,18), ancak bazı hayvanlar tekrar tekrar enfekte olduğundan bu yanıt daha sonraki enfeksiyonları önlemek için yeterli görünmemektedir (18). DD'yi tedavi etmeye ve nüksü önlemeye çalışırken karşılaşılan zorlukların öne sürülen nedenlerinden biri, DD'de rol oynadığı düşünülen bazı Treponemlerin spiral formların yanı sıra kistleşmiş olduğunun da gösterilmesidir (19). Bakterilerin bu keseli formlarının lezyonların derinliklerinde varlığını sürdürmesi ve daha sonraki bir tarihte klinik hastalığın tekrarına neden olması mümkündür, ancak bakterinin keseli formunun önemini ve DD tedavilerine tepkisini belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (19).

#### KAYNAKÇA

1. Laven, R.; Proven, M. Use of an antibiotic footbath in the treatment of bovine digital dermatitis. *Vet. Rec.* 2000, 147, 503–506.
2. Laven, R.; Logue, D. Treatment strategies for digital dermatitis for the UK. *Vet. J.* 2006, 171, 79–88.
3. Laven, R. Control of digital dermatitis in cattle. In *Pract.* 2001, 23, 336–341.
4. Sullivan, L.E.; Carter, S.D.; Blowey, R.; Duncan, J.S.; Grove-White, D.; Evans, N.J. Digital dermatitis in beef cattle. *Vet. Rec.* 2013, 173, 582.
5. Duncan, J.; Angell, J.; Carter, S.; Evans, N.; Sullivan, L.; Grove-White, D. Contagious ovine digital dermatitis: An emerging disease. *Vet. J.* 2014, 201, 265–268.
6. Walker, R.; Read, D.; Loretz, K.; Nordhausen, R. Spirochetes isolated from dairy cattle with papillomatous digital dermatitis and interdigital dermatitis. *Vet. Microbiol.* 1995, 47, 343–355.
7. Evans, N.J.; Brown, J.M.; Demirkan, I.; Murray, R.D.; Vink, W.D.; Blowey, R.W.; Hart, C.A.; Carter, S.D. Three unique groups of spirochetes isolated from digital dermatitis lesions in UK cattle. *Vet. Microbiol.* 2008, 130, 141–150.
8. Gomez, A.; Cook, N.B.; Bernardoni, N.D.; Rieman, J.; Dusick, A.F.; Hartshorn, R.; Socha, M.T.; Read, D.H.; Doepfer, D. An experimental infection model to induce digital dermatitis infection in cattle. *J. Dairy Sci.* 2012, 95, 1821–1830.
9. Krull, A.C.; Shearer, J.K.; Gorden, P.J.; Cooper, V.L.; Phillips, G.J.; Plummer, P.J. Deep Sequencing Analysis Reveals Temporal Microbiota Changes Associated with Development of Bovine Digital Dermatitis. *Infect. Immun.* 2014, 82, 3359–3373.
10. Somers, J.; Frankena, K.; Noordhuizen-Stassen, E.; Metz, J. Risk factors for digital dermatitis in dairy cows kept in cubicle houses in The Netherlands. *Prev. Vet. Med.* 2005, 71, 11–21.
11. Refaai, W.; Van Aert, M.; Abd El-Aal, A.M.; Behery, A.E.; Opsomer, G. Infectious diseases causing lameness in cattle with a main emphasis on digital dermatitis (Mortellaro disease). *Livestock Sci.* 2013, 156, 53–63.
12. Laven, R. The environment and digital dermatitis. *Cattle Practice* 1999, 7, 349–354.
13. Capion, N.; Boye, M.; Ekstrom, C.T.; Jensen, T.K. Infection dynamics of digital dermatitis in first-lactation Holstein cows in an infected herd. *J. Dairy Sci.* 2012, 95, 6457–6464.
14. Gomez, A.; Cook, N.; Socha, M.; Döpfer, D. First-lactation performance in cows affected by digital dermatitis during the rearing period. *J. Dairy Sci.* 2015, 98, 4487–4498.
15. Edwards, A.; Dymock, D.; Jenkinson, H. From tooth to hoof: treponemes in tissue-destructive diseases. *J. Appl. Microbiol.* 2003, 94, 767–780.
16. Zinicola, M.; Lima, F.; Lima, S.; Machado, V.; Gomez, M.; Doepfer, D.; Guard, C.; Bicalho, R. Altered Microbiomes in Bovine Digital Dermatitis Lesions, and the Gut as a Pathogen Reservoir. *PLoS ONE* 2015, 10, e0120504
17. Demirkan, I.; Walker, R.; Murray, R.; Blowey, R.; Carter, S. Serological evidence of spirochaetal infections associated with digital dermatitis in dairy cattle. *Vet. J.* 1999, 157, 69–77.
18. Gomez, A.; Anklam, K.S.; Cook, N.B.; Rieman, J.; Dunbar, K.A.; Cooley, K.E.; Socha, M.T.; Doepfer, D. Immune response against *Treponema* spp. and ELISA detection of digital dermatitis. *J. Dairy Sci.* 2014, 97, 4864–4875.
19. Döpfer, D.; Anklam, K.; Mikheil, D.; Ladell, P. Growth curves and morphology of three *Treponema* subtypes isolated from digital dermatitis in cattle. *Vet. J.* 2012, 193, 685–693.

## KEDİ VE KÖPEKLERDE GÖZ VE EKLENTİLERİN MUAYENESİ

**Araş. Gör. Ahmet BAYAT (ORCID:0000-0003-1336-3196)**

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Celal Oruç Hayvansal Üretim Yüksekokulu

**Email:**ahmetbey.211@gmail.com

**Dr. Öğr. Üyesi Emine ÇATALKAYA (ORCID:0000-0001-7884-5407)**

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi

**Email:**eminecatalkaya21@gmail.com

### ÖZET

Göz görme fonksiyonu olan önemli bir organdır. Göze gelen ışınların miktarlarının ayarlanmasında başta göz kapaklarıyla pupillalar görevlidir. Özellikle pupillanın reflektörük olarak miyozis ve midriyazis durumuna girmesi, ışığın ayarlanması yönünden önemlidir. Retinaya kadar ulaşan ışınların bir bölümü, retinanın derin katmanları tarafından absorbe edilir. Daha sonra burada bulunan rod ve konlar foto-kimyasal reaksiyonlarla parçalanarak sinirsel impulslara dönüşür. Oluşan bu sinirsel impulslar retinanın en iç katında yer alan sinirsel liflere, oradan da nervus optikusa gönderilir. Süregelen bu impulslar, sinir uzamınca yoluna devam ederek serebrumun oksipital lobuna giderler ve böylece görme işi tamamlanır. Aynı zamanda dış etkilerle hastalıklara karşı en duyarlı beş duyu organından birisidir. Göz problemi şikayeti ile muayeneye getirilen köpek ve kedilerin muayenesinde kapsamlı bir göz muayenesi oldukça önemli olmakla birlikte, küçük hayvan hekimliğindeki her rutin sağlık kontrolünde gözlerin değerlendirmesi de dahil edilmelidir. Göz muayeneleri, iyi bir anamnez, temel ekipman, iyi klinik gözlem ve çok sayıda uygulama yapılmasını gerektirir. Doğru bir muayene ve doğru bir teşhis için gözün normal anatomisinin bilinmesi önemlidir. Böylece anormallikler tanınabilir ve klinik muayene bulguları doğru bir şekilde değerlendirilebilir. Oftalmik muayene direkt ve indirekt muayene olmak üzere ikiye ayrılır. Muayeneye başlamadan önce ayrıntılı bir anamnez almak önemlidir. Sorulan sorular, durumun akut mu, kronik mi yoksa mevcut bir sürecin reaktivasyonu mu olduğunu ve durumun birincil oküler hastalık mı yoksa sistemik bir hastalığın belirtisi mi olduğunu anlamamıza yönelik olmalıdır. Göz muayenesi yaparken, yalnızca mevcut şikayete veya en belirgin lezyona odaklanmak yerine kapsamlı bir muayene yapmak önemlidir. Tam bir oftalmik muayene, bulbus okulinin bütün yapılarının ve eklemlerinin, gözün hareketliliğinin ve konumunun değerlendirilmesini içerir. Bu çalışmada kedi ve köpeklerde sistematik göz muayenesi hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Göz muayenesi, kedi, köpek, göz eklemleri

## EXAMINATION OF EYES AND ANNEXES IN CATS AND DOGS

### ABSTRACT

The eye is an important organ with visual function. The eyelids and pupils are primarily responsible for adjusting the amount of rays coming into the eye. It is especially important for the pupil to enter a reflectoric state of miosis and mydriasis in terms of adjusting the light. Some of the rays reaching the retina are absorbed by the deep layers of the retina. Later, the rods and cones found here are broken down by photo-chemical reactions and transformed into neural impulses. These resulting neural impulses are sent to the neural fibers located in the innermost layer of the retina and from there to the optic nerve. These ongoing impulses continue on their way as the nerve extends and go to the occipital lobe of the cerebrum, thus completing the task of vision. It is also one of the five sense organs most sensitive to external influences and diseases. Although a comprehensive eye examination is very important in the examination of dogs and cats brought to the examination with complaints of eye problems, evaluation of the eyes should be included in every routine health check in small animal medicine. Eye examinations require a good history, basic equipment, good clinical observation and a lot of practice. It is important to know the normal anatomy of the eye for a correct examination and correct diagnosis. Thus, abnormalities can be recognized and clinical examination findings can be evaluated accurately. Ophthalmic examination is divided into two: direct and indirect examination. It is important to take a detailed anamnesis before starting the examination. The questions asked should be aimed at understanding whether the condition is acute, chronic, or a reactivation of an existing process, and whether the condition is a primary ocular disease or a symptom of a systemic disease. When performing an eye examination, it is important to perform a comprehensive examination rather than focusing only on the presenting complaint or the most prominent lesion. A complete ophthalmic examination includes evaluation of all structures and appendages of the bulbus oculi, mobility and position of the eye. This study aims to provide information about systematic eye examination in cats and dogs.

**Keywords:** Eye examination, cat, dog, eye annexes

## GİRİŞ

Göz görme fonksiyonu olan önemli bir organdır. Aynı zamanda dış etkilerle hastalıklara karşı en duyarlı beş duyu organından birisidir. Göz problemi şikayeti ile muayeneye getirilen köpek ve kedilerin muayenesinde kapsamlı bir göz muayenesi oldukça önemli olmakla birlikte, küçük hayvan hekimliğindeki her rutin sağlık kontrolünde gözlerin değerlendirilmesi de dahil edilmelidir. Göz muayeneleri, iyi bir anamnez, temel ekipman, iyi klinik gözlem ve çok sayıda uygulama yapılmasını gerektirir. Doğru bir muayene ve doğru bir teşhis için gözün normal anatomisinin bilinmesi önemlidir. Böylece anormallikler tanınabilir ve klinik muayene bulguları doğru bir şekilde değerlendirilebilir(2).

## ANATOMİ

Gözün muayenesine başlamadan önce gözde bulunan anatomik yapıların ve görevlerinin bilinmesi önemlidir. Bulbus okuli eklentileri ile birlikte orbita içerisinde bulunmaktadır. Orbita içten korpus adiposum, dıştan ise palpebralar tarafından iyi bir şekilde korunmuştur. Göz hareketlerini sağlayan kas yapılarıyla Apparatus lacrimalis bulbus okuli ile birlikte bir bütün oluşturur. Göz kapakları, kırpma fonksiyonu ile gözü korur, gözyaşı filminin kornea boyunca eşit bir şekilde yayılmasına yardımcı olur ve gözyaşı filminin bir kısmını oluştururlar. Üçüncü göz kapağı, Membrana niktisans olarak da adlandırılan bu yapı, gözyaşı filmini eşit bir şekilde yayar ve artıkları uzaklaştırır. Ayrıca gözyaşı filminin bir parçasını oluşturan niktisans bezini içerir. Üst ve alt göz kapaklarının içini ve bulbus okulinin çevresini konjunktiva adı verilen açık pembe renkli ince bir mukozal yapı kaplar. Konjunktivalar, korneanın kurumasını engeller ve göz kapaklarının hareketli olmasını sağlar ve göze besin sağlayan ve atık maddeleri gözden uzaklaştıran kan damarlarını içerir. Ayrıca, gözyaşı filmine katkıda bulunan mikroorganizmalara ve yabancı maddelere, sinirlere ve hücrelere karşı savunma için lenf dokusu içerir. Kornea ve konjunktiva yüzeyinde bulunan ve nemli bir tabaka olan gözyaşı film tabakası, korneadaki pürüzleri düzelterek keskin görüş sağlar, korneanın beslenmesini ve oksijenlenmesini sağlayarak da şeffaf kalmasına yardımcı olur; gözün önündeki kalıntıları ve yabancı maddeleri uzaklaştırır ve enfeksiyona karşı koruma sağlayan immunglobulinler içerir. Göz 3 tabakadan oluşmuştur.

1. Tunika fibrosa bulbi
  - a. Kornea
  - b. Sklera
2. Tunika vasküloza bulbi (Tractus uvalis)
  - a. İris
  - b. Korpus siliare
  - c. Koroidea
3. Tunika interna bulbi (Retina)

**Kornea:** Gözün ön kısmında (irisin önünde) bulunan sklera ile birlikte gözün şeklini koruyan ve içindeki yapılara destek sağlayan ve ışığı göze ileten şeffaf ve saydam yapıdır. 5 katmandan oluşur(4).

1. Epitelium anterioris kornea
2. Lamina limitans anterior
3. Substansia propria kornea
4. Lamina limitans posterior (Descement)
5. Endotelium kamera anterioris

**Sklera:** Gözün beyaz kısmı olup 4 katmanlı bulunur: konjunktiva, episklera, substansia propria, lamina fusca. (23).



**Ön Kamera:** Kornea ile iris arasındaki boşluktur ve bu boşluğu humor aköz doldurur. Humor aköz, korpus siliare tarafından üretilerek, iridokorneal açıdan drene edilir. Saydam yapıda olan humor aköz, gözün hassas iç yapılarının beslenmesini ve oksijenasyonunu sağlar(4).

**İridokorneal açığı:** Korpus siliare tarafından üretilen humor aqueous sıvısının drene olduğu irisin tabanındaki boşluktur. Aralarında boşluk olan pektinat bağlar içerir(4).

**İris:** Gözün renkli görünen kısmıdır. Bağdokü, kas lifi, damar ve sinir yönünden zengin olan bu yapının ortasında pupilla vardır. İrisin sfinkter kasları pupillaya yakındır. Bu kaslar göze gelen ışık miktarına göre genişleme ve daralma hareketleri yapar. Parlak ışıkta pupilla, retinayı korumak için daralarak daha az ışığın geçmesi sağlar. Işığın az olduğu ortamlarda ise genişleyerek daha fazla ışığın göze geçmesini sağlar. Kedilerde daralmış bir pupilla yarıklı şeklindedir, ancak genişlemiş bir pupilla ise yuvarlak yapıdadır(4).

**Korpus siliare:** Korpus siliare limbus seviyesinde, kalın, dairesel bir tepecik olup lensin şeklini düzenler. Korpus siliare'nin iç yüzeyindeki kıvrımlar humor aköz üreten prosessus siliare'dir (23).

**Koroidea:** Tractus uveanın en geniş alanını kaplayan kısmıdır. Sklera ve retina arasında bulunan ve ayrıca pigment (tapetum) ve damar yönünden zengin bir tabakadır. Koroidea, besin sağlayarak ve atık ürünleri uzaklaştırarak retinaya destek olur. Pigment yönünden zengin olan tapetum, koroid içinde retinanın altında yer alır. Ayna gibi davranan ve hayvanlara daha iyi gece görüşü sağlayan bir tabakadır. Retina tarafından emilmeyen ışık, tapetum'a geçer ve burada emilir ve daha sonra retinaya geri yansıtılır(4).

**Lens:** İrisle korpus vitreum arasında bulunan şeffaf, saydam bir yapıdır. Göze gelen ışınları korneaya göre daha fazla kırarak ışığın retinada odaklanmasını sağlar(4).

**Retina:** Gözün arkasında yer alan önemli bir tabakadır. Görme için gerekli olan rod ve kon'ları içerir ve ışık enerjisini kimyasal enerjiye ve daha sonra optik sinir yoluyla beyne iletebilen elektrik enerjisine dönüştürür ve burada görme ve ışık algısı olarak yorumlanır(4).

**Copus Vitreum:** Lensin arka kısmında bulunan ve içerisinde humor vitreous bulunan boşluktur.

**Humor vitreous:** Gözün ışığı ilettiği ana kısmını dolduran, retinayı destekleyen ve gözün şeklinin korunmasına yardımcı olan şeffaf bir jeldir(4).

**Optik Sinir:** Retinanın sinir uçları, optik siniri oluşturmak için gözün arkasında birleşir ve ışık ışınları tarafından oluşturulan uyarılar optik sinir boyunca görüntü olarak beyne aktarılır. (4).

### Görme Fizyolojisi

Göze gelen ışınların miktarlarının ayarlanmasında başta göz kapaklarıyla pupilla'lar görevlidir. Özellikle pupilla'nın reflektörük olarak miyozis ve midriazis durumuna girmesi, ışığın ayarlanması yönünden önemlidir. Retina'ya kadar ulaşan ışınların bir bölümü, retina'nın derin katmanları tarafından absorbe edilir. Daha sonra burada bulunan rod ve konlar foto-kimyasal reaksiyonlarla parçalanarak sinirsel impulslara dönüşür. Oluşan bu sinirsel impulslar retina'nın en iç katında yer alan sinirsel liflere, oradan da nervus opticus'a gönderilir. Süregelen bu impulslar, sinir uzamınca yoluna devam ederek serebrum'un oksipital lobuna giderler ve böylece görme işi tamamlanır.(7,13)

### Hastanın Hazırlanması ve Göz Muayene Odasında Bulunması Gerekenler

Küçük hayvanlar masada daha iyi muayene edilir, ancak büyük köpekler bir köşede oturarak da muayene edilebilir. Hasta nazikçe zapt edilmeli ve göz muayenesi için sakinçe yaklaşılmalıdır. Genellikle bir yardımcı yeterlidir, eğer yardımcı yoksa hayvan sahiplerine bir eli vücudun üzerinde ve diğer eli çenesinin altında olacak şekilde hayvanı nasıl nazikçe tutacakları gösterilmelidir. Bazı köpekler için ağızlık gerekebilir, bu göz muayenesini

engellemez. Kullanılan ajana bağlı olarak enoftalmi, göz küresinin aşağı dönmesi, üçüncü göz kapağının çıkması, pupilla büyüklüğünde değişikliklere neden olabileceği veya bazı testlerin (örneğin, Schirmer gözyaşı testi ve göz içi basıncı ölçümü) sonuçlarını değiştirebileceği için kesinlikle gerekli olmadıkça sedasyon yapılmamalıdır (2).

Tam bir göz muayenesi, hem aydınlıkta hem de karanlıkta yapılmalıdır. Bu nedenle muayene odasını tamamen karartmak mümkün olmalıdır. Muayene edilecek hastaların odaya alışmaları için birkaç dakika izin verilmelidir.

Tam bir göz muayenesi için gerekli ekipman ve malzemeler;

- Finoff transillüminatör
- Optivisor büyüteç (3,5 x)
- Elde taşınabilir indirect lens (20 diyoptri veya 2,2 Pan Retina)
- Direkt oftalmoskop
- Tonometre
- Topikal oftalmik anestezi
- Midriatikler (Tropikamid %1, Atropin, Scopolamin)
- Miosis oluşturan ilaçlar (Eserin, Aerocolin, Pilocarpin)
- Floresein boya
- Schirmer test şeritleri
- Steril göz damlası
- Mikro fırçalar (5)

### Gözün Muayenesi

Oftalmik muayeneye başlamadan önce ayrıntılı bir anamnez almak önemlidir. Sorulan sorular, durumun akut mu, kronik mi yoksa mevcut bir sürecin reaktivasyonu mu olduğunu ve durumun birincil oküler hastalık mı yoksa sistemik bir hastalığın belirtisi mi olduğunu anlamamıza yönelik olmalıdır. (11)

Muayene esnasında sorduğumuz bazı sorular;

- Hayvan nerede yaşıyor?
- Hastanın geçmişte, özellikle yakın zamanda ve oküler olmak üzere önemli bir hastalığı veya yaralanması oldu mu?
- Hayvan genel olarak sağlıklı mı?
- Herhangi bir davranış değişikliği var mı? (Bu sistemik hastalığın oküler bir belirtisi midir?)
- Göz bulguları tek taraflı mı yoksa çift taraflı mı?
- Hayvan görüş zorlukları yaşıyor mu? Eğer öyleyse, görme geceleri mi, gündüzleri mi, yoksa tanıdık veya tanıdık olmayan ortamlarda mı daha kötü? Görme kusuru ne kadar süredir fark ediliyor? Görme sorunu düzeliyor mu yoksa kötüleşiyor mu? Bir gözde diğerinden daha mı dikkat çekici?
- Gözden akıntı oldu mu? Eğer öyleyse akıntının karakteri nedir?
- Etkilenen göz ağrılı göründü mü? (Epifora veya blefarospazm oldu mu? Hayvan sürtüyor mu? Üçüncü göz kapağı kalkık mı?)
- Gözün rengi değişti mi?
- Hayvanın yakın akrabalarından herhangi biri oküler hastalıktan etkilendi mi?(3)

Göz muayenesi yaparken, yalnızca mevcut şikayete veya en belirgin lezyona odaklanmak yerine kapsamlı bir muayene yapmak önemlidir. Tam bir oftalmik muayene, bulbus okulinin bütün yapılarının ve eklentilerinin, gözün hareketliliğinin ve konumunun değerlendirilmesini içerir. (11)

### **PUPILLA'NIN BOYUT ŞEKİL SİMETRİ VE HAREKETLİLİK YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ**

İrisin arkasında kalan (siliyer cisim, lens, vitreus, retina, tapetum, optik sinir başı, koroid ve posterior sklera) gözün diğer yarısının kapsamlı bir muayenesi yapılacaksa, pupillanın genişletilmesi esastır. Bununla birlikte, pupilla'nın genişlemesi, pupil büyüklüğünün, simetrisinin, şeklinin, pozisyon ve ışığa tepkisinin değerlendirilmesini tamamen engelleyecektir. Ayrıca irisin incelenmesini de kısıtlayacaktır. Bu nedenle, iki basit test tamamlanmadan önce hastanın pupillası genişletilirse anizokori, diskori, korektopi veya PLR (pupillar ışık refleksi) gözden kaçacaktır. Topikal bir midriatik ajanın uygulanmasından önce hastalar retroillüminasyon ile muayene edilmelidir. (3)

### **Retroillüminasyon**

Retro-illüminasyon, pupilla boyutu, şekli ve simetrisinin değerlendirilmesi için basit ama son derece kullanışlı bir tekniktir. Bir odak ışık kaynağı (Finoff transillüminatör veya direkt oftalmoskop), hastanın gözüne tutulur ve iki göz bebeğini eşit olarak aydınlatmak ve fundik yansımayı ortaya çıkarmak için hastadan en az bir kol mesafesinden hastanın burun köprüsü üzerine yönlendirilir. Her bir göz eşit olarak aydınlatıldığında, pupilla boyutunu, şeklini ve eşitliğini değerlendirmek ve karşılaştırmak için fundik refleks kullanılır. Retroillüminasyon, tüm şeffaf oküler ortamların (gözyaşı filmi, kornea, humor aqueous, lens ve vitreus) netliğini değerlendirmek için kullanılabilir. Oküler ortamdaki opasiteler, fundik yansımayı engelleyecektir ve bu da daha detaylı olan bir sonraki inceleme için not edilir. Retro aydınlatma özellikle nükleer sklerozu kataraktan ayırt etmek için kullanışlıdır. (3)

### **GÖZÜN ÖN SEGMENTİNİN MUAYENESİ**

Küçük hayvanlarda oftalmik muayene öncesinde veya sırasında sedasyon veya anesteziden kaçınılmalıdır, çünkü kullanımı muayeneyi birçok yönden zorlaştırır. Anestezi veya sedasyon başlamışsa refleksler ve tepkiler, görme, pupil boyutu, bulbus okulinin hareketi ve konumu, STT (schirmer gözyaşı testi) değeri, korneokonjonktival yüzeyin nemliliği, palpebral fissür boyutu ve görme eksenlerindeki sapmalar doğru olarak değerlendirilemez. Ayrıca, bulbus okuli enoftalmik hale gelir ve ventromedial olarak yuvarlanır ve üçüncü göz kapağı kürenin çoğunu kapatır ve tam bir göz muayenesini imkansız hale getirir. (3)

### **Göz Kapakları ve Konjunktivaların Muayenesi**

Optivisor ve trans aydınlatıcı kullanarak, önce göz kapaklarını anormal kalınlık, entropiyon, oküler akıntı veya kitle açısından incelenir. Entropiyon en sık olarak juvenillerde konjenital bir defekt olarak veya geriatrik olanlarda orbital yağ kaybı ve bunun sonucunda ortaya çıkan enoftalmiye sekonder olarak ortaya çıkar. Daha sonra konjunktivalar hiperemi, şemosis, akıntı, folikül veya kitleler açısından incelenir. Palpebral konjunktivaya bakmak için göz kapakları çevrilir. Üçüncü göz kapağının ön yüzü, küre hafifçe geriye doğru itilerek incelenebilir. Arka yüz, topikal bir anestezik damlatılarak ve ardından üçüncü göz kapağını yansıtmak için küçük bir forseps kullanılarak incelenebilir. (5)

### **Korneanın Muayenesi**

Kornea oldukça saydam ve şeffaf olduğundan, tanılamada bir ışık kaynağı ve bir büyütme sistemi kullanmak önemlidir. Kornea muayenesi için başa takılan büyütme sistemi ve noktalı veya yarıklı el feneri son derece kullanışlı olacaktır. Korneanın farklı katmanları görselleştirilecekse, 10x ila 20x büyütme ve değişken ışık kaynağına sahip portatif yarıklı lamba biyomikroskopu önerilir. Ayrıca kornea muayenesi direkt oftalmoskop ile muayene edilirken

rekoss çarkı +20 diyoptriye ayarlanarak yapılır. Kornea saydamlığı ve kornea üzerindeki çizik benzeri lezyonlar yandan aydınlatma ile belirlenebilir.(6)

Korneada fibrozis, ödem, melanozis, vaskülarizasyon, hücrel infiltrasyon, lipid veya mineral birikimi, keratitis varsa korneanın saydamlık ve şeffaflığında kayıp, keratokonus, keratoglobus, kornea ülseri, keratokonjunktivitis sikka, iris prolapsusu durumlarında korneada yüzey ve kontur değişiklikleri, buftalmi, mikroftalmi, phthisis olgularında ise kornea çapında değişiklik görülür(3).

### **Pupilla ve İrisin Muayenesi**

Pupilla boyutu ve ışığa tepkisi, güçlü bir penlight veya Finnoff transillüminatör gibi bir ışık kaynağı ile değerlendirilir. Her iki pupillanın ışığa olan tepkisi hız ve uyum açısından gözlemlenir. Zayıf bir ışık kaynağı, pupiller yanıtın yorumlanmasını zorlaştıracaktır. Pupilayı miyozis, midriyazis, anizokori (asimetrik pupilla boyutu) veya diskoria (pupilla da anormal şekil) yönünden değerlendirmek için, muayene eden kişi birkaç fit uzakta dururken ışık kaynağı hastanın burun köprüsüne yönlendirilir. Anizokori veya yavaş pupiller ışık refleksi varsa, glaukom veya üveitisi ekarte etmek için göz içi basıncı ölçülerek değerlendirilmelidir.( 8,11)

Anizokori anormal pupilla olarak tanımlanır ve asimetrinin nedeni olarak birincil iris anormallikleri ekarte edilir. İris atrofisi, heterokromi, iris koloboması ve korektopia (eksantrik pupiller) olgularında pupilla çapında veya şeklinde farklılıklar görülür. Bazı ırklarda (poodle, teriyer) yaygın olan iris atrofisi, tek taraflı, simetrik olarak iki taraflı veya asimetrik iki taraflı olabilir. Bu durumda iris boyutunda farklılıklar ve yavaş pupiller ışık refleksi vardır. ( 9,10,11) Miyotik pupilla keratitis, üveitis veya sempatik innervasyon kaybı ile görülür. Hem ülseratif keratitis hem de ön üveitiste miyozis, irisin sfinkter kaslarının inflamatuvar mediatörleri ile uyarılmasından dolayı gerçekleşir. ( 11)

Midriyazis varsa, midriyatik ajanların (yani atropin, tropikamid gibi) kullanımı göz ardı edilir ve hayvan, birincil iris bozuklukları (iris atrofisi), glaukom ve pupillar ışık refleksinin hem afferent hem de efferent yollarının anormallikleri açısından değerlendirilir. Şiddetli iris atrofisi ile pupilla dilate ve ışığa tamamen tepkisiz olabilir. ( 11)

### **Lens Muayenesi**

Lens midriyatik ajanlarla pupillanın farmakolojik dilatasyonundan sonra tam olarak incelenebilir. Geri aydınlatma, 8 yaşından büyük kedilerde gözlenen lenste normal bir yaşlanma değişikliği olan nükleer sklerozu en iyi şekilde gösterir. Lensin merkezi, sıkıştırılmış lens lifleri nedeniyle ışığı farklı şekilde kırarak ve hafif bulanıklık içeren dairesel bir alan olarak görülür. Bu alan gözün hareketi yönünde hareket ederse lensin önünde olduğunu, göz hareketine zıt yönde hareket eden bir opaklık ise arka kısmında olduğunu gösterir(5).

Bazı durumlarda lensin kenarı veya merkezi normal görülmeyebilir. Lensin subluksasyonunda, lensin kenarı bir hilal ile birlikte görülür. Tamamen lukse olmuş bir lens, ya görselleştirilmesi kolay olan ön kamaraya ya da arkada vitreus boşluğuna düşme eğilimindedir. Lens yok gibi görünüyorsa, büyük olasılıkla vitreus boşluğunun en ventral kısmındadır(5).

## **OPHTALMOSKOP İLE MUAYENE**

### **Direkt Oftalmoskopik Muayene**

Direkt oftalmoskop, değişik ışık seçenekleri olan, güçlü bir ışık kaynağından ve eşksenli bir optik sistemden oluşur. Oftalmoskopun içerisindeki bir ayna yada prizmadan göze gönderilen ışık, hastanın gözünden yansyarak oftalmoskop içerisindeki mercekten geçer ve hekimin gözüne gelir. Dolayısıyla direkt oftalmoskopta kornea ve lensin ışığı yansıtma gücünden yararlanılarak görüntü alınır. Ancak hekim ile hasta arasındaki çalışma mesafesi dardır. Direkt

oftalmoskop içerisinde bir dizi mercekten oluşan dairesel bir kadran bulunur. Diyopt kadranı denilen bu sistemde mercekler değiştirilerek gözün farklı katmanları incelenir. Örneğin sıfır ve eksi diyoptride göz dibi ve retina incelenirken, artı diyoptrielerde numara yükseldikçe posteriordan anteriora doğru göz katmanları incelenir. Hastanın gözüne dairesel ışık gönderilirken, kornea yüzeyinden yansımaları önlemek için, ışık çapının pupilla çapından küçük olmasına dikkat edilmelidir(7).

### **İndirekt Oftalmoskopik Muayene**

Genelde bir kask üzerine oturtulmuş bir ışık kaynağı ile ışık demeti hastanın gözüne gönderilir. Muayene eden hekim yakınsak ya da konveks bir merceği hastanın gözü üzerine getirerek ışığın yaklaşmasını sağlar. Binokuler görüş ışığın kırılması ile sağlanmaya çalışılır. 20 dioptrilik bir lup 4 ile 5 kez daha fazla büyütme sağlar. 30 dioptrilik bir lup aracılığıyla görüntü çok daha iyi elde edilmekle birlikte daha geniş bir alanın görüntülenmesine de yardımcı olur. Pratikte muayene eden hekim hastanın gözünden ortalama 75 santim uzakta durur. Doğrudan doğruya ışık göz üzerine gönderilir. Böylece yaklaşan ışık demetleri ile her iki göz muayene edilir. Muayene eden hekim pupillayı iyi göremediğinde kendisi ile hayvan arasına göze birkaç santim uzakta olacak şekilde bir mercek koyar ve ışığı hastanın gözüne yönlendirir. Göz fundusu total olarak görüntü altına alınır ve çabuk olarak tapetal ve non-tapetal alanın büyük bir kısmı muayene edilir. Bunda retina periferi gözlenebildiği gibi ender olarak identifiye edilmesi de yapılabilir (3,1).

### **GÖZÜN ARKA SEGMENTİNİN MUAYENESİ**

#### **Vitreusun Muayenesi**

Vitreus, dilate edilmiş pupilla aracılığıyla güçlü bir penlight veya Finnoff transillüminatör ile muayene edilir. Vitreus opasiteler, kanama ve kan damarları açısından incelenir. İndirekt aydınlatma ile, vitreal opasiteler yansımada koyu görünür ve vitreal dejenerasyon ve asteroit hiyalozu (yaşa bağlı kalsiyum veya fosfolipid parçacıkları birikimi) ile bağlantılı olarak görülür. Bitişik oküler dokunun (üveitis, koryoretinitis, optik nöritis) inflamasyonu ile ilişkili proteinli artıklar ve hücrel infiltrasyon, vitreal bir bulanıklığa ve fundus detaylarının bulanıklaşmasına neden olur. İnflamatuar membranlar şiddetli inflamasyona yanıt olarak ön vitreusta gelişebilir ve merceğin hemen arkasında görülebilir. Vitreal kanamalar da, inflamasyon (enfeksiyon, neoplazi), retina dekolmanları, hipertansif retinopati, koagülopatiler, travma ile birlikte görülür. (11,15,16)

#### **Retinanın Muayenesi**

Retinayı incelemek için direkt veya indirekt oftalmoskopi kullanılabilir. Çoğu oftalmolog indirect oftalmoskopiye tercih eder, çünkü direct oftalmoskopen daha düşük büyütme altında daha geniş bir görüş alanı sağlar. Ancak indirect oftalmoskopi ile elde edilen görüntü ters çevrilir. Dolaylı oftalmoskopi yapmak için, fundusu görselleştirmek için bir Finnoff transillüminatör veya penlight ve 20 diyoptri yoğunlaştırıcı lens kullanılır. Hayvanın başı sabit tutularak, muayene eden kişi hastadan bir kol mesafesinde durur ve fundik bir yansıma oluşturmak için ışık kaynağını göze tutar. Mercek gözden bir parmak uzakta tutulur ve muayene eden kişi retina görüntüsünü 20 diyoptri mercede görüntüler(11).

Retina içindeki patolojik süreçler hemorajik, ödemli, infiltratif veya dejeneratif değişiklikler üretir. Retina lezyonunun görünümü, fundusun tapetal veya nontapetal yerleşimli olmasına ve retina tabakaları içindeki konumuna bağlıdır. Aktif veya kronik hastalık sürecinin aşaması, retina lezyonunun görünümünü etkiler.( 11)

Retina dejenerasyonu, tapetal hiperreflektivitesi ve retinal kan damarlarının zayıflaması veya kaybı ile tanınabilir. Enrofloksasinin, özellikle yetersiz böbrek fonksiyonu olan kedilere uygulanması, akut ve geri dönüşümsüz retinal dejenerasyona yol açabilir. ( 11,17)

### **Optik Sinirin Muayenesi**

Optik sinir başı (optik disk) değişikliklerinin yorumlanması, bazı bireysel varyasyonların yanı sıra normal türle ilgili varyasyonların bilinmesini gerektirir. Optik nöritis, papilloödem, miyelinasyon olgularında optik sinir başı boyutunda belirginliğinde artış, koloboma, optik sinir hipoplazisi, mikropapilla, optik sinir atrofi durumu retinal disk boyutunda belirginliğinde azalma, kanama, anemi ve Bergmeister papilla olgularında ise vasküler değişiklikler olur.

### **DİĞER DİAGNOSTİK TESTLER**

#### **Floresein boyama Testi**

Floresein suda çözünür bir boyadır ve bu nedenle lipofilik doku tarafından emilmez (stroma), ancak hidrofilik doku tarafından emilir (cornea epiteli) .

Göze bir damla topikal anestezi damlatmak ve floresein boyamadan önce 30 saniye beklemek kediye gözün durulanması sırasında daha sakin olmasını sağlar. Floresein şeritleri yüksek oranda konsantre olduğundan, şeridi kısmen ıslatmak için yalnızca küçük bir damla göz yaşı yeterlidir. Üst kapağı geri çekerken, ıslatılmış floresein şeridini korneaya değil, bulbar konjunktivaya temas ettirilir. Hastanın, boyayı kornea yüzeyi boyunca dağıtması için göz kırpmasına izin verilir. Sonra korneadaki fazla floresein serum fizyolojik ile yıkanır. Kornea hasarı olan durumlarda kornea stroması floreseini emecektir. Tabanında leke tutmayan derin bir ülser varsa, bu büyük olasılıkla ülser descemetosel katmanına ulaşmıştır. Ülserli bir korneanın yüzeyinden floresein ile karıştırılmış humor aköz görülürse, bu pozitif bir Seidel testi olarak kabul edilir ve kornea perforasyonunu gösterir. (Eye Examination in the cat Step-by-step approach and common findings)

#### **Schirmer Testi**

Schirmer Testi 1: Bu test veteriner hekimlikte sıklıkla kullanılır. Gözyaşı sekresyonunun kantitatif olarak miktarını ölçmeye yarar. Herhangi bir anestezi ve sedasyon uygulanmadan bu test yapılmalıdır. Bu bir bant haline getirilmiş 41 numara Wathmann filtre kağıdından ibaret olup, 5 mm eninde, 5 mm aralıklı ve 50 mm uzunlukta, 5 mm' si çentikle derecelendirilmiştir. İlk dereceli kısmı kalın ve çizilmiş olarak göz resesus içerisine yerleştirilmeye yarar. Göz kapağı kenarına ve ortasına kıvrılmış bir biçimde uygulanır. Seritçik ortalama 1 dakika kadar yerinde bırakılır. Derecelendirilmiş sayıda emilen gözyaşı okunur ve kaydedilir. Köpeklerde normal değerler 21mm $\pm$ 4mm; kedilerde ise 15 mm  $\pm$ 5mm arasındadır (13).

Schirmer Testi 2: Önceden topikal anesteziyle hissettirilen kornea ve konjunktivanın reflektörük gözyaşı elimine ederek sadece bazal gözyaşı hakkında fikir verir. Sağlıklı köpeklerde ölçülen ortalama bazal göz yaşı miktarları 11.66 $\pm$ 6.1 ve 13.95 $\pm$ 4.40 mm/dk aralığındadır(7)

#### **Tonometre**

Göz içi sıvı basıncının ölçülmesine tonometri adı verilir. Glaukom teşhisi konulmasında kullanılır. Sağlıklı hayvanlarda ölçülen göz içi basıncı değeri 15-25 mm/Hg arasında değişir. Bir hayvandaki iki göz arasındaki tonometri ölçümü 8 mm/Hg'dan fazla olmamalıdır. Veteriner oftalmolojide identifikasyon tonometrisi ve aplanasyon tonometrisi olmak üzere iki farklı tonometri yöntemi vardır. (7)

İdentifikasyon tonometrisine en güzel örnek Schiotz's tonometrisidir. Bu tonometreyle ölçüm yapılırken hata olasılığı düşünülerek standardizasyonun iyi tutulması gereği vurgulanır. Hastanın oturur pozisyonda veya sırt üstü yatar pozisyonda olması tercih edilir. Schiotz's tonometresinin ölçüm skalasında okunan değerleri gerçek olmayıp, kornea alanına alet aracılığı ile konulan 5-7,5-10 gr.'lık ağırlıklar bulbusta oluşan identifikasyon oranının göstergesi olarak değerlendirilir ve bunu mmHg basıncı cinsinden değerlendirebilmek için kalibrasyon tabloları kullanılır. (7)

Aplanasyon tonometresi ise oldukça pahalı ancak elektronik digital göstergeli olduğu için hata payı sıfırdır. Kornea yüzeyindeki bir alanı düzleştirmek için uygulanması gereken basıncın, ne kadarlık bir kornea alanını düzleştirmesi gerektiği prensibiyle çalışır. Draeger, Perkins, Halberg, TonoPen, TonoVet olmak üzere farklı çeşitleri vardır. Veteriner Oftalmolojide en çok tercih edileni TonoPen'dir. (7)

### **Gonyoskopi**

Gonyoskopi iridokorneal (drenaj) açığı değerlendirir ve pupilla genişlemeden önce yapılmalıdır. Drenaj açısına açılan yerde siliyer yarık ve pektinat bağlar bulunur ve bunlar bir gonyolene ihtiyaç duyulmadan da doğrudan incelenebilir. Sadece büyüteç ve bir ışık kaynağı gereklidir, ancak normale aşına olmak önemlidir. (2,19)

### **Gözün Ultrasonografik Muayenesi**

Oküler ultrasonografi (hem A-tarama hem de B-Tarama), kediler de dahil olmak üzere çoğu türde yumuşak doku görüntüleme için değerli bir yöntemdir ve en iyi şekilde 7.5-10 Mz arasında bir yüksek frekans dönüştürücü ile gerçekleştirilir. Teknik, Bilinçli kedilerde kullanılabilir ve genel anestezi genellikle gerekli değildir. Ultrasonografi biyometrik çalışmalarda, bulanık ve opak gözlerin değerlendirilmesine yardımcı olmak ve göz ve yörüngesindeki yabancı cisimlerin belirlenmesine yardımcı olmak için kullanılır. Ayrıca intraoküler ve orbital yer kaplayan lezyonların yerini belirlemek için de kullanılabilir, ancak dokuyu ayırt edemez ve her zaman inflamasyon ve neoplazinin farkını tam olarak gösteremez. (18,21,22)

### **Elektroretinografi(ERG)**

Elektroretinografi (ERG) retinal işlevi değerlendirmeye yarayan kabul görmüş noninvaziv tanısal bir prosedürdür. Bir çok klinik ve cerrahi müdahale ERG'nin yorumlarına dayandırılmaktadır. ERG ışık uyarımı sonucu retina da oluşan elektrik potansiyellerinin birleşik bir kayıdır. Kayıt edilen ERG dalgası kornea üzerindeki bir elektrod ile aktif elektrod arasındaki potansiyel farkını temsil eder. (20)

### **GÖRME VE NÖROOFTALMİK TESTLER**

**Menace refleksi(tehdit refleksi):** Tehdit refleksi , göze doğru el hareketi ile göz kırpmayı içerir. Bu yanıt retinayı, optik siniri, kiazmayı ve optik yolu (afferent) ve ayrıca fasiyal siniri (efferent) içerir. Bıyıklara veya vibrissalara dokunmamaya, korneayı uyarabilecek bir hava akımı oluşturmamaya özen gösterilmelidir. Bazı normal kediler çok zayıf veya hatta hiç tehdit edici tepkiye sahip olmayacaktır; bazılarında yanıt canlı olacaktır. Her iki göz, muayene eden kişinin eli ile bir göz kapatılarak bağımsız olarak test edilmelidir. Olumlu bir tehdit yanıtı, muayene edenin en azından bir miktar görüşün mevcut olduğunu belirlemesine izin verir, ancak görme kalitesini veya tamlığını değerlendiremez. Yavru kediler yaklaşık 12 haftalık olana kadar tehdit tepkisi geliştirmezler (5).

**Dazzle refleksi:** Sırayla her bir göze güçlü bir ışık tutulur. Bu, göz kırpmaya veya kısmi göz kırpmaya ve kafadan kaçınmaya içeren normal bir istem dışı kaçınma tepkisini ortaya çıkarmalıdır. Bu refleksin yolu tam olarak anlaşılamamıştır. Negatif bir Dazzle refleksi, görme için kötü bir prognostik göstergedir. Olumlu bir sonuç, gözden rostral kollikulusa giden görsel

yolun işlevini düşündürür, bu nedenle prekortikaldir ve görsel korteksi içermez. Bu test, oküler ortamda bir miktar opaklığın olduğu durumlarda (örneğin, katarakt, hifema) olası görüşü kontrol etmek için kullanılır (2).

**Pupillar Işık Refleksi:** Çeşitli aydınlatma koşulları altında göz bebeği değerlendirmesi, nörooftalmolojik muayenenin standart bir özelliğidir. Normal aydınlatma koşullarında önce göz bebeklerinin şekli, boyutu ve konumu incelenir, ardından ışıklar kısılarak muayene tekrarlanır. Pupillar ışık refleksi sempatik ve parasempatik kusurların ayırt edilmesine yardımcı olan bir tekniktir. Parlak ışıkta, parasempatik sistemin baskınlığı nedeniyle sempatik disfonksiyona bağlı miyozisin saptanması zor olabilir. Bununla birlikte, loş ışıkta, anizokori etkilenen tarafta daha küçük göz bebeği ile daha belirgin hale geldiğinden, böyle bir kusur açık bir şekilde görülür (2).



**KAYNAKLAR**

1. Gelatt, KN. ophthalmic examination and diagnostics procedures in: Ollivier FJ, Plummer CE, Barrie KP. Essentials of Veterinary Ophthalmology. 2. Edition. Australia: Blackwell publishing; 2008, pp: 3-29.
2. Mitchell, N. (2011). Approach to ocular examination in small animals. In Practice, 33(4), 146-154. (Approach to ocular examination in small animals)
3. Miller PE: Structure and function of the eye. In: Slatter DH (Ed). Slatter's Fundamentals of veterinary ophthalmology 4th edition. Chapter 1. pp: 1-20. Elsevier, China. 2008
4. <http://www.eyevet.ie/wp-content/uploads/2009/01/examination-of-the-eye.pdf> Erişim tarihi:04.05.2022 saat:20:30)
5. Stiles J, Kimmitt B. (2016). Eye examination in the cat: Step-by-step approach and common findings. Journal of feline medicine and surgery, 18(9), 702-711. (Eye Examination in the cat Step-by-step approach and common findings)
6. GELATT KN (2002). Diseases and surgery of the canine cornea and sclera. Animal Eye Research, 21(3-4), 105-113. ( Diseases and Surgery of the Canine Cornea and Sclera)
7. Dilik, M. B. (2019). Köpeklerde oküler bozuklukların prevalansı (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).(KÖPEKLERDE OKÜLER BOZUKLUKLARIN PREVALANSI)
8. Scagliotti RH: Comparative neuro-ophthalmology, in Gelatt KN (ed): Veterinary Ophthalmology (ed 3). Philadelphia, PA, Lippincott, 1999, pp 1307-1400
9. Whitley RD: Canine cornea, in Gelatt KN (ed): Veterinary Ophthalmology (ed 2). Philadelphia, PA, Lippincott, 1991, pp 307-356
10. Whitley RD, Gilger BC: Disease of the canine cornea and sclera, in Gelatt KN (ed): Veterinary Ophthalmology (ed 3). Philadelphia, PA, Lippincott, 1999, pp 635-673
11. Moore, P. A. (2001). Examination techniques and interpretation of ophthalmic findings. Clinical Techniques in Small Animal Practice, 16(1), 1-12. (Examination Techniques and Interpretation of Ophthalmic Findings)
12. Tobias, G., Tobias, T. A., & Abood, S. K. (2000). Estimating age in dogs and cats using ocular lens examination. COMPENDIUM ON CONTINUING EDUCATION FOR THE PRACTISING VETERINARIAN-NORTH AMERICAN EDITION-, 22(12), 1085-1093. (Estimating Age in Dogs and Cats Using Ocular Lens Examination)
13. Göz Hastalıkları Prof. Dr. Med. Vet. FARUK AKIN ve Prof.Dr. med. Vet. ERDOĞAN SAMSAR Medipres
14. Veterinary Ophthalmology EDITED BY KIRK N. GELATT VOLUME 1
15. Curtis R, Barnett KC, Leon A: Diseases of the canine posterior segment, in Gelatt KN (ed): Veterinary Ophthalmology (ed 2). Philadelphia, PA, Lippincott, 1991, pp 461-5@@@ Examination Techniques and Interpretation of Ophthalmic Findings
16. Boeve MH, Stades FC: Disease and surgery of the canine vitreous, in Gelatt KN (ed): Veterinary Ophthalmology (ed 3). Philadelphia, PA, Lippincott, 1999, pp 857-868@@@ Examination Techniques and Interpretation of Ophthalmic Findings
17. Ford MM, dubielzig RR, Giuliano EA, et al. Ocular and systemic manifestations after oral administration of a high dose of enrofloxacin in cats. Am J Vet Res 2007; 68: 190–202@@@ Eye Examination in the cat Step-by-step approach and common findings
18. Crispin, S. M. (2007). Examination of the feline eye and adnexa. European Journal of Companion Animal Practice, 17, 1-15. (Examination of the Feline eye and Adnexa S.M. Crispin)

---

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT**

**July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye**

---

19. Mitchell, N. (2006). Feline ophthalmology part I: Examination of the eye. Irish Veterinary Journal, 59(3), 164. (Feline Ophthalmology Part 1: Examination of the eye)
20. Oktay, M. A. (2013). Köpeklerde elektroretinografi bulgularının değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey)).
21. DIETRICH (U.M.) - Ophthalmic examination and diagnostics, Part 3: Diagnostic ultrasonography. In: Gelatt KN (ed) Veterinary Ophthalmology 4th Edition. Volume 1. Blackwell Publishing, 2007, 507-519
22. MUNRO (E.), RAMSEY (D.T.) Ocular Imaging. In. Peterson-Jones SM, Crispin SM. BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology 2nd Edition. BSAVA, 2002, 1-12
23. Theresa Welch Fossum Small Animal SURGERY

## TÜRKİYE'DE YEM BİTKİLERİ TOHUMCULUĞUNUN MEVCUT DURUMU, SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

**Halit KARA (ORCID: 0009-0001-8229-2582)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı  
**Email:** hkara.55@hotmail.com

**Prof. Dr. Mustafa SÜRME (ORCID: 0000-0001-9748-618X)**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü  
**Email:** mustafa.surmen@adu.edu.tr

### ÖZET

Türkiye'de hayvancılığın en önemli sorunlarından birisi kaliteli kaba yem açığıdır. Ülkemizin kaliteli kaba yem ihtiyacı 78.6 milyon ton iken toplam kaliteli kaba yem üretimi 29.6 milyon ton, kaliteli kaba yem açığı ise 49 milyon ton'dur. Yem bitkileri ve çayır-meralar hayvan beslenmesinde kullanılan en ucuz ve en kaliteli kaba yem kaynaklarıdır. Türkiye'de her geçen yıl yem bitkileri üretimi artmasına rağmen bu artış kaba yem ihtiyacını karşılamak için yeterli değildir. Gelişmiş ülkelerde tarla bitkileri ekiliş alanları içerisinde yem bitkileri ekilişi yapılan alanların oranı % 25-40 iken ülkemizde bu oran % 15 civarındadır. Türkiye'de 2002 yılında 758.250 ha olan yem bitkileri ekiliş alanı 2020 yılında 2.458.049 ha alana ulaşmıştır fakat bu alan ihtiyaç duyulan yem bitkileri üretimi için yeterli değildir. Ülkemizde yem bitkileri üretimindeki en önemli sorunların başında kaliteli tohumluk temini gelmektedir. Türkiye'de sertifikalı yem bitkileri tohum üretimi her geçen yıl artmasına rağmen ülkemizin yem bitkileri tohum ihtiyacını karşılamak için yeterli olmamaktadır. Bu çalışmada, dünyada ve Türkiye'de tohumculuk sektörünün durumu ve Türkiye'de yem bitkileri tohumculuğunun sorunları ve çözüm önerileri ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, Yem Bitkileri, Tohumculuk Sektörü, Tohum Üretimi

**CURRENT SITUATION OF FORAGE CROPS SEED PRODUCTION IN TURKEY,  
PROBLEMS AND SOLUTION SUGGESTIONS**

**Abstract**

One of the most important problems of animal husbandry in Turkey is the shortage of quality roughage. While our country's need for quality roughage is 78.6 million tons, total quality roughage production is 29.6 million tons, and the shortage of quality roughage is 49 million tons. Forage crops and meadow-pastures are the cheapest and best quality roughage sources used in animal nutrition. Despite the increase in forage crops production in Turkey every year, this increase is not enough to meet the need for roughage. In developed countries, the rate of forage crops is % 25-40 in field crops cultivation areas, while this rate is around % 15 in our country. Forage crops cultivation area in Turkey, which was 758.250 ha in 2002, reached 2,458,049 ha in 2020, but this area is not sufficient for the production of forage crops needed. One of the most important problems in the production of forage crops in our country is the supply of quality seeds. Although the seed production of certified forage crops in Turkey increases every year, forage crops of our country are not enough to meet the seed need. In this study, the situation of the seed sector in the world and in Turkey, the problems and solution of forage crops seeds in Turkey are discussed.

**Keywords:** Forage crops, seed sector, seed production.

## GİRİŞ

Dünyada nüfusun hızla yükselmesi gıdaya olan talebi artırmaktadır. Dünyada tarımsal üretim yapılan alanların sınırlı olmasından dolayı artan gıda talebini karşılamak için birim alandan daha fazla verim almak zorunlu hale gelmiştir. Tarımsal üretimde verim artışını sağlayan en önemli unsurlardan birisi kaliteli tohum kullanılmasıdır. Kaliteli tohum kullanılmasıyla, tarımsal üretimde % 20 ile % 100'ü aşan oranlarda verim artışı sağlanabilmektedir (Kün vd., 1995). Bu nedenle ülkemizde tarımsal üretimi artırmak için sertifikalı tohum üretimi artırılmalı ve sertifikalı tohum kullanımı hızla yaygınlaştırılmalıdır.

Ülkemizde hayvan sayısının artmasıyla beraber hayvan işletmelerinin yem ihtiyacı da artmaktadır. Hayvan işletmelerinin kar sağlayabilmesi için maliyetlerinin önemli bir kısmını oluşturan yem giderlerini düşürmeleri ve bunun için de hayvanların yem ihtiyacını ucuz ve kaliteli kaba yemlerden sağlamaları gerekmektedir. Yem bitkileri, ucuz bir kaynak olması, hayvanların mide mikroflorası için gerekli besin maddelerini içermesi, mineral ve vitaminlerce zengin olması, hayvanların üreme gücünü artırması ve yüksek kalitede hayvansal ürün sağlaması bakımından hayvan beslemede önemli bir yere sahiptir (Yolcu ve Tan, 2008). Yem bitkileri üretimi amacıyla yetiştirilen bitkilerin verim ve ürün kalitelerinin yüksek olması için kullanılan tohumun kalitesi ve adaptasyon yeteneği çok iyi olmalıdır.

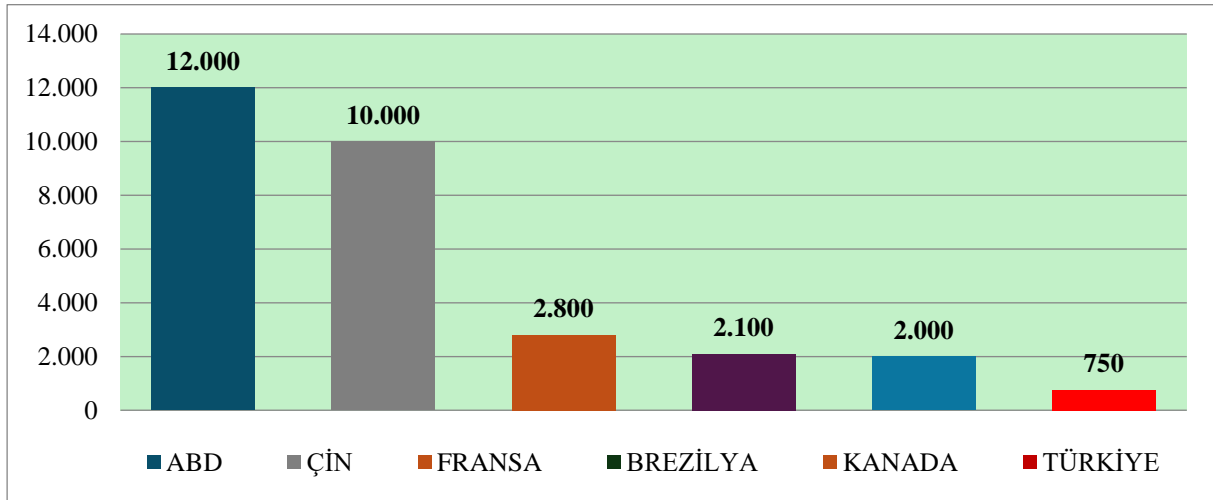
Ülkemizde yem bitkilerinin yanı sıra çayır-meralar da önemli kaba yem kaynaklarıdır. Türkiye'de 14.6 milyon ha çayır-mera alanı bulunmakta ve bu alandan 13.6 milyon ton kaba yem elde edilmektedir (Yavuz vd., 2020). Ülkemizde çayır-mera alanlarının ot verim ve kaliteleri aşırı ve zamansız otlatma nedeniyle düşüktür. Bu yüzden çayır-mera alanlarının korunması ve bitki örtülerini yitiren çayır-meraların önceki verimli ve kaliteli yem üretim kapasitelerine yeniden ulaşabilmeleri için ıslah edilmesi gerekmektedir. Çayır-mera ıslahı yaparken kaliteli tohum kullanılması tohumların çimlenmesi ve fide oluşturması açısından önemlidir (Altın vd., 2005).

Yem bitkileri üretiminde en önemli sorunlardan birisi tohumluk üretiminde yaşanan sıkıntılardır. Ülkemiz yem bitkileri tohumu üretimi için uygun ekolojik şartlara sahip olmasına rağmen, ülkemizdeki yem bitkileri tohumu üretimi gerekli ihtiyacı karşılayamamakta ve dışarıdan tohum ithal edilmektedir. Ülkemizde yem bitkileri tohumu üretiminde karşılaşılan sorunlar tespit edilip çözülmeli ve yerli çeşitler de ithal çeşitler kadar kaliteli üretilip ülkemizin tohum ihtiyacı karşılanmalıdır.

## DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE TOHUMCULUK SEKTÖRÜ

### Dünyada Tohumculuk Sektörü

Dünyada tohumculuk sektörü 1970'li yıllardan sonra teknolojik ve bilimsel gelişmelerin etkisiyle hızla gelişmeye başlamıştır. Teknolojik ve bilimsel gelişmeler bitki ıslahı ve yeni çeşitlerin geliştirilmesi konusunda tarımda büyük bir ilerleme sağlamıştır. Tohumculuk teknolojisindeki gelişmeler ve özel sektörün tohumculuk sektöründe yer almaya başlaması tohumculuk sektörünü büyük bir endüstri haline dönüştürmüştür. Dünyada ABD, Çin, Kanada gibi önde gelen ülkeler Ar-Ge çalışmalarına büyük yatırımlar yaparak dünya tohum ticaretinde söz sahibi haline gelmişlerdir.

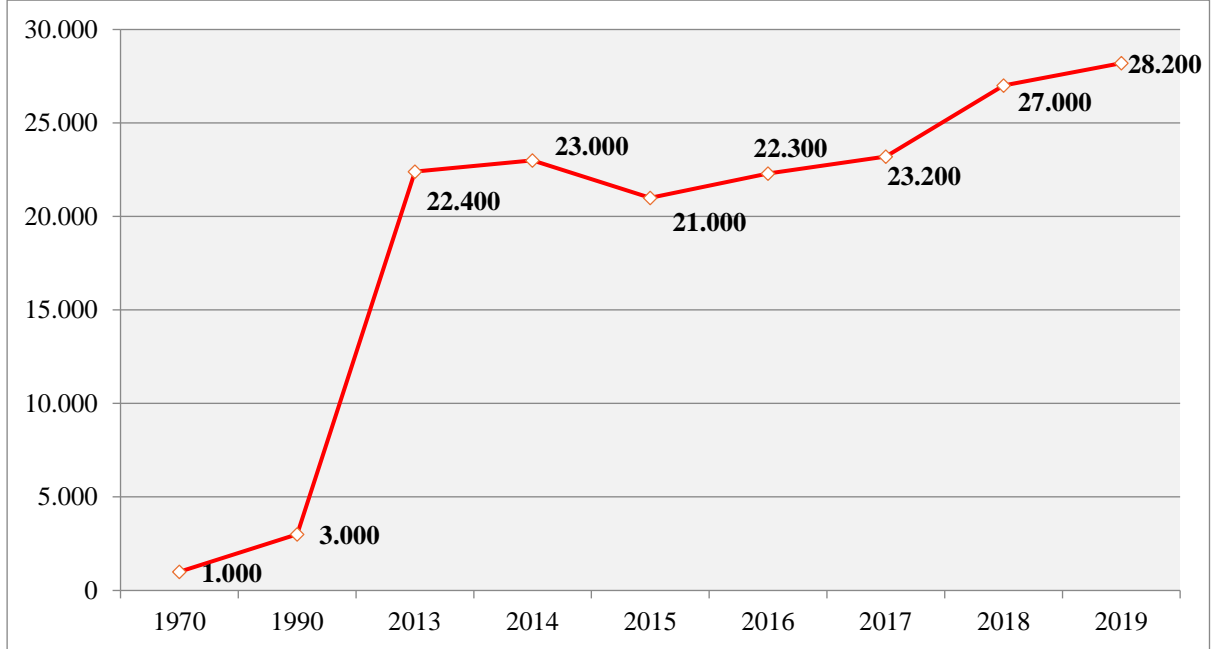


Şekil 1. Dünya Tohumluk Pazar Büyüklükleri (milyon USD) – 2020

Kaynak: TÜRKTOB

Bugün itibarıyla dünyada toplam tohumluk üretim değerinin yaklaşık 50 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. Bu değerlendirmede 12 milyar dolar tohumluk üretim değeriyle ilk sırada ABD, 10 milyar dolar tohumluk üretim değeriyle ikinci sırada Çin yer almaktadır. Çin'den sonra sırasıyla Fransa (2.8 milyar dolar), Brezilya (2.1 milyar dolar) ve Kanada (2 milyar dolar) gelmektedir.

Türkiye 750 milyon dolar tohumluk üretim değeriyle 11. sırada yer almaktadır.



Şekil 2. Dünya Tohumluk Ticaret Artışı (milyon USD) (İhracat-İthalat)

Kaynak: ISF (International Seed Federation)

1970'li yıllarda 1 milyar dolar civarında olan dünya tohum ticareti, 1990 yılından 2013 yılına kadar dünyada tohum teknolojisinin gelişmesi ve ülkeler için tohumun stratejik bir önem kazanmasıyla birlikte hızla artmaya başlamıştır. 2019 yılı itibarıyla dünya tohum ticareti 28 milyar doları geçmiştir.

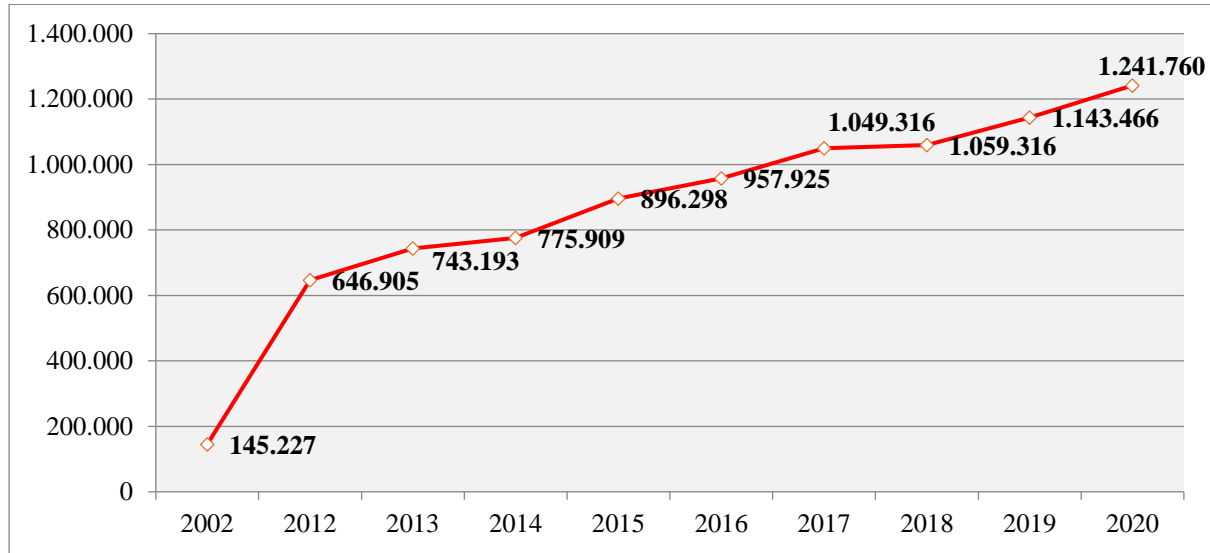
### Türkiye’de Tohumculuk Sektörü

Türkiye’de tohum üretimi 1960’lı yıllarda kamu tarafından sağlanırken 1980 yılından itibaren özel şirketler de tohumculuk sektöründe yer almaya başlamıştır. 1950 yılında Devlet Üretim Çiftlikleri kurularak yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve tohumluk üretimi sağlanmıştır. Türkiye, 1963 yılında Uluslararası Tohum Test Birliği’ne (ISTA) üye olmuştur ve uluslararası kriterlere uymak için 308 sayılı Tohumculuk Kanunu çıkarılmıştır. Bu kanun ile tohumlukların tescil ve sertifikasyonu ve denetimi devlet tarafından yapılarak kaliteli tohumlukların devlet kontrolü altında üretiminin yapılması amaçlanmıştır.

1980 yılından itibaren devlet tarafından özel şirketlerin tohumculuk sektöründe yer almasına imkan sağlayan yeni yasal düzenlemeler yapılmıştır. 1983 ve 1984 yıllarında çıkarılan kanunlar ile tohum fiyatlarının ve tohum ihracat ve ithalatının serbest bırakılması özel şirketleri tohumculuk piyasasında etkin hale getirmiştir. Özel şirketler tohumculuk piyasasında yer almaya başladıktan sonra dünyada olduğu gibi ülkemizde de tohumculuk sektörü hızla büyümeye başlamıştır.

2004 yılında 5042 sayılı Yeni Bitki Çeşitlerine Ait Islahçı Haklarının Korunmasına İlişkin Kanun çıkarılmıştır. Bu kanundan sonra 2006 yılında 5553 sayılı Tohumculuk Kanunu’nun çıkarılması ile bitkisel üretimde verim ve kaliteyi yükseltmek, tohumluklara kalite güvencesi sağlamak, tohumluk üretim ve ticareti ile ilgili düzenlemeleri yapmak ve tohumculuk sektörünün yeniden yapılandırılması ve geliştirilmesi için gerekli olan düzenlemeleri gerçekleştirmek amaçlanmıştır.

Özel şirketlerin tohumculuk sektörüne teşviki için yapılan yasal düzenlemeler ve Tohumculuk Kanunu’nun çıkarılması Türkiye’de tohumluk üretimini giderek artırmıştır.



Şekil 3. Türkiye’de Yıllar İtibarıyla Tohumluk Üretim Miktarları (Ton)

Kaynak: BÜGEM

Türkiye tohumluk üretimi 2002 yılında 145.227 ton iken 2012 yılında 4.5 kat artarak 646.905 ton olmuştur. 2020 yılında ise 1.241.760 tona ulaşmıştır. Yıllar itibarıyla tohumluk üretiminin artmasında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından verilen sertifikalı tohum üretim ve kullanım desteği de etkili olmuştur.

**Tablo 1. Yıllar İtibarıyla Kamu ve Özel Sektör Tohumluk Üretim Miktarları (Ton)**

Yıllar	Kamu	Özel Sektör	Ö. Sektörün %'si
1995	150.925	30.746	17
2005	179.195	148.977	45
2015	199.077	676.903	77
2016	164.152	792.134	83
2017	176.631	828.207	82,5
2018	194.418	785.085	80
2019	201.991	841.205	80,6
2020	179.835	988.398	84,6

Kaynak: BÜGEM

Tablo 1' de ülkemizde yıllar itibarıyla kamu ve özel sektörün tohumluk üretimleri ve özel sektörün toplam tohumluk üretimindeki yüzdesi görülmektedir. 1995 yılında özel sektörün toplam tohumluk üretimindeki payı % 17 iken daha sonraki yıllarda bu oran artarak 2020 yılında % 84,6' ya ulaşmıştır.

**Tablo 2. Türkiye Tohum İthalat ve İhracat Değerleri (1.000 USD)**

	2002	2012	2018	2019	2020
İthalat	55.292	197.648	178.648	178.857	199.462
İhracat	17.320	120.796	151.693	155.427	162.033
Fark	37.972	76.852	26.955	23.430	37.429
İhracatın İthalatı Karşılama Oranı (%)	31	61	85	87	81

Kaynak: TÜRKTOB

Türkiye'nin tohum ihracatının ithalatı karşılama oranı 2002 yılında % 31 iken 2012 yılında bu oran 2 kat artarak % 61'e çıkmıştır. 2020 yılında tohum ihracatının ithalatı karşılama oranı % 81 olarak belirlenmiştir.

## **TÜRKİYE'DE YEM BİTKİLERİ TOHUMCULUK SEKTÖRÜ**

Ülkemizin kaba yem ihtiyacını karşılamak için yem bitkileri üretimi artırılmalı ve çayır-meralar ıslah edilerek ot verim ve kaliteleri iyileştirilmelidir. Bunun için öncelikli olarak kaliteli tohumluk temini sorununun çözülmesi gerekmektedir.

Yem bitkilerinin ekiliş alanlarının artması için istenilen zamanda, uygun fiyatlarda ve kaliteli yem bitkileri tohumluğunun bulunması gerekmektedir.

Ülkemizde yem bitkileri alanlarının artırılması için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yem bitkileri ekilişine alan bazlı destekleme verilmektedir (Tablo 3). Ülkemizdeki en önemli çok yıllık yem bitkisi olan yoncaya 90 TL/da destekleme verilmektedir. Tek yıllık yem bitkilerine sulu şartlarda 60 TL/da, kuru şartlarda 40 TL/ da, son yıllarda ekiliş artan slajlık mısıra 100 TL/da destekleme verilmektedir. Ayrıca yapay-çayır mera tesisi projelerine de belli şartlar çerçevesinde destekleme verilmektedir.



**Tablo 3. Yem Bitkileri Desteklemeleri (2021)**

Ürünler	Destek Miktarı (TL/da)
Korunga (Sulu-Kuru)	90
Tek Yıllık Yem Bitkileri	60
Silajlık Ekilişler (Sulu)	100
Yapay Çayır-Mera	150
Çok Yıllık Yem Bitkileri (Sulu)	90
Kuru Ekilişler	40
Yeraltı sularının yetersiz seviyede ve su kısıtı olduğunun Bakanlıkça tespit edildiği havzalarda 2021 yılında ekilen yem bezelyesi,fiğ,macar fiğ,burçak ve mürdümük için	Aldığı Desteğe % 50 İlave

Kaynak: BÜGEM

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Bitkisel Üretimi Geliştirme Projesi kapsamında yem bitkilerinin tanıtılması ve yem bitkileri ekilişinin yaygınlaştırılması amacıyla % 75 hibe destekli yem bitkileri tohumu dağıtımı gerçekleştirilmektedir.

**Tablo 4. Yıllar İtibarıyla Yem Bitkileri Ekiliş Alanları (ha)**

Ürünler	2002	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Yonca	260.000	664.064	652.259	661.017	636.954	641.213	662.889
Korunga	99.000	191.454	194.338	196.297	181.937	175.276	174.495
Fiğ	234.227	493.076	495.514	493.297	434.490	391.498	375.944
S.Mısır	155.000	423.123	425.775	486.230	472.643	507.413	526.261
Diğer	10.023	345.435	350.272	400.120	517.097	572.001	718.460
<b>TOPLAM</b>	<b>758.250</b>	<b>2.117.152</b>	<b>2.118.158</b>	<b>2.236.961</b>	<b>2.243.121</b>	<b>2.287.401</b>	<b>2.458.049</b>

Kaynak: BÜGEM

Ülkemizde hayvancılığın artmasıyla beraber yem bitkileri ekiliş alanları da artmıştır. 2002 yılında 758.250 ha olan toplam yem bitkisi ekiliş alanı 2020 yılında 3.24 kat artarak 2.458.049 ha alana ulaşmıştır. Ülkemizde en çok ekilişi yapılan yem bitkisi olan yonca, 2002 yılında 260.000 ha iken 2020 yılında % 155 artarak 662.889 ha olmuştur. Son yıllarda ekilişi artan silajlık mısır 2002 yılında 155.000 ha alana sahip iken 2020 yılında 526.261 ha olarak belirlenmiştir.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2015 yılında Yem Bitkileri Baklagil Tohumluğu Yönetmeliği çıkarılmıştır. Bu yönetmelik, yem bitkileri ve yemeklik tane baklagil türlerinde çeşit geliştirme faaliyetlerini teşvik ederek, tohumluk üretimi ile ilgili zararlı organizma ve kalite standartlarını belirleyip, zararlı organizmaların kontrolünü ve kaliteli tohumlukların üretimini sağlamak amacıyla, tohumlukların üretilmesi ve pazarlanmasına ilişkin usul ve esasları kapsamaktadır.

Ülkemizde yem bitkilerinde sertifikalı tohum üretiminin ve kullanımının artırılması için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından sertifikalı tohum üretim ve kullanım desteklemeleri verilmektedir.

**Tablo 5. Yem Bitkilerinde Sertifikalı Tohum Kullanım Desteği (2021)**

Ürünler	Destek Fiyatı (TL/da)
Fiğ	22
Yem Bezelyesi	22
Korunga	22
Yonca	30

Kaynak: BÜGEM

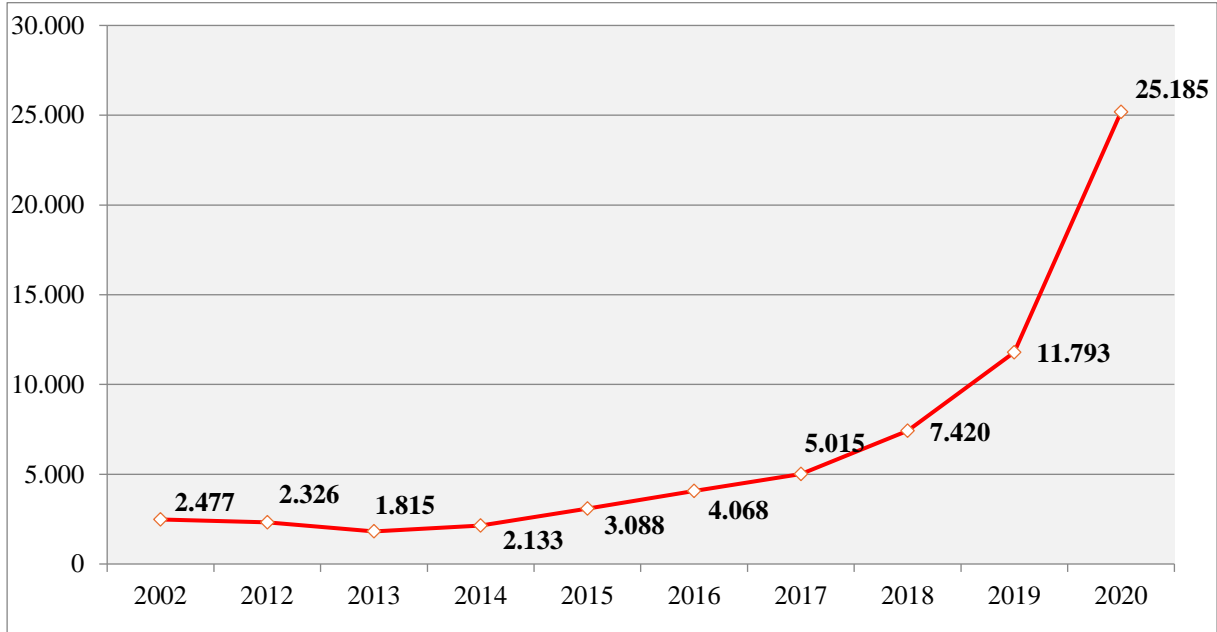
**Tablo 6. Yem Bitkilerinde Sertifikalı Tohum Üretim Desteği (2021)**

Ürünler	Sertifikalı Kademe (TL/kg)	Orijinal/Temel ve Üst Kademe (TL/kg)
Fiğ	1,50	1,60
Yem Bezelyesi	1,50	1,60
Korunga	1,50	1,60
Yonca	4,00	5,00

Kaynak: BÜGEM

Tablo 5'te yem bitkilerinde sertifikalı tohumluk kullanımına ilişkin desteklemeler yer almaktadır. Buna göre fiğ, yem bezelyesi ve korungaya dekara 22 TL, yoncaya ise dekara 30 TL sertifikalı tohum kullanım desteği verilmektedir.

Tablo 6'da yem bitkilerinde sertifikalı tohumluk üretim desteği verilmiştir. Tabloya göre fiğ, yem bezelyesi ve korungaya 1,50 TL/kg, yoncaya ise 4,00 TL/kg sertifikalı tohum üretim desteği verilmektedir. Ayrıca sertifikalı tohumluk üretiminde orijinal/temel ve üst kademelerdeki tohumluk üretimlerine mevcut desteklere ilave olarak destekleme verilmektedir.



Şekil 4. Yıllar İtibarıyla Yem Bitkileri Tohum Üretim Miktarları (ton)

Kaynak: BÜGEM

Türkiye’de yem bitkileri tohum üretimi 2002 yılında 2.477 ton iken 2018 yılında 7.420 ton olmuştur. 2018 yılından sonra yem bitkileri tohum üretimi hızla artarak 2020 yılında 25.185 tona ulaşmıştır.

Tablo 7. Yıllar İtibarıyla Ürün Bazında Yem Bitkileri Tohum Üretim Miktarları (ton)

Türler	2002	2012	2020
Yonca	269	670	3456
Korunga	411	2	556
Fiğ	1246	876	2487
Sorgum-Sudan Otu	123	133	159
Yem Şalgamı	-	12	27
Yemlik Pancar	22	44	-
Çim ve Çayır Otu	406	208	1255
Yem Bezelyesi	-	381	5420
Diğerleri	-	-	11825

Kaynak: BÜGEM

Tablo 7’ de Türkiye’de ürün bazında yem bitkileri tohum üretim miktarları verilmiştir. Buna göre ülkemizde en fazla ekilişi yapılan yem bitkisi olan yoncannın tohum üretimi 2002 yılında 269 ton iken 2020 yılında 3456 ton olmuştur. 2002 yılında çim ve çayır otu tohum üretimi 406 ton iken 2020 yılında 1255 ton olmuştur. 2002 yılında tek yıllık yem bitkilerinden fiğ tohum üretimi 1246 ton iken 2020 yılında 2487 tona ulaşmıştır. 2002 yılında Türkiye’de tohum üretimi

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

olmayan yem bezelyesinin 2012 yılında tohum üretimi 381 ton, 2020 yılındaki tohum üretimi ise 5420 ton olarak belirlenmiştir.

**Tablo 8. Yıllar İtibarıyla Kamu ve Özel Sektör Yem Bitkileri Tohum Üretim Miktarları (Ton)**

Yıllar	Kamu	Özel Sektör	Ö. Sektörün %'si
1995	1.342	145	10
2005	2.662	1.231	32
2015	1.017	2.070	67
2016	1.007	3.061	75
2017	1.551	3.461	69
2018	1.570	5.850	79
2019	1.198	10.595	90
2020	6.753	18.432	73

Kaynak: BÜGEM

Tablo 8’de ülkemizde yıllar itibarıyla kamu ve özel sektörün yem bitkileri tohumluk üretimleri ve özel sektörün toplam yem bitkileri tohumluk üretimindeki yüzdesi görülmektedir. 1995 yılında özel sektörün toplam tohumluk üretimindeki payı % 10 iken daha sonraki yıllarda bu oran artarak 2019 yılında % 90’a ulaşmıştır. 2020 yılında ise özel sektörün payı % 73’tür.

**Tablo 9. Türkiye Yem Bitkileri Tohumu İthalat ve İhracat Değerleri (1.000 USD)**

	2002	2012	2018	2019	2020
İthalat	3.473	18.344	28.366	15.791	16.406
İhracat	90	2.351	2.158	1.152	1.828
Fark	3.383	15.993	26.208	14.639	14.578
İhracatın İthalatı Karşılama Oranı (%)	2,6	12,8	7,6	7,2	11

Kaynak: BÜGEM

Türkiye’nin yem bitkileri tohum ihracatının ithalatı karşılama oranı 2002 yılında % 2,6 iken 2012 yılında bu oran 5 kat artarak % 12,8’e çıkmıştır. 2020 yılında tohum ihracatının ithalatı karşılama oranı % 11 olarak belirlenmiştir.

**Tablo 10. Türkiye’de Bazı Yem Bitkilerinin Sertifikalı Tohum Üretimi ve İhtiyacı Karşılama Oranı (2020)**

Ürünler	Üretim (ton)	İhtiyaç (ton)	Karşılama Oranı (%)
Yonca	3.456	13.256	26
Korunga	556	13.952	4
Fiğ	2.487	33.831	7,4

Kaynak: BÜGEM

Tablo 10’da bazı yem bitkilerinde sertifikalı tohum üretimi ve bu üretimin ihtiyacı karşılama oranı verilmiştir. Tabloya göre ülkemizdeki yem bitkileri tohumu üretimi ihtiyacı karşılayamamaktadır. Sertifikalı tohum üretiminin ihtiyacı karşılama oranı yoncada % 26, korungada %4, fiğde ise % 7,4 olarak belirlenmiştir.

**Tablo 11. Türkiye’de 1964-2020 Yılları Arasında Tescil Edilen Yem Bitkileri Çeşit Sayısı**

Bitki Türü	Sayı
Baklagil Yem Bitkisi	197
Buğdaygil Yem Bitkisi	79
Diğer Yem Bitkileri	30
TOPLAM	306

Kaynak: 2020 yılı çayır-mera ve yem bitkileri yeşil alan çim bitkileri faaliyetleri (Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü)

Türkiye’de 1964 – 2020 yılları arasında 306 adet yem bitkileri tohumuna Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü tarafından tescil verilmiştir. 197 adet baklagil yem bitkisi, 79 adet buğdaygil yem bitkisi ve 30 adet diğer yem bitkileri çeşitleri tescil almıştır.

## **TÜRKİYE’DE YEM BİTKİLERİ TOHUMCULUĞUNUN SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

### **SORUNLAR**

- 1- Ülkemiz yem bitkileri tohum üretimi için uygun ekolojik şartlara sahip olmasına rağmen, ülkemizdeki yem bitkileri tohum üretimi gerekli ihtiyacı karşılayamamakta ve dışarıdan tohum ithal edilmektedir.
- 2- Yem bitkileri tohum üretiminde maliyetler oldukça yüksektir.
- 3- Ülkemizde sertifikalı tohum üretimi için uygun arazi bulmakta sıkıntılar yaşanmaktadır.
- 4- Dünyada tohumculuk sektöründe önde gelen ülkeler Ar-Ge çalışmalarına büyük harcamalar yapmışlardır. Ülkemizde yem bitkileri tohumluk üretiminde Ar-Ge çalışmalarına yeteri kadar yatırım yapılmamaktadır.
- 5- Ülkemizdeki tohum üreticileri çeşit saflığı sağlama konusunda tereddüt ettikleri için sertifikalı yem bitkileri tohum üretimi yapmak istememektedir.
- 6- Sözleşmeli üretim yapan tohum üreticileri alan bazlı yem bitkileri desteğinden yararlanamamaktadır. Bu nedenle sözleşmeli tohumluk üretiminde çiftçi bulmakta sıkıntılar yaşanmaktadır.
- 7- Yapay çayır-mera tesisleri için üniversiteler, bölgede bulunan tarımsal araştırma enstitüleri veya Tarım ve Orman İl Müdürlüklerince o ilin ekolojisine uygun hazırlattırılan yapay çayır-mera karışımları proje dâhilinde uygulamaya konularak destekleme kapsamına alınmaktadır. Bu durumda çiftçiler kendi arazisinde herhangi bir proje yaptırmadan kendi isteğine göre kurmak istediği yapay çayır-mera için destekleme alamamaktadır.

- 8- Bazı çiftçilerimizin daha ucuz olduğu için yetkili kurum ve kuruluşlardan izin alınmadan üretilen tohumlukları kullanmaları haksız rekabete yol açmaktadır. Bu tohumlukların denetimi yapılmadığı için çeşit saflığı tam olarak sağlanamamakta ve yabancı ot tohumlarıyla karışık olarak pazarlanmaktadır.
- 9- Sertifikalı olarak üretilen yem bitkileri tohumu ihraç edildiği takdirde sertifikalı tohum kullanım desteğinden faydalanamamaktadır.
- 10- Yem bitkileri ıslahı konusunda enstitülerin ve özel sektörün çalışmaları yetersiz olmaktadır.
- 11- Yem bitkileri tohumculuğu sektöründe vasıflı eleman ihtiyacı bulunmaktadır.
- 12- Yem bitkileri tohumculuğunda yapılan denetimler yeterli olmamaktadır.
- 13- Yem bitkilerinde sertifikalı tohumluk üretim ve kullanım konusunda destekler istenilen düzeyde değildir.
- 14- Sertifikalı yem bitkileri tohum fiyatlarının yüksek olmasından dolayı çiftçilerimizin sertifikalı yem bitkileri tohumu kullanımı yeterli düzeyde değildir.
- 15- Ülkemizde mera ıslahında kullanılabilecek yem bitkilerinin tohum üretimi çok azdır.
- 16- Tohum üretimi yapan firmalarımız dünyada yem bitkileri tohumculuk sektöründe rekabet etmek için yeterli güçte değildir.
- 17- Özel sektör, tohumculukla ilgili meslek kuruluşları ve kamu arasındaki iş birliğine daha fazla önem verilmelidir.
- 18- Ülkemizde tescilli yem bitkileri çeşit sayısı yetersizdir.

### **ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

- 1- Yurt dışından tohum ithal etmek yerine yerli ve milli çeşitlerin sertifikalı tohum üretimini artırarak yem bitkileri tohum ihtiyacımız karşılanmalıdır.
- 2- Yem bitkileri tohum üretiminde üretim maliyetlerinin bir kısmının karşılanması amacıyla verilen sertifikalı tohum üretim desteği artırılmalıdır.
- 3- Sertifikalı yem bitkileri tohum üretimi için özel tohum üretim alanları oluşturulmalıdır. Yem bitkilerinin çoğunda yabancı döllenme (allogami) görülür. Bu yüzden yem bitkilerinde safiyeti korumak güçtür. Yem bitkilerinde tohum üretilen alanın diğer bitkilere mesafeli olması gerekir.
- 4- Yem bitkileri tohum üretimi ile ilgili Ar-Ge çalışmalarına yatırım yapılmalıdır. Dünyada tohumculuk sektöründe söz sahibi ülkeler Ar-Ge çalışmalarına büyük yatırımlar yaparak bu sektörde gelişmişlerdir.
- 5- Ülkemizdeki tohum üreticileri sertifikalı yem bitkileri tohumu üretimine teşvik edilmelidir.
- 6- Sertifikalı tohum üretimi yapılan yem bitkileri alanları da alan bazlı desteklemeden faydalanmalıdır.
- 7- Çiftçilerimizin kendi arazisinde herhangi bir proje yaptırmadan kendi isteğine göre kurmak istediği yapay çayır-mera destekleme kapsamına alınmalıdır.
- 8- Ülkemizde sertifikasız tohum üretimi denetlenmeli ve tespit edilenlere cezai işlem uygulanmalıdır. Ayrıca çiftçilerimizin sertifikalı tohum kullanımına teşvik edilmesi için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından verilen desteklemelerde sertifikalı tohum kullanılan arazilere sertifikasız tohum kullanılan arazilerden daha fazla destekleme verilmelidir.
- 9- İhracatı yapılan sertifikalı yem bitkileri tohumluklarına da sertifikalı tohumluk desteği verilmelidir.
- 10- Yem bitkileri ıslahı ve yeni çeşitlerin geliştirilmesi konusunda enstitülerin ve özel sektörün laboratuvar, teknik eleman v.b. ihtiyaçları konusunda destek verilerek daha fazla çalışma yapması sağlanmalıdır.
- 11- Üniversitelerde tohumculukla ilgili eğitim verilerek bu sektördeki vasıflı teknik eleman ihtiyacı karşılanmalıdır.
- 12- Yem bitkileri tohum üretiminde Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yapılan denetimler artırılmalı ve kayıt dışı tohum üretiminin önüne geçilmelidir.

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

13- Yem bitkilerinde sertifikalı tohumluk üretimi ve kullanımı konusunda desteklemeler artırılmalıdır.

14- Sertifikalı tohum fiyatları üreticilerimizin alabileceği fiyatlara indirilmeli ve sertifikalı tohum kullanım desteği artırılmalıdır.

15- Ülkemizde mera ıslahında kullanılabilir yem bitkilerinin tohum üretiminin artırılması için bu alandaki çalışmalara destek verilmelidir.

16- Tohum üretimi yapan firmaların alt yapılarına destek verilmeli, bu sektörde dünyadaki diğer firmalarla rekabet edebilecek duruma getirilmesi konusunda yardımcı olunmalıdır.

17- Kamu, tohumculukla ilgili meslek kuruluşları ve özel sektör arasındaki işbirliği artırılmalı ve tohumculuk sektörüyle ilgili mevzuatların hazırlanmasında özel sektörün ve meslek kuruluşlarının da görüşleri alınmalıdır.

18- Ülkemizin her bölgesinde farklı iklim çeşitliliği görülmesinden dolayı her bölgede farklı yem bitkileri çeşitleri geliştirilmeli ve demonstrasyon alanları kurularak çiftçilerimize tanıtılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E., Hatipoğlu, R., Altınok, S., Sancak, C., Tan, A., Uraz, D. (2005). Yem Bitkileri Üretimi ve Sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Tarım Kongresi, 3-7 Ocak 2005. 503-518, Ankara.
- Altın, M. (1991). Yem Bitkileri Yetiştirme Tekniği. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No: 14, Ders Kitabı No: 3, 111 s.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. (2005). Çayır Mera Islahı. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Yayınları, 74.s.
- Altındal, D., Akgün, İ. (2007). Yeni Tohumculuk Yasası ve Türk Tarımına Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007(2): 27-35.
- Aras, B. (2019). Türkiye’de Tohumculuk Sektörünün Mevcut Durumu, Sorunlar ve Öneriler. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3): 1763-1775.
- Bağcı, A.S., Yılmaz, K. (2016). Türkiye Tohumculuk Sektöründeki Gelişmelerin Sertifikalı Tohumluk Kullanımına ve Verim Üzerine Muhtemel Etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (Özel Sayı-1): 299-303.
- BÜGEM, (2020). Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Bitkisel Üretim Verileri. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>. (Erişim tarihi: 15.11.2021)
- BÜGEM, (2020). Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Tohumculuk İstatistikleri. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tohumculuk/Tohumculuk-Istatistikleri>. (Erişim tarihi: 15.11.2021)
- BÜGEM, (2021). Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü 2021 Yılı Bitkisel Üretim Destekleme Birim Fiyatları. Erişim adresi: [https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/Bitkisel%20Uretim/bitkisel\\_uretim\\_2021.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/Bitkisel%20Uretim/bitkisel_uretim_2021.pdf). (Erişim tarihi: 15.11.2021)
- ISF, (2019). International Seed Federation Seed Statics. Erişim adresi: <https://worldseed.org/resources/seed-statistics/>. (Erişim tarihi: 14.11.2021)
- Kün, E., Avcı, M., Harmanşah, F., Şahin, İ., Kayımoğlu, S., Duman, R. (1995). Tohumluk Kullanımı ve Üretimi. Türkiye Ziraat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi, 9-13 Ocak 1995, Ankara.
- Özkan, U. (2020). Türkiye Yem Bitkileri Tarımına Karşılaştırmalı Genel Bakış ve Değerlendirme. Türk Ziraat Mühendisliği Araştırmaları Dergisi, 2020 (1): 29-43.
- TAGEM, (2018). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Tohumculuk Sektör Politika Belgesi 2018-2022. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Tohumculuk%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%20018-2022.pdf>. (Erişim tarihi: 09.11.2021)
- TİGEM, (2020). Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü 2020 Yılı Tohumculuk Sektör Raporu. Erişim adresi: <https://www.tigem.gov.tr/DosyaGaleriData/View/a374cc25-acc1-44e8-a546-63b4c8bce146>. (Erişim tarihi: 09.11.2021)
- TTSM, (2020). Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü 2020 Yılı Çayır Mera ve Yem Bitkileri Yeşil Alan Çim Bitkileri Faaliyetleri. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Duyuru%20Belgeleri/2021/Duyuru%20Belgeler/TTSM%20Sunular/TTSM%20Çayır%20Mera%20Yem%20Bitkileri%20ve%20Yeşil%20Alan%20Çim%20Bitkileri.pdf>. (Erişim tarihi: 15.11.2021)
- TÜRKTED, (2016). Türkiye Tohumculuk Endüstrisi Derneği Türkiye Tohumculuk Sektörünün Sorunları ve Çözüm Önerileri Hakkında Rapor 2008-2016. Erişim adresi: [http://www.turkted.org.tr/SORUNLAR\\_ONERILER\\_TURKTED.pdf](http://www.turkted.org.tr/SORUNLAR_ONERILER_TURKTED.pdf). (Erişim tarihi: 15.11.2021)



- TÜRKTOB, (2020). Türkiye Tohumcular Birliği Tohumculuk Sektör Raporu 2021. Erişim adresi:[https://turktob.org.tr/uploads/plugo/bilgimerkezi/raporlar/SEKTOR\\_RAPORU\\_2021.pdf](https://turktob.org.tr/uploads/plugo/bilgimerkezi/raporlar/SEKTOR_RAPORU_2021.pdf). (Erişim tarihi: 09.11.2021)
- Ülker, E., Yüksel, O., Ergül, S. (2020). Ülkemizde Yem Bitkileri Tarımının Durumu, Tohumluk Üretimi ve Dış Ticareti. Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi, 2020 (2): 96-107.
- Ünal, S. (2004). Yem Bitkilerinde Tohumluk Üretimi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2004: 13 (1-2).
- Yavuz, T., Kır, H., Gül, V. (2020). Türkiye’de Kaba Yem Üretim Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Kırşehir İli Örneği. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 2020, 7(3): 345-352.
- Yolcu, H., Tan, M. (2008). Ülkemiz Yem Bitkileri Tarımına Genel Bir Bakış. Tarım Bilimleri Dergisi, 14(3), 303-312.

**ON THE POTENTIAL USE MEDICINAL PLANTS IN DIABETIC FOOT ULCER**

**A.Dinesh BABU\***

B.Pharm, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research.Chennai  
**Email:**dinesanhanbu151@gmail.com

**T.THIRUMURUGAN**

B.Pharm, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research.Chennai

**S.KALAIVANAN**

Associate Professor, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research,  
Chennai, India.

**Abstract**

The complications of diabetes became a heavy burden to the patient as well as physician. Among the various complications, Diabetic Foot Ulcer (DFU) is important since the major deaths in diabetes are due to DFU, which arises as a consequence of complicated and multi-factorial pathologies. The treatments using a single strategy may unlikely less effective and also the overall costs of these therapies are high. From long since, many commonly used herbs and spices are claimed to have wound healing effects with various mechanisms. Hence their application in the treatment of DFU may not only synergize the diabetic wound healing but also reduce the overall cost. This review discusses the possible use of herbs in treating DFUs with their mechanisms

**Keywords:**Diabetes Mellitus; Diabetic foot ulcer; Diabetic neuropathy; Herbal; Multi factorial pathologies

**Abbreviations**

DM: Diabetes Mellitus; DFU: Diabetics Foot Ulcer; ECM: Extra Cellular Matrix; ROS: Reactive Oxygen Species; SDF: Stromal Cell Derived; PKB: Protein Kinase B; MRSA: Methicillin Resistant S. aureus; PAD: Peripheral Arterial Disease; TNF: Tumour Necrosis Factor; IL: Interleukin; MMP: Matrix Metallic Proteinase

### **Introduction**

About 10% of 250000 plant species have been scientifically studied and found to have potential uses in healthcare. Some of the plant derived compounds such as vinblastine, vincristine, taxol, and digoxin have been synthesized because of the high demand and limited supply from natural resources. Recent development of traditional medicines has led to the extensive use of natural products and their derivatives which contribute to more than half of the total medicines consumed worldwide.

Peripheral neuropathy, peripheral arterial disease, poor glucose control, poor footwear, underlying infection and duration of diabetes, cigarette smoking, and diabetic nephropathy are recognized risk factors for foot ulceration. Patients with peripheral neuropathy DFU can lead to critical complications in the absence of proper care to the wounded area. The healing process of foot ulcers is complex and is also interrupted by local factors such as moisture, infection, and the dressing method along with systemic factors such as age and nutritional status. Effective management of DFU starts with physical examination and selection of an appropriate wound care intervention. The focus is on achieving the goal of rapid and complete wound healing. In the holistic approach of wound management, three main areas addressed are tissue loss, ischemia, and infection.

In addition, the debridement of the wound is done regularly to keep it free of nonviable tissue. Suitable dressings are used to reduce the risk of infection, improve outcomes by controlling bacteria in the wound, and provide an optimal healing environment,

Wound irrigation is one of the essential components of wound management. It is the single greatest intervention in wound care that can reduce the risk of infection. The goal of wound irrigation is to remove foreign material, decrease bacterial contamination of the wound, and to remove cellular debris or exudate from the surface of the wound.

Irrigation stimulates neovascularization and healthy cell proliferation. Common irrigation solutions used for wound irrigation are normal saline, sterile water, or potable water when normal saline or sterile water is not available. Some compounds such as hydrogen peroxide, eusol, and collagenase ointment are also used for foot ulcer

### **LITERATURE REVIEW**

**A process with four typical stages:** Haemostasis, inflammation, proliferation, and remodelling involving many cell types, cytokines, and Extra Cellular Matrix (ECM), and macrophages generate more Reactive Oxygen Species (ROS) to defend against foreign pathogens. Excessive ROS can damage normal cells and tissues, cause nutritional deficiencies, and impair angiogenesis, hypoxia, and neuropathy, ultimately leading to persistent inflammation and long term persistence. Non-healing chronic wounds [3].

The use of wound dressings is the most direct and convenient way to prevent microbial infection of wounds and has been used in wound care for a very long time



A traditional form of wound dressing is cotton gauze, which is widely used in clinical settings. However, it is not suitable for treating diabetic wounds because each dressing change causes painful secondary injury to the patient.

#### **Different type of diabetic foot ulcers**

**Neuropathic foot ulcer:** Neuropathic ulcers or diabetic foot ulcers are preventable ulcers associated with diabetes mellitus. These ulcers occur in the setting of unrecognized trauma, peripheral neuropathy, and foot deformities; however, they are often complicated by peripheral arterial disease and infection. Approximately 15% of individuals with a neuropathic ulcer require limb amputation as a result of infection.

Neuropathic ulcerations arise from prominences from the internal structure, causing pressure point abnormalities on the external surface of an insensate body part. This is most commonly seen in the foot when pedal prominences cause pressure during ambulation. Due to the lack of sensation in the area, the patient is much less likely to be able to feel any pain or abnormalities in sensation associated with the ulceration.

Most neuropathic ulcerations occur on the lower extremity and affect prominent pedal surfaces such as the heel and metatarsal heads or areas of high friction prone to callus formation



### **Ischemic foot ulcers**

Ischemic means reduced blood flow to a part of the body. Ischemic ulcers are slow healing wounds. Usually found on the feet, ankles, or legs, they develop due to limited blood supply through the arteries to the legs. Ischemic ulcers are also known as arterial ulcers

Ischemic ulcers are caused by limited blood flow from the arteries to the legs. Reduced circulation may be due to diabetes, inflammation, fat blockages, clogged arteries, Peripheral Arterial Disease (PAD), or infection. When blood does not reach the extremities, the area fails to get adequate oxygen and nutrients. This causes tissue damage and even cell death. The damaged, blood deprived tissue is unable to heal. If untreated, ischemic ulcers can lead to gangrene and limb loss.

A full medical history of the patient is evaluated. A wound specialist will examine the wound thoroughly and begin initial therapy. Laboratory testing and imaging studies such as non-invasive vascular studies, X-rays, CT and MRI scans may be performed to help diagnose the problems and develop a treatment plan. A multidisciplinary approach involving the staff of the centre, the primary care physician and specialists increases the likelihood of correct diagnosis, successful wound healing and prevention of complications or recurrence.



### **Neuroischemic foot ulcers:**

An ulcer caused by diminished blood flow through an artery, esp. one that nourishes a finger or toe. These ulcers are usually found in patients with peripheral vascular disease. They may result in loss of digits as a result of gangrene. These foot ulcers occur in people who have both peripheral neuropathy and ischemia resulting from peripheral artery disease. Neuroischemic ulcers are least likely to heal without intervention and, if infected, the risk of amputation is high.

**Common sites of neuroischemic ulcers:** Toes, margins of the foot and the dorsum of the foot. This is the part facing upward when a person is standing up. Neuroischemic ulcers can also develop on the tips of toes and beneath overly thick toenails.

**Appearance:** Pale or yellow colour tissue that may have a halo of thin glassy callused skin. There can also be raised edges around the wound.



**Factors affecting diabetic foot ulcers:**

**Wound site:** The wound site is an important factor in wound healing because wound infection is a common cause of impaired wound healing.

Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa are just a few of the organisms responsible for wound infections, and reports have indicated that S. aureus is the primary pathogen associated with diabetic foot infection.

**Immune state:** Various components of the immune system are affected in diabetic patients. Polymorph nuclear leukocyte function has been reported to be reduced especially in the presence of acidosis, while leukocyte adhesion, chemo taxis, and phagocytosis may also be negatively affected in the diabetic state resulting in hence delayed healing.

The antioxidant systems that participate in bactericidal activity can be compromised in the diabetic state, leaving wounds in diabetic patients susceptible to infection.

Diabetes is a risk factor for bacteria in patients with pneumococcal pneumonia and is linked to increased mortality.

**Disease state:** Aureus and beta hemolytic streptococci are treated as pathogens in early diabetic foot infections. Studies have reported a higher incidence of bacterial infections in diabetic women than in non-diabetic women. Diabetics seem to be more prone to wound infections. Greenhalgh reported a higher incidence (11%) of wound infections in diabetics than in the general patient population.

**Reactive Oxygen Species (ROS):** The high concentration of ROS could cause severe tissue damage that may lead to neoplastic transformation, further resulting in impaired healing process by inducing damage to cells, DNA, proteins and lipids.

**Diet:** Diet has been reported to affect wound healing. It has been observed that a serum albumin level of 3.5 g/dl or higher is required for adequate healing. Reduced protein levels could negatively affect collagen synthesis and thus impair wound healing

Additionally, 73.3% of the patients who had olive oil treatment had fully healed wounds, as opposed to just 13.3% of the patients in the control group (P=.003).

**Factors affecting diabetic foot ulcer.**

### Risk Factors Of Foot Problem:

1. Duration of diabetes.
2. Older age.
3. Uncontrolled hyperglycemia.
4. Peripheral vascular disease.
5. Peripheral neuropathy.
6. Trauma
7. History of prior Ulcer amputation
8. Limited joint mobility.
9. Prolonged elevated pressures.
10. Structural foot deformity.

#### Mechanism of diabetic foot ulcer

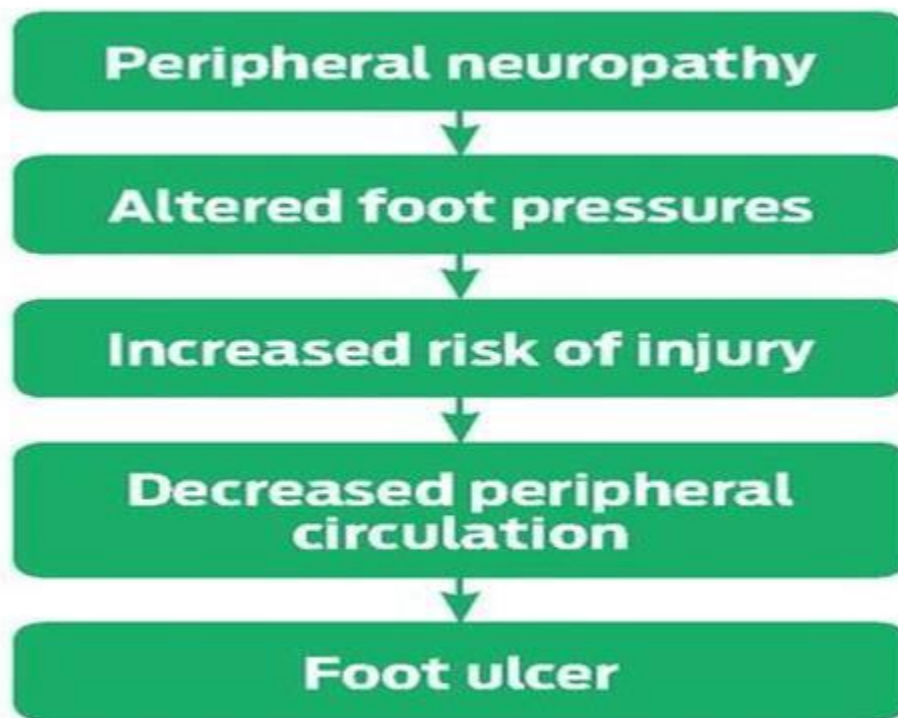
The etiology of diabetic foot disease is multifactorial, and includes complications of diabetic neuropathy, vasculopathy, immunopathy, and poor glycaemic control. Diabetic neuropathy results in sensory, motor, and autonomic nerve dysfunction and is the most common cause of diabetic lower extremity ulcers. With proper screening, approximately 75% of diabetic patients undergoing foot and ankle surgery will be found to have neuropathy.

Because of an inability to determine injury or trauma, peripheral neuropathy is mostly associated with high rates of skin breakdown and neuropathic fractures. The inciting trauma could be caused simply by ill fitting shoes or minor sprains and strains. The risk of developing a first DFU has been shown to be 7 times higher in those with moderate or severe sensory loss compared to patients with preservation of sensation [18].

Without protective sensation, a neuropathic patient lacks the physical symptoms that would normally cue healthy individuals to examine or rest their feet, thereby increasing the extent of skin damage before presenting for treatment. Autonomic neuropathy also contributes to ulcer formation as it affects both physiologic secretions and the arteriovenous systems leading to dry, flaking, and fragile skin. This increases the risk for fissuring and skin breakdown, creating potential sites of infection [19].

Motor neuropathy can lead to structural changes to the foot. These changes are in part due to muscular imbalance and weakness caused by intrinsic atrophy, frequently manifesting as claw toes, hammertoes, prominent metatarsals, and other deformities.

Peripheral Arterial Disease (PAD), which frequently coexists with neuropathy in the diabetic population and can cause difficulties with the feet. Nearly 50% of patients with diabetic foot disease also have PAD to some extent. Individuals with DFUs are considerably more likely to have PAD, critical limb ischemia, and require revascularization than diabetic patients with Charcot neuropathy. Peripheral perfusion is reduced as a result of endothelial injury and vascular sclerosis in both large and small arteries. Patients are more likely to develop ulcers as a result, and their capacity to heal wounds and fight infections is also compromised. Additionally, diabetes patients are less able to build an inflammatory response to infection (immunopathy). Patients neutrophil function, chemo taxis, phagocytosis, and t-cell response have all been observed to be impaired



#### **Different stages of diabetics foot ulcer**

**Traditional use of medicinal plants in diabetic foot ulcer:** For over 5,000 years Egyptians, indigenous peoples of Africa, Asia, the Romans and the Americas have used medicinal plants as first line therapy for inflammation, burns, ulcers and surgical wounds.

They contain many natural bioactive compounds that help speed up the wound healing process and regenerate tissue at the wound site. Some examples of medicinal plants and their wound healing effects are listed below.

#### **Kiwi fruit**

The family Actinidiaceae, which has Chinese origins, includes the kiwifruit, *Actinidia deliciosa*. Kiwi fruit has been shown to have positive effects in healing burn wounds in a number of animal studies, including its usage in debridement and its proangiogenic and antibacterial qualities. The fruit's most significant component is the actinidin enzyme, which is comparable to the more popular protease, papain (from papaya fruit). The debridement abilities of kiwi are due to the cysteine protease actinidin.

A 3 mm thick layer of topical kiwifruit dressing was compared to standard therapy in a randomised, controlled clinical trial involving 37 patients with DFUs.

The standard of care included surgical debridement, ciprofloxacin 500 mg twice day, and clindamycin 600 mg three times daily.





**Avocada;**

The *Persea Americana* (*P. Americana*) also known as avocado fruit belonging to the family Lauraceae. The fruit pulp contains monounsaturated fatty acids with the highest content of lutein. These play significant role in reducing the risk of cancer, wound healing and hepatoprotective action. It is also a rich source for vitamin A, Vitamin E, phospholipids and glycolipids.

Vitamin A is required for epithelial formation, cellular differentiation and immune function, and vitamin E is the major lipid-soluble antioxidant in the skin. Monounsaturated fatty acids, topical and systemic carotenoids and vitamin E promote wound healing.

Derivatives of phospholipids and glycolipids also found to have wound healing properties. Phytochemical screening of the *P. Americana* discovered the presence of flavonoids which are helpful in antioxidant property.

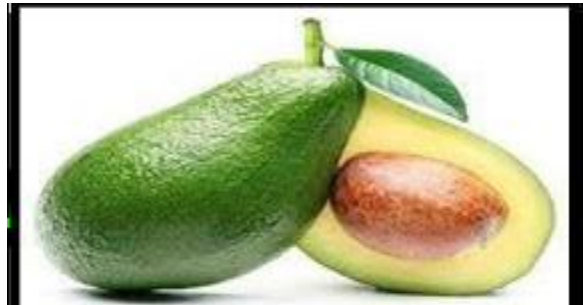
Extracts of *P. Americana* has shown both antifungal and antibacterial properties. Aqueous extract of *P. Americana* reported to have vasorelaxation depending up on the concentration.

This vasorelaxant effect may be produced by the inhibition of  $Ca^{+}$  mobilization through voltage dependent channels and to a lesser extent through receptor operated channels. *P. Americana* will show anti-Inflammatory activity by the inhibition of prostaglandin synthesis in platelets.

Extract of *P. Americana* significantly increases the rate of wound contraction/epithelialisation, and the weight of the granulation tissue.

These tissues are mostly composed collagen, oedema and new small blood vessels. The pro inflammatory activity of the constituents of *P. Americana* could attract macrophages to the wound site.

Macrophages stimulate the chemotaxis and proliferation of fibroblasts and attract endothelial cells to the wound and stimulate their proliferation to promote angiogenesis.



**Papaya:**

**Carica papaya (C. papaya):** a member of the Caricaceae family. Flavonols, nicotine, tannins, and terpenes are this fruit's primary phytochemical components, along with enzymes like papain and chymopapain. Different plant parts have historically been employed in numerous treatments. Having potent bactericidal effects against bacteria is the **C. papaya** seed extract. **Shigella flexneri, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, and Bacillus cereus.** Their mature studies on several animals suggest that mature **C. papaya** fruit has anti-diabetic properties and humans. The effects of the **C. papaya** seed on blood sugar levels and/or diabetes have been well reported



**Turmeric:**

**Turmeric (Curcuma longa)** is an herb belonging to the family Zingiberaceae. Since from ancient time it was used as the coloring agent, dietary spice and as antibiotic. Rhizome (root) is the most important part of **C. longa** which is used as the ancient medicine for several diseases. The paste of lime mixed with curcumin is used to treat inflammation and wounds, which is known to be one of the popular Indian home remedy **C. longa** consists of three principle curcuminoids, among which curcumin (diferuloylmethane 77%) is the major constituent. In more recent times, curcumin has been studied extensively for it uses as an anti-cancer anti-aging diabetic retinopathy anti-infective and wound healing activity. Curcumin act against and protects the wound tissue from bacterial infections and induces cell proliferation.

It reduces inflammation to help in the restoration of damaged tissue. It acts as an ideal antioxidant as the free radicals are considered to be the major cause of inflammation during wound healing process of DFUs. The potency of curcumin in wound healing is attributed to its biochemical effects such as anti-infectious antioxidant and anti-inflammatory activities.

Curcumin also improves cutaneous wound healing by involving in the tissue remodeling, collagen deposition, and granulation tissue formation. The exact mechanisms by which curcumin modulates inflammation is by inhibiting the production of tumor necrosis factor alpha- $\alpha$ (TNF- $\alpha$ ) and interleukin-1 (IL-1), two major cytokines released from monocytes and macrophages that play important roles in the regulation of inflammatory responses. Oxidative stress is a significant factor in the chronic wound healing process and generally inhibits tissue remodeling.

The as free radicals, ROS result in oxidative damage, DNA breakage and enzyme inactivation, leading to lipid peroxidation all of which inhibit optimum wound healing. ROS are considered to be the major cause of inflammation during chronic wound healing activity. It has been found that anti-oxidants with free radical scavenging potential like curcumin can significant prove wound healing when applied topically studied effect of curcumin (0.3%) in streptozotocinm induced dibabetic rats results revealed that topical curcumin application increased the wound contraction and decreased the expressions of inflammatory cytokines/enzymes **i.e.** TNF- $\alpha$ , Interleukin (IL)-1 $\beta$  and Matrix Metallo Proteinase-9 (MMP-9).

It also has shown increased levels of anti-inflammatory cytokine (IL-10) and antioxidant enzymes (superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase. Curcumin treated wounds showed better granulation tissue dominated by marked fibroblast proliferation and collagen deposition, and thus wounds were covered by thick regenerated epithelial layer. These findings shown that the anti-inflammatory and antioxidant potential of curcumin caused faster and better wound healing in diabetic rats and they also further confirmed that curcumin could be an additional novel therapeutic agent in the management of impaired wound healing in diabetics.



#### **Giloy:**

The Menispermaceae family includes **Tinospora Cordifolia** (T. sinensis), also referred to as amritaorguduchi and the Rasayana plant in Ayurveda medicine.

The immunomodulatory properties of this plant species phytochemicals, including various terpenes, glycosides, alkaloids, steroids, and flavonoids, are thought to be the cause of its health advantages. **T. cordifolia** aqueous extract taken orally significantly reduced the need for surgical debridements in patients with DFUs in a randomised, double blind, placebo controlled clinical trial including 45 patients (P=.03).

However, the effects on bacterial clearance, neutrophil count, and ulcer size and depth were not statistically significant. It was proposed that polymorphonuclear cells considerable phagocytic activity augmentation acted as a regulator to encourage wound healing

The olive tree, or **Olea europaea**, is a well-known evergreen tree with a large distribution in the Mediterranean region. It belongs to the family Oleaceae.



**Olive tree:**

Numerous experimental experiments have shown that olive oil aids in the healing of chronic wounds. Olive oil may speed up the healing of burns, pressure ulcers, and cutaneous wounds by enhancing epithelialization, tissue blood flow, cell migration, and dermal reconstitution. It may also help to minimise inflammatory reactions. The main antioxidants in olive oil include oleic acid and phenolic substances like tyrosol and its derivatives, which can prevent oxidative damage and have anti-inflammatory effects in the healing of chronic wounds. A randomised, double-blind therapeutic trial involving 30 individuals with DFUs evaluated refined olive oil. Daily topical application of olive oil was done for four weeks along with conventional therapy, and the outcomes were compared to a control group that received only conventional therapy. In comparison to conventional therapy alone, the use of olive oil considerably reduced the size ( $P=.01$ ) and depth ( $P=.02$ ) of the wound.

Additionally, 73.3% of the patients who had olive oil treatment had fully healed wounds, as opposed to just 13.3% of the patients in the control group ( $P=.003$ ).



**Kunth:**

*Agelatina pichinchensis*, (Kunth) which belongs to the Asteraceae family, is an important medicinal plant in traditional Mexican medicine. Aqueous extracts of *A. pichinchensis* protect skin lesions from fungal infection and have wound healing properties, as shown in several **in vitro** and **in vivo** studies. Anti-inflammatory effects on cell proliferation and stimulatory effects are attributed to the wound healing properties of this plant. Furthermore, the proliferative activity of the extract is mainly attributed to the flavonoid derivative 7-O-( $\beta$ -D-

glucopyranosyl)-galactic, suggesting that the flavonoid structure contributes to wound healing. Suggested to play an important role.

A randomized, double blind, controlled pilot study in 30 DFU patients to evaluate the efficacy and tolerability of *A. pichinchensis* as a topical wound healing agent.

An n-hexane/ethyl acetate extract of *A. picinchensis* was administered topically as a 5% cream formulation to patients in the study group, and control patients received 1% micronized silver sulfadiazine once weekly.

After 6 weeks, 77.5% of patients in the intervention group were cured compared to 69.8% of patients in the control group. Median time to wound healing was approximately 65 days in the intervention group and 77 days in the control group.

None of these results were statistically significant ( $P>0.05$ ), but may have clinical value. Due to the incapacitating effect of DFU, the patient benefited from shortening her time to wound healing by 11 days.

In addition, this study compared herbal cream with silver sulfadiazine (which is the standard antimicrobial criterion, not a placebo), suggesting that the efficacy of the herbal cream meets the criteria for standard of care. The sample size of was relatively small. Larger studies are needed to further evaluate this treatment.



#### **Aloe Vera:**

**Aloe vera** is botanical referred to as *Aloe barbadensis* (*A. barbadensis*) belonging to the family of Xanthorrhoeaceae.

*A. barbadensis* gel contains chemical constituents like saponins, naftoquinones, anthroquinones, sterols, and triterpenoids. These compounds are useful to point out beneficial effects (anti-inflammatory activity) and promote wound healing glucomannan, a mannose-rich polysaccharide, and gibberellin, a plant hormone, interact with protein receptors of the fibroblast, thereby stimulating their activity and proliferation, which successively significantly increase collagen synthesis after topical administration of *A. barbadensis* gel.

This gel not only increases collagen content of the wound but also changes collagen composition (type III) and increases the extent of collagen cross linking.

Due to this, it accelerates wound contraction and increases the breaking strength of resulting connective tissue. Arise within the synthesis of hyaluronic acid and derma tan sulphate within the granulation of a healing wound following oral or topical application of *A. barbadensis* has been reported.

The mechanism involved in an exceedingly *barbadensis* in diabetic wound healing is by hydrolysing enzymes like prostaglandin, bradykinin, carboxypeptidase and bard kinase that are

hypothesized to scale back inflammation and pain. A. barbadensis derived polysaccharides like mannose-6-

Potential use of herbal medicines within the treatment of diabetic foot ulcers, acemannan, another polysaccharide in an exceedingly barbadensis, has been shown to up regulate white somatic cell activity in the wound healing process.

Anti-bacterial properties of anthraquinones, an organic compound chargeable for the natural pigment of A. barbadensis, are beneficial in minimizing infections have studied the employment of A. barbadensis as gel base using Nitro-glycerine as active molecule in streptozotocin induced DFU and rat excision wound models.

They also further conformed that the gel (carpools 974p (1%) and **Aloe Vera**) treated animals promotes significant wound healing and closure in diabetic rats compared with the commercial product and provided a promising product to be utilized in diabetes induced foot ulcer.



### Future prospect

Future prospect is needed to isolate, identify, and purify active ingredients in the plant extracts that are involved in foot ulcer processes in diabetic and non-diabetic conditions. Application of plant extracts as a possible adjuvant in the orthodox treatment of foot ulcer should be scientifically explored.

Large clinical trial on the use of medicinal plants in foot ulcer in diabetic and non-diabetic individuals should be conducted.

Therapeutic application of cytokines, growth factors and their soluble receptors could be studied to determine the extent of their involvement and acceptability in foot ulcer and treatment. Fibrotic processes are continuous and characterized by collagen synthesis, downregulation of degradative enzymes involved in removing scar tissue and fibrosis has been reported to be inhibited by antibodies, peptide receptor antagonists.

Research into interactions between fibrotic processes and antibodies could also provide useful information on foot ulcer.

A better understanding of the mechanisms of initiation, progression and resolution of foot ulcer could lead to the discovery of new therapies.

Despite limitations on the degree and extent of the applications of medicinal plants in the treatment of diabetic foot ulcer, it shows considerable promise and can indeed herald exciting new therapeutic strategies in diabetic foot ulcer.

### CONCLUSION

Foot ulcer activities of medicinal plants in diabetic condition have recorded some appreciable efficacy as reported in this paper. Despite the limitations in terms of clinical trials, the majority of people especially in developing countries continue to depend on medicinal plants in the

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

treatment of various diseases and infections including diabetic foot ulcer. In one particular case, the application of plant extract derived from medicinal plants prevented of infected diabetic foot ulcer from the amputation of the legs. Further research and clinical trials are recommended to confirm the efficacy and safety of specific medicinal plants and their mechanisms of action on diabetic foot ulcer.

## References

1. Goboza M, et al. Diabetes mellitus: Economic and health burden, treatment and the therapeutic effects of Hypoxishemerocallidea plant. *Med Technol.* 2017;30:39–46.
2. Kim LE, et al. Skin regeneration with self-assembled peptide hydrogels conjugated with substance in a diabetic rat model. *Tissue Eng.* 2018;24:1–15.
3. Akash MSH, et al. Role of inflammatory mechanisms in pathogenesis of Type 2 diabetes mellitus. *J Cell Biochem.* 2013;114:525–531.
4. Guo R, et al. Resveratrol ameliorates diabetic vascular inflammation and macrophage infiltration in db/db mice by inhibiting the NF- $\kappa$ B pathway. *Diabetes Vasc Dis Res.* 2014;11:92–102.
5. Brownlee M, et al. The pathobiology of diabetic complications. *Diabetes.* 2005;54:1615–1625.
6. Alvarado-Vazquez N, et al. Effect of glycine in streptozotocin induced diabetic rats. *Comp Biochem Physiol C Pharmacol Toxicol Endocrinol.* 2003;134:521–527.
7. Attah MO, et al. The effect of Aloe vera on cutaneous wound healing and wound contraction rate in adult rabbits. *Nova J Med Biol Sci.* 2016;5:1–8.
8. Arise RO, et al. Normoglycaemic, normolipidemic and antioxidant effects of ethanolic extract of *Acaciaataxacantha* root in STZ induced diabetic rats. *Not Sci Biol.* 2016;8:9970.
9. Oguntibeju OO, et al. Hypoxishemerocallidea significantly reduced hyperglycemia and hyperglycaemic induced oxidative stress in the liver and kidney tissues of streptozotocin induced diabetic male Wistar rats. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2016;2016:1–10.
10. Agyare C, et al. Review: African medicinal plants with wound healing properties. *J Ethnopharmacol.* 2016;177:85–100.
11. Oso BJ, et al. Comparative study of the in vitro antioxidant properties of methanolic extracts of *Chromolaena odorata* and *Ageratum conyzoides* use in wound healings. *Int Ann Sci.* 2019;6:8–12.
12. Mekonnen W, et al. In vivo wound healing activity and phytochemical screening of the crude extract and various fractions of *Kalanchoe peltata*. *J Ethnopharmacol.* 2013;145:638–646.
13. Thakur R, et al. Practices in wound healing studies of plants. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2011;2011:1–17.
14. Cianfarani F, et al. Diabetes impairs adipose tissue derived stem cell function and efficiency in promoting wound healing. *Wound Repair Regen.* 2013;21:545–553.
15. Diegelmann RF, et al. Wound healing: An overview of acute, chronic and delayed healing. *Front Biosci.* 2004;9:283–289.
16. Xu J, et al. The role of microRNA-146a in the pathogenesis of the diabetic wound healing impairment: Correction with mesenchymal stem cell treatment. *Diabetes.* 2012;61:2906–2912.
17. Tam JAC, et al. The in vivo and in vitro diabetic wound healing effects of a 2-herb formula and its mechanisms of action. *J Ethnopharmacol.* 2011;134:831–838.
18. Caskey RC, et al. Dysregulation of collagen production in diabetes following recurrent skin injury: Contribution to the development of chronic wound. *Wound Repair Regen.* 2014;22:515–520.
19. Snyder RJ, et al. Treatment of non-healing ulcers with allografts. *Clin Dermatol.* 2005;23:388–398.



20.Mangoni ML, et al. Antimicrobial peptides and wound healing: Biological and therapeutic considerations. *ExpDermatol.* 2015;15:167–173.

**GÜVERCİN GÜBRESİNİN MARULDA (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) VERİM VE  
KALİTESİNE FAYDALI ETKİLERİ\***

**Ziraat Müh. Abdullah TUTUŞ**

Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İdil-Şırnak

**Email:**abdullahtutus06@gmail.com

**Ziraat Müh. Zilan ALTÜRK**

Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İdil-Şırnak

**Email:**zilanalturk6@gmail.com

**Ziraat Müh. Fırat DOĞAN**

Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İdil-Şırnak

**Email:**firtgdgn.11@gmail.com

**Dr. Öğr. Üyesi Yahya NAS\*(ORCID:0000-0002-6917-8697)**

Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İdil-Şırnak

**Email:**yahya.nas@sirnak.edu.tr

**ÖZET**

Tarımsal üretimde verim ve kaliteyi artırmak amacıyla yoğun kimyasal gübre kullanılmaktadır. Kimyasal gübrelerin yoğun kullanımı, toprağın asitlenmesi, organik madde ve toprak verimliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Organik gübreler, toprağın organik madde içeriğini ve mikrobiyal aktivitesini artırarak kimyasal gübrelerin yerine alternatif olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, farklı güvercin gübresi dozlarının marulda verim, element içeriği ve kaliteye etkileri araştırılmıştır. Araştırma, kontrol, %0.25 (G1), %0.50 (G2) ve %0.75 (G3) güvercin gübresi olmak üzere 4 farklı uygulamadan oluşmuştur. Deneme, plastik sera koşulları altında yapılmıştır. Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Uygulamalar, 10 gün aralıklarla ve 4 defa yapılmıştır. Araştırma bulgularına göre, G3 uygulaması ortalama baş ağırlığını ve toplam verimi kontrole göre sırasıyla %9.23 ve %9.20 oranında artırmıştır. En yüksek baş eni, pH, kök yaş ağırlık ve yaprak kuru ağırlık G1 uygulamasından elde edilmiştir. Benzer şekilde, yaprak Na, K ve Mg içeriğinde yine G1 uygulaması en yüksek sonuçları oluşturmuştur. Yaprak rengi a\* değerinde ve yaprak Ca içeriğinde G2 uygulaması en iyi sonuçları göstermiştir. Bununla birlikte, güvercin gübresi uygulamalarının; baş boyu, yaprak rengi L ve b\* değeri, klorofil, yaprak oransal su içeriği, kök kuru ağırlık, yaprak yaş ağırlık, yaprak Cu, Mn, Fe, Ni ve Pb içeriğine etkisi önemsiz çıkmıştır. Sonuç olarak, güvercin gübresi marul yetiştiriciliğinde alternatif gübre olarak başarılı bir şekilde kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Güvercin gübresi, klorofil, verim, ağır metaller, makro elementler, mikro elementler

\* Bu çalışma, Şırnak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 2023.ÖOP.13.01.01

**BENEFICIAL EFFECTS OF PIGEON MANURE ON YIELD AND QUALITY OF  
LETTUCE  
(*Lactuca sativa* var. *longifolia*)**

**ABSTRACT**

Intensive chemical fertilizers are used to increase efficiency and quality in agricultural production. Intensive use of chemical fertilizers causes acidification of the soil and decrease in organic matter and soil fertility. Organic fertilizers are used as an alternative to chemical fertilizers by increasing the organic matter content and microbial activity of the soil. In this study, the effects of different doses of pigeon manure on yield, element content and quality of lettuce were investigated. The research consisted of 4 different applications: control, 0.25% (G1), 0.50% (G2) and 0.75% (G3) pigeon manure. The experiment was conducted under plastic greenhouse conditions. The study was conducted according to the randomized block trial design. Applications were made 4 times at 10-day intervals. According to research findings, G3 application increased the average head weight and total yield by 9.23% and 9.20%, respectively, compared to the control. The highest head diameter, pH, root fresh weight and leaf dry weight were obtained from G1 application. Similarly, G1 application produced the highest results in leaf Na, K and Mg content. G2 application showed the best results in leaf color a\* value and leaf Ca content. However, pigeon manure applications; Its effect on head height, leaf color L and b\* value, chlorophyll, leaf relative water content, root dry weight, leaf fresh weight, leaf Cu, Mn, Fe, Ni and Pb content was insignificant. As a result, pigeon manure can be used successfully as an alternative fertilizer in lettuce cultivation.

**Keywords:** Pigeon manure, chlorophyll, yield, heavy metals, macro elements, micro elements

\*This study was supported by Şırnak University Scientific Research Projects Coordination Unit. Project No: 2023.ÖOP.13.01.01

## GİRİŞ

Toprak sağlığı, ekonomik verimliliğin temelini oluşturmaktadır (Stevens, 2018). Monokültür tarım uygulamaları toprak sağlığını etkileyerek, mahsul veriminin azalmasına neden olmaktadır (Belete ve ark., 2023). Verim ve kalitede meydana gelen kayıpları önlemek için yoğun şekilde kimyasal gübreler kullanılmaktadır. Kimyasal gübrelerin kullanımı verim ve kaliteyi artırırken, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının bozulmasına neden olmaktadır (Bisane ve ark., 2023). Her yıl toprağa uygulanan kimyasal gübreler, bitkiler tarafından absorbe edilmemektedir. Kullanılan azotun %50'si, fosforun ise %90'nun uygulanan toprağın dışına çıkarak atmosfere veya su kaynaklarına karışıp sera gazı oluşumuna ve toprak tuzluluğuna neden olduğu ifade edilmiştir (Da Costa ve ark., 2013; Simpson ve ark., 2011).

Kimyasal gübreler yerine organik gübrelerin kullanılması, toprak sağlığının korunmasına yardımcı olmaktadır. Organik gübre uygulamaları; toprağın pH'ını, organik madde içeriğini ve enzim aktivitesini iyileştirebilir (Zha ve ark., 2024; Wei ve ark., 2024). Tavuk gübresi, solucan gübresi, ahır gübresi ve güvercin gübresi tarımsal üretimde kullanılan organik gübrelerdir (Ning et al., 2022; Zhang ve ark., 2023; Xiang ve ark., 2022). Literatürü incelediğimizde, tavuk gübresi, ahır gübresi ve solucan gübresi ile ilgili farklı türler üzerinde yapılan çalışmalar olmakla birlikte güvercin gübresi ile ilgili yapılan çalışmaların sınırlı olduğu gözlenmiştir. Özellikle marul yetiştiriciliğinde güvercin gübresinin etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça azdır.

Marul (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) güz döneminde hem açık alanda hem de örtü altına yetiştirilen ve ekonomik getirisi olan bir türdür. Marul yetiştiriciliğinde en önemli konulardan biri bitki beslemesidir. Bitki beslemeye dikkat edilmemesi, marul yapraklarında kalıntıya sebep olmaktadır. Marul yetiştiriciliğine organik ve kimyasal gübrelerden yararlanılmaktadır. GAP bölgesinde, marul yetiştiriciliğinde güvercin gübresinin etkileri ile ilgili çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada örtü altında yetiştirilen marul bitkisinde, güvercin gübresinin verim ve kaliteye olan etkilerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme, Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait plastik serada yürütülmüştür. Çalışmada organik güvercin gübresi kullanılmıştır (Çizelge 1).

### Çizelge 1. Denemede kullanılan güvercin gübresi içeriği

Güvercin gübresi			
İçerik	Sonuç	Kullanılan Kit	Metot
Fe	0.31 ppm	Spectroquant® Iron Cell Test	photometric, 0.05 - 4.00 mg/L Fe Spectroquant®
Cu	0.19 ppm	Spectroquant® Copper Cell Test	photometric, 0.05 - 8.00 mg/L Cu Spectroquant®
Pb	0.84 ppm	Spectroquant® Lead Cell Test	photometric, 0.10-5.00 mg/L (Pb), Spectroquant®
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	39 ppm	Spectroquant® Sulfate Cell Test	photometric, 5 - 250 mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Spectroquant®
Zn	0.26 ppm	Spectroquant® Zinc Cell Test	photometric, 0.20 - 5.00 mg/L Zn Spectroquant®
K	221.2 ppm	-	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.6 ppm	Spectroquant® Nitrate Cell Test	photometric, 0.5 - 18.0 mg/L NO <sub>3</sub> -N 2.2 - 79.7 mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Spectroquant®
NH <sub>4</sub>	2.560 ppm	Spectroquant® Ammonium Cell Test	photometric, 0.20 - 8.00 mg/L NH <sub>4</sub> -N 0.26 - 10.30 mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Spectroquant®
pH	7.36	-	-
EC	3.75 dS/m	-	-

Çalışmada, damla sulamadan %0 (kontrol), %0.25 (G1), %0.50 (G2) ve %0.75 (G3) oranında güvercin gübresi denenmiştir. Uygulamalar fide dikiminden 20 gün sonra başlanmıştır. Gübre

uygulamaları marul bitkisinin bütün vejetasyon dönemi boyunca harcadığı sulama suyundan hareketle 4 farklı dönemde yapılmıştır. Güvercin gübresi bitkilere verilmeden 1 gece önce, ayrı bir su kovası içerisinde eritilerek bekletilmiştir. Uygulama gününde, bir gün önceden eritilen güvercin gübresi, gübre tankına boşaltılarak bitkilere verilmiştir. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak oluşturulmuştur. Her tekerrürde 10 bitki yer almıştır. Marul fideleri 30 cm x 40 cm aralıklarla dikimi yapılmıştır. Deneme boyunca bitkilerin bakım işlemleri (bitki besleme, hastalık ve zararlı yönetimi) Vural ve ark. (2000) önerileri doğrultusunda yapılmıştır. Deneme sonunda hasat edilen bitkilerde aşağıda yer alan analizler yapılmıştır.

**TOPLAM VERİM (kg/da):** Parsellerden toplanan bütün başların tartımı sonucunda hesaplanmıştır.

**ORTALAMA BAŞ AĞIRLIĞI (g):** Her tekerrürde rastgele seçilen 5 bitkinin baş ağırlıklarının tartılması ile belirlenmiştir.

**BİTKİ ENİ (cm):** Rastgele seçilen 5 bitkide dairesel olarak şerit metre ile ölçülmüştür.

**BİTKİ BOYU (cm):** Her tekerrürde hasat edilen 5 marulda, baş yüksekliği şerit metre yardımı ile ölçülmüştür.

**KLOROFİL ANALİZİ:** Marul bitkilerinde tepeden yaklaşık 5. yapraktan klorofil oranı Minolta marka klorofil ölçer (Konica Minolta SPAD-502 Plus) ile belirlenmiştir.

**KÖK VE YAPRAKLARDA YAŞ VE KURU AĞIRLIK ORANININ BELİRLENMESİ:** Her parselden tesadüfi seçilen bitkilerde, kök ve yaprak örneklerinde yaş ve kuru ağırlık belirlenmiştir.

**YAPRAK RENGİ:** Her tekerrürden tesadüfi olarak seçilecek 5 bitki yaprağının rengi Minolta CR-300 renk ölçerle L, a\*, b\* olarak ölçülmüştür.

**YAPRAK ORANSAL SU İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ:** Hasat sonunda marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirleyebilmek için taze ağırlıkları alınmış, daha sonra alınan yaprak örnekleri 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiş ve bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 80°C etüvde 48 saat bekletilerek kurutulduktan sonra kuru ağırlık g cinsinden tespit edilmiştir. Elde edilen kuru ve taze ağırlıklar aşağıda belirtilen formül yardımıyla yaprak oransal su içerikleri (%) cinsinden belirlenmiştir.

$TuA: (TA-KA)/(TuA-KA) \times 100$

TA: Taze Ağırlık

KA: Kuru Ağırlık

TuA: Turgor Ağırlığı

**MİNERAL ELEMENT ANALİZLERİ:** Numunelerin element analizleri ICP-MS (Perkin Elmer NexION 2000 B İndüktif Eşleşmiş Plazma- Kütle Spektrometrisi) cihazında, yapılmıştır.

**VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ:** Deneme sonunda elde edilen veriler JMP 8 paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testine göre tespit edilmiştir.

## BULGULAR VE TARIŞMA

Uygulamaların ortalama baş ağırlığı (g/bitki) ve dekar verimine (kg/da) etkisi önemli bulunmuştur (P<0.05; Çizelge 2). G3 uygulaması kontrol ile karşılaştırıldığında en yüksek ortalama baş ağırlığını ve dekar verimini oluşturmuştur. G3 uygulaması, kontrole göre ortalama baş ağırlığını %9.23, dekar verimini ise %9.20 oranında artırmıştır. G1 ve G2 uygulamaları ortalama baş ağırlığını ve dekar verimini düşürmüştür (Çizelge 2).Literatürü incelediğimizde,

güvercin gübresinin damla sulamadan uygulanması ile marulda verim, kalite ve element içeriğine etkisi ile herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, vermikompost ve tavuk gübresinin marul yetiştiriciliğinde verim ve kalitesine etkileri ile ilgili farklı çalışmalar yapılmıştır. Nitekim, Özkan ve Müftüoğlu (2016), marul yetiştiriciliğinde farklı dozlarda uygulanan vermikompostun verimi arttırdığını bildirmiştir. Hernández ve ark. (2010), marul yetiştiriciliğinde daha yüksek verim elde etmek için tavuk gübresini önermişlerdir. Bu sonuçlar elde etmiş olduğumuz sonuçlar ile paralellik göstermiştir.

**Çizelge 2:** Uygulamaların verim parametrelerine etkisi

Uygulama	Ortalama Baş Ağırlığı (g)	Dekar verimi (kg/da)
Kontrol	379.36±18.57 ab	2845.23±139.27 ab
G1	332.33±9.85 b	2492.47±73.88 b
G2	359.55±20.99 ab	2696.63±157.40 ab
G3	414.33±12.61 a	3107.47±94.55 a
P	0.0332*	0.0332*

Uygulamaların marul baş boyuna etkisi önemsiz çıkarken, baş enine etkisi ise önemli çıkmıştır ( $P<0.05$ ; Çizelge 3). G1 uygulaması daha geniş marul başlarının elde edilmesini sağlamıştır. Benzer şekilde G3 uygulaması, kontrole göre yine daha geniş başlı marulların oluşmasını sağlamıştır. Genel olarak Çizelge 3'ü incelediğimizde güvercin gübresi uygulamaları kontrol ile kıyaslandığında daha geniş bitkiler oluşturmuştur (Çizelge 3).

**Çizelge 3:** Uygulamaların bitki morfolojisine etkisi

Uygulama	Baş Eni (cm)	Baş Boyu (cm)
Kontrol	16.50±0.48 b	32.33±1.05
G1	23.00±0.54 a	32.00±0.78
G2	17.25±1.59 b	31.66±0.49
G3	20.25±0.98 ab	33.25±0.44
P	0.0026*	0.3137 <sup>öd</sup>

Marul rengi L ve b\* değerleri arasındaki farklar önemsiz çıkarken, a\* değeri arasındaki farklar ise önemli çıkmıştır ( $P<0.05$ ; Çizelge 4). CIE renk sisteminde L parlaklığı, a\* kırmızı-yeşili, b\* sarı-maviyi temsil etmektedir. Çizelge 4'te "-a\*" değerleri yeşil rengi temsil etmektedir. Bu bağlamda G2 uygulaması hem kontrol hem de G1 ve G3 uygulamalarına göre daha koyu yeşil renkli marul yapraklarının oluşmasını sağlamıştır (Çizelge 4). Üçok ve ark. (2019) solucan gübresinin marulda L renk değerini artırdığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Korkmaz ve Akıncı (2022) marul yetiştiriciliğinde yaprak rengi L değerinin azaldığı ancak a\* ve b\* değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4:** Uygulamaların bitki rengine etkisi

Uygulama	L	a*	b*
Kontrol	39.29±2.61	-31.59±1.00 ab	44.76±0.58
G1	41.51±3.97	-27.63±3.86 a	45.72±1.67
G2	46.68±2.23	-38.12±1.11 b	45.64±0.94
G3	40.42±10.8	-30.77±1.18 ab	44.80±0.92
P	0.2773 <sup>öd</sup>	0.0134*	0.8798 <sup>öd</sup>

Güvercin gübresinin briks ve pH'ya etkisi önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ; Çizelge 5). En yüksek briks sonuçları G1 ve G2 uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük briks değerleri ise G3 uygulamasından belirlenmiştir. En yüksek pH değeri yine G1 uygulamasından elde edilmiştir.

pH değerleri bakımından, kontrol, G2 ve G3 uygulaması istatistiksel açıdan aynı grupta yer almıştır.

**Çizelge 5: Uygulamaların briks ve pH içeriğine etkisi**

Uygulama	Briks	pH
Kontrol	4.32±0.11 ab	6.67±0.02 b
G1	4.47±0.05 a	6.92±0.09 a
G2	4.47±0.09 a	6.70±0.03 b
G3	4.10±0.09 b	6.65±0.01 b
P	0.0021*	0.0068*

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) ve yaprakların klorofil değerleri açısından uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur ( $P<0.05$ ; Çizelge 6). Çizelge 6’da görüldüğü üzere güvercin gübresi uygulamaları yaprak klorofil içeriği ve yaprak oransal su içeriğine olumlu etki etmemiştir.

**Çizelge 6: Uygulamaların klorofil ve yaprak oransal su içeriğine etkisi**

Uygulama	Klorofil (SPAD)	YOSİ (%)
Kontrol	40.91±0.82	82.70±1.22
G1	42.34±1.02	81.55±2.14
G2	43.42±0.86	81.90±1.84
G3	43.04±0.98	81.98±1.54
P	0.1805 <sup>öd</sup>	0.9615 <sup>öd</sup>

Güvercin gübresinin kök kuru ağırlığına etkisi önemsiz olmuştur ( $P<0.05$ ; Çizelge 7). Ancak kök yaş ağırlığı bakımından, güvercin gübresinin etkisi önemli olmuştur. En yüksek kök yaş ağırlığı G1 uygulamasından, en düşük kök yaş ağırlığı ise kontrol uygulamasından belirlenmiştir. Kontrol ile kıyaslandığında, kök yaş ağırlığı bakımından bütün güvercin gübresi uygulamaları daha yüksek değerler oluşturmuştur.

**Çizelge 7: Uygulamaların kök ağırlığına etkisi**

Uygulama	Kök Yaş Ağırlık (g)	Kök Kuru ağırlık (g)
Kontrol	21.06±0.79 b	6.17±0.52
G1	34.43±2.50 a	8.55±1.61
G2	27.37±3.09 ab	7.16±1.03
G3	27.21±0.81 ab	7.29±0.70
P	0.0022*	0.3827 <sup>öd</sup>

Yaprak yaş ağırlıkta uygulamaların etkisi önemsiz çıkarken, yaprak kuru ağırlıkta önemli çıkmıştır ( $P<0.05$ ; Çizelge 8). G1 uygulaması kök yaş ağırlıkta olduğu gibi en yüksek yaprak kuru ağırlığı oluşturmuştur. Yine kök yaş ağırlıkta olduğu gibi bütün güvercin gübresi uygulamaları kontrol ile kıyaslandığında yaprak kuru ağırlığını artırmıştır (Çizelge 8).

**Çizelge 8: Uygulamaların yaprak ağırlığına etkisi**

Uygulama	Yaprak Yaş Ağırlık (g)	Yaprak Kuru Ağırlık (g)
Kontrol	9.60±0.85	0.59±0.04 b
G1	8.67±0.68	0.84±0.03 a
G2	7.31±0.53	0.78±0.03 ab
G3	8.27±0.62	0.71±0.07 ab
P	0.2515 <sup>öd</sup>	0.0.363*

Uygulamaların yapraklardaki makro element içeriğine etkisinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ; Çizelge 9). Yaprak Na, K ve Mg içeriği bakımından G1 uygulaması en iyi sonuçları oluşturmuştur (Çizelge 9). Çizelge 9’da görüldüğü üzere bütün güvercin gübresi

uygulamaları (G1, G2 ve G3) yaprak Ca, K ve Mg içeriğini artırmıştır. Güvercin gübresinin marul yapraklarındaki kalsiyum, sodyum, potasyum ve magnezyum içeriğini genel olarak artırdığı tespit edilmiştir. En yüksek Ca içeriği G2 uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek Na, K ve Mg içeriği ise G1 uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 9). Hernández ve ark. (2010), marulda en yüksek Mg ve Ca içeriğinin vermikompostan elde edildiğini belirtmiştir. Durak ve ark. (2017) tarafından yürütülen başka bir çalışmada, marul yetiştiriciliğinde vermikompost uygulamaları ile makro elementlerden P ve Mg içeriğinin arttığı ifade edilmiştir.

**Çizelge 9:** Uygulamaların yaprak makro element içeriğine etkisi

Uygulama	Ca (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)
Kontrol	7.201±400.80 b	987.10±6.29 bc	7.223,50±165.99 c	891.13±26.47 b
G1	9.226±276.60 ab	1.235,00±51.38 a	14.913,33±665.84 a	1.025,63±16.50 a
G2	9.760±409.63 a	1.056,75±54.42 b	11.785,00±176.09 b	1.002,80±7.40 a
G3	7.987±643.09 ab	846.16±35.47 c	7.444,00±110.27 c	1.006,43±16.38 a
P	0.0316*	0.0005*	<.0001*	0.0068*

Uygulamaların yaprak Cu, Mn ve Fe mikro element içeriğine etkisi önemsiz çıkarken, Zn içeriğine etkisi ise önemli çıkmıştır ( $P<0.05$ ; Çizelge 10). Çizelge 10'da görüldüğü gibi güvercin gübresi uygulamaları, marul bitkisinin yapraklarında bulunan Zn elementi içeriğini düşürmüştür. En yüksek Zn içeriği kontrol uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 10).

**Çizelge 10:** Uygulamaların yaprak mikro element içeriğine etkisi

Uygulama	Cu (ppb)	Mn (ppb)	Zn (ppb)	Fe (ppb)
Kontrol	696.21±60.20	4.626,77±322.69	3.822,68±189.84 a	575.22±59.10
G1	657.61±46.05	4.660,52±180.68	3.412,04±110.27 ab	628.11±75.53
G2	586.68±32.63	4.624,25±32.96	2.471,10±265.78 bc	640.91±58.07
G3	596.80±11.07	4.180,08±193.23	2.213.07±125.61 c	545.50±26.76
P	0.2235 <sup>öd</sup>	0.1706 <sup>öd</sup>	0.0034*	0.6740 <sup>öd</sup>

Uygulamaların yaprak ağır metal içeriğine etkisi önemsiz çıkmıştır ( $P<0.05$ ; Çizelge 11). Ancak, yaprak Pb içeriği G2 ve G3 uygulamaları ile artmıştır. Benzer şekilde G1 ve G2 gübre uygulamalarında yaprak Ni içeriği kontrole göre artmıştır. Bu sonuçlar, marul yetiştiriciliğinde yüksek dozlarda güvercin gübresi kullanımının yapraklarda ağır metal birikimine neden olabileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle, güvercin gübresi uygulamaları doğru zamanda ve doğru dozda uygulanmalıdır.

**Çizelge 11:** Uygulamaların yaprak ağır metal içeriğine etkisi

Uygulama	Ni (ppb)	Pb (ppb)
Kontrol	83.19±8.90	15.51±1.23
G1	95.84±11.78	14.88±0.21
G2	121.30±9.89	18.39±4.70
G3	82.51±10.28	22.40±3.35
P	0.1214 <sup>öd</sup>	0.0995 <sup>öd</sup>

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Marul yetiştiriciliğinde sulama suyundan verilen güvercin gübresinin verim ve kaliteye etkilerinin incelendiği çalışmada, verim ve bazı kalite özellikleri artış göstermiştir. Ortalama

baş ağırlığı ve dekar verimi bakımından G3 uygulaması en uygun doz olarak öne çıkmıştır. G1 uygulaması yaprak Na, K ve Mg içeriğinde en iyi sonuçları göstermiştir. Benzer şekilde baş eni, pH, kök yaş ağırlık ve yaprak kuru ağırlık açısından yine G1 uygulaması en yüksek sonuçları oluşturmuştur. Yaprak rengi a\* değerinde ve yaprak Ca içeriğinde en iyi sonuçlar G2 uygulamasından belirlenmiştir. Ancak, güvercin uygulamaların baş boyu, yaprak rengi L ve b\* değeri, klorofil içeriği, yaprak oransal su içeriği, kök kuru ağırlık, yaprak yaş ağırlık, yapraklardaki mikro element içeriği (Cu, Mn, Fe) ve ağır metal içeriğine (Ni ve Pb) etkisi önemsiz çıkmıştır.

Sonuç olarak, güvercin gübresi marul yetiştiriciliğinde verim ve bazı kalite özellikleri üzerine olumlu etki göstermiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, pratikte güvercin gübresinin uygun dozlarda kullanılmasına dikkat edilmesi halinde rahatlıkla marul yetiştiriciliğinde uygulanabileceğini göstermiştir.



#### KAYNAKÇA

- Belete, T., & Yadete, E. (2023). Effect of Mono Cropping on Soil Health and Fertility Management for Sustainable Agriculture Practices: A Review. *J. Plant Sci*, 11, 192-197.
- Bisane, M., Chakravarty, I., Mehetre, S., Mukherjee, P., & Mandavgane, S. A. (2023). Biomass ash as a source of nutrient; a case study on cotton (*Gossypium*). In *Fruit and Vegetable Waste Utilization and Sustainability* (pp. 301-308). Academic Press.
- Da Costa, P. B., Beneduzi, A., de Souza, R., Schoenfeld, R., Vargas, L. K., & Passaglia, L. M. (2013). The effects of different fertilization conditions on bacterial plant growth promoting traits: guidelines for directed bacterial prospection and testing. *Plant and soil*, 368, 267-280.
- Durak, A., Altuntaş, Ö., Kutsal, İ. K., Işık, R., & Karaat, F. E. (2017). The effects of vermicompost on yield and some growth parameters of lettuce. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(12), 1566-1570.
- Hernández, A., Castillo, H., Ojeda, D., Arras, A., López, J., & Sánchez, E. (2010). Effect of vermicompost and compost on lettuce production. *Chilean journal of agricultural research*, 70(4), 583-589.
- Korkmaz, S. H., & Akıncı, İ. E. (2022). Farklı vermicompost uygulamalarının marulda (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) verim ve kalite üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1), 122-135.
- Ning, L., Xu, X., Zhang, Y., Zhao, S., Qiu, S., Ding, W., ... & He, P. (2022). Effects of chicken manure substitution for mineral nitrogen fertilizer on crop yield and soil fertility in a reduced nitrogen input regime of North-Central China. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1050179.
- Özkan, N., & Müftüoğlu, N. M. (2016). Farklı dozlardaki vermicompostun marul verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. *Bahçe Dergisi*, 45, 121-124.
- Simpson, R. J., Oberson, A., Culvenor, R. A., Ryan, M. H., Veneklaas, E. J., Lambers, H., ... & Richardson, A. E. (2011). Strategies and agronomic interventions to improve the phosphorus-use efficiency of farming systems. *Plant and Soil*, 349, 89-120.
- Stevens, A. W. (2018). The economics of soil health. *Food Policy*, 80, 1-9.
- Üçok, Z., Demir, H., Sönmez, İ., & Polat, E. (2019). Farklı organik gübre uygulamalarının kıvrıcık salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) verim, kalite ve bitki besin elementi içeriklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 63-68.
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). *Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme) kitabı*, 440 s. Bornova, İzmir.
- Wei, L., Li, J., Qu, K., Chen, H., Wang, M., Xia, S., ... & Liu, D. (2024). Organic fertilizer application promotes the soil nitrogen cycle and plant starch and sucrose metabolism to improve the yield of *Pinellia ternata*. *Scientific Reports*, 14(1), 12722.
- Xiang, Y., Li, Y., Luo, X., Liu, Y., Yue, X., Yao, B., ... & Li, Y. (2022). Manure properties, soil conditions and managerial factors regulate greenhouse vegetable yield with organic fertilizer application across China. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1009631.
- Zha, Y., Liu, A., Lai, W., Wang, J., Li, X., Yu, H., & Xiao, W. (2024). Sheep manure organic fertilizer is an effective strategy to promote strawberry growth by improving soil physicochemical properties and microbiota. *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1414010.
- Zhang, M., Liu, Y., Wei, Q., Liu, L., Gu, X., Gou, J., & Wang, M. (2023). Effects of biochar and vermicompost on growth and economic benefits of continuous cropping pepper at karst yellow soil region in Southwest China. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1238663.

**ISOLATION, CULTURE CONDITIONS AND PATHOGENICITY TESTS OF  
COLLETOTRICHUM SPP. FROM THE LEGUMINOSAE FAMILY**

**Aysun CAVUSOGLU\***

Kocaeli University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 41285 Kocaeli,  
Türkiye, **Email:**cavusoglu@kocaeli.edu.tr

**Gülsüm Ebru ÖZER UYAR**

Kocaeli University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 41285 Kocaeli,  
Türkiye, **Email:**ebru.uyar@kocaeli.edu.tr

**Filiz ÜNAL**

Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection,  
26160 Eskişehir, Türkiye  
**Email:**filiz.unal@ogu.edu.tr

**ABSTRACT**

Colletotrichum species cause destructive plant diseases on a wide variety of cultivated plants, especially legumes, which are one of the more edible cultivated plants around the world. The fungal pathogen belongs to the Fungi Kingdom, Ascomycota Phylum, Sordariomycetes Class, Hypocreomycetidae subclass, Glomerellales Order, and Glomerellaceae Family. The pathogen has a large host diversity both in the natural environment and in cultivated plants. Life cycle, overwintering, symptoms, and ecological requirements for being aggressive may vary from species to species in Colletotrichum genus. *C. lindemuthianum*, *C. lupini*, *C. pisi*, *C. truncatum*, *C. cliviicola*, *C. trifolii*, and *C. boninense* are some of the pathogen species that cause disease in legumes. Legumes are one of the most recognized, cultivated, and utilized plant species worldwide and have economic, ecological, and strategic importance. Like many plant species, legumes, mostly dried but also used as fresh, suffer from this pathogen and significant losses occur. The correct identification of this pathogen, which is harmful to such a considerable plant group, can be achieved by successful isolation and providing correct culture conditions. This correct start will ensure that the studies to be carried out afterward continue correctly. These studies may be on topics such as disease prevalence rate in legumes, the pathogen species that cause damage to legumes, race variability in the same species on same plant species that are grown in different areas, symptom differences in legume species, determination of resistance or susceptibility in legumes, and conventional and organic control methods. In this review article, it was aimed to reveal the isolation of the phytopathogenic Colletotrichum species in legumes and the culture conditions used and to try to understand the differences.

**Keywords:** Colletotrichum spp. Leguminosae, Isolation, Identification, Pathogenicity, Phytopathogen, Plant protection

## INTRODUCTION

The genus *Colletotrichum* Corda is a pathogen that belongs to the Fungi Kingdom, Ascomycota Phylum, Sordariomycetes Class, Hypocreomycetidae subclass, Glomerellales Order, and Glomerellaceae Family (CABI, 2024; EPPO, 2024). The pathogen has a large host diversity both in the natural environment and cultivated plants. These hosts include forest trees (Dentika et al., 2023; Zapata et al., 2024) and weeds (Damm et al., 2013; Morin et al., 1996), although they have been relatively less studied. At the same time, the forests and weeds surround the cultivated crop and behave as potential pathogen reservoirs (Dentika et al., 2023).

Life cycle, overwintering, symptoms, and ecological requirements for being aggressive may vary from species to species in both plants and *Colletotrichum* genus (Agrios, 2005). Pathogen isolation is always the first step in understanding this pathogen better, identifying its hosts, revealing its behavior towards global warming, and determining the methods required for protection and control. The isolation method may vary depending on the species being studied, from one symptomatic plant tissue to another, when the isolation is made, and the region. If different methods are used in various studies even within the same plant species, this change can be expected to be greater in distinct plant genera.

Legumes are one of the most recognized, cultivated, and utilized plant species in the world, and have economic, ecological, and strategic importance. Nobody in the world is without the advantages that legume provide, including nourishment for the land, fuel, medicine, and food. The Leguminosae family includes 770 genera and over 19500 species (Lewis & Forest, 2005; Lewis et al., 2013; LPWG, 2013). Soya beans, dry beans, dry cowpeas, dry chickpeas, dry peas, lentils, and green peas are at the top in terms of harvested areas, on the other hand, green peas, soya beans, dry peas, dry chickpeas, lentils, dry beans, and dry cowpeas are the top among legumes in terms of yield per hectare (FAOSTAT, 2024).

Like many plant species, legumes also suffer from this pathogen, and significant losses occur. The correct identification of this pathogen, which is harmful to such an important plant group, can be achieved by successful isolation and the providing of correct culture conditions. This correct start will ensure that the studies to be carried out afterward continue correctly. In this review article, it was aimed to reveal the isolation of the phytopathogenic *Colletotrichum* species in legumes and the culture conditions used, and to try to understand the differences.

## STUDIES IN COLLETOTRICHUM SPP. ON LEGUMES

### Studies in *Colletotrichum* spp. on *Glycine* spp.

Soybean anthracnose is a significant fungal disease worldwide. A study (Bouffleur et al., 2021), mentioned that the main cause of anthracnose disease is *Colletotrichum truncatum* in soybeans. However it has also been increasing in other *Colletotrichum* species in recent years, and a study was conducted to determine whether there is a genetic connection between the pathogen species in soybean. In the study, four pathogenic species in soybean (*C. musicola*, *C. plurivorum*, *C. orchidearum*, *C. truncatum*), and eight non-pathogenic in the plant but pathogenic in other hosts were cultured on Potato Dextrose Agar (PDA) medium for sporulation for 15 days at 25 °C. The obtained conidia suspensions were adjusted to 1 x 10<sup>6</sup> conidia/mL and a pathogenicity test was performed by infecting the sterilized seeds after their germination in petri and after transferring the pots. The virulence of the strains was evaluated using a scale that ranges from 0-5 according to Yang et al. (2015).

A study was conducted to find out the molecular characterization of *Colletotrichum truncatum* and *C. destructivum*, the anthracnose pathogens, in Argentina. In the study (Ramos et al., 2013), fungal isolates were obtained from lesions of stems and pods from diseased soybean plants

according to Levin et al. (2007). In the isolation, the pieces of symptomatic tissue bearing immature acervuli were surface-sterilized and incubated in humid chambers until conidia were obtained. The conidia were cultured in PDA medium at 25-27 °C in darkness. Stock cultures were also maintained on PDA at 4 °C. In the study, pathogenicity testing was not performed.

In a study conducted between 2003 and 2005 in Taiwan, *Colletotrichum truncatum* and *C. gloeosporioides* were identified as the major pathogens causing anthracnose on the pods and stems of vegetable soybeans (Chen et al., 2006). This study covers the detection and differentiation of the two pathogens which were collected from eight locations in three countries. Infected tissues of symptomatic pods and stems were disinfected and plated on 2% agar. When the fungi grew, hyphal tips were transferred onto PDA after cutting and incubated at 25 °C for 12 h/12 h in light and dark conditions. For the pathogenicity test, twenty-four-day old plants were sprayed with conidial suspension at the concentration of 10<sup>6</sup>/ml after leaves and pods were artificially wounded. Pathogenicity tests were performed in a greenhouse at 25 °C under natural daylight conditions. The disease severity was assessed based on the percentage of diseased areas on leaves on a 0-4 scale.

#### **Studies in *Colletotrichum* spp. on *Phaseolus* spp.**

*C. lindemuthianum* is the main pathogen for anthracnose in the common bean *Phaseolus vulgaris* L. The pathogen is disseminated to the plant by splashing or infected material as seed. In a study (Sicard et al., 1997), genetic diversity and pathogenic variation were studied with isolated pathotypes from infected wild common beans which are obtained from Argentina, Ecuador, and Mexico. Their isolations were made from infected pods. After surface sterilization, the isolates were plated on PDA and incubated at 20 °C in the dark until acervuli with conidia were observed. In the pathogenicity test, a susceptible cultivar, and some other cultivars which have single, or two resistance genes were used. In the tests, the plants were grown at 23 °C and 16 hours of light. Conidia were sprayed with spore suspension (10<sup>6</sup> spores/ml) to seven-day-old seedlings. Symptoms were scored seven days after inoculation according to a 1-5 scale.

For analyzing the virulence and genetic variability of *C. lindemuthianum* from common beans, a study was conducted in Ethiopia. Forty single-spore isolates obtained from leaves and pods showed symptoms such as small, reddish-brown, sinking spots. After surface sterilization, the disease tissue part was placed onto PDA and incubated at 22-24 °C for ten days in darkness. After a small portion of conidia occurrence, the cultures were sub-cultured again in the same media and conditions. For the pathogenicity test, detached leaf techniques were used. In this step, the middle leaflets of the first trifoliolate leaves of each cultivar from 21-day-old seedlings were inoculated by immersion into 1.2x10<sup>6</sup> spores/mL and placed onto moistured cotton in Petri dishes. The pathogenicity was evaluated by observation based on a 1-9 scoring system (Hailemariam et al., 2023).

The use of resistant cultivars is the most effective strategy to manage bean anthracnose. For this purpose, a study (Bisneta et al., 2021) aimed to evaluate the resistance of 89 bean accessions to the pathogen in Brazil. In the phenotypic evaluation step, mycelium of *C. lindemuthianum* was grown in Petri dishes containing PDA. Small pieces of the mycelium were transferred to sterilized young pods of snap beans that were placed in test tubes and incubated at 22 °C for 14 days in darkness to promote sporulation. The resulting spores were suspended and adjusted 1.2 x 10<sup>6</sup> conidia/mL. 15-day-old seedlings were sprayed with the suspension on the underside of the leaves. After the inoculation, the plants were transferred to a mist chamber at 20±2 °C temperature and 12 h/12 h light/darkness conditions. After ten days, symptoms were visually

evaluated on a 1-9 scale. 1-3 scores were considered as resistant, whereas 4-9 scores were evaluated as susceptible.

#### **Studies in *Colletotrichum* spp. on *Vigna* spp.**

*Vigna unguiculata* is a legume and is a vegetable and pulse crop. The plant provides protein, some vitamins, and minerals for human nutrition. The plant was also under threat of some pathogenic diseases such as anthracnose. A study was conducted in Nigeria to determine the infection steps and damage symptoms of the anthracnose pathogen *C. destructivum*. For this aim, symptomatic pod tissues from the farm were taken, sterilized, washed, and placed on filter paper for seven days at 27 °C. After the step, the mycelia from the plated tissue were subcultured to obtain pure culture onto the prepared PDA medium. The pathogenicity test was done on 2-week-old seedlings by inoculating the pathogen, and diseased pods, leaf blades, and petioles were observed. Before the processes, spores were collected from an 8-day old culture with the help of cheese cloth to remove agar and mycelial mesh. Spore suspension was calibrated at 10<sup>5</sup> spores/ml (Enyiukwu et al., 2021).

In Nigeria, a study was conducted after observation of symptoms of cowpea anthracnose disease such as reddish-brown spots, necrotic lesions, and vein streaks. To obtain the pathogen, diseased leaves were collected from the field and cut into 3 mm discs in diameter, surface disinfected, plated on PDA, and incubated at 28 °C for five days. The cultures were subcultured in PDA for another seven days again. For the pathogenicity test, the isolates were confirmed using the brush method on two-week-old cowpea plants with the adjusted suspension of 10<sup>6</sup> conidia/ml. According to the study, the pathogen was *C. clivicola*. The researchers emphasized that the pathogen causing the cowpea anthracnose disease, and this is the first report in Nigeria and the world (Dada et al., 2023).

In a study that aimed to reveal the infection process of anthracnose pathogen on cowpea leaves and made preliminary comments on the identity of the fungus, *Colletotrichum* spp. were cultured in the dark at 25 °C on CM medium. The inoculum containing 10<sup>5</sup> conidia/mL was inoculated to ten-day-old seedlings by the droplet method and incubated at 25 °C under humid conditions. In the study the penetration and colonization were different in endophytic and pathogen *Colletotrichum* spp. (Latunde-Dada et al., 1999).

#### **Studies in *Colletotrichum* spp. on *Cicer* spp.**

After observation of leaf spots with dark brown borders, premature leaf drop, stem lesions that initially appeared on the lower parts of stems, and dieback, a study was conducted in Malaysia (Mahmodi et al., 2013). Leaf lesions were removed, surface sterilized, plated on PDA, and incubated at 25 °C. After conidia occurrence, a spore suspension was inoculated at 10<sup>6</sup> conidia/ml to ten-day-old seedlings with spraying methods. After the step, the plants first covered with plastic bags for two days before the seedlings were placed in greenhouse. In this condition, the anthracnose symptoms developed again on the leaves and stems with the same conidial morphology. In the study it was emphasized that the pathogen was *C. truncatum* according to sequence analysis and Genbank revelation. According to our literature search, there are not so much scientific studies on *Colletotrichum* spp. disease on *Cicer* spp. beside review articles.

#### **Studies in *Colletotrichum* spp. on *Pisum* spp.**

A study (Anguilar et al., 2021) aimed to describe the symptoms and identify the causal agent of anthracnose symptoms besides the efficacy of some fungicides. For this aim, isolations were made from leaves and pods that collected from the field. The symptomatic tissues were

sterilized, placed onto PDA at 19 °C, and subcultured several times. For the pathogenicity test, 7 mm PDA discs that contained isolated fungi were inoculated into healthy pea pods and incubated at 19 °C with transparent plastic bags. The isolates were identified as *C. lindemuthianum*, *C. truncatum* and *Ascochyta pisi*. *C. truncatum* and *C. lindemuthianum* showed symptoms such as irregular brown necrotic lesions surrounding yellow halos. The study showed the difference between the three pathogens and fungicide efficacy.

Another study was conducted to find out the infection of *Pisum sativum* as a host, and seven other legumes as non-hosts by *C. truncatum*. In the re-isolation step, the isolated *C. truncatum* was inoculated on pea leaves with conidial suspension at  $5 \times 10^5$  conidia/ml by the droplet method. Inoculated tissues were incubated at 25 °C. In the pathogenicity test leaves and stem segments were used. In the study, six cultivars that all used were found susceptible but other seven used legumes were found resistant (O'Connell et al., 1993).

In the first report about leaf anthracnose on *Pisum sativum* in Southern Brazil, leaf samples from the plants showing typical anthracnose symptoms such as circular to oval brown spots were collected from fields. The symptomatic leaves were surface-sterilized, placed onto PDA, and incubated at 25 °C. The circular and, initially white fungal colonies were observed. The colonies became dark with age. For taxonomic confirmation some genes were analyzed, and BLAST searches showed 99-100% identity with *C. coccodes*. To confirm Koch's postulates *P. sativum* plants were inoculated with spore suspension at  $1 \times 10^6$  conidia/ml of *C. coccodes*. After that the plants were covered with plastic bags, incubated at 25 °C under high relative humidity. After four days from the inoculation, the leaves displayed similar symptoms as being field (Bellé et al., 2020).

#### **Studies in *Colletotrichum* spp. on *Lens* spp.**

*Colletotrichum truncatum* is an important pathogen in lentil production. A study was done to find out response of susceptible and resistant cultivar of *Lens culinaris* after infection. In the study two isolates which are in different virulence levels were used. Single-spore cultures of the isolates were grown on sodium chloride-yeast sucrose agar at room temperature under continuous fluorescent light. Partially resistant and susceptible lentil were sown in soilless potting medium and maintained in a growth cabinet, inoculated four weeks after seeding treated with a conidial suspension ( $4 \times 10^4$  conidia/mL) using atomizer. The plants were exposed to a 24 hour continuous wetness period. The study showed that *C. truncatum* is an intracellular hemibiotroph on lentil and strongly affected by the resistance reaction of the host and isolates differences in virulence (Chongo et al., 2002).

*C. lentis* is another yield limiting factor in lentil production. A study was done to identify a new source of resistance to *C. lentis* for breeding programs. For this purpose, single-spore isolates which were previously well-characterized isolates of the *C. lentis* were cultured in Petri containing PDA, and incubated at 20 °C. The three-week-old lentil seedlings were inoculated with a conidial suspension of  $5 \times 10^5$  conidia/mL at a rate of 1 mL per plant. The inoculated seedlings were placed into a dark humidity chamber with 100% relative humidity for two days at 20 °C before transfer to the growth chamber. Anthracnose incidence and severity of damage on leaves and stems were assessed from 250 lentil accessions (Barilli et al., 2020).

#### **Studies in *Colletotrichum* spp. on the other Legumes including forages**

In the plant kingdom there are numerous legume plants other than the above mentioned as ornamental, food, forage, and natural habitats. Some of them were studied in the point of *Colletotrichum* spp. interactions. Among the plants, *Arachis hypogaea* affected by *C. gloeosporioides* and *C. fructicola* (Gong et al., 2023; Rajendran et al., 2017), forage *Lupinus*

angustifolius by *C. gloeosporioides* (Maknickiene & Asakaviciute, 2023) forage *Medicago sativa* by *C. truncatum* (Hu et al., 2021), and ornamental legume (*Lupinus polyphyllus*) by *C. acutatum* (Reed et al., 1996). The studies mostly were on characterization of the pathogen, resistance, host range, molecular identification, infection strategy, and crop protection and combat methods.

## **CONCLUSION**

According to our search there are not so many scientific studies on *Colletotrichum* spp. disease on *Cicer* spp. and *Pisum* spp. This suggested that this disease might not be very common in chickpeas and peas, or chickpeas and peas might be resistant to this disease. It is necessary to draw attention to these issues. In addition, it has been understood that fewer scientific studies have been conducted than expected on this disease, which ranks in the top ten in plant production in the world and may come to the fore in coming years. As a result, in these studies, it was revealed that PDA medium was widely used, pathogen development was achieved mostly between 19-28 °C, conidia suspension was obtained from Potato Dextrose Agar (PDA) culture, pathogenicity tests were carried out by methods such as dripping and spraying under humid condition for visual observation the symptoms.

## REFERENCES

- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology*. 5<sup>th</sup> Edition, Burlington, Massachusetts, USA Elsevier. Academic Press Publication. ISBN 0-12-044565-4, 922 p.
- Aguilar, R., Rafael-Rutte, R., Martínez-Santos, H., & Apaza-Apaza, S. (2021). Causal agent of anthracnose in the pea crop (*Pisum sativum* L.) in northern of Perú: Symptomatology, isolation and identification, pathogenicity and control. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 7-14. doi:10.17268/sci.agropecu.2021.001
- Barilli, E., Moral, J., Aznar-Fernández, T., & Rubiales, D. (2020). Resistance to anthracnose (*Colletotrichum lentis*, race 0) in *Lens* spp. germplasm. *Agronomy*, 10(11), 1799. doi:10.3390/agronomy10111799
- Bellé, C., Ramos, R. F., Moccellini, R., & de Farias, C. R. J. (2020). Detection of *Colletotrichum* coccoodes causing leaf anthracnose on *Pisum sativum* in southern Brazil. *Journal of Plant Pathology*, 102, 255.
- Bisneta, M. V., Gonçalves-Vidigal, M. C., Vidigal Filho, P. S., Elias, J. C. F., Valentini, G., Lima, L. R. L., ... & Gepts, P. (2021). New genomic regions for resistance to anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) through GBS-based genome-wide association study in common bean (*Phaseolus vulgaris*). *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 12(1), 020-040. doi:10.30574/wjarr.2021.12.1.0493
- Bouffleur, T. R., Massola Júnior, N. S., Tikami, Í., Sukno, S. A., Thon, M. R., & Baroncelli, R. (2021). Identification and comparison of *Colletotrichum* secreted effector candidates reveal two independent lineages pathogenic to soybean. *Pathogens*, 10(11), 1520. doi.org/10.3390/pathogens10111520
- CABI database, (2024). Retrieved from <https://speciesfungorum.org/>
- Chen, L. S., Chu, C., Liu, C. D., Chen, R. S., & Tsay, J. G. (2006). PCR-based detection and differentiation of anthracnose pathogens, *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. truncatum*, from vegetable soybean in Taiwan. *Journal of Phytopathology*, 154(11-12), 654-662.
- Chongo, G., Gossen, B. D., & Bernier, C. C. (2002). Infection by *Colletotrichum truncatum* in resistant and susceptible lentil genotypes. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 24(1), 81-85.
- Dada, A. O., Dania, V. O., Oyatomi, O. A., Abberton, M., & Ortega-Beltran, A. (2023). First report of *Colletotrichum cliviicola* causing anthracnose disease of cowpea (*Vigna unguiculata*) in Nigeria. *Plant Disease*, 107(7), 2254. doi: 10.1094/PDIS-10-22-2512-PDN
- Damm, U., Cannon, P. F., Liu, F., Barreto, R. W., Guatimosim, E., & Crous, P. W. (2013). The *Colletotrichum orbiculare* species complex: Important pathogens of field crops and weeds. *Fungal Diversity*, 61, 29-59. doi.org/10.1007/s13225-013-0255-4



- Dentika, P., Gumbau, M., Ozier-Lafontaine, H., & Penet, L. (2023). Natural Flora Is Indiscriminately Hosting High Loads of Generalist Fungal Pathogen *Colletotrichum gloeosporioides* Complex over Forest Niches, Vegetation Strata and Elevation Gradient. *Journal of Fungi*, 9(3), 296. doi.org/10.3390/jof9030296
- Enyiukwu, D. N., Amadioha, A. C., & Ononuju, C. C. (2021). Histological aberrations and mode of damage of cowpea (*Vigna unguiculata*) by *Colletotrichum destructivum*. *Nusantara Bioscience*, 13(1), 16-23. doi: 10.13057/nusbiosci/n130103
- EPPO, European and Mediterranean Plant Protection Organization (2024). EPPO, Retrieved from <https://gd.eppo.int/taxon/1PHYTG>
- FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistic Database, (2024). Retrieved from <https://www.fao.org/faostat>
- Gong, J., Sun, D., Bian, N., Wang, R., Wang, X., & Wang, X. (2023). First report of *Colletotrichum fructicola* causing anthracnose on peanut (*Arachis hypogaea*) in China. *Plant Disease*, 107(9), 2879. doi:10.1094/PDIS-10-22-2480-PDN
- Hailemariam, N., Wada, E., & Rezene, Y. (2023). Virulence and genetic variability among *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus) Briosi & Cavara isolates from common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 37(1), 2206493. doi: 10.1080/13102818.2023.2206493
- Hu, J., Zheng, M., Dang, S., Shi, M., Zhang, J., & Li, Y. (2021). Biocontrol potential of *Bacillus amyloliquefaciens* LYZ69 against anthracnose of alfalfa (*Medicago sativa*). *Phytopathology*, 111(8), 1338-1348. doi: 10.1094/PHYTO-09-20-0385-R
- Latunde-Dada, A.O., O'Connell, R. J., Nash, C & Lucas, A. (1999). Stomatal penetration of cowpea (*Vigna unguiculata*) leaves by a *Colletotrichum* species causing latent anthracnose. *Plant Pathology*, 48(6), 777-784.
- Levin, L. N., Ramos, A. M., Parisi, M., & Gally, M. (2007). Screening of *Colletotrichum* (Ascomycota) isolates, causal agents of soybean anthracnose, for laccase production. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 42 (1-2), 71-77.
- Lewis, G.P. & Forest, F. (2005). Cercideae. Pp. 57–67 in: Lewis, G., Schrire, B., Mackinder, B. & Lock, M. (eds.), *Legumes of the World*. Richmond, U.K.: Royal Botanic Gardens, Kew.
- Lewis, G.P., Schrire, B.D., Mackinder, B.A., Rico, L. & Clark, R. (2013). A 2013 linear sequence of legume genera set in a phylogenetic context: A tool for collections management and taxon sampling. *S. African J. Bot.* 89: 76–84. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.06.005>
- LPWG, The Legume Phylogeny Working Group (2013). Legume phylogeny and classification in the 21st century: Progress, prospects and lessons for other species-rich clades. *Taxon* 62: 217–248. <https://doi.org/10.12705/622.8>

- Mahmodi, F., Kadir, J. B., Nasehi, A., Puteh, A., & Soleimani, N. (2013). Occurrence of anthracnose caused by *Colletotrichum truncatum* on chickpea (*Cicer arietinum*) in Malaysia. *Plant Disease*, 97(11), 1507-1507. doi: 10.1094/PDIS-03-13-0231-PDN
- Maknickiene, Z., & Asakaviciute, R. (2023). Effect of lithuanian genotypes resistance to anthracnose (*Colletotrichum* spp.) in *Lupinus angustifolius* L. *Phytopathology*, 69, 348-356.
- Morin, L., Derby, J. A. L., & Kokko, E. G. (1996). Infection process of *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvae* on Malvaceae weeds. *Mycological Research*, 100(2), 165-172. doi.org/10.1016/S0953-7562(96)80115-8
- O'Connell, R. J., Uronu, A. B., Waksman, G., Nash, C., Keon, J. P. R., & Bailey, J. A. (1993). Hemibiotrophic infection of *Pisum sativum* by *Colletotrichum truncatum*. *Plant Pathology*, 42(5), 774-783.
- Rajeendran, A., Nulit, R., Yien, C.Y. S., Ibrahim, M. H. I., & Kalhori, N. (2017). Isolation and molecular identification of *Colletotrichum gloeosporioides* from infected peanut seeds. *International Journal of Plant & Soil Science*, 19(2), 1-8.
- Ramos, A. M., Tadic, L. F., Cinto, I., Carmona, M., & Gally, M. (2013). Molecular characterization of *Colletotrichum* species causing soybean anthracnose in Argentina. *Mycotaxon*, 123(1), 457-465. doi.org/10.5248/123.457
- Reed, P. J., Dickens, J. S. W., & O'Neill, T. M. (1996). Occurrence of anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) on ornamental lupin in the United Kingdom. *Plant Pathology*, 45(2), 245-248.
- Sicard, D., Michalakakis, Y., Dron, M., & Neema, C. (1997). Genetic diversity and pathogenic variation of *Colletotrichum lindemuthianum* in the three centers of diversity of its host, *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology*, 87(8), 807-813.
- Yang, H.C. Haudenschild, J.S., & Hartman, G.L. (2015). Multiplex Real-Time PCR detection and differentiation of *Colletotrichum* species infecting soybean. *Plant Disease* 99, 1559–1568. doi: 10.1094/PDIS-11-14-1189-RE
- Zapata, M., Rodríguez-Serrano, E., Castro, J. F., Santelices, C., Carrasco-Fernández, J., Damm, U., & Palfner, G. (2024). Novel species and records of *Colletotrichum* associated with native woody plants in south-central Chile. *Mycological Progress*, 23(1), 18. doi.org/10.1007/s11557-024-01956-2

**BİTKİDE TUZ STRESİNİN OLUMSUZ ETKİLERİNİ AZALTMADA ROL  
ALABİLECEK BAZI ORGANİK ASİTLER**

**Melike Halime KILIÇ**

Kocaeli University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Horticultural  
Sciences, 41001 Kocaeli, Türkiye  
**Email:** biyologmhk@gmail.com

**Mehmet Ufuk KASIM**

Kocaeli University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 41285 Kocaeli,  
Türkiye, **Email:** mukasim@kocaeli.edu.tr

**Aysun CAVUSOGLU**

Kocaeli University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 41285 Kocaeli,  
Türkiye, **Email:** cavusoglu@kocaeli.edu.tr

**ÖZET**

Bitki metabolizması, fizyolojisi, gelişimi ve verimliliği çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Optimum çevresel koşullar ve yararlı organizmalar bitki gelişimini pozitif yönde etkilerken, olumsuz şartlar ve patojenler bitkinin biyolojik fonksiyonlarının normal işleyişinin bozulmasına neden olmaktadır. Özellikle bitkinin büyüme ve gelişimini sınırlayan bu olumsuz şartların oluşmasına sebep olan faktörlere 'stres' adı verilmektedir. Bitkilerde stres; yaşayan organizmalardan yani biyotik kaynaklı ya da kuraklık, tuzluluk, yetersiz beslenme, radyasyon, rüzgâr, atmosferik kirlilik, yüksek veya düşük sıcaklık ya da ışık şiddeti gibi abiyotik faktörlere bağlı olarak meydana gelebilir. Stres sonucunda önce bitki metabolizması ve fizyolojisinde bozulmalar gözlemlenirken sonrasında organ hasarı ile birlikte ürün kalitesinin düşmesi ve hatta bitki ölümü meydana gelebilmektedir. Sonuç olarak doğal çevrenin bozulduğu ve tarımsal faaliyetlerin sekteye uğradığı görülmektedir. Stres faktörleri içerisinde özellikle abiyotik stres faktörlerinin dünya çapındaki bitkisel verim kaybının birincil nedeni olduğu bilinmektedir. Son yıllarda dünya çapında artarak devam eden ve sürdürülebilir bitkisel üretimi tehdit eden en önemli abiyotik streslerden biri tuzluluktur. Toprakta ya da sulama suyunda yüksek miktarda NaCl, yanı sıra klorür, sülfat, nitrat, karbonat, bikarbonat ve borat bileşiklerinin birikmesi tuzluluğa sebep olmaktadır. Genellikle yağış oranının yetersiz, buharlaşmanın fazla olduğu, kurak ve yarı kurak ekolojilerde karşılaşılan tuzluluk, bilinçsiz sulama, düşük kalitede drenaj, toprağın yanlış işlenmesi, yüksek taban suyu, hatalı ve gereksiz gübreleme işlemleri sonucu da ortaya çıkabilmektedir. Tuzluluğa karşı bitki cevap olarak çeşitli stratejiler geliştirerek canlı kalmaya çalışır. Bu süreçte gerçekleşen mekanizmaların anlaşılması çok önemlidir. Tuz stresinin bitkideki olumsuz etkilerinin önüne geçmek amacıyla çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bunlardan biri de dışsal organik asit kullanımıdır. Askorbik asit, salisilik asit, sitrik asit ve jasmonik asit gibi organik asitler bitki tohumlarına priming işlemiyle, bitkiye yapraktan püskürtülerek ya da topraktan direkt olarak uygulanabilir. Bu derleme makalede, tuz stresi ve bitki gelişimine etkileriyle ilgili genel bilgilere yer verilmiş ve bitkide tuzluluğa karşı toleransı artıracak bazı organik asitlerle yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tuzluluk, stres tolerans, organik asit

**SOME ORGANIC ACIDS THAT MAY BE INVOLVED IN REDUCING THE  
NEGATIVE EFFECTS OF SALT STRESS ON THE PLANT**

**ABSTRACT**

Plant metabolism, physiology, development and productivity are affected by environmental factors. While optimum environmental conditions and beneficial organisms positively affect plant development, adverse conditions and pathogens cause disruption of the normal functioning of the plant's biological functions. The factors that cause these negative conditions that limit the growth and development of the plant are called 'stress'. The stress in plants; may occur due to biotic sources, that is, living organisms, or due to abiotic factors such as drought, salinity, malnutrition, radiation, wind, atmospheric pollution, high or low temperature or light intensity. As a result of stress, first deteriorations in plant metabolism and physiology are observed, and then organ damage, decrease in product quality and even plant death may occur. As a result, it is seen that the natural environment is deteriorated and agricultural activities are interrupted. It is known that among stress factors, especially abiotic stress factors are the primary cause of crop yield loss worldwide. One of the most important abiotic stresses that has increased worldwide in recent years and threatens sustainable crop production is salinity. Accumulation of high amounts of NaCl, as well as chloride, sulfate, nitrate, carbonate, bicarbonate and borate compounds in the soil or irrigation water causes salinity. Salinity, which is generally encountered in arid and semi-arid ecologies where rainfall is insufficient and evaporation is high, can also occur as a result of unconscious irrigation, poor quality drainage, improper cultivation of the soil, high ground water, faulty and unnecessary fertilization processes. The plant tries to stay alive by developing various strategies in response to salinity. It is very important to understand the mechanisms that take place in this process. Various applications are made in order to prevent the negative effects of salt stress on the plant. One of them is the use of exogenous organic acids. Organic acids such as ascorbic acid, salicylic acid, citric acid and jasmonic acid can be applied by priming the plant seeds, by spraying the plant from the leaves or directly from the soil. In this review article, general information about the salt stress and its effects on plant development is given, and studies on some organic acids that will increase plant tolerance to salinity are summarized.

**Keywords:** Salinity, stress tolerance, organic acid

## GİRİŞ

Bitki metabolizması, fizyolojisi, gelişimi ve verimliliği çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Optimum çevresel koşullar ve yararlı organizmalar bitki gelişimini pozitif yönde etkilerken, olumsuz şartlar ve patojenler bitkinin biyolojik fonksiyonlarının normal işleyişinin bozulmasına neden olmaktadır (Büyük ve ark., 2012; Ceritoğlu ve ark., 2021). Özellikle bitkinin büyüme ve gelişimini sınırlayan bu olumsuz şartların oluşmasına sebep olan faktörlere 'stres' adı verilmektedir (Shulaeva ve ark., 2008; Büyük ve ark., 2012; Korkmaz ve Durmaz, 2017; Ceritoğlu ve ark., 2021; Çetinkaya ve Seçkin Dinler, 2021). Bitkilerde stres; yaşayan organizmalardan yani biyotik kaynaklı ya da kuraklık, tuzluluk, yetersiz beslenme, radyasyon, rüzgar, atmosferik kirlilik, yüksek veya düşük sıcaklık ya da ışık şiddeti gibi abiyotik faktörlere bağlı olarak meydana gelebilir (Büyük ve ark., 2012; Ekinci ve ark., 2018; Lamers ve ark., 2020; Ceritoğlu ve ark., 2021). Stres sonucunda önce bitki metabolizması ve fizyolojisinde bozulmalar gözlemlenirken sonrasında organ hasarı ile birlikte ürün kalitesinin düşmesi ve hatta bitki ölümü meydana gelebilmektedir (Ekmekçi ve ark., 2005). Sonuç olarak doğal çevrenin bozulduğu ve tarımsal faaliyetlerin sekteye uğradığı görülmektedir. Stres faktörleri içerisinde özellikle abiyotik stres faktörlerinin dünya çapındaki bitkisel verim kaybının birincil nedeni olduğu bilinmektedir (Korkmaz ve Durmaz, 2017).

Bu derlemede çeşitli bitkilerle daha önce yapılmış araştırmalar referans alınarak, abiyotik stres faktörlerinin en önemlilerinden biri olan tuz stresinin olumsuz etkilerini tolere etmede dışsal organik asitlerin kullanımının etkileri değerlendirilmiştir.

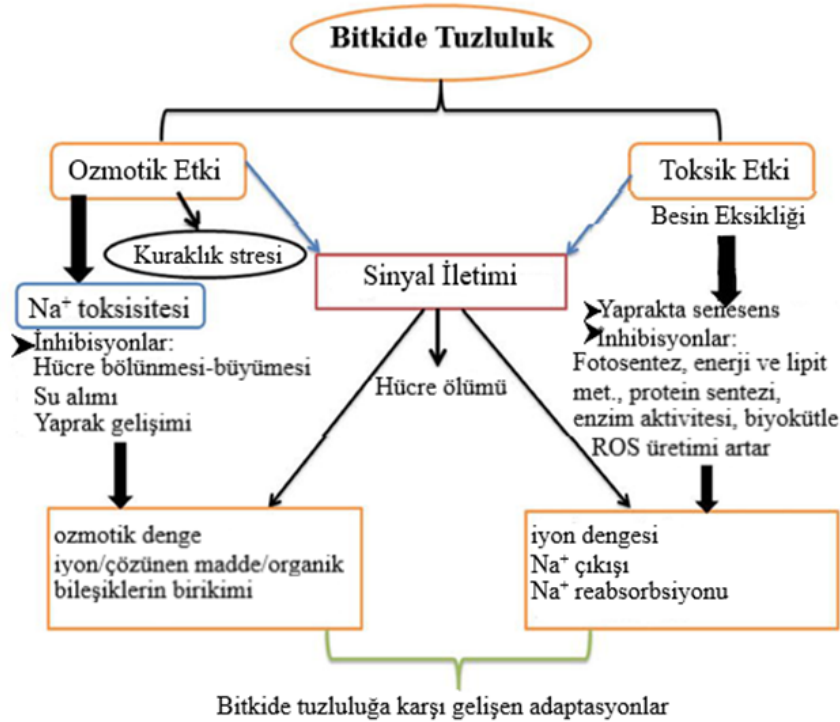
## TUZ STRESİ

Son yıllarda dünya çapında artarak devam eden ve sürdürülebilir bitkisel üretimi tehdit eden en önemli abiyotik streslerden biri tuzluluktur (Çulha ve Çakırlar, 2011; Kireççi ve Yürekli, 2019; Doğru ve Canavar, 2020; Kumar ve ark., 2020; Lamers ve ark., 2020). Günümüzde dünya genelinde tarım için kullanılan alanın yaklaşık %20'sinin tuzluluktan etkilendiği (Çulha ve Çakırlar, 2011; Tiryaki, 2018; Wang ve ark., 2022), bu oranın 2050 yılına kadar yaklaşık %50'ye ulaşacağı (Tiryaki, 2018; Kumar ve ark., 2020) bildirilmektedir. Toprakta ya da sulama suyunda yüksek miktarda NaCl (Kuşvuran ve ark., 2019), yanı sıra klorür, sülfat, nitrat, karbonat, bikarbonat ve borat bileşiklerinin (Elmas, 2021) birikmesi tuzluluğa sebep olmaktadır. Genellikle yağış oranının yetersiz, buharlaşmanın fazla olduğu, kurak ve yarı kurak ekolojilerde karşılaşılan tuzluluk, bilinçsiz sulama, düşük kalitede drenaj, toprağın yanlış işlenmesi, yüksek taban suyu, hatalı ve gereksiz gübreleme işlemleri sonucu da ortaya çıkabilmektedir (Zhao ve ark., 2020; Elmas, 2021).

## TUZLULUĞUN BİTKİ GELİŞİM FİZYOLOJİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Çiçekli bitkilerin %1-3'ünü oluşturan halofitler dışında çoğu bitki yaşam döngüleri boyunca tuza duyarlıdır ve fazla tuzdan etkilenmektedir (Zelm ve ark., 2020). Tuzluluk, bitki büyüme ve gelişimini iki yolla engeller (Şekil 1). Bunlardan ilki olan ozmotik etki; topraktaki tuz oranıyla birlikte artan ozmotik basınç ve su potansiyelinin düşmesine bağlı olarak köklerin su alımının engellenmesi şeklinde karşımıza çıkar. Bu durum kuraklık stresi olarak da tanımlanabilir. Diğer etki ise tuz iyonlarının yüksek konsantrasyonu sonucu iyon dengesinin bozularak besin alımının engellenmesi ile sonuçlanan toksik etkidir (Liang ve ark., 2018; Kuşvuran ve ark., 2019; Zhao ve ark., 2020). Tuzluluğun etkisiyle topraktan Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> alımı artığında sonuç olarak N, P, K ve Ca gibi diğer temel besin maddelerinin taşınması baskılanarak besin alımı engellenmiş olur (Jayakannan ve ark., 2013; Safdar ve ark., 2019). Bitki; su ve besine ulaşamadığında oluşan ozmotik stres ve besin yetersizliğinin yanı sıra tuzluluk sonucu metabolik proseslerin değişimi, membran bozuklukları, hücre bölünmesi ve genişlemesinde

gerileme, genotoksisite gibi birçok olumsuz sonuçla da karşılaşmaktadır (Zhu, 2007). Bu gibi durumlar bitkinin büyüme ve gelişimini ciddi derecede sınırlandırmakta, tuz stresinin devam etmesiyle de protein sentezi, fotosentez, enerji ve lipit metabolizması gibi önemli fizyolojik olaylar olumsuz etkilenmekte ve bitki biyokütlesini azaltmaktadır (Parida ve Das, 2005; Volkov ve Beilby, 2017; Shahid ve ark., 2018; Safdar ve ark., 2019; Yolci ve ark., 2021). Özellikle bitkinin yaprak sayısı ve alanında azalma; bitkinin boyunun küçülmesi, doku ve organların farklılaşması ile büyümesinin baskılanması, kök ve gövde ağırlığının dengelenememesi sonucunda daha zayıf kök sistemi oluşması ve dolayısıyla büyümenin yavaşlamasıyla sonuçlanmaktadır. Aynı zamanda tuzluluk, bitki yaş ve kuru ağırlığında meydana gelen azalmalar, klorofil içeriğinde azalmalar, meyve kalitesinde düşüş ve buna bağlı olarak verimde oluşacak aksaklıklarla da etkisini göstermektedir (Yu ve ark., 2012; Kadan ve Üzal, 2020; Yavaş ve İlker, 2020; Samet ve ark., 2023). Yüksek düzeyde toprak tuzluluğu, yüksek ozmotik potansiyel ve spesifik iyon toksisitesinin birleşik etkileri nedeniyle tohum çimlenmesi ve fide büyümesi de önemli ölçüde engellenmektedir (Parida ve Das, 2005; Cavusoglu, 2023).

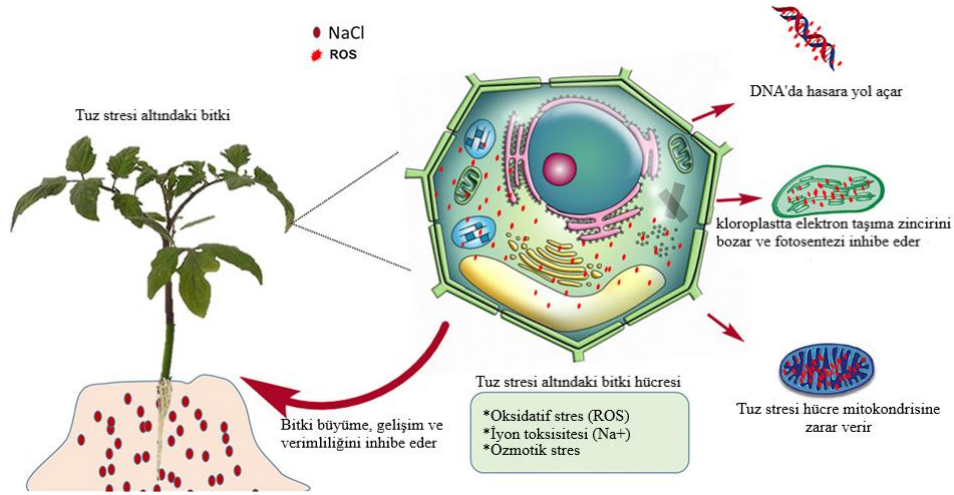


Şekil 1. Bitkilerde tuzluluk tepkisi adaptasyonları (Hussain ve ark., 2019'dan değiştirilerek)

Tuzluluk, reaktif oksijen türleri (ROS) denilen, bitki hücresinde gen ve protein ekspresyonunu düzenleyen sinyal taşıyıcılarının birikimine sebep olur (Büyük ve ark., 2012; Kasım ve Kasım, 2022). Bitki hücrelerinde normal fizyolojik koşullar altında, radikal veya radikal olmayan bir biçimde üretilen ROS (Winterbourn, 2019), aşırı miktarda olduğunda hücrenin proteinlerinde, lipidlerinde, nükleik asitlerinde ve plazma zarında oksidatif hasara yol açar ve normal metabolizmayı bozar (Tounekti ve ark., 2013; Khan ve ark., 2019; El Moukhtari ve ark., 2020) (Şekil 2.).

Tuzluluğun sonucunda bitkide gözlemlenen ozmotik etki ve toksik etki sinyal iletim basamaklarını tetikler. Kökler tarafından algılanan sinyaller sürgünlere ve hücrelere iletilir.

Sinyal iletimi sonrası bitkide çeşitli cevaplar oluşturulur (Liang ve ark., 2018; Hussain ve ark., 2019; Jalil ve Ansari, 2019; Zhao ve ark., 2020)



Şekil 2. Tuz stresi altındaki bitkide yüksek ROS miktarının etki mekanizması (Khan ve ark., 2019'dan değiştirerek)

## BİTKİDE TUZ STRESİNE KARŞI GELİŞTİRİLEN MEKANİZMALAR

Bitkiler, hareket edemediklerinden dolayı çevresel koşullardaki değişikliklere ve olumsuz koşullara en fazla maruz kalan canlılardır. Bu nedenle çevresel koşullarda meydana gelebilecek olan bu değişikliklerden en az zarar göreceği şekilde çevresel zorlukları algılayan, stres sinyalini tanıyan, hücreler ve dokular arasında olduğu kadar hücreler içinde de stres sinyallerini ileterek hayatta kalmak ve üremek için büyüme ve gelişmelerinde uygun ayarlamalar yaparak tuzluluk stresine alışmalarını kolaylaştırmada önemli roller oynayan mekanizmalar geliştirmişlerdir (Jalil ve Ansari, 2019; Gong ve ark., 2020). Bunun için bitkiler iki ana stratejiden birini uygularlar. Bunlar tuzdan kaçınma ve tuza tolerans mekanizmalarıdır (Kuşvuran, 2011; Krasensky ve Jonak, 2012).

Bitki tuz stresinden kaçış stratejisini uyguladığında yalnızca koşulların uygun olduğu dönemde büyümesini gerçekleştirir ve yaşam döngüsünü kısaltır (Yıldız ve Terzi, 2007). Krizin üstesinden gelebilmek için hızlı büyüme yollarını en üst seviyeye çıkarır (Moradi, 2016). Yüksek tuz seviyesinde bitkilerin büyüme ve hayat döngülerini tamamlayabilme yeteneklerine tuz toleransı denir (Parida ve Das, 2005). Bir bitki için stres oluşturan tuz seviyesi başka bir bitkide optimum şartları sağlayabilir ve bununla birlikte bitkinin tuza tolerans seviyesi de türden türe hatta farklı çeşitlere göre de değişiklik gösterebilir (Kireççi ve Yürekli, 2019; Khan ve ark., 2019; Köseoğlu ve Doğru, 2021). Tuza tolerans stratejisinde ise bitkiler su kaybını sınırlamak ve yapraklara patojen girişini önlemek için öncelikle stomaları kapatmakta (Bharath ve ark., 2021), fotoprotektif etkiler geliştirerek sekonder metabolit ve fitohormon üretimi sayesinde tuz stresinin etkilerini tolere etmeye çalışmaktadırlar (Kireççi ve Yürekli, 2019). Ayrıca iyon alımı ve taşınması, uyumlu çözünenlerin ve ozmo-koruyucuların biyosentezi, antioksidan enzim aktivasyonu, antioksidan ve poliamin sentezi, nitrik oksit (NO) üretimi de tuz stresine toleransta bitki tarafından geliştirilen mekanizmalardandır (Khan ve ark., 2019).

Bitkiler şiddetli stres koşulları altında büyüme ve gelişmenin modülasyonu için özellikle endojen düzenleyicilere güvenirlir. Bitki hormonları tuzluluk stresi de dahil olmak üzere çeşitli streslere karşı tolerans veya duyarlılığı düzenlemede rol oynayan temel endojen moleküller olarak kabul edilmiştir (Ryu ve ark., 2015). Bitkiler aynı zamanda organik asit

metabolizmalarında yaptıkları düzenlemelerle de tuz stresine karşı tolerans gösterebilirler. Organik asit seviyesindeki artış, katyonlara karşı iyon görevi görerek strese karşı tolerans seviyesini artırabilir, bitki hücrelerinde klor birikimini önler, pH'ın düzenlenmesini ve osmotik dengenin korunmasını sağlar (Çimrin ve ark., 2020).

Tuzlulukla ilgili yürütülen çalışmalarda bitkilerin, tuzu bünyeye almama, tuzun seyreltilmesi, tuz eliminasyonu, bitki dokularında su tutma, tuzun yeniden dağılımı şeklinde geliştirdikleri savunma mekanizmaları ile de tuz stresine karşı tolerans sağladıkları görülmüştür. Ayrıca seçici olarak iyonların biriktirilmesi veya atılması, kökten iyon alımının ve sürgüne iletiminin kontrolü, tüm bitkide ve hücrelerde iyonların vakuollerde biriktirilmesi ile osmotik düzenleyicilerin sentezi gibi dolaylı savunma mekanizmalarının varlığı da tespit edilmiştir (Çulha ve Çakırlar, 2011).

Yapılan çalışmalarda, bitkilerin strese karşı geliştirdikleri tepkilerin bitkinin gelecekte karşılaşacağı stres koşullarına daha dayanıklı hale getiren bir hafıza oluşturduğu ve bitkinin tekrar eden stres etkilerini ayarlamasına yardımcı olduğu görülmüştür (Sharma ve ark., 2022).

## **TUZ STRESİNİN ETKİSİNİ AZALTMAK AMACIYLA KULLANILAN YÖNTEMLER**

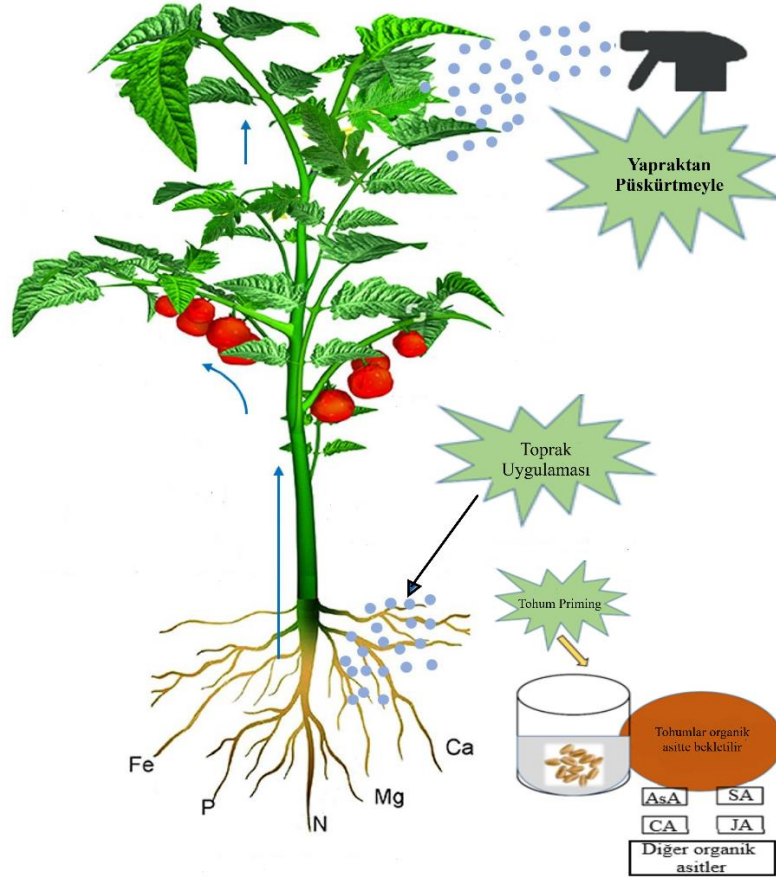
Bitkide tuza tolerans, genetik ve fizyolojik olarak çeşitlilik gösterdiğinden tuza dayanım ile ilgili yapılan çalışmalarda sınırlı bir başarı elde edildiği görülmektedir. Ancak bu alanda özellikle bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanılması ile tuzluluğun neden olduğu verim kayıplarının en aza indiği ve kalite ile verimi artırmada önemli bir alternatif olduğu da bildirilmektedir (Qiu ve ark., 2014; Pirasteh-Anosheh ve ark., 2017; Quamruzzaman ve ark., 2021; Arslan ve ark., 2022).

Bitkide tuz stresinin yönetimi amacıyla öncelikli olarak tuza dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi önemlidir. Geleneksel bitki yetiştirme yöntemleriyle tuza toleransı artırma girişimleri zaman alacağından biyomühendislik ve biyoteknolojik yöntemlerden yararlanılmaktadır (Javid ve ark., 2011). Ayrıca su ve besin elementi yönetimi, mikorizal funguslar ve bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin (Plant Growth-Promoting Bacteria, PGPB) kullanımı ve ekim öncesi tohum ön uygulamaları (priming) diğer temel yöntemlerdir (Jha ve ark., 2019; Nadeem ve ark., 2019; Sabagh ve ark., 2020). Bunların yanı sıra dışarıdan alınımı azalan K ve Ca gibi bitki besin maddelerinin yapraktan veya topraktan uygulanması, prolin ve melatonin gibi bazı maddelerin dışsal uygulanmasının da bitkinin tuza dayanımını artırdığı bildirilmiştir (Altunlu, 2020). Bunların dışında nitrik oksit (NO), silikon ve paclobutrazol gibi maddelerin yanı sıra askorbik asit ve salisilik asit gibi organik asitler de tuz stresi koşullarında bitkiye dışarıdan uygulanmaktadır (Nasırcılar ve ark., 2019).

## **DIŞSAL ORGANİK ASİT KULLANIMI**

Bitki büyümesini, çiçeklenmesini ve meyve tutumunu iyileştirmek için doğal ve güvenli maddelerin kullanılması günümüzde daha fazla önem kazanmıştır. Bu açıdan birçok bitki türünün büyüme, verim ve verim kalitesi üzerinde sinerjik etkilere sahip olabilen organik asitler ile yapılan çalışmalar artmıştır. Bu bileşiklerin fotosentez ve solunum süreçleri sırasında üretilen serbest radikalleri veya aktif oksijeni (singlet oksijen, süperoksit anyon, hidrojen peroksit, hidroksil radikalleri ve ozon) yakalamada yararlı etkileri olduğu bilinmektedir (Abd Elhamid ve ark., 2014). Çeşitli abiyotik stres faktörlerinin olumsuz etkilerini iyileştirmede dışsal olarak uygulanan organik asitler tohumlara, bitkilere yapraktan ya da topraktan uygulanmaktadır (Şekil 3). Dışsal olarak yapılan bu uygulamalar bitkinin stres faktörüne karşı tolerans geliştirmesini sağlayarak oluşan verim kayıplarının önlenmesi açısından önemlidir (Büyük ve ark., 2012; Nasırcılar ve ark., 2019).





Şekil 3. Dışsal organik asit uygulama yöntemleri (Rhaman ve ark., 2020 ve Ahmed ve ark., 2021 'den değiştirerek)

### ASKORBİK ASİT

Yüksek bitkilerin sitozolünde sentezlenen, suda çözünen, ROS'un zararlı etkilerini azaltan, bitki büyüme ve gelişimini etkileyen aynı zamanda antioksidan özellik gösteren önemli bileşiklerden biri askorbik asittir (AsA) (Toksoy ve Doğru, 2021). Bitkilerde yüksek endojen AsA, bitki metabolizmasının diğer süreçlerini düzenlemeye ek olarak oksidatif strese karşı koymak için gereklidir. Endojen AsA, AsA'nın köklendirme ortamı yoluyla, yaprak spreyi veya tohum hazırlama sürecinde eksojen uygulamasıyla artırılabilir (Abd Elhamid ve ark., 2014). Yapılan birçok çalışma AsA'nın bitki stres toleransında önemli rol oynadığını destekler niteliktedir (Khan ve Ashraf, 2008; Ahmad ve Umar, 2011; Saeidi-Sar ve ark., 2013; Akram ve ark., 2017; Mohammed Ibrahim Elsiddig ve ark., 2022). AsA ve silisyumun birlikte uygulandığı bir çalışmada tuz stresi altındaki kanola bitkisinin gelişimine olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir (Bybordi, 2012). Tuz stresi altındaki baklada yapılan başka bir çalışmada AsA uygulamasının  $Na^+$  alımını engellediği, tuz stresi altındaki bitkilerin sürgünlerinde P, K, Ca ve Mg içeriklerinin birikmesini hızlandırdığı ve tohumlarındaki toplam karbonhidratı, toplam protein yüzdesini ve çözünen konsantrasyonlarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Sadak ve ark., 2010). Tuzlu koşullar altında yetiştirilen *Indica* pirincinin embriyojenik kalluslarında eksojen AsA'nın etkisinin incelendiği bir çalışmada 0,5 ve 1 mM AsA uygulamasının tuzluluğun etkilerini hafiflettiği, peroksidaz, katalaz, süperoksit dismutaz aktiviteleri ve prolin içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Sonuçlara göre özellikle 0,5 mM AsA uygulamasının NaCl stresinde kallus toleransını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Alhasnawi ve ark., 2016). Bezelye

ile yapılan bir çalışmada tuz stresinin, bitkilerde büyümenin, fotosentetik aktivitenin ve verim özelliklerinin baskılanmasına neden olduğu, buna karşılık yapraktan püskürtme yoluyla yapılan AsA uygulamasının bu baskılayıcı etkileri önemli ölçüde hafiflettiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca yapraktan uygulanan AsA, toplam klorofil içeriği ile karatenoid miktarında önemli bir artışa sebep olurken, bitki başına bakla sayısının ve tohum ağırlığının da arttığı araştırmacılar tarafından gözlemlenmiştir (Kanwal ve ark., 2024).

### SALİSİLİK ASİT

Salisilik asit (SA), bitkilerde stresle baş etmede, olumsuz koşullar altında hücre metabolizmasında değişiklik yapılarak savunma mekanizmalarını harekete geçirmede görevli moleküllerden biridir ve özellikle patojen saldırılarına yanıt vermede etkili olan bir bitki büyüme düzenleyicisidir. Fenolik bir bileşik olan ve aynı zamanda bitki hormonu olarak da bilinen SA, stres koşullarında bir sinyal molekülü görevi görerek bitkinin tepkisini düzenleyip hayatta kalmasını sağlar ve çevresel stresleri sürdürülebilir şekilde azaltmak için güçlü bir araçtır. Dışarıdan uygulanan SA'nın abiyotik stres faktörlerine karşı bitki direncini artırdığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Nasırcılar ve ark., 2019; Arif ve ark., 2020). SA'nın eksojen olarak uygulanmasının tuzluluğun zararlı etkilerini hafiflettiği yapılan bazı çalışmalarla bildirilmiştir (Noreen ve ark., 2016; Pirasteh-Anosheh ve ark., 2017; Yu ve ark., 2020). Sorgum bitkilerinin tuzluluğa tepkilerini ve uygulanan farklı SA konsantrasyonlarının bu bitkinin tuz stresine karşı toleransını geliştirmedeki rolünün araştırıldığı bir çalışmada yapraktan SA uygulaması yapılmış ve tuzluluğun fotosentetik aktivite üzerindeki olumsuz etkisini azalttığı belirtilmiştir. SA'nın tuzlu koşullar altında eksojen uygulamasının stoma iletkenliğini düzenleyerek fotosentetik kapasiteyi iyileştirdiği, performansı ve fotosentetik pigment içeriğini koruduğu ve zenginleştirdiği de çalışma sonuçlarında aktarılmıştır (Rajabi Dehnavi ve ark., 2022). Eksojen SA'nın hemen hemen tüm organik uçucu bileşiklerin miktarını artırdığı ve uçucu metabolitleri modüle ederek tuz stresinin neden olduğu fotosentez bozulmasını hafiflettiği ve sonuç olarak iletkenliği ve fotosentezi artırdığı bildirilmiştir (Batista ve ark., 2019). Ispanak ve soya fasulyesi çeşitlerinde SA'nın tuz stresine karşı koruyucu rolünün araştırıldığı başka bir çalışmada, SA'nın eksojen uygulanmasının tuz stresi altında çeşitlerin büyümesini ve biyokütlesini iyileştirdiği, ROS üretimi ile artan prolin ve protein içeriğini kontrol ettiği tespit edilmiştir (Nigam ve ark., 2022). Yazlık kabak ile yapılan bir çalışmada farklı yöntemlerle ve farklı dozlarda SA uygulaması yapılarak verim üzerine etkisi araştırılmıştır. 0; 0,5; 1 mM SA içeren suda 24 saat bekletildikten sonra, ilk ağırlığına ulaşana kadar kurutulan yazlık kabak tohumları tarlaya ekilmiştir. Yapraktan, aynı SA dozları iki farklı dönemde (çiçeklenme başlangıcı ve büyüme dönemi ortasında) uygulanmıştır. Yazlık kabak tohumları 0,5 mM SA içeren suda bekletildiği ve yapraktan 0,5 mM SA uygulandığı durumda verimin olumlu yönde artış gösterdiği tespit edilmiştir (Özdüven, 2016). Tatlı mısır ile yapılan başka bir çalışmada tarım yapılan tuzlu topraklarda maksimum çimlenme oranı ve optimum fide gelişimi için ekim öncesi tohumlara 1 mM SA uygulamasının faydalı olacağı ve tuz stresinin olumsuz etkilerini giderebileceği belirlenmiştir (Öztürk ve ark., 2021). Szepesi (2006), domateste SA ön uygulaması sonrası tuz stresi altında yapraklarda glukoz, fruktoz ve prolin gibi ozmolitlerin artarak bitki büyüme ve gelişmesini artırdığı ve yine domates fidelerinde SA uygulaması sonrasında kök ve gövdede sodyum iyonu birikiminin azalmasıyla birlikte toksik etkinin de azaldığı bildirilmiştir (He ve Zhu, 2008). Bastam ve ark. (2013), tuz stresi altındaki Antep fıstığı fidelerine farklı dozlarda SA uygulaması yapmış ve kontrole kıyasla yaprak klorofil içeriğinin, nispi su içeriğinin ve fotosentetik kapasitenin arttığını gözlemlemişlerdir. Tuzluluğa hassas olduğu bilinen kiraz anaçlarıyla yapılan bir çalışmada 100 mM NaCl çözeltisiyle sulama yapılarak ardından yapraklara 1,0 mM SA püskürtülmüştür. Tuzlu su ile

sulamanın yapıldığı uygulama sonrası kiraz anaçlarında fotosentez hızının büyük ölçüde azaldığı, SA uygulamasının ise tuz stresi grubunda bu oranın artmasını sağladığı görülmüştür (Xu ve ark., 2024). Tuz stresinin etkilerini düzenlemede SA etkisini araştırmak amacıyla iki farklı domates çeşidinde yapılan bir çalışmada iki seviyede SA (0 ve 1 mM) ve tuzluluk seviyeleri (0, 35 ve 70 mM NaCl) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda her iki domates çeşidinde de tuzluluk seviyelerindeki artışın vejetatif indekslerde azalmaya neden olduğu, buna karşılık SA uygulanması durumunda aynı indekslerin arttığı ortaya konmuştur (Panahandeh, 2024).

### **SİTRİK ASİT**

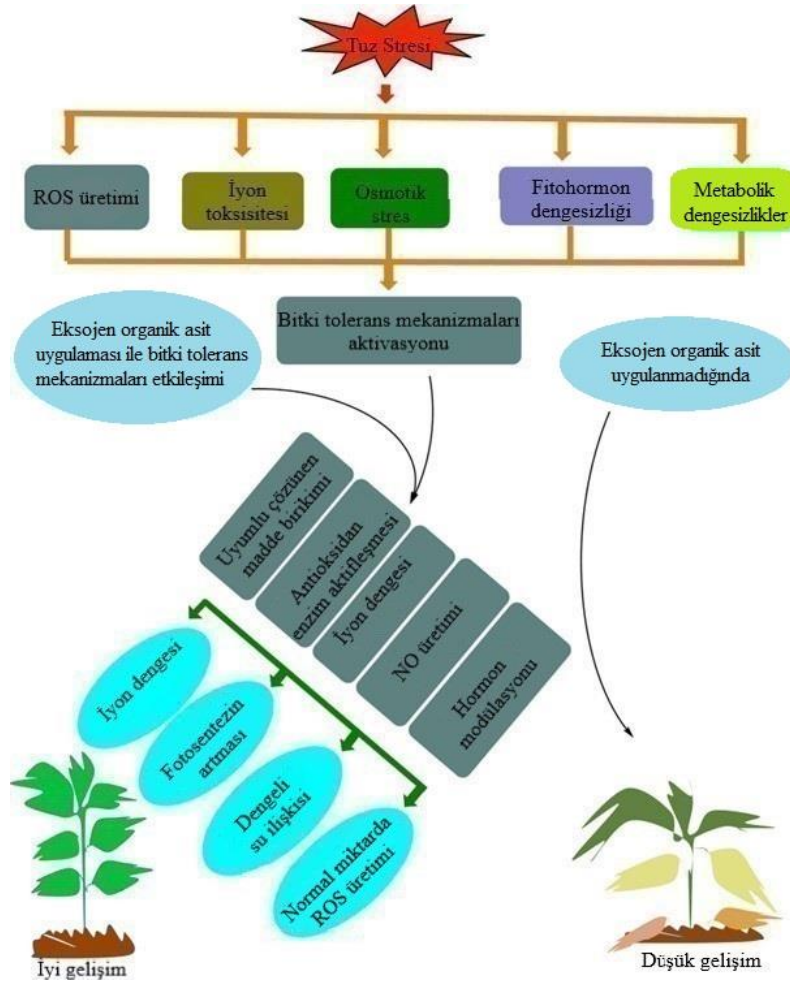
Sitrik asit (CA), oksidatif fosforilasyon yoluyla hücrel enerji üreten krebs döngüsündeki ara organik asitler arasındadır (Abd Elhamid ve ark., 2014). Eksojen CA uygulaması, çeşitli abiyotik stres koşulları altında bitkilerde büyüme ve gelişmenin ve verimin artmasını sağlar. İyileştirilmiş fizyolojik sonuçlar, daha yüksek fotosentetik hızlar, azaltılmış reaktif oksijen türleri ve daha iyi osmoregülasyon CA uygulamasının sonuçlarıdır. Ayrıca antioksidan savunma sistemlerini indükler, artan klorofil içeriğini destekler ve stres altında bitki büyüme kısıtlamalarını sınırlamak için metabolizmayı destekler (Tahjib-Ul-Arif ve ark., 2021). Tuz stresi koşullarında papaya tohumları ile yapılan bir çalışmada, CA ile priming uygulaması yapılan tohumlar ve daha iyi çimlenme göstermiştir (Zanotti ve ark., 2013). Ayrıca El-Hawary ve Nashed (2019), Askorbik asit veya salisilik asit ile kombinasyon halinde CA'nın yaprağa uygulanmasının, tuz stresi koşulları altında mısırın büyümesini ve üretkenliğini artırdığını bildirmiştir. Tuzluluk ve askobin (askorbik asit + sitrik asit karışımı) etkisini araştırmak için mısır bitkisi ile sera ortamında bir saksı deneyi yapılmıştır. Farklı oranlarda tuzlu sulama suyu kullanılmış ve ekimden 30 ve 45 gün sonra askobin 200, 400 ve 600 mg/L oranında iki kez püskürtülmüştür. Sonuçlara göre bitkide N, P, K, Mg ve Ca miktarında artış görülmüştür. Bu artış, askobinin kök büyümesi üzerindeki olumlu etkisine, dolayısıyla farklı besinlerin emilimini artırmasına ve tuzluluğun zararlı etkilerini hafifletmesine bağlayan araştırmacılar, askorbik asit ve sitrik asitin birlikte kullanımının, bitki tuzluluk stres direncini geliştirmek için potansiyel bir büyüme düzenleyicisi olduğunu ileri sürmüşlerdir (Abd Elhamid ve ark., 2014). İki farklı tuz stresi seviyesi (0 mM ve 60 mM NaCl) altında yapraktan uygulanan 0, 100, 200 ve 300 ppm'lik dört CA konsantrasyonunun uygulandığı tek çeşit patlıcan ile yapılan bir çalışmada tuz stresinin, bitki büyümesini ve verim özelliklerini, pigmentleri ve bitkilerdeki bazı metabolitleri azalttığı görülmüştür. Buna karşın, 300 ppm CA konsantrasyonu uygulandığında sürgün ve kök taze biyokütlesinin ve kuru biyokütlesinin arttığı, 200 ppm CA uygulamasında ise meyve sayısının ve meyve çapının yaklaşık %50 oranında arttığı gözlenmiştir (Ali ve ark., 2024).

### **JASMONİK ASİT**

Jasmonatlar, bitkilerde biyotik ve abiyotik stres şartlarında; mikrobik, fungal, fiziksel uyaranlara karşı üretilen antimikrobiyal ve antifungal etkili bileşiklerin üretimini indükleyen uyarıcı veya sinyal ajanı olarak kabul edilmektedir. Bunlardan Jasmonik asit (JA), stres tepkilerini, bitki büyümesini ve gelişimini düzenlemede önemli bir rol oynayan endojen düzenleyicidir (Qiu ve ark., 2014). Ayrıca JA'lar stoma açılmasını indükleyebilir, Rubisco biyosentezini inhibe edebilir, nitrojen ve fosfor alımı ile glikoz gibi organik maddelerin taşınmasını etkileyebilir. Özellikle, bir sinyal molekülü olarak JA'lar, bir dizi gen ekspresyonunu indükleyerek çevresel streslere karşı tepkilere etkili bir şekilde aracılık edebilir (Ruan ve ark., 2019). Eksojen JA ile azaltılan tuz stresinin fizyolojik mekanizmalarını araştırmak için buğday fideleriyle yapılan bir çalışmada, 3 gün boyunca yapraktan 2 mM JA

uygulaması yapılmış ve ardından 150 mM NaCl'ye tabi tutulmuştur. Sonuç olarak, JA'nın, tuz stresinin neden olduğu aşırı reaktif oksijen türlerini inaktive etmek için antioksidan enzimlerin aktivitelerini ve antioksidan bileşiklerin konsantrasyonunu artırarak, tuz stresi hasarından buğday fidelerini etkili bir şekilde koruyabileceğini ve tuzdan etkilenen topraklarda buğday ekimi için pratik bir sonuç sunduğunu ortaya koymuştur (Qiu ve ark., 2014). Ayrıca Sheteawi (2007), tuz stresi altında soya fasulyesi üzerinde jasmonik asit ile muamelenin NaCl'nin zararlı etkisini azalttığını ve en yüksek verimi verdiğini bildirmiştir. Tuza duyarlı ve tuza dayanıklı iki farklı pirinç ile yapılan bir çalışmada NaCl uygulaması yapıldıktan sonra yapılan JA uygulamasında özellikle tuza duyarlı çeşitte Na alımı azalırken, Ca ve Mg düzeylerinde artış ve K değerinde hafif bir artış olmuştur. Yaprak su potansiyeli, yaprak fotosentetik hızı ve fotosistem II'nin (PSII) maksimum kuantum verimi de artmıştır (Kang ve ark., 2005). Sheteiwy ve ark. (2021), tuz stresi altındaki soya fasulyesi ile çalışma yapmışlar ve JA ile tohum priming uygulama, yapraktan uygulama ve bunların kombinasyonu sonuçları incelendiğinde su potansiyelinin, ozmotik potansiyelin, su kullanım etkinliğinin ve nispi su içeriğinin önemli ölçüde iyileştiğini gözlemlemişlerdir. SA ve JA'nın kombine olarak yaprak uygulamasının marul bitkisindeki tuz stresi etkilerini azaltıp azaltmadığını değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada uygulanan tuz stresiyile birlikte sürgün ve kök taze ağırlıklarının azaldığı görülmüştür. Kombine uygulama (SA + JA), yapraklardaki toplam çözünür şeker içeriğini %74,23 oranında artırmıştır. Sonuç olarak SA ve JA'nın dışarıdan uygulanmasının marul bitkilerinde tuz stresine karşı toleransı artırdığı araştırmacılar tarafından aktarılmıştır (Neto ve ark., 2024).

Tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik yapılan organik asit uygulamaları sonucunda genel olarak bitkinin büyüme ve gelişmesinin düzenli olduğu, bitkide iyon dengesinin gözlendiği, fotosentez oranının iyileştiği, su dengesinin kurulduğu ve bitkide normal miktarda ROS üretildiği söylenebilir (Şekil 4.). Bu sayede bitkinin iyi gelişim göstermesi sağlanabilmektedir. Bu durum bitki çeşidine, stres seviyesine ve stres etkisini iyileştirmede kullanılan organik aside göre değişiklik gösterebilir.



Şekil 4. Tuzluluk stresi altında bitki tolerans mekanizmaları ile dışsal organik asit kullanımının şematik gösterimi (Khan ve ark., 2019'dan değiştirerek)

## SONUÇ

Toprak tuzluluğu özellikle tarımsal açıdan dünya çapında önemli bir sorundur. Küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle beraber bu durumun giderek arttığı bilinmektedir. Tuz stresinin olumsuz etkilerini hafifletmek amacıyla bitkiler çeşitli adaptasyon mekanizmaları geliştirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda bu mekanizmalar üzerinden bitkiler desteklenerek tuzluluğa karşı daha uzun süre canlı kalmalarını sağlamak amaçlanmaktadır. Artan dünya nüfusu ile birlikte ortaya çıkan besin ihtiyacını karşılamak tuz stresi altında yaşayabilen çeşitleri belirlemek, dayanıklı anaçları çoğaltmak ve bitkilerdeki strese dayanma mekanizmalarını geliştirmekle olabilmektedir. Bu doğrultuda uygulanabilecek alternatif yöntemlerden biri olan dışsal organik asit kullanımı, bitki ve organik asitin çeşidine göre değişiklik göstermekle birlikte bazı durumlarda birden fazla organik asitin çapraz etkisinin de daha olumlu sonuçlar ortaya çıkarabildiği bilinmektedir. Sonuç olarak farklı bitki çeşitlerinde farklı organik asitlerle daha ayrıntılı yapılacak çalışmalar hem ülkemiz hem de dünya adına tuz stresi altındaki toprakların ıslah edilmesi ve ürün eldesi açısından faydalı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abd Elhamid, E. M., Sadak, M. S., & Tawfik M. M. (2014). Alleviation of adverse effects of salt stress in wheat cultivars by foliar treatment with antioxidant 2—changes in some biochemical aspects, lipid peroxidation, antioxidant enzymes and amino acid contents. *Agricultural Sciences*, 5(13), 1269.
- Ahmad, P. & Umar, S. (2011). *Oxidative stress: role of antioxidants in plants*. Studium Press, New Delhi.
- Ahmed, R., Yusoff Abd Samad, M., Uddin, M. K., Quddus, M. A. & Hossain M. M. (2021). Recent trends in the foliar spraying of zinc nutrient and zinc oxide nanoparticles in tomato production. *Agronomy*, 11(10), 2074.
- Akram, N.A., Shafiq, F. & Ashraf, M., (2017). Ascorbic acid-a potential oxidant scavenger and its role in plant development and abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science* 8:613.
- Alhasnawi, A. N., Che Radziah, C. M. Z., Kadhimi, A. A., Isahak, A., Mohamad, A. & Yusoff W. M. W. (2016). Enhancement of antioxidant enzyme activities in rice callus by ascorbic acid under salinity stress. *Biologia Plantarum*, 60(4), 783-787.
- Ali, N., Rafiq, R., Wijaya, L., Ahmad, A., & Kaushik, P. (2024). Exogenous citric acid improves growth and yield by concerted modulation of antioxidant defense system in brinjal (*Solanum melongena* L.) under salt-stress. *Journal of King Saud University-Science*, 36(1), 103012.
- Altunlu, H. (2020). Tuz stresi altındaki biberde (*Capsicum annum* L.) Mikoriza ve Rizobakteri uygulamasının bitki gelişimi ve bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(4), 501-510.
- Arif, Y., Sami, F., Siddiqui, H., Bajguz, A. & Hayat, S. (2020). Salicylic acid in relation to other phytohormones in plant: A study towards physiology and signal transduction under challenging environment. *Environmental and Experimental Botany*, 175, 104040.
- Arslan, Y., Köklü, Ş. & Yakupoğlu, G. (2022). Karnabahar ve brokoli fidelerine yapılan melatonin uygulamalarının tuz stresi üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(2), 181-192.
- Bastam, N., Baninasab, B. & Ghobadi, C. (2013). Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. *Plant Growth Regulation*, 69(3), 275-284.
- Batista, V.C.V., Pereira, I.M.C., Paula-Marinho, S.O., Canuto, K.M., Pereira, R.C.A., Rodrigues, T.H.S., Daloso, D.M., Gomes-Filho, E. & Carvalho, H.H. (2019). Salicylic acid modulates primary and volatile metabolites to alleviate salt stress-induced photosynthesis impairment on medicinal plant *Egletes viscosa*. *Environmental and Experimental Botany*, 167, 103870.
- Bharath, P., Gahir, S. & Raghavendra, A. S. (2021). Abscisic acid-induced stomatal closure: An important component of plant defense against abiotic and biotic stress. *Frontiers in Plant Science*, 12, 615114.
- Büyük, İ., Soydam, Aydın, S. & Aras, S. (2012). Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, 69 (2).
- Bybordi, A. (2012). Effect of ascorbic acid and silicium on photosynthesis, antioxidant enzyme activity, and fatty acid contents in canola exposure to salt stress. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(10), 1610-1620.

- Cavusoglu, A. (2023). Salinity stress as an abiotic factor at germination stage on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Current Trends in Natural Sciences*, 12(23), 17-27. doi: 10.47068/ctns.2023.v12i23.002
- Ceritoğlu, M., Erman, M., Çığ, F., Şahin, S. & Acar, A. (2021). Bitki gelişimi ve stres toleransının geliştirilmesi üzerine sürdürülebilir bir strateji: Priming tekniği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 374-389.
- Çetinkaya, H. & Seçkin Dinler, B. (2021). Bitkilerde hücre duvarı mekanizmasında strese bağlı meydana gelen savunma cevapları. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 174-188.
- Çimrin, K. M., Başak, H. & Turan, M. (2020). Farklı dozlarda tuz ve mikoriza uygulamalarının biberde hormon, antioksidan, fenolik ve organik asit içeriklerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3), 488-498.
- Çulha, Ş. & Çakırlar, H. (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(2), 11-34.
- Doğru, A. & Canavar, S. (2020). Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal bileşenleri. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 8(1), 155-174.
- Ekinci, M., Örs, S., Turan, M. & Yıldırım, E. (2018). Nitrik oksit uygulamalarının bitkilerde abiyotik stres şartlarına toleransı artırmadaki etkileri. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 28(2), 254-265.
- Ekmekçi, E., Apan, M. & Kara, T. (2005). Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(3), 118-125.
- El-Hawary, M. & Nashed, M.E. (2019). Effect of foliar application by some antioxidants on growth and productivity of maize under saline soil conditions. *J. Plant Prod.* 10, 93–99.
- Elmas, S. (2021). *Salvia officinalis* (Tıbbi Adaçayı) bitkisinin bazı abiyotik stres faktörlerine yanıtları. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 943-959.
- El Moukhtari, A., Cabassa-Hourton, C., Farissi, M. & Savouré, A. (2020). How does proline treatment promote salt stress tolerance during crop plant development?. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1127.
- Gong, Z., Xiong, L., Shi, H., Yang, S., Herrera-Estrella, L. R., Xu, G. & Zhu, J. K. (2020). Plant abiotic stress response and nutrient use efficiency. *Science China Life Sciences*, 63(5), 635-674.
- He, Y. & Zhu, Z. J. (2008). Exogenous salicylic acid alleviates NaCl toxicity and increases antioxidative enzyme activity in *Lycopersicon esculentum*. *Biologia Plantarum*, 52(4), 792.
- Hussain, S., Shaukat, M., Ashraf, M., Zhu, C., Jin, Q. & Zhang, J. (2019). Salinity stress in arid and semi-arid climates: Effects and management in field crops. *Climate Change and Agriculture*, pp. 1–26.
- Jalil, S. U. & Ansari, M. I. (2019). Role of phytohormones in recuperating salt stress. In *Salt Stress, Microbes, and Plant Interactions: Mechanisms and Molecular Approaches: Volume 2*, 91-104.
- Javid, M. G., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Modarres Sanavy, S. A. M. & Allahdadi, I. (2011). The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. *Australian Journal of Crop Science*, 5(6), 726–734.
- Jayakannan, M., Bose, J., Babourina, O., Rengel, Z. & Shabala, S. (2013). Salicylic acid improves salinity tolerance in *Arabidopsis* by restoring membrane potential and preventing salt-induced K<sup>+</sup> loss via a GORK channel. *J. Exp. Bot.* 64, 2255–2268.

- Jha, U.C., Bohra, A., Jha, R. & Parida, S.K. (2019). Salinity stress response and 'omics' approaches for improving salinity stress tolerance in major grain legumes. *Plant Cell Reports*, 38: 255-277.
- Kadan, H. Y. & Üzal, Ö. (2020). Tuz stresi ve geri kazanım sürecinde biberin (*Capsicum annuum* L.) bitki gelişimi ve iyon alımındaki değişimler. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(3), 1476-1485.
- Kang, D. J., Seo, Y. J., Lee, J. D., Ishii, R., Kim, K. U., Shin, D. H., Parkı, S.K., Jang, G.B. & Lee, I. J. (2005). Jasmonic acid differentially affects growth, ion uptake and abscisic acid concentration in salt-tolerant and salt-sensitive rice cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191(4), 273-282.
- Kanwal, R., Maqsood, M.F., Shahbaz, M., Naz, N., Zulfiqar, U., Ali, M.F., Alsakkaf, W.A. (2024). Exogenous ascorbic acid as a potent regulator of antioxidants, osmo-protectants, and lipid peroxidation in pea under salt stress. *BMC Plant Biol* 24(1):247.
- Kasım, R. & Kasım, M.U. (2022). Bitkilerde su stresi, mekanizması ve su stresine dayanımda fitohormonların rolü. *International Black Sea Modern Scientific Research Congress*, ISBN: 978-625-8246-14-8.
- Khan, A. & Ashraf, M. (2008). Exogenously applied ascorbic acid alleviates salt-induced oxidative stress in wheat. *Environmental and Experimental Botany*, 63(1-3), 224-231.
- Khan, A., Khan, A. L., Muneer, S., Kim, Y. H., Al-Rawahi, A. & Al-Harrasi, A. (2019). Silicon and salinity: Crosstalk in crop-mediated stress tolerance mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1429.
- Kireççi, O. A. & Yürekli, F. (2019). Ayçiçeği bitkisi yapraklarında tuz stresi, nitrik oksit ve hormon uygulamalarının antioksidan savunma sistemi üzerine etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(3), 360-369.
- Korkmaz, H. & Durmaz, A. (2017). Bitkilerin abiyotik stres faktörlerine verdiği cevaplar/ Responses of plants to abiotic stress factors. *GÜFBED* (2017) 7(2), 192-207
- Köseoğlu, S. T. & Doğru, A. (2021). Farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin çimlenme dönemindeki etkileri. *Environmental Toxicology and Ecology*, 1(1), 33-42.
- Krasensky, J. & Jonak, C. (2012). Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. *Journal of Experimental Botany*, 63(4), 1593-1608.
- Kumar, A., Singh, S., Gaurav, A. K., Srivastava, S. & Verma, J. P. (2020). Plant growth-promoting bacteria: biological tools for the mitigation of salinity stress in plants. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1216.
- Kuşvuran, Ş. (2011). Bamyada (*Abelmoschus esculentus* L.) da tuz stresine tolerans bakımından genotipsel farklılıklar ve tarama parametrelerinin araştırılması. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(2), 55-70.
- Kuşvuran, A., Kuşvuran, Ş., Nazlı, R. İ. & Tansı, V. (2019). Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.)'nda tuz stresinin morfolojik ve fizyolojik özelliklere etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 233-241.
- Lamers, J., Van der Meer, T. & Testerink, C. (2020). How plants sense and respond to stressful environments. *Plant Physiol.* 182, 1624–1635.
- Liang, W., Ma, X., Wan, P. & Liu, L. (2018). Plant salt tolerance mechanism: A review. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 495(1), 286- 291.
- Mohammed Ibrahim Elsidig, A., Zhou, G., Nimir, N. E. A. & Yousif Adam Ali, A. (2022). Effect of exogenous ascorbic acid on two sorghum varieties under different types of salt stress. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 82(1), 10-20.



- Moradi, P. (2016). Key plant products and common mechanisms utilized by plants in water deficit stress responses. *Botanical Sciences*, 94(4), 1-15.
- Nadeem, M., Li, J., Yahya, M., Wang, M., Ali, A., Cheng, A., Wang, X. & Ma, C. (2019). Grain legumes and fear of salt stress: Focus on mechanisms and management strategies. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(4), 799.
- Nasırcılar, A. G., Ulukapı, K. & Şener, S. (2019). Exogenous salicylic acid applications as an example of molecules effective in abiotic stress tolerance in plants. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(sp3), 5-10.
- Neto, H. D. S. L., Garita, S. A., Bernardo, V. F., Ruscitti, M. F., Arango, M. C., Wahnan, L. K., & de Almeida Guimarães, M. (2024). Salicylic and jasmonic acid attenuate the salt stress effects in lettuce. Preprint: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3774295/v1>
- Noreen, S., Shakeela, N., Ahmad, S., Fehmeeda, B. & Hasanuzzaman, M. (2016). Quantifying some physiological and productivity indices of canola (*Brassica napus* L.) crop under an arid environment. *Not. Bot. Horti Agrobot.* 44, 272–279.
- Nigam, B., Dubey, R. S. & Rathore, D. (2022). Protective role of exogenously supplied salicylic acid and PGPB (*Stenotrophomonas* sp.) on spinach and soybean cultivars grown under salt stress. *Scientia Horticulturae*, 293, 110654.
- Özdüven, F. F. K. (2016). Salisilik asit uygulamalarının farklı sulama seviyelerinde yetiştirilen yazlık kabakta (*Cucurbita pepo* L.) bitki gelişimi ve verime etkileri. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Öztürk, E., Akay, H. & Sezer İ. (2021). Şeker mısırdaki çimlenme ve erken fide gelişimi döneminde tuz stresine karşı salisilik asit ön uygulamasının etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(4), 3213-3221.
- Panahandeh, J., Far, Z., Motallebi-Azar, A., Zare Nahandi, F., & Amani, M. (2024). Investigating the effect of salicylic acid on reduce salinity stress in tomatoes. *Journal Of Horticultural Science*, 37(4), 931-948.
- Parida, A.K. & Das, A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotox. Environ. Safe.* 60: 324-349.
- Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y., Rousta, M. J. & Ashraf, M. (2017). Salicylic acid induced salinity tolerance through manipulation of ion distribution rather than ion accumulation. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36(1), 227-239.
- Qiu, Z., Guo, J., Zhu, A., Zhang, L. & Zhang, M. (2014). Exogenous jasmonic acid can enhance tolerance of wheat seedlings to salt stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 104, 202-208.
- Quamruzzaman, M., Manik, S. M., Shabala, S. & Zhou, M. (2021). Improving performance of salt-grown crops by exogenous application of plant growth regulators. *Biomolecules*, 11(6), 788.
- Rajabi Dehnavi, A., Zahedi, M., Ludwiczak, A. & Piernik, A. (2022). Foliar application of salicylic acid improves salt tolerance of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Plants*, 11(3), 368.
- Rhaman, M. S., Imran, S., Rauf, F., Khatun, M., Baskin, C. C., Murata, Y. & Hasanuzzaman, M. (2020). Seed priming with phytohormones: An effective approach for the mitigation of abiotic stress. *Plants*, 10(1), 37.
- Ruan, J., Zhou, Y., Zhou, M., Yan, J., Khurshid, M., Weng, W., Jianping, C. & Zhang, K. (2019). Jasmonic acid signaling pathway in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(10), 2479.
- Ryu, H. & Cho, Y. G. (2015). Plant hormones in salt stress tolerance. *Journal of Plant Biology*, 58(3), 147-155.

- Sabagh, A.E.L., Hossain, A., Islam, M.S., Iqbal, M.A., Fahad, S., Ratnasekera, D., Azeem, F., Wasaya, A., Sytar, O., Kumar, N., Llanes, A., Erman, M., Ceritoglu, M., Arslan, A., Arslan, D., Hussain, S., Mubeen, M., Ikram, M., Meena, R.S., Gharib, H., Waraich, E., Nasim, W., Liu, L. & Saneoka, H. (2020). Consequences and mitigation strategies of heat stress for sustainability of soybean (*Glycine max* L. Merr.) production under the changing climate. In: A. Hossain (Ed.), *Plant Stress Physiology*, 1st Edn., IntechOpen, London, pp. 1-22.
- Sadak, M. S., Abdelhamid, M. T. & El-Saady, A. K. M. (2010). Physiological responses of faba bean plant to ascorbic acid grown under salinity stress. *Egyptian Journal of Agronomy*, 32(1), 89-106.
- Saeidi-Sar, S., Abbaspour, H., Afshari, H. & Yaghoobi, S.R. (2013). Effects of ascorbic acid and gibberellin A 3 on alleviation of salt stress in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum* 35:667-677.
- Safdar, H., Amin, A., Shafiq, Y., Ali, A. & Yasin, R. (2019). A review: Impact of salinity on plant growth. *Nat. Sci.* 17, 34–40.
- Samet, H., Çikili, Y., & Çavuşoğlu, A. (2023). Combined effects of excess boron and salinity on the growth and ionic imbalance of lavandin (*Lavandula× intermedia*) plant. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 22(4), 91-103.
- Shahid, S. A., Zaman, M. & Heng, L. (2018). “Soil salinity: historical perspectives and a world overview of the problem,” *Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques* (Springer, Cham), 43–53.
- Sharma, M., Kumar, P., Verma, V., Sharma, R., Bhargava, B. & Irfan, M. (2022). Understanding plant stress memory response for abiotic stress resilience: Molecular insights and prospects. *Plant Physiology and Biochemistry*, 179, 10-24.
- Sheteawi, S. A. (2007). Improving growth and yield of salt-stressed soybean by exogenous application of jasmonic acid and ascobin. *International Journal of Agriculture and Biology*. 9:473–478.
- Sheteiwy, M. S., Shao, H., Qi, W., Daly, P., Sharma, A., Shaghaleh, H., Hamoud, Y.A., El-Esawi, M.A., Pan, R., Wan, Q. & Lu, H. (2021). Seed priming and foliar application with jasmonic acid enhance salinity stress tolerance of soybean (*Glycine max* L.) seedlings. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(5), 2027-2041.
- Shulaeva, V., Cortesa, D., Miller, G. & Mittler, R. (2008). Metabolomics for plant stress response, *Physiologia Plantarum*, 132, 199- 208.
- Szepesi, Á. (2006). Salicylic acid improves the acclimation of *Lycopersicon esculentum* Mill. L. to high salinity by approximating its salt stress response to that of the wild species *L. pennellii*. *Acta Biologica Szegediensis*, 50(3-4), 177-177.
- Tahjib-Ul-Arif, M., Zahan, M. I., Karim, M. M., Imran, S., Hunter, C. T., Islam, M. S., Mia, M. A., Hannan, M. A., Rhaman, M. S., Hossain, M. A., Brestic, M., Skalicky, M. & Murata, Y. (2021). Citric acid-mediated abiotic stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(13), 7235.
- Tiryaki, İ. (2018). Bazı tarla bitkilerinin tuz stresine gösterdikleri adaptasyon mekanzımları. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 21(5), 800-808.
- Toksoy, S. & Doğru, A. (2021). Tuz stresi altındaki hıyar bitkilerinde ekzojen askorbik asit uygulamalarının fotosistem II aktivitesi üzerindeki etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(4), 757-765.
- Tounekti, T., Hernández, I. & Munné-Bosch, S. (2013). Salicylic acid biosynthesis and role in modulating terpenoid and flavonoid metabolism in plant responses to abiotic stress. *Salicylic acid*. Springer, 141-162.

- Volkov, V., Beilby & M. J. (2017). Salinity tolerance in plants: Mechanisms and regulation of ion transport. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1795.
- Wang, W., Zhang, F., Sun, L., Yang, L., Yang, Y., Wang, Y., Siddique, K. H. M. & Pang, J. (2022). Alkaline salt inhibits seed germination and seedling growth of canola more than neutral salt. *Front Plant Sci.* 27,13:814755.
- Winterbourn, C. C. (2019). Reactive oxygen species in biological systems. In *Vitamin E: Chemistry and Nutritional Benefits*; Niki, E., Ed.; Royal Society of Chemistry: London, UK, pp. 98–117
- Xu, J., Xu, Y., Wang, Y., Lv, Z., Liu, X., Sun, W., Manzoor, Liu, R., Wang, S., Jiu, S., & Zhang, C. (2024). Exogenous salicylic acid improves photosynthetic and antioxidant capacities and alleviates adverse effects of cherry rootstocks under salt stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 43(5), 1428-1446.
- Yavaş, İ. & İlker, E. (2020). Çevresel stres koşullarına maruz kalan bitkilerde fotosentez ve fitohormon seviyelerindeki değişiklikler. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9(2), 295-311.
- Yıldız, M. & Terzi, H. (2007). Bitkilerin yüksek sıcaklık stresine toleransının hücre canlılığı ve fotosentetik pigmentasyon testleri ile belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1), 47-60.
- Yolcu, M. S., Tunçtürk, R. & Tunçtürk, M. (2021). Yerfıstığı (*Arachis hypogea* L.) çeşitlerinin bazı büyüme ve fizyolojik parametreleri üzerine tuz stresinin etkisi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 31(1), 228-236.
- Yu, S., Wang, W. & Wang, B. (2012). Recent progress of salinity tolerance research in plants, *Russian Journal of Genetics*, 48(5), 497-505.
- Yu, Z., Duan, X., Luo, L., Dai, S., Ding, Z. & Xia, G. (2020). How plant hormones mediate salt stress responses. *Trends Plant Sci.* 25, 1117–1130.
- Zelm, E., Zhang, Y. & Testerink, C. (2020). Salt tolerance mechanisms of plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* 71, 1–24.
- Zanotti, R. F., Lopes, J. C., Motta, L. B., de Freitas, A. R. & Mengarda, L. H. G. (2013). Tolerance induction to saline stress in papaya seeds treated with potassium nitrate and sildenafil citrate. *Semina: Ciências Agrárias*, 1(34), 3669-3673.
- Zhao, C., Zhang, H., Song, C., Zhu, J. K. & Shabala, S. (2020). Mechanisms of plant responses and adaptation to soil salinity. *The innovation*, 1(1), 100017.
- Zhu, J.K. (2007). Plant salt stress. In *Encyclopedia of Life Sciences*. John Wiley & Sons, Ltd.: Chichester, UK.

**KIRIK İYİLEŞME VE İYİLEŞME KOMPLİKASYONLARININ ERKEN  
TANISINDA MEKANİK BASINÇ BANDI ANALİZLERİNİN ÖNEMİ**

**Arş. Gör. Dr. Nahit SAYLAK (ORCID: 0000-0003-2008-5403)**

Dicle University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Diyarbakir-  
Türkiye

**Email:** nsaylak@gmail.com

**Doç. Dr. Öğr. Üyesi Berna ERSOZ KANAY (ORCID: 0000-0001-5165-0618)**

Dicle University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Diyarbakir-  
Türkiye

**Email:** bersoz@dicle.edu.tr

**Doç. Dr. Öğr. Üyesi Emine ÇATALKAYA (ORCID: 0000-0001-7884-5407)**

Dicle University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Diyarbakir-  
Türkiye

**Email:** eminecatalkaya21@gmail.com

**Prof. Dr. Sadık YAYLA (ORCID: 0000-0001-6734-421X)**

Dicle University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Diyarbakir-  
Türkiye

**Email:** sadikyayla@gmail.com

**ÖZET**

Ortopedi ve travmatoloji alanında kırıkların tedavisi konusunda Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO-Vet) tarafından belirlenen ilkeler 1958 yılından beri gelişmekte ve kırık tedavisinin sadece fiksasyondan ibaret olmadığı, genel olarak kırık yönetiminin de oldukça önemli olduğu bildirilmektedir. Kırık iyileşmesi için uygun bir preoperatif değerlendirme, cerrahi asepsi ve atravmatik kırık redüksiyon tekniklerine uyulması, uygun anestezi seçimi, post-operatif analjezi yönetimi, erken aktif rehabilitasyonun sağlanması, uygun tedavi seçeneği ve doğru implant kullanımı ile kusursuz bir iyileşme mümkün olabilmektedir. Kemik iyileşme komplikasyonlarının ortaya çıkması, mekanik stabilite eksikliğinden kaynaklanan riskleri operasyon sonrası etkili bir takip sistemi yardımıyla belirlemek mümkündür. Böylece gecikmiş kaynama veya kaynamama durumları zamanında tıbbi müdahale (cerrahi, farmakolojik veya biyofiziksel stimülasyon) için erken tespit edilebilir. Kırık iyileşmesi tipik olarak aralıklı alınan radyografilerle izlenir. Radyografiler radyasyona maruz kalma pahasına çekilir ve sertlikteki artışları takiben gecikmiş kırık mineralizasyonu nedeniyle kırık iyileşmesini gecikmeli olarak yansıtır. Kırık iyileşmesinin basınçlı yürüme bantlarıyla izlenebildiğini birçok çalışma ortaya koysa da kemik iyileşme komplikasyonları ve bu komplikasyonları ayırabilme konusunda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Basınçlı yürüme bantlarının non-invaziv olması, tekrarlanabilmesi ve sonuçlarının subjektif olmasından dolayı bu alana yönelimler artmaktadır. Maksimum yer reaksiyon kuvvetlerinin analiz edilmesi, ağırlık taşıyabilme, kallus mineralizasyonunun seyri ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğundan ve dolayısıyla kırık bölgesindeki sertliğin iyileşmesini doğrudan yansıttığından, kırık bölgesindeki iyileşme süreciyle yakın bir ilişki gösterdiği vurgulanmaktadır. Son yıllarda geliştirilen bir basınç algılama sistemi, insanlarda çeşitli ayak patolojilerinin değerlendirilmesi, hayvanlarda ise topallıkların tanımlanması için kullanılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Basınç bandı, Mekanik iyileşme, Kemik iyileşmesi, Yürüme bandı

**THE IMPORTANCE OF MECHANICAL PRESSURE TAPE ANALYSIS IN EARLY  
DIAGNOSIS OF FRACTURE HEALING AND HEALING COMPLICATIONS**

**Abstract**

The principles recorded by Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO-Vet) regarding the treatment of fractures in the field of orthopedics and traumatology have been reported since 1958 that development and fracture treatment is not only about fixation, but also fracture management in general is also very important. A perfect recovery can be possible with an appropriate preoperative evaluation for fracture healing, compliance with surgical asepsis and atraumatic fracture reduction techniques, appropriate anesthesia selection, post-operative analgesia management, early activation, appropriate treatment option and use of the correct implant. It is possible for the emergence of bone healing complications and risks arising from loss of mechanical stability to be determined with effective follow-up system after the operation. Delayed union or nonunion can thus be detected early for timely medical intervention (surgical, pharmacological or biophysical stimulation). Fracture healing is interpreted by storing intermittent radiographs. X-ray exposure is removed when radiographs are taken. Although many studies have emerged in which fracture healing can be monitored with treadmills, there are not enough studies on bone healing and the separation of these complements. Pressurized treadmills continue to grow in this field due to their non-invasiveness, repeatability and subjective results. Analysing the maximum displacement forces, weight-bearing ability, it is emphasized that it is strongly visible with the course of callus mineralization and therefore directly reflects the healing of the fracture in the fractured areas, showing a close relationship with the healing process in the fractured area. A detection system of details in recent years has been used for the evaluation of changes in various foot pathologies and for the distribution of lameness in animals.

**Keywords:** Bone healing, Gait analysis, Mechanical healing, Pressure band, Walking belt

## INTRODUCTION

Development of with technology, long bone fractures are frequently encountered in animals fed both in city life and in rural areas, as a result of traffic accidents, falling from heights, gunshot wounds and different traumas (Arıcan, 2020).

The principles determined by Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO-Vet) regarding the treatment of fractures in the field of orthopedics and traumatology have been developing since 1958, and it has been reported that fracture treatment is not only about fixation, but also fracture management in general is also very important. A perfect recovery is possible with an appropriate preoperative evaluation for fracture healing, compliance with surgical asepsis and atraumatic fracture reduction techniques, appropriate anesthesia selection, post-operative analgesia management, early active rehabilitation, appropriate treatment options and the use of the correct implant (Johnson, 2019; Wingfield and Henik, 1988). Bone fractures undergo a regenerative biological process that results in the bone having the capacity to heal without scar tissue formation and the regeneration of tissue integrity without scarring. Sequential and overlapping stages of regeneration can be distinguished during the healing process. These are the stages of inflammation, repair and remodeling. However, satisfactory fracture healing represents a highly complex process that depends on multiple factors (Mafamane et al., 2017). Although the biological nature of bone healing is well studied, less is known about the mechanisms that play a unique and key role in the success of the healing process. Bone is a mechanosensitive organ and has the ability to respond to mechanical stimuli placed on it. In fact, it is widely accepted that responses to specific mechanical stimuli applied to osteotomy will direct the migration, proliferation, and differentiation of endogenous elaborated progenitors. It is convincingly established that the mechanical forces at the fracture site determine both its healing and whether healing will occur (Glatt et al., 2016).

Since biomechanical studies have shown that the local mechanical environment of the fracture site plays a regulatory role in the fracture healing process, it is known that bone tissue has a good adaptability to mechanical stress (Yu et al., 2013). The strength and callus tissue formed during bone healing result from biomechanical recovery (Watanabe et al., 2009). The nonunion-fracture system is considered one of the most important complexes in long bone fractures. Large-scale and long-term transfers of these data generally involve second expansion processes. as healthcare costs of this type are twice as high as a normal recovery rate (Wittauer et al., 2021a). It is possible to reduce the risks of bone healing complications arising from lack of mechanical stability (hypertrophic nonunion and/or atrophic nonunion due to lack of biological activity) with the help of an effective postoperative follow-up system. Delayed union or nonunion can thus be detected early for timely medical intervention. Accurate monitoring of target areas (enabling early and long-term diagnoses) and appropriate use of dimensions technologies that enable effective monitoring of fracture healing states, including the extremity developing deformity, are critical to minimize patient morbidity and long periods of time (Du et al., 2012; Jeyaraman et al., 2023; Labus et al., 2019).

Very important implant and imaging techniques have been developed in the field of orthopedics and traumatology and developments continue. In particular, the studies carried out by AO-Vet cover a wide range of areas regarding the development, application and research of the results of implants. Examinations that have been used for years to determine the applicability of these implants and follow-up of bone healing; imaging modalities include conventional Radiology (It is a widely used test in the imaging and interpretation of fractures), Computed Tomography (CT), Magnetic Resonance Imaging (MRI), and Ultrasound (USG). However, some of the examinations are expensive and subjective (depending on the clinician's experience) methods in which patients are exposed to significant radiation doses and cannot provide daily clinical

practice follow-up. Additionally, standard imaging methods do not allow accurate predictions regarding early detection of delayed unions or nonunions; It is emphasized that the deficiency in this regard generally develops due to the deficiency of mineralized tissues. (Bhattacharyya et al., 2006; Whelan et al., 2002). Studies support that spatiotemporal gait parameters, kinematics, kinetics and pedography show improvements in gait pattern during the healing process of long bone fractures. Walking speed and asymmetry measurements have a high potential for monitoring fracture healing. Gait analysis appears to be a valuable tool for monitoring the healing process and predicting non-union of lower leg fractures (Warmerdam et al., 2023). Although studies try to create a systematic of fracture healing, they cannot create a certain systematic due to the emergence of many different opinions and results. Therefore, because of new searches for monitoring fracture healing, in recent years there has been a focus on pressurized treadmills. Although many studies have shown that fracture healing can be monitored with pressurized treadmills, there are not enough studies on bone healing complications and differentiating these complications. Since pressurized treadmills are non-invasive, repeatable and the results are subjective, trends in this field are increasing. Analyzing the maximum ground reaction forces, it is emphasized that the improvement of weight bearing shows a close relationship with the healing process at the fracture site, as it is strongly related to the course of callus mineralization and therefore directly reflects the improvement of stiffness at the fracture site (Dupleichs et al., 2018). Analog and digital based systems are used to evaluate the variables occurring in the kinematics of the movement. Kinematic data provides information about musculoskeletal structure, lameness, and evaluation of surgical and medical treatment. Kinetic variables, indicators of distributions of vertical and vertical air temperatures, recording vertical pressure changes, tension on various tissues, ascent rates, transient gait characteristics. Gait analysis is constantly used to directly assist the patient and gain a better understanding by measuring pressure in motion (Agostinho et al., 2012; Gündemir et al., 2020). Various methods of gait analysis are available, including visual analysis, which depends on the skill and understanding of the researcher, and specific analysis, which requires specialized equipment (Agostinho et al., 2012; DeCamp, 1997). Walking paths that measure force, pressure sensors, and force sensors that measure their foundations can be used to use the movements and accelerations that occur during walking. Force platforms measure orthogonal ground reaction forces resulting from positioning of limbs during movement, while pressure-sensitive walkways measure only vertical ground reaction forces (Agostinho et al., 2012; Lascelles et al., 2006). Different pressure measurement devices have been used to perform gait analyzes in animals, and sheep have frequently been used as in vivo experimental models for orthopedic research due to their size, accessibility and ease of use, although dogs in particular may also be a good alternative (Martini et al., 2001). A pressure sensing system developed in recent years has been used to evaluate various foot pathologies in humans (Tuna et al., 2005), it is used to identify lameness in animals (Scott et al., 2022; Seebeck et al., 2005). The pressure sensing gait analysis track consists of a thin and long plastic sensing pad with grid-type sensors that record resistance changes displayed as colored pressure pixels on a computer screen. This system records walking data as a real-time movie image of serial footprints and allows data analysis of each resulting frame (Besancon et al., 2003). In the review published by (Warmerdam et al., 2023) on treadmill pressure analysis; It was emphasized that fracture healing, which is a bone healing complication, is detected earlier than radiological images. Therefore, they emphasized the use of pressure analysis tapes to monitor the healing process and predict the occurrence of lower leg nonunion (Warmerdam et al., 2023).

### **Post-Operative Recovery Evaluations in Orthopedic Operations**

Interpreting fracture healing and evaluating the healing process as well as orthopedic interventions are extremely important in predicting patient outcomes. However, there is no clear consensus among orthopedists on this issue. From a clinical perspective, many authors define the absence of pain on weight bearing and palpation of the fractured area as an indicator of healing. Recommended radiographic distortions for fracture healing include cortical continuity, fracture line visibility, bridging cortex numbers, and orthopedist's general scars. However, radiographic examination of fracture healing remains a challenging field because, although many methods are available for expending attenuation, there is no consensus as to which method most accurately represents union (Bhandari et al., 2002).

Delayed union, nonunion, and malunion, although rare, are associated with morbidity that may be severe enough to require amputation or euthanasia. Efforts in human orthopedics have focused on determining the incidence or prevalence of these disorders and predisposing factors (Marshall et al., 2022). In addition to the evaluation of clinical and radiological treatment results, the effectiveness of the treatment in the functional and biomechanical context is also of great importance (Lee et al., 2017; Manjra et al., 2019; Morasiewicz et al., 2018). Normal walking relies on adequate muscle strength, balance, proprioception, joint mobility and the absence of pain (Morasiewicz et al., 2018). Lee et al. (2017) A meta-analysis study revealed that surgical treatment changes the biomechanics of the musculoskeletal system, which in turn affects gait parameters (Lee et al., 2017). Animal models of bone healing can produce a high degree of variability in outcome measures. The extent of variability is affected by model factors such as model reproducibility, particularly surgical technique, differences in individual animals, and environmental factors (Tufekci et al., 2018). Developing a consistent definition of fracture healing that is both clinically and biologically accurate is a complex and challenging process. An international study of more than 400 orthopedic trauma surgeons found that a wide range of clinical and radiographic criteria are used to define tibial fracture union and that the time required to define nonunion varies from two to twelve months. This lack of consensus among clinicians and researchers hinders the conduct of clinical trials to test therapeutic technologies in fracture repair. Inaccurate or imprecise outcome measurement challenges the ability to accurately determine effective interventions to promote fracture repair (Morshed et al., 2008). Despite advances in treatment strategies and an emphasis on standardizing outcome measures in trauma, the definitions of delayed fracture union and nonunion remain subject to varying interpretations (Bhandari et al., 2002). Corrales et al. They published a 2008 systematic review and found a lack of consensus in the orthopedic literature on the definition of fracture healing based on radiographic and clinical criteria (Corrales et al., 2008). It is difficult to determine at what point the fracture has "healed", from the initial fracture hematoma and inflammatory response to the soft callus, hard callus, and remodeling stages. Determining when a fracture will heal is a mainstay of orthopedic practice and influences patient management decisions, including weight-bearing status, activity level, and the need for implants or a secondary operation. It provides evidence that a standardized definition of nonunion is clearly lacking in clinical research on fracture management. Orthopedic trauma surgeons and specialists in the field utilize a wide variety of nonunion definitions. This demonstrates the need to establish a consensus definition of long bone nonunion (Wittauer et al., 2021b). In this study, pressure band analysis, which is currently used in the field of orthopedics and traumatology in humans, is discussed because bone healing and healing complications can be used more effectively in animals and these complications can be diagnosed earlier, thus providing the opportunity for early intervention.



## **CONCLUSIONS**

New tests are being used in humans for earlier diagnosis of fracture healing complications. While these tests have been tried in humans and promising results have been obtained, they have started to be tested in animals as well, but the disadvantages that limit their routine use are the expensiveness of the materials and the need for more studies on their use. However, its noninvasiveness and reusability make us hopeful for the use of this test. We think that this is an important issue because many problems can be prevented by continuing studies on this subject and early diagnosis of bone healing complications. We believe that finding more practical ways, especially in the use of these materials, can be useful in dealing with complications that occur in the field of veterinary orthopedics and traumatology earlier.

**REFERANCE**

- Agostinho, F.S., Rahal, S.C., Araújo, F.A., Conceição, R.T., Hussni, C.A., El-Warrak, A.O. ve Monteiro, F.O. 2012. "Gait analysis in clinically healthy sheep from three different age groups using a pressure-sensitive walkway", *BMC veterinary research* 8, 1-7.
- Arıcan, M. 2020. "Kedi ve köpek ortopedi ve travmatoloji", Anka Promosyon Matbaa.
- Besancon, M., Conzemius, M.G., Derrick, T. ve Ritter, M. 2003. "Comparison of vertical forces in normal greyhounds between force platform and pressure walkway measurement systems", *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology* 16(03), 153-157.
- between Biology and Biomechanics: The Influence of the Mechanical Environment on Bone Healing", *Front Physiol* 7, 678.
- Bhandari, M., Guyatt, G.H., Swiontkowski, M.F., Tornetta Iii, P., Sprague, S. ve Schemitsch, E.H. 2002. "A lack of consensus in the assessment of fracture healing among orthopaedic surgeons", *Journal of orthopaedic trauma* 16(8), 562-566.
- Bhattacharyya, T., Bouchard, K.A., Phadke, A., Meigs, J.B., Kassarian, A. ve Salamipour, H. 2006. "The accuracy of computed tomography for the diagnosis of tibial nonunion", *JBJS* 88(4), 692-697.
- Corrales, L.A., Morshed, S., Bhandari, M. ve Miclau, T., 3rd. 2008. "Variability in the assessment of fracture-healing in orthopaedic trauma studies", *J Bone Joint Surg Am* 90(9), 1862-1868.
- DeCamp, C.E. 1997. "Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog", *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice* 27(4), 825-840.
- Dempster, D.W., Compston, J.E. et al. 2013. "Standardized nomenclature, symbols, and units for bone histomorphometry: a 2012 update of the report of the ASBMR Histomorphometry Nomenclature Committee", *Journal of bone and mineral research: the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research* 28(1), 2.
- Du, X., Xie, Y., Xian, C.J. ve Chen, L. 2012. "Role of FGFs/FGFRs in skeletal development and bone regeneration", *Journal of cellular physiology* 227(12), 3731-3743.
- Jeyaraman, M., Jayakumar, T., Jeyaraman, N. ve Nallakumarasamy, A. 2023. "Sensor Technology in Fracture Healing", *Indian Journal of Orthopaedics*, 1-7.
- Johnson, K.A. 2019. "The AO VET Courses in Ohio: 50 Years of Teaching Fracture Management in Animals", *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 32(02), v-vi.
- Labus, K.M., Sutherland, C., Notaros, B.M., Ilić, M.M., Chaus, G., Keiser, D. ve Puttlitz, C.M. 2019. "Direct electromagnetic coupling for non-invasive measurements of stability in simulated fracture healing", *Journal of Orthopaedic Research®* 37(5), 1164-1171.
- Lascelles, B.D.X., Roe, S.C., Smith, E., Reynolds, L., Markham, J., Marcellin-Little, D., Bergh, M.S. and Budsberg, S.C. 2006. "Evaluation of a pressure walkway system for measurement of vertical limb forces in clinically normal dogs", *American journal of veterinary research* 67(2), 277-282.
- Lee, S.H., Lee, O.-S., Teo, S.H. ve Lee, Y.S. 2017. "Change in gait after high tibial osteotomy: A systematic review and meta-analysis", *Gait & posture* 57, 57-68.
- Mafamane, H., Hackenbroich, C., Ellinghaus, A. ve Schmidt-Bleek, K. 2017. "Research in fracture healing and its clinical applications in the veterinary practice", *J Vet Sci Ani Husb* 5(3), 303.
- Manjra, M.A., Naude, J., Birkholtz, F., Glatt, V., Tetsworth, K. ve Hohmann, E. 2019. "The relationship between gait and functional outcomes in patients treated with circular external fixation for malunited tibial fractures", *Gait & Posture* 68, 569-574.

- Marshall, W.G., Filliquist, B., Tzimtzimis, E., Fracka, A., Miquel, J., Garcia, J. ve Fontana, M.D. 2022. "Delayed union, non-union and mal-union in 442 dogs", *Vet Surg* 51(7), 1087-1095.
- Martini, L., Fini, M., Giavaresi, G. ve Giardino, R. 2001. "Sheep model in orthopedic research: a literature review", *Comparative medicine* 51(4), 292-299.
- Morasiewicz, P., Konieczny, G., Dejneka, M., Morasiewicz, L., Urbański, W., Kulej, M., Dragan, S.L., Dragan, S.F. ve Pawik, Ł. 2018. "Pedobarographic analysis of body weight distribution on the lower limbs and balance after ankle arthrodesis with Ilizarov fixation and internal fixation", *BioMedical Engineering OnLine* 17(1), 1-9.
- Scott, H., Marti, J. ve Witte, P. (2022) *Feline Orthopaedics*, pp. 13-23, CRC Press.
- Seebeck, P., Thompson, M., Parwani, A., Taylor, W., Schell, H. ve Duda, G. 2005. "Gait evaluation: a tool to monitor bone healing?", *Clinical Biomechanics* 20(9), 883-891.
- Tufekci, P., Tavakoli, A., Dlaska, C., Neumann, M., Shanker, M., Saifzadeh, S., Steck, R., Schuetz, M. ve Epari, D. 2018. "Early mechanical stimulation only permits timely bone healing in sheep", *Journal of Orthopaedic Research®* 36(6), 1790-1796.
- Tuna, H., Birtane, M., Taştekin, N. ve Kokino, S. 2005. "Pedobarography and its relation to radiologic erosion scores in rheumatoid arthritis", *Rheumatology international* 26, 42-47.
- Warmerdam, E., Orth, M., Pohlemann, T. ve Gansse, B. 2023. "Gait Analysis to Monitor Fracture Healing of the Lower Leg", *Bioengineering (Basel)* 10(2).
- Watanabe, Y., Nishizawa, Y., Takenaka, N., Kobayashi, M. ve Matsushita, T. 2009. "Ability and limitation of radiographic assessment of fracture healing in rats", *Clinical Orthopaedics and Related Research®* 467, 1981-1985.
- Whelan, D., Bhandari, M., McKee, M., Guyatt, G., Kreder, H., Stephen, D. ve Schemitsch, E. 2002. "Interobserver and intraobserver variation in the assessment of the healing of tibial fractures after intramedullary fixation", *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume* 84(1), 15-18.
- Wingfield, W. ve Henik, R. 1988 Treatment priorities in cases of multiple trauma, pp. 193-201.
- Wittauer, M., Burch, M.-A., McNally, M., Vandendriessche, T., Clauss, M., Della Rocca, G.J., Giannoudis, P.V., Metsemakers, W.-J. ve Morgenstern, M. 2021a. "Definition of long-bone nonunion: a scoping review of prospective clinical trials to evaluate current practice", *Injury* 52(11), 3200-3205.
- Yu, X., Guo, Y., Kang, Q. ve Luo, C. 2013. "Effects and mechanisms of mechanical stress on secondary fracture healing", *Frontiers in Bioscience-Landmark* 18(4), 1344-1348.

## YÜKSEKTEN DÜŞEN KEDİ TRAVMALARINDA UYGULANAN İLK MÜDAHALEDEKİ FARKLILIKLARININ NEDENLERİ

**Arş. Gör. Dr. Nahit SAYLAK (ORCID:0000-0003-2008-5403)**

Dicle University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Diyarbakir-Türkiye  
Email:nsaylak@gmail.com

**Doç. Dr. Öğr. Üyesi Berna ERSOZ KANAY (ORCID:0000-0001-5165-0618)**

Dicle University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Diyarbakir-Türkiye  
Email:bersoz@dicle.edu.tr

### ÖZET

Pet hayvanlarının sayısında ivmeli bir artışın olmasındaki etkenlerin başında veteriner hekimliğin gelişmesiyle bu canlıların daha uzun yaşaması ve pandemi gibi doğal afetlerden sonra insanların alışkanlıklarındaki değişiklikler gelmektedir. Veteriner hekimlerin en önemli görevleri arasında hayvan refahını korumak ve günlük işlerimiz arasında tüm hayvanların yaşam konforlarını en üst seviyelere çıkarmaktır. Bunun yanı sıra hasta yakınları ve pet hayvanları arasındaki sosyal ilişkilerinin kalitesini arttırarak daha sağlıklı bir iletişim sağlamaları açısından tüm hasta yakınlarına gerekli bilgilerin verilmesidir. Veteriner hekimliğinde hayvanların yaşam konforu ve refahına verilen önem gün geçtikçe artmakta ve özellikle son yıllarda bu konularda önemli gelişmeler sağlanmıştır. Hayvan davranışı, toplumu oluşturan insanlar için oldukça önemli bir konudur. Günümüzde pet hayvanlarının ailenin bir bireyi olarak yetiştirildiği ve farklı hayvan sahipleri tarafından çok farklı bir şekilde yetiştirildiği bilinen bir gerçektir. Özellikle pet hayvanlarının stres veya ağrı durumunda agresifleştikleri ve anormal hareketlere neden olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra kronik ağrının pet hayvanlarında insanlardan saklanma, oyun oynama sürelerinde azalma veya hiç olmaması ve sahiplerine karşı dahi hırçın bir tavır göstermektedirler. Bazı hayvan sahipleri tarafından pet hayvanlarında olan en ufuk değişiklikler tespit edip hemen gerekli müdahaleler yapılırken bazen hayvan yakınları tarafından tespit edilmeyen ya da göz ardı edilen zaman geçtikçe bu sorunların kalıcı davranış bozukluklarına neden olduğu görülmektedir. Özellikle pet hayvanlarında bu durumlar sonucunda aşırı agresif olmaları, saldırgan olmaları veteriner hekimlerin muayene sırasında zorlanmamaları gibi çeşitli problemlerle karşılaşmaktadır. Pet hayvanlarının travma sonrasında hem stres hemde ağrılarının en yüksek olduğu zamanlarda gerekli acil müdahalelerin yeterli seviyede yapılamaması ve böylelikle veteriner hekimlerin travmalı kedilere istedikleri muayene ve tetkikleri yapamadığından çok ciddi hayati problemlerle karşılaşılmasına neden olmaktadır. Hayvan davranışı, toplumu oluşturan insanlar için oldukça önemli bir konudur. Özellikle pet hayvanlarının insanlarla olan bağlarının çok güçlü olduğu bilinmektedir. Günümüzde pet hayvanlarının ailenin bir bireyi olarak yetiştirildiği ve farklı hayvan sahipleri tarafından çok farklı bir şekilde yetiştirildiği bilinen bir gerçektir. Veteriner hekimlerin özellikle kedilerde yüksekten düşme travma sonrasında gerekli acil müdahalelerin yeterli seviyede yapılabilmesi kedinin mizacına bağlı olduğundan dolayı pet yakınlarının kedileri besledikleri yaşam ortamlarının konforunu üst seviyede tutmaları ve farklı davranış gösteren kedilerin kronikleşmemesi için uzman kişilerden hemen yardım alınması ile gelecekteki problemlerin giderilebileceği kanısındayız.

**Anahtar Kelimeler:** Anormal davranışlar, İlk müdahale, Travma, Yüksekten düşen kedi

**REASONS FOR THE DIFFERENCES IN THE FIRST INTERVENTION  
APPLIED HIGH RISE SYNDROME IN CATS TRAUMA**

**ABSTRACT**

An accelerated increase in the movement of pets is due to advances in veterinary medicine, allowing these creatures to live longer, and changes in human reproduction after natural disasters such as pandemics. One of the most important duties of veterinarians is to protect animal welfare and to maximize the living comfort of all animals among our daily work. In addition, the perspective of providing a healthier communication by increasing the limits of social relations between patient relatives and pets is the necessary information for all patient relatives. The importance given to the comfort and welfare of animals in veterinary medicine is increasing day by day, and these important developments have been experienced especially in recent years. Animal production is a very important production of individuals for humans. Nowadays, it is a known fact that pets are raised as a member of the family and are raised in very different ways by different pet owners. Pets are known to become aggressive and cause abnormal movements in cases of stress or pain. In addition, chronic pain is hidden in pets, there is a decrease or absence of playing time, and a combative attitude is shown even towards their owners. While some pet owners detect the most subtle changes in their pets and take the necessary interventions immediately, it is sometimes seen that these changes, which are not detected or ignored by the animal's relatives, cause permanent behavioural disorders. Especially in pets, various problems are encountered because of these events, such as excessive aggression and the fact that the attackers do not have difficulty during the examination of the veterinarian. Failure to provide adequate emergency interventions when pets are at their highest levels of stress and stimulation following trauma, and veterinarians not examining or examining the traumatized areas of pets, causes serious life-threatening problems. Animal production is a very important production of individuals for humans. It is known that especially pets' bonds with humans are very strong. Nowadays, it is a known fact that pets are raised as a member of the family and are raised in very different ways by different pet owners. Since veterinarians' ability to adequately provide the necessary emergency interventions after trauma from height, especially in the provinces, depends on the temperament of the cat, we believe that the problems can be resolved by keeping the comfort of the living environments where pet relatives feed the cats at a high level and by providing immediate help from experts to chronicle cats showing different behaviour.

**Keywords:** Abnormal behaviour, High-rise syndrome, Initial treatment, Trauma

## INTRODUCTION

It is known that there is an accelerated increase in the number of pets that people keep at home. When it comes to pets, the first things that come to mind are cats and dogs. Significant developments have been made in veterinary medicine, and as a result of these developments, the fact that pet animals live for many years has also been effective in the increase in the number of animals kept at home, depending on the time people spend at home during pandemic epidemics such as Covid-19. The importance given by veterinarians to animal welfare has been increasing in recent years, and in parallel with this, there is a prevailing opinion that evaluating cats only in terms of physical health is inadequate in terms of the health care provided to them. Because cats, like humans, are conscious, have emotions, and therefore can suffer. Lack of understanding of cats' normal behavior results in cats' welfare being negatively affected. Low welfare conditions result in the emergence of undesirable behaviors (Silverstein and Hopper, 2014; Turner and Bateson, 2000). Even though cat owners ensure that they meet all the physical needs of their cats, that is, provide good care and feeding conditions, this does not mean that adequate welfare conditions are provided. Low welfare conditions in cats can lead to chronic stress and deteriorate their physical health. The biggest mistake made in cat behavior is anthropomorphism. In other words, since humans have little knowledge about the behavior of species other than themselves, they think and evaluate cat behavior from a human perspective. For this reason, it is necessary to accept that the psychological needs of cats are different from dogs and humans, and to remember that a domestic cat that lives only indoors is close to its ancestor, the African wild cat. Veterinarians' first challenge should be to educate patient owners about normal cat behavior. One of the frequently mentioned issues about cats is that they are small dogs. But cats are neither little dogs nor babies. It is very important to educate veterinarians and veterinary clinic staff and then patient owners about cat behavior, appeal to cats' emotions, and fully meet the social and physical needs of cats. At this stage, an enriched environment will primarily result in increased well-being of the cats and therefore the well-being of all people who come into contact with them (Rodan and Heath, 2015; Wallach, 2004). Stress can be defined as a response of the body's systems to internal or external threats. Physiology, anatomy and behavioral responses are given together when creating a stress response (Wallach, 2004). When the organism encounters a stressor, it reacts with a series of events at both physiological and psychological levels. The effects of stress on general health can be evaluated as physical, mental and social health. Deterioration in any of the physical, mental or social health can affect the cat's condition. An example of this is that anorexia, which is the physical response to stress in cats, causes hepatic lipidosis (Amat et al., 2016). During adverse situations, cats may resort to aggressive behavior. Aggression in cats can be both active (overt) and passive (covert). Veterinarians and veterinary technicians can see active aggression behaviors such as physical fighting, biting and scratching in negative situations for cats. But they may miss passive-aggressive behaviors such as interrupting communication or staring. In situations where escape is not possible, cats can show fear with aggressive behavior. The most common causes of aggression shown by cats in veterinary clinics are fear and pain (Levine et al., 2005). Adaptation to stress conditions is a priority for all organisms. All stress-related signals received from sensory centers are directed to the brain. The brain is the key organ in the response to stress. Because the brain determines whether potential stress will be harmful or not, it also determines the adaptive or damaging nature of physiological and behavioral responses (Gedikli and Şahin, 2021).

This study aims to emphasize that the examinations and interventions performed by veterinarians as a result of fall syndrome in cats may vary and that these are actually caused by the aggressive behavior of the case. It varies according to the cultural and social life of the

countries, cats are affected by the comfort of the environment in which they live, and cat owners should be much more careful about this issue. We think that the patient's relatives should be more sensitive about this issue in order to prevent abnormal behavior of cats in their future lives, and examinations performed at the time of illness or trauma increase the survival rate in cats that do not show aggressive behavior.

### **FIRST INTERVENTIONS HIGH RISE SYNDROME IN CATS**

While ongoing behavioral disorders, especially in cats, cause difficulties for veterinarians during emergency examinations, they are also very important in post-traumatic treatments that require urgent intervention and can change treatment options. Resuscitation of the high-rise syndrome (HRS) patient is multifaceted, depending on the injuries sustained, and includes fluid resuscitation, blood component therapy, oxygen, thoracocentesis or chest tube placement, analgesics, fracture stabilization, bleeding prevention, antibiotic therapy, and more to restore effective circulatory volume. Then, surgery continues in the order of stabilization. Initial resuscitation may include crystalloids, colloids, blood products, and analgesics. Thoracic injuries may require oxygen, thoracocentesis, placement of a thoracic tube, and mechanical ventilation. Fractures and wounds are decontaminated and splinted/bandaged, and definitive fixation is applied after stabilization. Abdominal injuries are managed medically unless there is severe ongoing bleeding, sepsis, or injury to the urinary tract (Lefman and Prittie, 2022).

The initial physical examination of an HRS patient may find more than one injury requiring treatment. Any abnormalities of vital organ function identified during the triage examination should be addressed before proceeding. However, in triage, the cat's temperament may change the veterinarian's first options. Because the peak period of stress and pain, which is the main cause of aggression, is the trauma and the situation the cat is in afterwards. For this reason, cats can often be quite aggressive during triage (Lefman and Prittie, 2022). While the veterinarian's speed and vital organs are examined during the first interventions, especially for cats in shock or seriously injured, the interventions to be made can be easily determined. It is known that in cases where the trauma is milder, cats are more aggressive and various problems are encountered during the first examinations. In this case, veterinarians generally apply light sedation to cats and continue the necessary interventions, which may cause some complications in the cat's condition and may also cause some tests to yield incorrect results during the intervention.

As a result of thoracic trauma, life-threatening complications, especially cardiovascular and thoracic injuries, may occur. These; These are symptoms that may occur especially after cardiovascular injuries, and a shock situation characterized by dullness of the cat's consciousness, disturbances in general condition, prolongation of capillary refill time, tachycardia or bradycardia, tachypnea, weak pulse, coldness in the extremities or hypothermia may be encountered. Since traumatic shock is multifactorial, its underlying cause needs to be investigated (Lefman and Prittie, 2022). In this case, in addition to comprehensive physical examination and indirect systolic blood pressure (SBP) measurement, a definitive diagnosis of shock can be made by diagnosing hypovolemic/hemorrhagic shock, evaluating the results of hemolytic tests such as PVC and total plasma protein (TPP) and blood gas tests. Changes in plasma lactate, base deficit, and central venous oxygen saturation may occur secondary to decreased oxygen delivery in shock situations and are known to be helpful in guiding treatment when evaluated serially during shock resuscitation (Silverstein and Hopper, 2014). However, it is also known that cats should be kept away from stress factors during these general examinations and blood analyses. Although these practices require a lot of effort in cats that are aggressive as a result of trauma, they can also cause increased stress and pain in cats. Therefore,

due to the need for initial examination and blood tests, these practices can be quite dangerous for both the veterinarian and the case in aggressive cats. However, cats with calm temperaments do not encounter any problems during these procedures, and they offer some advantages, such as a more accurate diagnosis and triage as a result of the same examinations, and an increase in the probability of recovery of the case. As a result of research, it is known that the time spent by pets' relatives and the comfort of the home environment are very effective on the temperament of cats. It is known that the pets of the relatives of the patients concerned are calmer and the veterinarians can perform all examinations more healthily and the results are healthier. This appears to be a very important factor as it applies a safer treatment protocol to the cases and increases survival rates. Retrospective studies show that 33.6% of cats with HRS (Vnuk et al., 2004) and 90% (Whitney and Mehlhaff, 1987) stated that thoracic injuries occurred among (Lefman and Prittie, 2022). Among these, pneumothorax is reported as 20-63%, pulmonary contusions as 13.4%, hemothorax as 10% and diaphragmatic hernia as 1.6%. However, in addition to the blood tests mentioned above, imaging tests such as radiography and ultrasound are needed to determine these injuries. While it is known that the temperament of the case is very important for the application of these imaging examinations, it is known that adequate examinations cannot be performed in cases where aggressive cats are stressed and anesthetics increase complications as well as other risks and their use is undesirable, and it continues to be a very challenging issue for veterinarians because they are risky interventions. HRS cases from thoracic injuries where the lungs are involved in the trauma are often life-threatening injuries that require immediate attention. Clinical symptoms may include tachypnea, hypoxemia, acidosis, stress/anxiety, pain, anemia, and symptoms that may secondarily cause neurological disorders (Silverstein and Hopper, 2014). Thoracic FAST ultrasound scanning is frequently used because it is a noninvasive and rapid examination that can show the presence of fluid in the thoracic cavity. After HRS, thoracic radiographs are often performed to identify lung parenchymal, pleural space, or chest wall pathology. However, radiographs may need to be postponed depending on the patient's clinical condition. Thoracocentesis can be used as both a diagnostic and therapeutic tool in unstable patients who cannot tolerate thoracic radiography and show findings consistent with pneumothorax (Lisciandro, 2011). The most commonly reported abdominal injuries associated with HRS include hemoperitoneum, traumatic pancreatitis, pancreatic rupture, and uroabdomen (Catalkaya et al., 2022; Zimmermann et al., 2013). Abdominal hernias and hematuria have been reported less frequently (Vnuk et al., 2004). Initial diagnostic methods to detect or confirm abdominal injury include radiographs, abdominal FAST scan, abdominocentesis, and blood tests. Abdominal FAST scan can also be used to evaluate abdominal effusion (Mongil et al., 1995). Although rare in HRS, septic or biliary effusions resulting from damage to gastrointestinal or biliary structures may occur (Bonczynski et al., 2003). Brain injury and resulting intracranial hypertension may occur in patients with severe trauma, and the modified Glasgow coma scale can be used to assess the severity of neurological damage in these patients. Although it is quite difficult to evaluate these in aggressive cats, it is much easier in cats with a calm temperament. Considering the need to evaluate physical examinations and the scales to be used in head injuries before anesthesia, it continues to be a very challenging area for veterinarians to reach accurate results in aggressive cats (Sande and West, 2010). Because poor perfusion can cause mental dullness and weakness, full neurological evaluation of the HRS patient is usually postponed until shock resuscitation is completed. When reasonable, administration of analgesics and sedatives may be delayed until motor activity and pain sensation are evaluated. If neurological injury is identified and localized, radiographs and advanced imaging may be indicated for definitive diagnosis. Traumatic neurological injuries



have rarely been described in HRS but include paresis and ataxia, vertebral fractures, intervertebral disc herniation, and a lone case of acute intraparenchymal spinal cord injury due to spinal concussion (Cruz-Arámulo and Nykamp, 2012; Sande and West, 2010). It can be considered as the biggest area where HRS-related orthopedic problems occur. While fractures that cause serious complications related to HRS may occur one or more times in the same case, the type and severity of fractures may vary depending on the number of coefficients they fall on (Vnuk et al., 2004; Whitney and Mehlhaff, 1987). While the number of fractures was reported to decrease more than 7-fold in 1 study, this may be explained by the more horizontal position the cat assumes when reaching terminal speed. One study reported that hind limb fractures were more common than front limb injuries (9). In another study, they concluded that there was a distribution of anterior and posterior extremity fractures (10). Animals with HRS may present with lameness or inability to walk on examination due to fractures or other orthopedic injuries. Stabilization, sedation, and restraint of the injured limb will help relieve pain and reduce further injury. Determining the open or closed status of fractures is vital because open fractures may require exploration, wound care, and antimicrobial therapy. Radiographs may be taken to confirm the diagnosis but only after the animal has been stabilized and adequate analgesia has been achieved (9,10). Treatment options may vary in cases with aggressive behavior in orthopedic problems, because the temperament of the case is very important in some cases that will require dressings and bandages, as well as certain medical treatments in the period between improving the general condition and ensuring suitability for the operation (Bonner et al., 2012). Facial soft tissue injury is the most common injury, and tooth fractures are also quite common and serious problems (Bonner et al., 2012; Umphlet and Johnson, 1988). Current aggressive behavior is a complex phenomenon caused by many different environmental factors. Factors that cause aggressive behavior include biochemical and physiological processes, psychological factors such as disposition and behavior (YAYLA and Altan, 2022). It is known that aggression, especially in the treatment options after HRS trauma, changes the treatment options as explained above, while also causing changes in the survival rates of the cases. In this regard, we believe that by allowing patients' relatives to spend more time with their pets and increasing their comfort in the home environment, it will also help in the treatment process of diseases that may occur in pets.

## CONCLUSIONS

Cats suffer less serious injuries than dogs due to their "righting reflex" and smaller body mass. Factors that must be considered to develop a treatment protocol plan for an individual patient include the type of shock present, whether the patient is actively bleeding, concurrent cardiovascular or pulmonary disease, acid/base and electrolyte status, and the presence or absence of TBI. As discussed previously, the most likely cause of hypoperfusion in trauma and HRS patients is hypovolemic shock due to blood loss. Although the primary goal of shock resuscitation is to restore tissue perfusion, acceptance of lower-than-normal mean or SBP (i.e., hypotensive resuscitation) in cases of uncontrolled bleeding may improve patient outcomes. The goals of hypotensive resuscitation are to ensure adequate organ perfusion and tissue oxygenation without interruption of thrombus formation with large fluid volumes. However, while it is known that it is necessary to avoid behaviors that will increase the stress of the case while performing all these examinations and treatments, this stress increases even more in aggressive cats. Thus, the temperament of pets is of great importance when performing examinations and other auxiliary tests on all cats. It should not be forgotten that while all treatments can be carried out easily in cats with a calm temperament, in aggressive cats, the situation may become more serious as these treatments increase stress and pain. For this reason,

the treatment processes of cats with HRS may vary depending on the aggressiveness of the case, and may affect the treatment until discontinuation. Thus, we think that increasing the living comfort of pets in the home environment, socializing and spending more time will have a positive effect on the behavior of cats.

## REFERENCES

- Amat, M., Camps, T.&Manteca, X. (2016). Stress in owned cats: behavioural changes and welfare implications. *Journal of feline medicine and surgery* 18(8), 577-586.
- Bonczynski, J.J., Ludwig, L.L., Barton, L.J., Loar, A.&Peterson, M.E. (2003). Comparison of peritoneal fluid and peripheral blood pH, bicarbonate, glucose, and lactate concentration as a diagnostic tool for septic peritonitis in dogs and cats. *Veterinary Surgery* 32(2), 161-166.
- Bonner, S.E., Reiter, A.M.&Lewis, J.R. (2012). Orofacial manifestations of high-rise syndrome in cats: a retrospective study of 84 cases. *Journal of veterinary dentistry* 29(1), 10-18.
- Catalkaya, E., Altan, S., Kanay, B.E., Yayla, S.&Saylak, N. (2022). Clinical and etiologically evaluation of cats with high-rise syndrome: assessment of 72 cases (A retrospective study). *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University* 7(1), 20-25.
- Cruz-Arámbulo, R.&Nykamp, S. (2012). Acute intraparenchymal spinal cord injury in a cat due to high-rise syndrome. *The Canadian Veterinary Journal* 53(3), 274.
- Gedikli, S.&Şahin, E. (2021). Kronik Stresin Adrenal Bez Üzerine Etkilerinin Morfometrik ve Histokimyasal Yöntemlerle Sıçan Modeli Üzerinde Araştırılması. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 8(1), 91-99.
- Lefman, S.&Prittie, J.E. (2022). High-rise syndrome in cats and dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 32(5), 571-581.
- Levine, E., Perry, P., Scarlett, J.&Haupt, K. (2005). Intercat aggression in households following the introduction of a new cat. *Applied Animal Behaviour Science* 90(3-4), 325-336.
- Lisciandro, G.R. (2011). Abdominal and thoracic focused assessment with sonography for trauma, triage, and monitoring in small animals. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 21(2), 104-122.
- Mongil, C.M., Drobatz, K.J.&Hendricks, J.C. (1995). Traumatic hemoperitoneum in 28 cases: a retrospective review. *Journal of the American Animal Hospital Association* 31(3), 217-222.
- Rodan, I.&Heath, S. (2015) *Feline behavioral health and welfare*, Elsevier Health Sciences.
- Sande, A.&West, C. (2010). Traumatic brain injury: a review of pathophysiology and management. *Journal of veterinary emergency and critical care* 20(2), 177-190.
- Silverstein, D.&Hopper, K. (2014) *Small Animal Critical Care Medicine-E-Book: Small Animal Critical Care Medicine-E-Book*, Elsevier Health Sciences.
- Turner, D.C.&Bateson, P.P.G. (2000) *The domestic cat: the biology of its behaviour*, Cambridge University Press.
- Umphlet, R.C.&Johnson, A. (1988). Mandibular fractures in the cat a retrospective study. *Veterinary Surgery* 17(6), 333-337.
- Vnuk, D., Pirkić, B., Matičić, D., Radišić, B., Stejskal, M., Babić, T., Kreszinger, M.&Lemo, N. (2004). Feline high-rise syndrome: 119 cases (1998–2001). *Journal of feline medicine and surgery* 6(5), 305-312.
- Wallach, H.S. (2004). Changes in attitudes towards mental illness following exposure. *Community mental health journal* 40, 235-248.
- Whitney, W.O.&Mehlhoff, C.J. (1987). High-rise syndrome in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 191(11), 1399-1403.
- Yayla, S.&Altan, S. (2022). Aggressive behavior in cats exposed to trauma. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* 73(1), 3875-3880.

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT*

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

Zimmermann, E., Hittmair, K.M., Suchodolski, J.S., Steiner, J.M., Tichy, A.&Dupré, G. (2013). Serum feline-specific pancreatic lipase immunoreactivity concentrations and abdominal ultrasonographic findings in cats with trauma resulting from high-rise syndrome. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 242(9), 1238-1243.

**MULTIDIMENSIONAL POVERTY STATUS CORRELATES OF RURAL  
HOUSEHOLDS IN KADUNA STATE OF NIGERIA**

**Sadiq, M.S\*(ORCID:0000-0003-4336-5723)**

Department of Agricultural Economics and Extension, FUD, Dutse, Nigeria

**Email:**sadiqsanusi30@gmail.com

**Singh, I.P (ORCID:0000-0002-1886-5956)**

Department of Agricultural Economics, SKRAU, Bikaner, India

**Ahmad, M.M (ORCID:0000-0003-4565-0683)**

Department of Agricultural Economics and Extension, BUK, Kano, Nigeria

**Moses, G**

Graduate Student, Department of Agricultural Economics and Extension, FUD, Dutse,  
Nigeria

**Abstract**

After the work of Alkire on multidimensional poverty, literature exhibit a paradigm shift in the methodological approach of investigating poverty in the society. A shift from only income-economic approach to a social approach that encapsulates a wider livelihood dimensions-education, health, standard of living has taken a lead in the literature of poverty. Consequently, in view of this methodological gap in the study area, this research on multidimensional poverty status of rural households was undertaken to serve as one-stop solution to the engine growth of rural economy. Using a multi-stage sampling technique, a total of 120 households is selected and information elicitation was done by the use of well-structured questionnaire complemented with interview schedule in the year 2022. Besides, the collected information was synthesized with the aid of both descriptive and inferential statistics. Empirically, the study area is populated by an economic viable and healthy labour force, literate, agrarian and technologically exposed, globally integrated and had a viable social capital pool. However, the rural population is characterized by a vulnerable household size, credit paucity, gender stereotype, and cultivation of uneconomic holdings. Furthermore, multidimensional poverty is rified in the study area and the rural populace suffered deprivation in at least two dimensions. Besides, vulnerability to poverty owes unsustainable large household size and lackluster towards livelihood enhancement innovative measures. Moreover, an advisory service is the major driving force that regulates the intensity of multidimensional poverty intensity in the study area. Nevertheless, self-help, social, religious and medical measures were the poverty coping strategies adopted in the study area. Therefore, the study calls for gender mainstreaming so as to arrest poverty vicious cycle among the women folk; and, provision of augmenting assets in order to enable these rural poor overcome distress sale that owes to uneconomic scale of operation.

**Keywords:** Poverty; Multidimensional; Livelihood; Households; Rural Area; Nigeria

## **Introduction**

The experience of poverty, in accordance with Sadiq (2015a) and Sadiq et al.(2018a), extends beyond not having enough money- lack of income. As a result, there is a lack of knowledge, a loss of influence, and little to no control over fundamental life choices. Poverty occurs from the lack of necessary assets and possibilities to which every person is entitled, in addition to when a set of fundamental necessities are not provided (Sadiq, 2015b; Sadiq et al., 2018b). Globally, over several government and population, poverty has remained the long-time standing reproach. In 2019, the National Bureau of Statistics and the World Bank International Labour Organization both claim that this reprehensible situation is to blame for the high rate of illiteracy that exists among people worldwide, particularly women (Ndimele, 2022). Due to its complexity, it has grown difficult to resolve and has proven harmful to both human life and the natural world (Aluko and Mbada, 2020; Bello et al., 2022).

Approximately 413.3 million people lived in extreme poverty on the African continent in 2015 (Osabohiene et al., 2021), with Sub-Saharan Africa having the greatest rate of hunger-related deaths. Sub-Saharan Africa's (SSA) pervasive poverty contributes to the region's underdeveloped infrastructure. According to Muhammad and Sidique (2019); Osabohien et al. (2021) and other sources, the population's higher growth rate has led to rising unemployment, particularly among young people, which is thought to be one of the main reasons of poverty among Africans, particularly Nigerians. Furthermore, because of the worsening effects of poverty and hunger, the majority of the population is now without hope. More than 70% of the disposable earnings of poor households is used to meet food needs, but at least 31.5 percent of children under the age of five are underweight (Roser and Ritchie, 2019; Sulaimon, 2022).

The vast agricultural richness of Nigeria offers tremendous potential for growth for the broader economy as well as the rural sector. Rising poverty is still a significant problem in the nation, despite its abundant natural resources (Sadiq et al., 2018a; Oyewunmi and Obayelu, 2023). Despite having a wealth of natural resources and human capital, Nigeria's staggering poverty rate has earned it the moniker "the poverty capital of the world," with approximately 100 million of its citizens living in conditions of extreme destitution (Jaiyeola and Bayat, 2019; Jaiyeola and Bayat, 2020; Adeyonu et al., 2022). The fact that a significant portion of the country's population live in destitution in a nation with plenty of natural resources, a robust oil industry, and a growing agricultural sector is highly upsetting (Sadiq et al., 2018a; Abubakar, 2022).

Rural individuals are more likely than urban ones to experience poverty and to remain there for a longer period of time (Kyzyma, 2019; Ashagidigbi et al., 2020; Gambo et al., 2022). Rural residents continue to experience extreme poverty and deep deprivation, which is frequently made worse by violent conflicts & a high risk of catastrophes (Cuaresma et al., 2018; Aminu et al., 2022). Women in particular continue to suffer the most from this situation. According to reports, the proportion of Nigerians experiencing hunger has increased from around 29 percent as of 2000 to a staggering 33 percent in 2010, suggesting that this increase may be the cause of the failure to meet the 2015 target of 14.5 percent of the population falling below the hunger level. Additionally, according to Sadiq et al.(2018b), 40% of households across the nation's geopolitical regions are food insecure. In the year 2022, it cascaded to seventy percent (NBS, 2022), thus concomitantly blurring the possibility of halving poverty by 2030 as envisaged by SDGs. It should be mentioned that the population of India is seven times more than that of Nigeria (Farrell and Nijkamp, 2019). According to Khan and Cheri (2016), among Nigeria's six geopolitical zones, the North-eastern area has the highest death rate, the largest percentage of males without a high school certificate, and second to Northwest with highest percentage of females without an educational attainment.

Additionally, poor health and low education contribute to the cycle of poverty, according to Sadiq (2015a&b); Sadiq and Sani (2022). When cheaper, more delectable items are imported, local farmers also lack motivation to produce locally grown food. As a result, local farmers are forced to lower their prices, thus lowered their income. The result is a drop in farm production the next year, which keeps the poverty cycle in motion. Age, sex, education, health, asset ownership, and other household variables are heavily weighted in the available research on the factors that determine poverty. These are regarded as opportunities and capacities for a certain household, or, to put it another way, to seize the human and material capital that establishes how vulnerable a normal household might be. According to the aforementioned, understanding the factors that contribute to rural poverty are essential for establishing policies that aim to reduce it as well as for understanding its causes. According to a study on the impact of human capital & capacities on rural destitution in Nigeria, there are considerable geographic disparities in the likelihood that a household will become impoverished. This was revealed by the impact of local factors on rural poverty. Regardless of whether a rural household is working on a farm or not, human capital has a lowering impact on the likelihood that they will be poor. Considering how long a remote area of Kaduna State has existed, additional infrastructure development is anticipated. However, the area's poor infrastructure is a major concern for economic growth as it affects productivity and lowers farm households' potential for realizing their potential, which results in poor productivity in agriculture, low levels of income, a decline in standard of living, and an elevated prevalence of poverty among rural residents.

In Nigeria, the majority of agricultural production happens in rural areas where, ironically, poverty is most prevalent and severe. This study is designed to investigate the pattern & drivers of poverty among farming families in Kaduna State, in the North Western area of Nigeria. Poverty is a significant restraining factor for farming households. To the best of our knowledge, the literature review revealed little to no documented evidence of a multidimensional approach to poverty in the study area, despite convincing arguments that poverty is multifaceted as opposed to unidimensional, which is the main motivation beneath the conceptualization of this research. In summary, the literature evaluation on poverty in the studied area has knowledge, empirical, methodological, and population research gaps. Therefore, this study aims to close the knowledge gap with persuading facts and data.

In lieu of the foregoing, this research aimed to address the challenge posed by multidimensional poverty- a social matrix in the study area. The broad objective of the research centered on the multidimensional poverty correlates of rural households in Nigeria's Kaduna State. The specific objectives were to: describe the socio-economic characteristics of the households in the study area; determine the multidimensional poverty status of the households in the study area; determine the factors responsible for households' vulnerability to multidimensional poverty; determine the driving force of households' multidimensional poverty correlates; and, determine the poverty coping strategies adopted by households in the study area.

### **Research Methodology**

The state is situated in the high plains of northern Nigeria. Besides, in the Nigeria's north, it is located in the Northwest geopolitical zone. The Kaduna state can be found between latitude 38'58" N & 25'36" equatorial north and longitude 22'14" E and 7 32'00" equatorial east. The state is situated alongside the Kaduna River, an important Niger River tributary. The state is traversed by the Kaduna River, a branch of the Niger River. It originates on the Jos Plateau in Vom, 18 miles (29 kilometers) southwest of Jos town, and flows northwest until a bend 22 miles (35 kilometers) northeastern of Kaduna town. Prior to finishing its 340-mile (550-kilometer) discharge to the Niger River at Mureji (opposite Pategi), it takes a southwesterly and southerly route. Although its lower half has carved out some gorges, including the 2-mile (3-

kilometer) granite ravine at Shiroro, above its entrance into the expansive Niger floodplains, the majority of its route is in broad savanna woodland. Short, dispersed trees, shrubs, and grasses make up the Sudan Savannah type of vegetation cover. Although there is a sizable amount of clay present, the soil is primarily loamy to sandy. There are seven states that border the state. The state is rated third in terms of population (about 9, 231, 390 at a 3% annual growth rate), and fourth in terms of total land area (46,053 km<sup>2</sup>). As of 2021, the state's per capita GDP and GDP at purchasing power parity (PPP) were \$2,905 and \$27.88 billion, respectively. The human development index (HDI) was also 0.511 according to <http://kdsg.gov.ng/>. Rocks can be found in Kogoro Hill and Zaria and during the rainy season, many communities are vulnerable to seasonal flooding. Kaduna experiences two seasons: a dry season that is hot as well as partly cloudy, and a wet season that is hot, muggy, and gloomy. Over the year, the ambient temperature seldom descends beneath 50 °F or soars beyond 102 °F, typically fluctuating around 55 °F & 95 °F. Using a multi-stage sampling technique, a total of 120 rural households constituted the sample size for the study. Conveniently, given the characteristic similarity of the rural areas in the state, one Local Government Area viz. Kachia was selected. Subsequently, in view of population density and agrarian activities, six (6) out of twelve (12) wards/taluks were purposively chosen. The chosen wards/taluks were Gumel, Kachia, Awon, Ankwa, Sabon-Sarki and Kurmin-Musa. Afterwards, two (2) villages were randomly chosen from each of the selected wards/taluks. Thereafter, from each of the selected villages, ten (10) households were randomly chosen in a freelance, thus given total households of 120. Furthermore, a well-structured questionnaire complemented with interview schedule was the instrument used for data elicitation and the data were collected during the year 2022. Analytically, in descending order, the study objectives were achieved using descriptive statistics, Alkire's multidimensional poverty index, Heckman's model, decision tree regression and exploratory factor analysis.

**Model specification Multidimensional poverty index (MPI):** The MPI is a composite indicator of poverty that accounts for both the distribution of deprived areas and their prevalence (Table 1). The various indexes involved in MPI measurement are presented below (Sadiq and Sani, 2022):

**Multidimensional headcount ratio (H):** Is the proportion of persons who have been classified as multidimensionally poor, i.e. those who fall below the poverty line, and is expressed as:

$$H = \frac{q(k)}{n} \dots\dots\dots (1)$$

The number (or headcount) of multidimensionally poor persons according to parameter k is q(k).

$$(q(k) = \sum_{i=1}^n p_k(x_i, z)) \dots\dots\dots(2)$$

The average deprivation share across the poor is defined as the intensity of poverty A, often known as the breadth of poverty. This is presented as:

$$A = \sum_{i=1}^q c_i(k)/q(k) \dots\dots\dots(3)$$

The percentage of the d indicators in which the average multidimensionally poor person is deprived is the intensity of poverty.

The measure  $M_0$  is the so-called adjusted headcount ratio when  $\alpha = 0$ .  $M_0$  refers to the headcount ratio of multidimensional poverty H, poverty incidence, multiplied by poverty intensity A:

$$M_0 = HA \dots\dots\dots (11)$$

When  $\alpha = 1$ , the measure  $M_1$ , adjusted poverty gap, defined as the weighted average of indicator-specific poverty gaps is used.  $M_1$  can be calculated as the product of H, A, and the average poverty gap among the poor G.

$$M_1 = HAG \dots\dots\dots(4)$$



$$G = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d g_{ij}^1(k) / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d g_{ij}^0(k) \dots\dots\dots(5)$$

Finally, when  $\alpha = 2$ , the adjusted squared poverty gap is calculated as the weighted average of the indicator-specific squared poverty gaps.  $M_2$  can be calculated as the product of H, A, and the average squared poverty gap among the poor S, i.e. the severity of poverty.

$$M_2 = HAS \dots\dots\dots(6)$$

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d g_{ij}^2(k) / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d g_{ij}^0(k) \dots\dots\dots(7)$$

Seth and Alkire (2014) as reported by Sadiq and Sani (2022) suggested an additively decomposable inequality measure that is a positive multiple of "variance" and has within-group and between-group components. The inequality measure  $I^q$  employs the vector of deprivation scores of the q impoverished people  $c_i(k)$  to quantify inequality among the poor at the national or sub-national level.

$$I^q = \frac{\tilde{\beta}}{q} \sum_{i=1}^q [c_i(k) - A]^2 \dots\dots\dots(8)$$

To calculate the measure of inequality, the difference between each poor person's deprivation score and average intensity is squared, then the squared distances are added together and multiplied by a constant  $\tilde{\beta}$ . We set  $\tilde{\beta} = 1/25$  since the poor's deprivation ratings vary from 1/5 to 1. This is the greatest permissible number for the inequality gauge, guaranteeing that the inequality gauge is constrained between zero and one, given the spectrum of deprivation scores. Nevertheless, a lower degree of poverty or a decline in poverty does not necessarily mean that every region or demographic categories have experienced an equal reduction in poverty (Sadiq and Sani, 2022).

**Table 1: Dimensions and indicators of multidimensional poverty construct**

Dimension	Indicator	Deprivation cut-off	Weight
Education	Year of schooling	No one has completed five years of schooling	1/12
	Child school enrolment	No school age child (1-6years) is attending school	1/12
Health	Health care services	No access to health care service	1/18
	Morbidity	Suffers illness	1/18
	Child mortality	Any case of a child within age 1-5 that is dead	1/18
Living standard	Electricity	No access to electricity	1/24
	Drinking water	No access to safe drinking water	1/24
	Light asset	Didn't own more than one of the following assets: radio, television, telephone, bicycle, scooter or refrigerator	1/24
	Heavy asset	Didn't own a car or truck	1/24
Environment	Sanitation	Household has no access to good toilet or improve but share with other household	1/18
	Housing	House floor made with mud, dung, clay	1/18
	Cooking fuel	Use firewood, dung, charcoal as fuel	1/18
Social connection	Autonomy	Household decision making on the use of income is not participatory	1/12
	Social capital	Member of household is not a member of cooperative	1/12
Empowerment	Social challenge	Problem of domestic violence	1/24
	Political instability	Problem of social/political unrest	1/24
	Self-defense	Problem of personal security	1/24
	Social safety net	Didn't trust government social investment programme (E.g. farmers/traders monie)	1/24

**Heckman’s model:** The model is composed of two dependent variables- decision (equation 10) and outcome (equation 11) variables (Sadiq et al., 2021; Sadiq and Sani, 2023). As a result, the model was chosen because it has the ability to adjust for sample selection bias. As presented by Sadiq et al.(2021) the model is as follow:

$$Y_i = f(X_1, X_2, X_3 \dots \dots \dots X_n) \dots \dots \dots (9)$$

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta X_{it} + \varepsilon_i \dots \dots \dots (10)$$

$$Y_i^* = \alpha + X\beta + \gamma IMR + \varepsilon_i \dots \dots \dots (11)$$

$$Y_i^* = \alpha + X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + X_3\beta_3 + \dots + X_n\beta_n + \gamma IMR + \varepsilon_i \dots \dots \dots (12)$$

Where,  $Y_{it}$  = MPI status (non-poor =0, poor = 1);  $Y_i^*$  = latent observation of  $i^{th}$  processor (index);  $X_1 - X_n$ = Explanatory variables; IMR= Inverse Mill’s ratio;  $\beta_0$  = Intercept;  $\beta_{1-n}$  = regression coefficients;  $\gamma$ = Lambda; and,  $\varepsilon_t$  = Stochastic. Predictor variables- age (years); gender (male =1, otherwise = 0); marital status (married =1, otherwise=0); education (years); farming experience (years); farm size (hectare); annual income (₺); extension contact (yes= 1, otherwise =0); membership of association (yes=1, otherwise=0); sickness (yes =1, otherwise = 0); household size (HHS) (numbers); co-operative membership (yes= 1, otherwise = 0); credit access (yes =1, otherwise =0); and, mobile phone (yes =1, otherwise =0).

### Results and Discussion Socio-economic Characteristics of Rural Households

A perusal of Table 2 shows that the study area is populated by an economic active labour force (42 years), thus a stimulus that should enable them to strive for a sustainable livelihood. Besides, given that majority of the households have education beyond first school leaving certificate (10 years) coupled with adequate farming experience (30.8 years), the rural households are expected to be rational in taking up sustainable livelihood enterprise that should ease them from the vicious cycle of poverty. Besides, the study area has a healthy labour force as evident by majority (73.3%) who reported no case of ill-health during the last production season. In other words, there is less challenge of morbidity as empirically established in the study area. This is a testimony that government and non-governmental efforts in containing killer diseases- malaria, typhoid, cholera, and meningitis have yielded positive result, thus enhancing labour productivity. However, most of the households maintained a large household size, with the tendency of a household being vulnerable to poverty except if it is composed of able-bodied men with income remittance. Besides, in the absence of augmenting assets- livestock rearing, light machinery equipment and agro-enterprise, hardly can the tiny and uneconomic holdings (2.23 hectares) maintained by most of the households contain poverty in the study. Further, gender is skewed towards the male given that gender stereotype phenomenon will not permit a woman to take the position of a primary household when she has a living husband. Therefore, given the cultural affinity on gender stereotype, women households are likely to be constrained with access to productive assets, thus easing their vulnerability to vicious cycle of poverty. Though, credit facilities is very poor (78.3%) in the study but the households have the opportunity of exploring the social capital as an economic buffer against poverty due to the engagement of majority (73.3%) in co-operative organizations. Also, most of the households have the opportunity of innovative technological and marketing tools that will buffer their livelihood given the adequate extension /advisory services among the majority (66.7%). Nevertheless, majority of the households have family responsibility to carter for, globally integrated- use mobile phone devices, relied on personal savings as income source; and take to farming and off-farm as major and minor occupations respectively.

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

**Table 2: Socio-economic profile of rural households**

Item	Frequency	Percent	Item	Frequency	Percent
<b>Age</b>			<b>Credit access</b>		
<=29	16	13.3	No	94	78.3
30-39	35	29.2	Yes	26	21.7
40-49	39	32.5	<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100</b>
50-59	21	17.5	<b>Co-operative memb.</b>		
60-69	5	4.2	No	32	26.7
70-79	4	3.3	Yes	88	73.3
<b>Total</b>	<b>120 (42.11)</b>	<b>100 [11.54]</b>	<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100</b>
<b>Education</b>			<b>Extension contact</b>		
Primary	18	15	No	40	33.3
Secondary	72	60	Yes	80	66.7
Tertiary	20	16.7	<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100</b>
Non-Formal	10	8.3	<b>Marital status</b>		
<b>Total</b>	<b>120 (10.43)</b>	<b>100 [3.96]</b>	Single	14	11.7
<b>Farming experience</b>			Married	91	75.8
<=9	1	0.8	Widowed	14	11.7
10-19	17	14.2	Widowed	1	0.8
20-29	40	33.3	<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100</b>
30-39	35	29.2	<b>Mobile phone</b>		
40-49	16	13.3	No	2	1.7
50-59	9	7.5	Yes	118	98.3
60-69	2	1.7	<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100</b>
<b>Total</b>	<b>120 (30.83)</b>	<b>100 [11.69]</b>	<b>Income source</b>		
<b>Sickness</b>			Friends & Co-op.	5	4.2
No	88	73.3	Inheritance	41	34.2
Yes	32	26.7	Personal saving	74	61.7
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100</b>
<b>Household size</b>			<b>Major occupation</b>		
1-3	7	5.8	Civil servant	7	5.8
4-6	52	43.3	Fishing	1	0.8
>=7	61	50.8	Farming	107	89.2
<b>Total</b>	<b>120 (6.67)</b>	<b>100 [2.20]</b>	Trading	5	4.2
<b>Farm size</b>			<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100</b>
Marginal	3	2.5	<b>Minor occupation</b>		
Small	58	48.3	Civil servant	1	0.8
Medium	38	31.7	Fishing	1	0.8
Large	21	17.5	Farming	45	37.5
<b>Total</b>	<b>120 (2.22)</b>	<b>100 [3.38]</b>	Trading	42	35
<b>Gender</b>			Causal work	31	25.8
Female	24	20	<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100</b>
Male	96	80			
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100</b>			

Source: Field survey, 2022

Note: values in ( ) and [ ] are mean and standard deviation respectively

### **Multidimensional Poverty Status of Households**

The empirical evidence of the multidimensional poverty in the study area showed that at the threshold poverty point of 33%- deprived of two poverty dimensions out of six dimensions, 74.88% of the studied population are multidimensional poor (Table 3). Further, at the severe poverty level of 50%- deprived of three dimensions out of the six dimensions, a total of 41.63% of the study population are multidimensional poor. Moreover, at both the threshold and severe poverty levels, the poor on the average are being deprived of at least three dimensions as justified by the poverty intensity percentages of 53.02 and 60.36% respectively. Besides, 39.70 and 25.12% respectively are severely poor at the poverty threshold and severity points as indicated by the index of adjusted poverty. In other words, the share proportions of the total potential deprivation suffered by the poor in the society are 39.70 and 25.12% at the poverty

**15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL DEVELOPMENT**

*July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

threshold and severity levels respectively. Furthermore, at the poverty threshold and severity points respectively, the index of the adjusted poverty gap shows that 35.18 and 16.50% of the poor are sensitive to both the number of deprivation they faced and the depth of the deprivation. Thus, if a person becomes more deprived in a particular indicator, the adjusted poverty gap will increase. Contrarily, if the shortfall from the deprivation cut-off in any of the indicators is reduced, then poverty plummets even if the person remains poor. In addition, at the poverty threshold and severity levels respectively, the index of adjusted poverty severity reveals that 17.37 and 6.79% of the poor to be sensitivity to number of deprivations they experienced, deprivation depth and deprivation inequality among them. Moreover, contribution-wise, at lower and higher poverty levels respectively, it was observed that the poor suffered more deprivation in the environment vis-à-vis 32.49 and 37.54%; then followed by empowerment - 21.94 and 22.26% (Figure 1). However, deprivation in education has the least contribution to the multidimensional poverty at both lower and higher poverty levels vis-à-vis 5.82 and 2.42% respectively. Therefore, it can be inferred that majority of the households in the study area are experiencing multidimensional poverty and are at least deprived in not less than three livelihood dimensions. Nevertheless, environmental, empowerment and standard of living dimensions need proactive intervention so as to minimizing the corrosive effect of poverty in the study area.

**Table 3: Multidimensional poverty index of rural households**

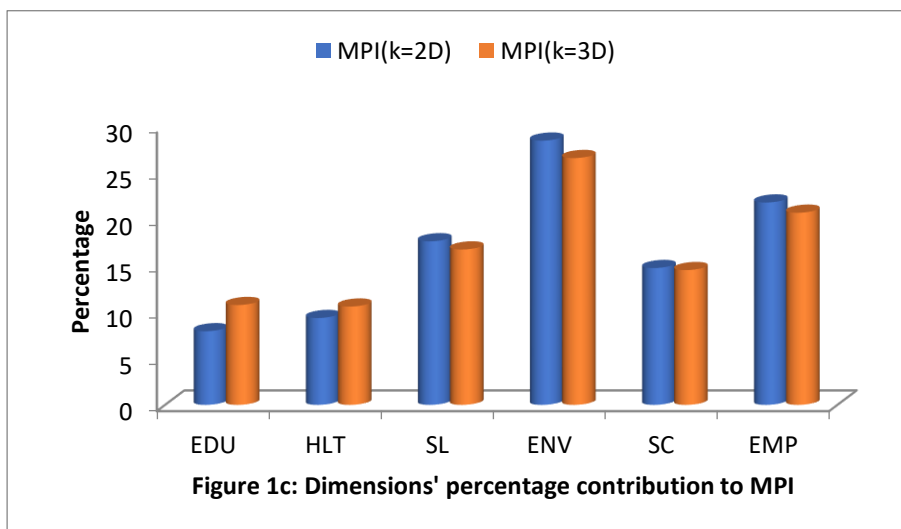
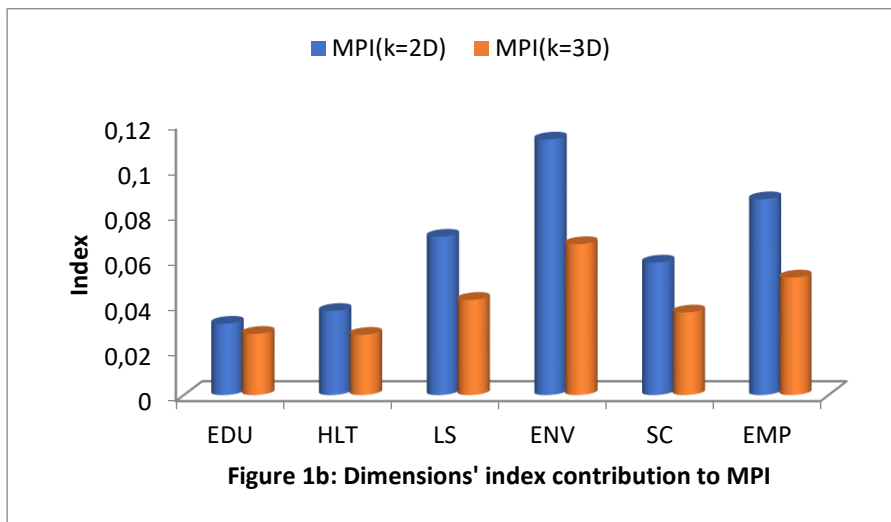
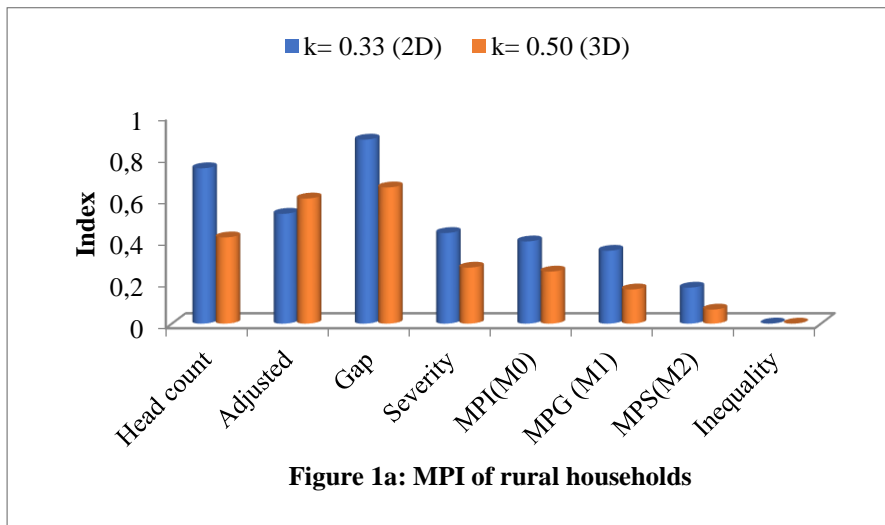
Index	k= 0.33 (2D)	k= 0.50(3D)
Head count	0.74875	0.41625
Adjusted	0.530152	0.603579
Gap	0.886251	0.656785
Severity	0.437612	0.27029
MPI(M <sub>0</sub> )	0.396951	0.25124
MPG (M <sub>1</sub> )	0.351799	0.16501
MPS(M <sub>2</sub> )	0.173711	0.067908
Inequality	0.00045	0.00024

Source: Field survey, 2022

**Table 3: Continued .....**

Dimension	Index contribution to MP		Percent contribution to MP	
	k= 0.33 (2D)	k= 0.50(3D)	k= 0.33 (2D)	k= 0.50(3D)
Education (EDU)	0.031563	0.027083	7.951225	10.77988
Health (HLT)	0.037222	0.026667	9.377023	10.61404
Living standard (LS)	0.070042	0.042125	17.6449	16.76686
Environment (ENV)	0.112917	0.066771	28.44597	26.57656
Social connection (SC)	0.058646	0.036563	14.77406	14.55284
Empowerment (EMP)	0.086563	0.052031	21.80683	20.70981
Total	0.396951	0.25124	100	100

Source: Field survey, 2022



### Determinants of Multidimensional Poverty Intensity

Using the maximum likelihood Heckit, the covariates that influenced multidimensional poverty (MP) in the study area were determined (Table 4). The Wald Chi<sup>2</sup> being within the plausible

margin of 10% probability level indicates that the chosen model is best fit for the specified equation. Besides, the equations are independent as evident by the plausibility of the LR Chi<sup>2</sup> at 10% degree of freedom. More so, the non-significant of the Mill's inverse ratio at 10% error gap entails that there is no problem of sample selection bias in the use of non-zero MP index; thus, the outcome model is important in discerning the covariates that determine the intensity of the MP. Nevertheless, the covariates in the outcome model have no case of inter-dependence as evident by their respective variance inflation factors (VIF) that are within the plausible threshold value of 10.0. Thus, holding on to the above diagnostic tests, it can be adjudged that the captured parameters can be used for prediction with accuracy, certainty and consistency. The empirical evidence showed that the rural households' multidimensional poverty status is influenced by age, education, farming experience, farm size and household size; whereas, the MP intensity is subject to credit access as evident by their respective parameter estimates that are within the plausible margin of 10% error gap. Age decreases the probability of a household being multidimensional poor as evident by the negative significant of its respective coefficient. *Ceteris paribus*, increase in labour productivity which inturn stimulates income stream positively, has the tendency to enable youthful-to-middle aged households to escape the vicious cycle of poverty. However, at the peak age point- old age, this is most unlikely due to decline in labour productivity except households that are composed of able-bodied men despite having an old aged household head. Therefore, by marginal implication, a unit increase in age will decrease the probability of a rural household not to be multidimensional poor by 7.5%. Literacy decreases the probability of a household being multidimensional poor as evident by the negative significant of its respective coefficient. Literacy will enable rural households to engage in pluractivity so as to boast their income stream, thus decrease their vulnerability to poverty. Therefore, the marginal implication of a unit increase in educational achievement will decrease the tendency of a rural household to be non-multidimensional poor by 8.5%. Farm size decreases the likelihood of a household being multidimensional poor significantly. The negative relationship of the farm size suggests that economies of scale and crop diversification effects of larger farms reduce households' vulnerability to multidimensional poverty. Conversely, small-scale farmers are more exposed to multidimensional poverty owing to their deficiency in economic capital base, diseconomies of scale and marketed surplus. Thus, the marginal implication of a unit increase in a farm size will decrease the chances of a rural household to be non-multidimensional poor by 29.40%. Contrary to a prior expectation, farming experience increases the likelihood of a household to be multidimensional poor. Complacency due to previous failed innovation will affects future innovative technologies, marketing and business innovations, thus exposing households with adequate years of farming experience to multidimensional poverty. Therefore, the marginal implication of a unit increase in farming experience will increase the chances of a rural household to be multidimensional poor by 6.5%. Household size increases the probability of a household to be multidimensional poverty. The negative relationship of household size coefficient suggests that large households composed mainly of women and children will surely affect income stream due to incursion of high expenditure on food and medics; and little or no income remittance by the multiple hands from external sources, thus makes them susceptible to multidimensional poverty. Therefore, the probability of a large household being multidimensional poor for a unit increase in household size against a small household will be 14.94%. Furthermore, empirically, it was deduced that access to credit decreases intensity of multidimensional poverty significantly because credit will offer households the means to venture expansion. The inverse relationship of access to credit suggests that households that lack credit facilities are at the mercy of poor business going concern due to lack of additional business investment, thus vulnerable to

multidimensional poverty. Therefore, the marginal and elasticity implications of decrease in the multidimensional poverty intensity of rural households with credit facilities against those with none will be 5.89 and 2.57% respectively.

**Table 4: MP intensity determinants of rural households**

Items	Coefficient	SE	t-stat	Elasticity	VIF
<b>Decision stage</b>					
Constant	1.1323	0.9434	1.200 <sup>ns</sup>	-	-
Age	-0.0747	0.0328	2.273 <sup>**</sup>	-	-
Gender	0.2832	0.3452	0.820 <sup>ns</sup>	-	-
Marital status	0.1330	0.3000	0.443 <sup>ns</sup>	-	-
Education	-0.0853	0.0329	2.590 <sup>***</sup>	-	-
Farm exp.	0.0654	0.0339	1.929 <sup>*</sup>	-	-
Farm size	-0.2939	0.1689	1.740 <sup>*</sup>	-	-
Income	9.358e-07	6.812e-07	1.374 <sup>ns</sup>	-	-
Extension contact	0.0279	0.2677	0.104 <sup>ns</sup>	-	-
Sickness	-0.0302	0.2979	0.101 <sup>ns</sup>	-	-
Household size	-0.0497	0.0661	2.259 <sup>**</sup>	-	-
<b>Outcome stage</b>					
Constant	0.7053	0.1005	7.016 <sup>***</sup>	-	-
Co-opt. membership	-0.0143	0.0252	0.568 <sup>ns</sup>	-0.0195	1.055
Credit access	-0.0589	0.0262	2.249 <sup>**</sup>	-0.0257	1.055
Mobile phone	-0.1325	0.1039	1.275 <sup>ns</sup>	-0.2380	1.008
Lambda	-0.0766	0.1297	0.590 <sup>ns</sup>	-	-
Rho	-0.6998				
Sigma	0.1094				
Wald Chi <sup>2</sup>	8.64[0.034] <sup>**</sup>				

Source: Field survey, 2022

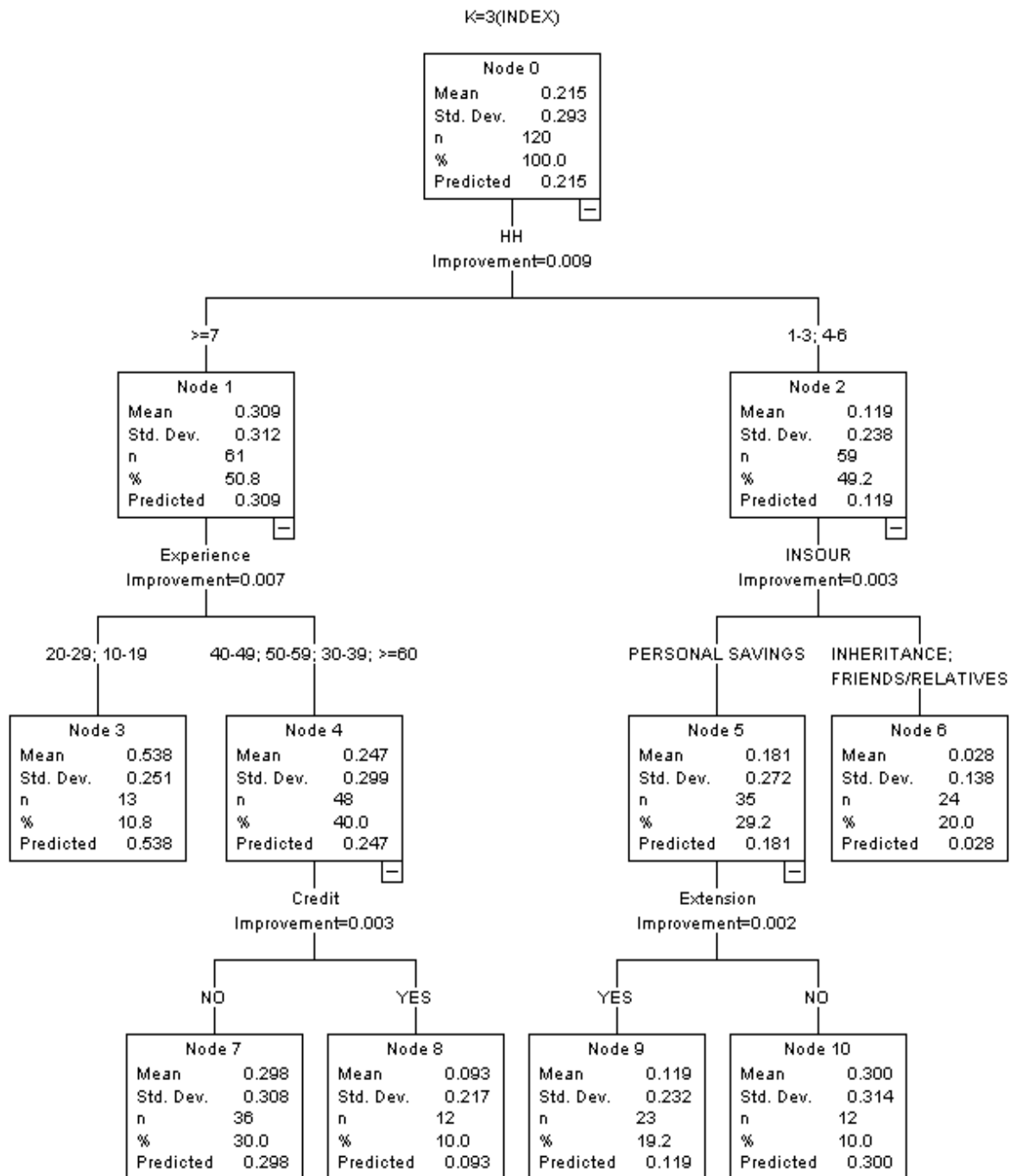
Note: Values in ( ) and [ ] are standard error and probability level respectively. \*\*\*, \*\*, \* & ns are significant at 1, 5, 10% and non-significant respectively. Threshold VIF is 10.0

### Correlates of Multidimensional Poverty Intensity of Households

The model summary of the tree regression model indicated that only five out of fifteen selected predictors made significant contribution in determining intensity of multidimensional poverty, thus the automatic exclusion/ dropping of the remaining predictors (Figure 2). These significant variables are household size, farming experience, income sources, credit access and extension contact. Besides, the tree model is a simple one as it has 11 nodes, 6 terminal nodes and truncated at 3 depths. The decision rules are designed in the root (node 0), branch (nodes: 1, 2, 4 and 5) and the leaf (nodes: 3, 6, 7, 8, 9 and 10) views. Empirically, household size is the best predictor of multidimensional poverty intensity and it divides the households into two groups viz. large household size ( $\geq 7$ ) (node 1) and merged small-medium household sizes ( $\leq 6$ ) (node 2). The results showed that large households will have poverty intensity of 30.9% against their counterparts (small-medium households) that will have MP intensity of 11.9%. Further, farming experience and income sources respectively happened to be the best predictors of MP intensity of large (node 1) and small-medium households (node 2). Based on farming experience, two groups were identified: households with farming experience between the ranges of 10-29 years (node 3) will have MP intensity of 53.8% while those with farming experience above 29 years (node 4) will have MP intensity of 24.7%. For the households with farming experience between 10-29 years, farming experience is the only best predictor of their

MP intensity. On the basis of income sources, two groups were identified: households with personal savings as an income source (node 5) will have an MP intensity of 18.10% while those with merged inheritance and friends/relatives as income sources (node 6) will have MP intensity of 2.8%. For the households with merged inheritance and friends/relative income sources, income source is the only best predictor of their MP intensity. The MP intensity of node 5 was determined by credit access and on that basis two groups were identified: for households with no credit facilities (node 7), their MP intensity will be 29.8% while the MP intensity of households with credit access (node 8) will be 9.3%. The households in node 5 had extension contact to be the determinant factor of their MP intensity and it split the group into two viz. those with contact and none. For households with extension contact, their MP intensity will be 11.90% while those with no extension contact will have MP intensity of 30.0%. Nevertheless, the accuracy of the prediction based on the risk estimate of 0.061 indicates that the MP intensity prediction of 6.10% of the sampled population is wrong; i.e., the risk of misclassifying a household's MP intensity is approximately 6.10%. Thus, it can be inferred that 93.90% of the households' MP intensity were accurately predicted.





Risk estimate = 0.061 (0.007)

Figure 2: Decision tree regression of multidimensional poverty correlates of households

Note: HH= Household size; INSOURC = Income source; value in ( ) is standard error

### Poverty Coping Strategies of Rural Households

The results of the varimax rotation identified four interpretable poverty coping strategies adopted by the rural households as evident by their respective Eigen values that exceeded unity

(Table 5). Besides, the R-matrix has a common factor and it's not an identity matrix as indicated by the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) value of 0.773 and the plausibility of Bartlett's test of Sphericity at 1% probability level, respectively. In addition, the KMO value is within the acceptable recommended threshold posited by Keiser (1974); Field (2005); Sadiq et al.(2017); Sadiq et al.(2018a&b). Further, each factor has an internal consistency in its factor loadings as evident by their respective Cronbach's Alpha test of reliability that is not less than the acceptable margin of 0.70. In social science, Nunnally (1978); Nunnally and Bernstein (1994); Prunomo and Lee (2010); Sadiq et al.(2017); Sadiq et al.(2018a&b) cited a threshold not less than 0.70 to be satisfactory. The empirical evidence showed the cumulative variance of the extracted four factors to be 60.85: wherein, the variances of factors 1, 2, 3 and 4 respectively are 28.60, 15.23, 9.81 and 7.20%. For the extracted factors, factors loadings with absolute value less than 0.40 were dropped as rightly done by Bagheri and Fami (2016); Sadiq et al.(2017) and Sadiq et al.(2018a&b). Besides, in labeling a factor with two loadings, only the higher factor was considered (Sadiq et al., 2018a&b). The extracted factors adopted as poverty coping strategies by the households are labeled self-help measure, social measure, religious measure and medical measure. Factor 1, labeled self-help measure, showed rural households concern on the use of reduced frequency of eating, eat less preferred food, food purchase on credit, and seeking food assistance from friends/relatives as coping strategies against poverty. Factor 2, labeled social measure, showed rural households concern on the use of alms begging; fasting and praying; and, government social safety net as coping strategies against poverty. Factor 3, labeled religious measure, showed rural households concern on the use of aids from religious organization as a coping strategy against poverty. Factor 4, labeled medical measure, showed rural households concern on the adoption of family planning as a coping strategy against poverty.

**Table 5: Coping strategies adopted by the rural households**

<b>Strategies</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
Reducing the frequency of eating per day	0.803			
Eating of less preferred food	0.779			
Purchase food on credit	0.846			
Seeking help from friends/relatives	0.766			
Consumption of stored produce meant for planting			-0.446	0.476
Selling off farm implement/selling assets	0.7			
Children hawking	0.479			
Engaged in non-farming activities	0.513		0.594	
Borrowing money from cooperatives	0.43			
Family planning/use of inceptives				0.807
Withdrawing children from school	0.418			
Begging for alms		0.865		
Result to fasting and prayer		0.866		
Aids from NGOs	0.42	0.465		
Aids from religious organization			0.776	
Aids from Government social intervention programme		0.809		
<b>Eigen value</b>	4.576	2.437	1.57	1.153
<b>Variance %</b>	28.598	15.234	9.812	7.204
<b>Cronbach's Alpha</b>	0.837	0.736	0.702	0.746
<b>KMO</b>	0.773			
<b>Bartlett's Test</b>	0.000***			

Source: Field survey, 2022

Note: Measured on four scale continuum basis (frequently; occasionally; rarely & not used)

\*\*\* means significant at 1%

### **Conclusions and Recommendations**

In lieu of the findings, it was hedged that the labour force of the rural population is not only production but also mentally and physically fit for any given economic task; agrarian and technological exposed, thus capable of simulating innovative challenges; globally integrated; and, possessed a potential social capital asset. Unfortunately, the rural populace is challenged with unsustainable household size, credit facility deficit, uneconomic holdings and gender stereotype. Furthermore, it was inferred that multidimensional poverty has subtly infiltrated the rural populace as households suffered deprivation in at least two livelihood dimensions. Besides, unsustainable large household size and lackluster towards livelihood enhancement innovative measures were the significant chasm of susceptibility to multidimensional poverty. However, the intensity of multidimensional poverty revolves round extension service provision in the study area. As coping strategies against poverty, measures viz. self-help, social, religious and medical were adopted in the study area. Consequently, the study recommends the need for gender mainstreaming as a measure to mitigate poverty vicious cycle among the women; and, provision of augmenting assets so as to complement the productivity of households' business turnover ratio.

## **References**

- Abubakar, I. R. (2022). Multidimensional poverty among Nigerian households: Sustainable development implications. *Social Indicators Research*, 1-22.
- Adeyonu, A. G., Adams, S. O., Kehinde, M. O., Akerele, D., & Otekunrin, O. A. (2022). Spatial profiles and determinants of multidimensional energy poverty in rural Nigeria. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(3), 373-384.
- Aluko, O. A., & Mbada, K. (2020). Rural poverty among women in Nigeria. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 22(3), 82-95.
- Aminu, R. O., Si, W., Ibrahim, S. B., Arowolo, A. O., & Ayinde, A. F. O. (2022). Impact of socio and demographic factors on multidimensional poverty profile of smallholder arable crop farmers-evidence from Nigeria. *International Journal of Social Economics*, 49(1), 107-123.
- Ashagidigbi, W. M., Babatunde, B. A., Ogunniyi, A. I., Olagunju, K. O., & Omotayo, A. O. (2020). Estimation and determinants of multidimensional energy poverty among households in Nigeria. *Sustainability*, 12(18), 7332.
- Bagheri, A., & Fami, H.S.(2016).Potato growers' risk perception: A case study in Ardabil Province of Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18:55-65
- Bello, L. O., Baiyegunhi, L. J., Danso-Abbeam, G., Ogunniyi, A. I., Olagunju, K., Abdoulaye, T., ... & Awotide, B. A. (2022). Assessing the impact of Youth-in-Agribusiness Program on poverty and vulnerability to poverty in Nigeria. *Agriculture*, 12(5), 735.
- Crespo Cuaresma, J., Fengler, W., Kharas, H., Bekhtiar, K., Brottrager, M., & Hofer, M. (2018). Will the sustainable development goals be fulfilled? Assessing present and future global poverty. *Palgrave Communications*, 4(1).
- Farrell, K., & Nijkamp, P. (2019). The evolution of national urban systems in China, Nigeria and India. *Journal of Urban Management*, 8(3), 408-419.
- Field, A.P.(2005).Is the meta-analysis of correlation coefficients accurate when population correlations vary?. *Psychological methods*, 10(4):444.
- Gambo, J., Shafri, H. Z. M., & Yusuf, Y. A. (2022). An analysis of multidimensional poverty in Nigeria using statistical and geospatial modelling: A case study of Jigawa state. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1064, No. 1, p. 012047). IOP Publishing.
- Jaiyeola, A. O., & Bayat, A. (2020). Assessment of trends in income poverty in Nigeria from 2010–2013: An analysis based on the Nigeria General Household Survey. *Journal of Poverty*, 24(3), 185-202.
- Jaiyeola, A. O., & Bayat, A. (2020). Status of living standards in Nigeria between 2010 and 2013. *Journal of Poverty*, 24(1), 45-71.
- Kaiser, H.F.(1974).An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31-36.
- Khan, A., & Cheri, L. (2016). An examination of poverty as the foundation of crisis in Northern Nigeria. *Insight on Africa*, 8(1), 59-71.
- Kyzyma, I.(2019).Rural-Urban Disparity in Poverty Persistence. *Institute for Research on Poverty Focus*, 34(3): 13-19.
- Muhammad, N.A., & Sidique, S.F.B.A.(2019).Determinants of food security among households in Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18:1042-1052
- Ndimele, G. C. (2022). Poverty reduction among women in Nigeria through paid care work: lesson from Lvliang China. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 24(3).
- Nunnally, J., & Bernstein, I.(1994).Psychometric Theory 3rd edition (MacGraw-Hill, New York).
- Nunnaly, J.C.(1978).Psychometric Theory, 2nd ed., McGraw Hill, New York.

- Osabohien, R., Wiredu, A. N., Nguezet, P. M. D., Mignouna, D. B., Abdoulaye, T., Manyong, V., ... & Awotide, B. A. (2021). Youth participation in agriculture and poverty reduction in Nigeria. *Sustainability*, 13(14), 7795.
- Oyewunmi, O. F., & Obayelu, O. A. (2023). Poverty status of rural households in Nigeria: a gendered perspective. *International Journal of Social Economics*, 50(2), 260-278.
- Purnomo, S., & Lee, Y.H.(2010).An assessment of readiness and barriers towards ICT program implementation: Perceptions of agricultural extension officers in Indonesia. *International Journal of Education and Development using ICT*, 6(3), 19-36.
- Roser, M., & Ritchie, H. (2019). Hunger and undernourishment. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/hunger-and-undernourishment>
- Sadiq, M.S.(2015a).Extent and level of poverty volatility across socio-economic correlates of rural households in Niger State, Nigeria. *Indian Journal of Economics and Development*, 11(1): 401-410.
- Sadiq, M.S.(2015b).Poverty Determinants among rural farming household in Niger State, Nigeria. *International Research Journal of Agricultural Economics and Statistics*, 6(1):224-231.
- Sadiq, M.S., & Sani, B.S.(2022).Livelihood status of paddy rice agro-processors that benefitted from microfinance credit in Jigawa State of Nigeria, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 1(2), 71-94.
- Sadiq, M.S., & Sani, B.S.(2023).Job satisfaction and agripreneurial success of microfinance beneficiary small-scale rice processors in Nigeria’s Jigawa state. *Siembra*, 10(1),1-16
- Sadiq, M.S., Singh, I.P., & Ahmad, M.M.(2021).Navigating fish food insecurity by simultaneous household and marketed surplus-led productions in Kogi State of Nigeria. *Agricultural Socio-Economics Journal*, 21(1):41-50.
- Sadiq, M.S., Singh, I.P., Ahmad, M.M., & Lawal, M.(2018a).Drivers of poverty status among sugarcane farmers in Kwara State of Nigeria. *Academic Studies-National Journal of Jyoti Research Academy*, 12(2): 96-103. [http://www.jyotivivas.org/pdf/vol\\_12\\_1.pdf](http://www.jyotivivas.org/pdf/vol_12_1.pdf)
- Sadiq, M.S., Singh, I.P., Ahmad, M.M., Lawal, M., Kamaldeen, N., & Sani, T.P. (2018a).Determining the perceived constraints affecting cassava farmers in Kwara State of Nigeria. *FUDMA Journal of Agriculture and Agricultural Technology*, 4(2):235-247
- Sadiq, M.S., Singh, I.P., Ahmad, M.M., Lawal, M., Sadiq, U.N., & Kabeer, Y.M.(2018b).X-raying poverty dynamics of homestead broiler entrepreneurs in Niger State of Nigeria. *Journal of Animal Production Research*, 30(2):204-214. <http://journals.napri.gov.ng/index.php/japr/article/view/452/433>
- Sadiq, M.S., Singh, I.P., Ahmad, M.M., Lawal, M., Shehu, H.O., Sani, T.P., & Yusuf, T.L.(2018b).Perceived constraints affecting homestead fish farming in Kogi State, Nigeria. *FUDMA Journal of Agriculture and Agricultural Technology*, 4(2):255-266
- Sadiq, M.S., Singh, I.P., Isah, M.A., Greima, I.J., & Umar, S.M.(2017).Strategy of minimizing the cost of cultivation vis-à-vis boosting farm income of small-holder maize farmers in Niger State of Nigeria using Efficiency Measurement System (EMS). *Indian Journal of Economics and Development*, 17(2a):722-728
- Seth, S., & Alkire, S.(2014).Measuring and decomposing inequality among the multidimensionally poor using ordinal data: A counting approach.
- Smits, M. (Ed.). (2022). *Information for a Better World: Shaping the Global Future: 17th International Conference, iConference 2022, Virtual Event, February 28–March 4, 2022, Proceedings, Part I (Vol. 13192)*. Springer Nature.
- Sulaimon, M. D. (2022). Determinants of multidimensional poverty in Nigeria: a state level analysis. *International Journal of Sustainable Economy*, 14(2), 151-166.

**META-ANALYSIS OF FATTY ACID SYNTHASE GENE POLYMORPHISMS AND  
THEIR RELATIONSHIP WITH PALMITOLEIC ACID IN CATTLE**

**Res. Asst. Kubra EKINCI (ORCID:0000-0002-0877-1358)**

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Turkey  
**Email:**kubraekinci@atauni.edu.tr ;

**Dr. Zekrullah MOTMAIN (ORCID:0000-0003-3644-1054)**

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Turkey  
**Email:**zekrullahmotmain891@gmail.com

**Prof. Memis OZDEMIR (ORCID:0000-0002-1301-0270)**

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Turkey  
**Email:**ozdemirm@atauni.edu.tr

**Dr. Esranur SAYGILI (ORCID:0000-0002-9701-1544)**

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Turkey  
**Email:** saygiliesranur@gmail.com

**Abstract**

In some areas of animal research, such as nutrition, genetics, and breeding, there is a regular need for quantitative summaries of data from the literature. In such cases, summary data (usually from the literature) must be analyzed using meta-analysis. In the present studies fatty acid synthase (FASN) gene polymorphisms and their relationship with Palmitoleic Acid were investigated by systematic review and meta-analysis. To measure the magnitude of the effects of the A and G alleles, the standardized mean difference (SMD) was used. 95% confidence intervals were calculated using random effect models. Heterogeneity among studies and statistical stability of overall estimates were assessed using  $I^2$  tests. Stata 11.2 software was used for statistical analyses. A total of 8 studies from 2007 to 2023 were included in the comprehensive search. The data were analyzed using three additive models (AA versus AG), (AA versus GG), and (AG versus GG). Greater heterogeneity was found among studies indicating greater genetic variability in association analysis. Under additive genetic model(AA vs. AG) (AG vs. GG) were a significantly associated with in Palmitoleic acid (C16:1) ( $P<0.05$ ). Although the individual effects of the FASN polymorphisms on the fatty acid composition can be efficient in improving the Palmitoleic Acid. It was concluded that FASN gene polymorphisms could be utilized as good markers to improve Palmitoleic Acid in the muscle of cattle.

**Keywords:** Meta-analysis, Palmitoleic Acid, Polymorphisms, Muscle, Cattle .

## **INTRODUCTION**

The level of beef production is largely determined by available feed resources and production technologies, and beef is an important and nutritionally valuable food in the diets of the world's population. Beef consumption is determined by sociological, religious, cultural, economic, and other determinants. For increasing milk and meat production traits required animal improvement program, Selection is key to any program designed to improve an animals, selection may be of several kinds. Breeding programs are very important and plays important role in animal productivity Ozdemir et al (2023).

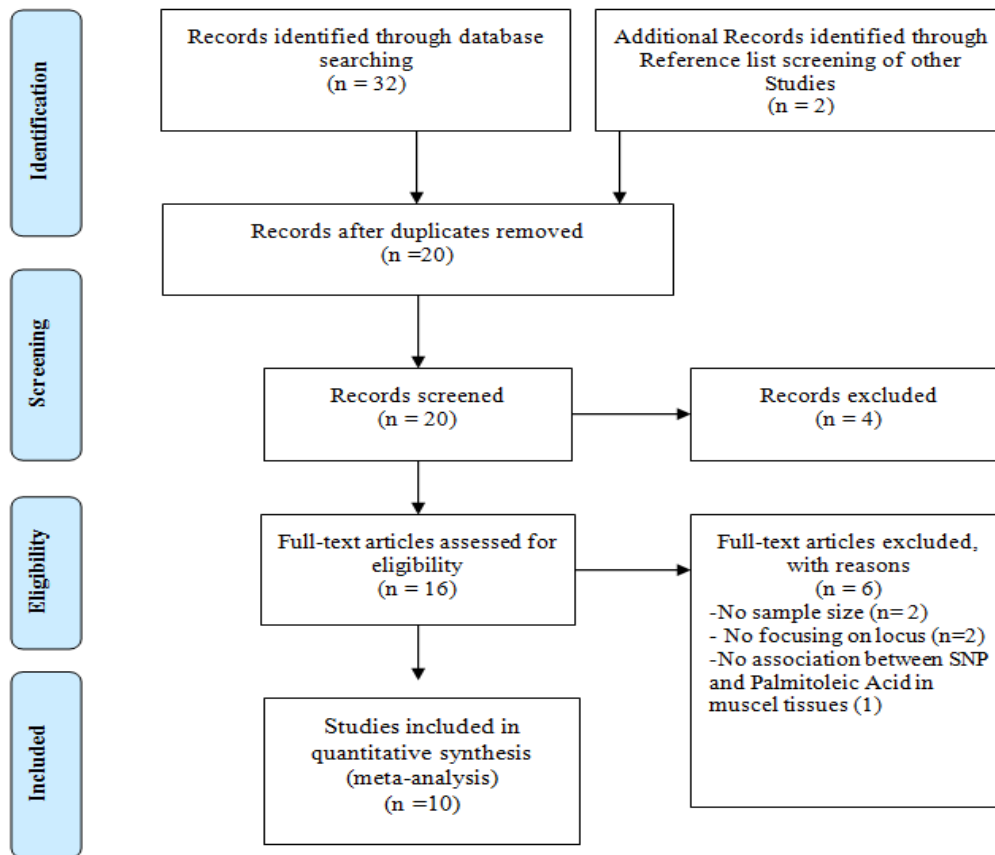
Recent studies have demonstrated significant genetic diversity in the composition of milk fat in dairy cattle. The genetic factors underlying this variation may be found within pathways related to adipose synthesis and metabolism, which are regulated by multiple genes Schennink et al. (2009). Recently, an increasing number of genes have been reported as associated with milk production for dairy cattle breeding, and great improvements have been obtained. Many quantitative trait locus (QTL) analysis and association studies revealed the FASN genes as promising candidate genes for milk production traits Li et al (2016). Fatty acid synthase gene (FASN) was indicated as gene linked to milk production traits in cattle, especially milk fat yield and fatty acid composition. Fatty acid synthase coded by this gene is strictly involved in fat metabolism, so it is supposed that variability of FASN gene could influence these traits Ciecierska et al. (2013).

A meta-analysis is a statistical technique that combines the results of a number of research studies to produce a single estimate, A meta-analysis improves the accuracy of effect estimates and can lead to developing new hypotheses Ozdemir et al. (2018), Lean et al. (2009). In many areas of research, including animal research, the use of systematic reviews and meta-analyses is common. New studies can be planned and research needs can be identified by synthesizing current evidence Borenstein et al.( 2009), Motmain et al. (2022). In the current investigation, we analyzed FASN gene polymorphisms effect on Palmitoleic acid (C16:1) in the cattle by systematic reviews and a meta-analysis. The results could provide evidence for using markers to assist in beef breeding programs.

## **MATERIAL AND METHOD**

The studies regarding to current research were searched in Scientific journals. two effect model (random effect model and the fixed effect model) was used to obtain standardized mean difference.for estimation heterogeneity Q statistic was employed. The selection of model defined from the study effect were homogeneous or heterogeneous and Cohen's method was used for the standardized mean difference. After data extraction by authors and total of 10 published studies where selected .

Data collection and study selection were based on essential criteria. An extensive search has been performed among studies published in various languages, databases and journals on relationship between FASN gene polymorphism with palmitoleic acid in cattle. A comprehensive search was performed with ResearchGate, Springer, PubMed, Google Scholar and Elsevier for studies.



**Fig.1** Inclusion and exclusion criteria in the PRISMA diagram

### Statistical Analysis

The meta-analysis was carried out using the STATA software and less than 0.01 ( P-values) were accepted for significance level. The choice of meta-analysis method (fixed-effects model versus random-effects model) was based on the test for heterogeneity. To calculate the standardized mean difference (SMD), we used the Cohen method (Cohen, 1988) when the number of studies exceeded 10. and the Hedges method (Hedges et al. 1981) was employed when the number of studies less than 10. The following formula was used to convert Standard error to standard deviation.

$$SD = SE \sqrt{N}$$

### RESULT

As PRISMA flow chart is shown (fig.1), in this study 34 theoretically related studies were identified by searching the database and screening the reference list, respectively. Among the 34 studies, 14 studies were removed as duplicates After the preliminary evaluation is completed. Additionally, 4 reports were in summary form and were excluded. From the remaining 16 papers , a total of 6 reports were excluded from further consideration, with the following reasons for exclusion being given: (1) the association between the FASN gene polymorphisms and fatty acid trait in muscel was not investigated, (2) The data provided were insufficient for the purposes of this study, as they did not include the requisite information such as genotype frequencies, standard deviation, and appropriate SNP; and (3) focused on other traits, not fatty acid . Finally, 10 articles were selected for the meta-analysis.



In this study one character in terms of 3 co-dominance models from 10 studies were investigated in this analysis, In the result a significant association between g.17924 A>G SNP and palmitoleic acid (C16:1) in the muscle of cattle . Results are similar to reports Abe et al. (2019); Kaplanova et al., (2013) and they indicated the FASN polymorphism significantly associated with palmitoleic acid (C16:1) in the muscle of cattles and Some of the other investigator Yeon et al.(2013), Barton et al. (2016); Maharani et al.( 2012). has reported the opposite result.

### **CONCLUSION AND DISCUSSION**

In recent years, the fatty acid composition of beef cattle adipose tissue has been recognized as an important trait in the beef industry. In cattle, higher amounts of monounsaturated fatty acids (MUFA) in adipocytes and a lower fat melting point are thought to be contributing factors to the smoothness of beef fat, desirable beef flavor, and may reduce circulating concentrations of LDL cholesterol (Melton et al.,). Because of its relationship to beef quality, including beef flavor and tenderness, fatty acid composition has been recognized as an important trait in beef. The fatty acid composition of cattle, is much less dependent on diet than in non-ruminants micro-organisms in the rumen hydrogenate much of the unsaturated fatty acids in the diet, and most dietary fatty acids are resorbed as saturated fatty acids. (Mannen, H. (2012). Edwards et al., 1961).

In the analysis of Palmitoleic acid (C16:1) studies, FASN polymorphisms significantly associated with palmitoleic acid (C16:1). similar results were reported by Abe et al. (2019), Kaplanova et al., (2013). and they indicated polymorphism in FASN gene significantly impacted palmitoleic acid (C16:1) in in the muscle and several other scientists Yeon et al.(2013), Barton et al. (2016), Maharani et al.( 2012). showed the contrary effect. In summary, the current study carried out a meta-analysis. An association analysis was performed and showed a remarkable association between the targeted FASN SNP and Palmitoleic acid (C16:1). We summarized that the FASN gene could be used as an appropriate indicator or marker to enhance Palmitoleic acid (C16:1) in cattle meat.

## REFERENCE

- Abe, T., Saburi, J., Hasebe, H., Nakagawa, T., Misumi, S., Nade, T., Kobayashi, E. 2009. Novel mutations of the FASN gene and their effect on fatty acid composition in Japanese Black beef. *Biochemical genetics*, 47, 397-411. <https://DOI:10.1007/s10528-009-9235-5>
- Barton, L., Bures, D., Kott, T., Rehak, D. 2016. Associations of polymorphisms in bovine DGAT1, FABP4, FASN, and PPARGC1A genes with intramuscular fat content and the fatty acid composition of muscle and subcutaneous fat in Fleckvieh bulls. *Meat Science*, 114, 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.12.004>
- Borenstein, M., Cooper, H., Hedges, L., Valentine, J. 2009. Effect sizes for continuous data. *The handbook of research synthesis and meta-analysis*, 2, 221-235.
- Edwards, R., Tove, S., Blumer, T. and Barrick, E. (1961). Effects of added dietary fat on fatty acid composition and carcass characteristics of fattening steers. *J. Anim. Sci.*, 20, 712-717
- Kaplanova, K., Dufek, A., Drackova, E., Simeonovova, J., subrt, J., Vrtkova, I., Dvorak, J. 2013. The association of CAPN1, CAST, SCD, and FASN polymorphisms with beef quality traits in commercial crossbred cattle in the Czech Republic Original Paper. *Czech Journal of Animal Science*, 58(11).
- Lean, I.J., Rabiee, A.R., Duffield, T., Fand, I., Dohoo, R. 2009. Invited Review: Use Of Meta-Analysis In Animal Health And Reproduction: Methods And Applications. *J Dairy Sci.* 92:3545–3565. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2140>
- Li, C., Sun, D., Zhang, S., Yang, S., Alim, M. A., Zhang, Q., & Liu, L. (2016). Genetic effects of FASN, PPARGC1A, ABCG2 and IGF1 revealing the association with milk fatty acids in a Chinese Holstein cattle population based on a post genome-wide association study. *BMC genetics*, 17, 1-16.
- Maharani, D., Jung, Y., Jung, W. Y., Jo, C., Ryoo, S. H., Lee, S. H., Lee, J. H. 2012. Association of five candidate genes with fatty acid composition in Korean cattle. *Molecular biology reports*, 39, 6113-6121. <https://DOI:10.1007/s11033-011-1426-6>
- Mannen, H. (2012). Genes associated with fatty acid composition of beef. *Food Science and Technology Research*, 18(1), 1-6.
- Melton, L., Amiri, M., Davis, W. and Backus, R. (1982). Flavor and chemical characteristics of ground beef from grass-, forage-grain and grain-finished steers. *J. Anim. Sci.*, 55, 77-87
- Motmain, Z., Özdemir, M., Ekinci, K., Saygili, E., Bilgin, E. 2022. A Meta-Analysis of the Associations Between Prolactin (PRL) Gene Polymorphism and Milk Production Traits in Cattle. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 28 (5): 627-631, 2022. <https://doi.10.9775/kvfd.2022.27857>
- Özdemir, M., Ekinci, K., Motmain, Z., & Saygili, E. (2023, June). Associations Analysis Between Polymorphisms Localized In Exon Of Prolactin Gene (Prl-Rsai) And Protein Content In Dairy Cattle: A Meta-Analysis Study. In *Conference Id* (P. 170).
- Ozdemir, M., Topal, M., Aksakal, V. 2018. The Relationships Between Performance Traits And The bGH/Alu I And Pit-1/ Hinf I Polymorphisms In Holstein Cows. *Indian J Anim.* 52:186-191. <https://doi.org/10.18805/ijar.v0iOF.8495>
- Schennink, A., Bovenhuis, H., Léon-Kloosterziel, K. M., Van Arendonk, J. A., & Visker, M. H. (2009). Effect of polymorphisms in the FASN, OLR1, PPARGC1A, PRL and STAT5A genes on bovine milk-fat composition. *Animal genetics*, 40(6), 909-916.
- Yeon, S. H., Lee, S. H., Choi, B. H., Lee, H. J., Jang, G. W., Lee, K. T., Chung, H. Y. 2013. Genetic variation of FASN is associated with fatty acid composition of Hanwoo. *Meat science*, 94(1), 133-138. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.01.002>

**POLYMORPHISMS OF STAT5A GENE AND ITS EFFECT ON PROTEIN  
CONTENT IN DAIRY CATTLE BREED: A META-ANALYSIS**

**Dr. Zekrullah MOTMAIN (ORCID:0000-0003-3644-1054)**

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Turkey  
**Email:**zekrullahmotmain891@gmail.com

**Res. Asst. Kubra EKINCI (ORCID:0000-0002-0877-1358)**

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Turkey  
**Email:**kubraekinci@atauni.edu.tr

**Prof. Memis OZDEMIR (ORCID:0000-0002-1301-0270)**

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Turkey  
**Email:**ozdemirm@atauni.edu.tr

**Dr. Esranur SAYGILI (ORCID:0000-0002-9701-1544)**

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Turkey  
**Email:**saygiliesranur@gmail.com

**ABSTRACT**

The primary objective of animal selection in the dairy industry is to improve milk yield and composition. The composition of milk in dairy cattle is a quantitative trait and influenced by both environmental and genetic factors. There are regular needs for quantitative summaries of literature data in some areas of animal research. In such cases, meta-analyses must be used for the analysis of summary data. The purpose of this study were to investigate STAT5A gene polymorphisms and their effect on protein content in dairy cattle by meta-analysis method. Statistical analyses to determine heterogeneity between studies and overall estimates were performed by using Stata 11.2 software. Random effects model was used to calculate 95% confidence intervals. The articles that met the necessary condition were used in the analysis. (CT vs. CC), (CT vs. TT) and (CC vs. TT) were applied as genetic models. The results of this study indicate that higher heterogeneity was found among the studies indicating higher genetic variability. In the association analysis, a significant result were found between additive model (CT vs. CC) polymorphism and protein content ( $P < 0.05$ ). In the conclusion STAT5A gene polymorphisms could be used to improve protein content in dairy cattle.

**Keywords:** Meta-analysis, Protein, STAT5A, Polymorphisms.

## INTRODUCTION

The rapid improvement in traits of economic importance in livestock species embarks on identification of the underlying genes and their polymorphisms. Over the previous decades many candidate genes with different functions in metabolism, including Signal Transducer and Activator of Transcription 5A (STAT5A), have been proposed as affecting milk yield and composition in dairy cattle. A number of candidate genes have been reported to influence milk yield and milk composition. In dairy cows, the GH, STAT5A, LEP and MYF5 genes have been reported to be candidate genes for milk yield and milk composition. Polymorphisms in STAT5A were previously shown to be associated with milk production traits in certain genetic groups of cattle Krovvidi et al. (2021), Kiyici et al (2019). In cattle, there is a correlation between some polymorphisms found in the gene coding the STAT5A protein and the milk yield traits Daldaban et al. (2020).

Based on the statistical and mathematical principles, meta-analysis is a systematic review of quantitative research. Integrating the results from different studies with a single subject, compared to the findings of an individual research, allows for a more accurate and reliable estimation. The challenge for biologists is to discover ways to analyze scattered data to help them understand the complex dynamic system of life. Meta-analysis is a statistical method for integrating data from different surveys with related hypotheses, which is a valuable way to increase the analytical power of individual surveys. In this regard, new and powerful tools have been developed for the analysis of expressive data. One of the most important goals of meta-analysis studies is to provide an accurate and valid result, by increasing the sample size due to the combination of different studies and hence reducing the confidence interval of these measurements and solving problems resulting from controversial results of previous studies Field et al. (2005).

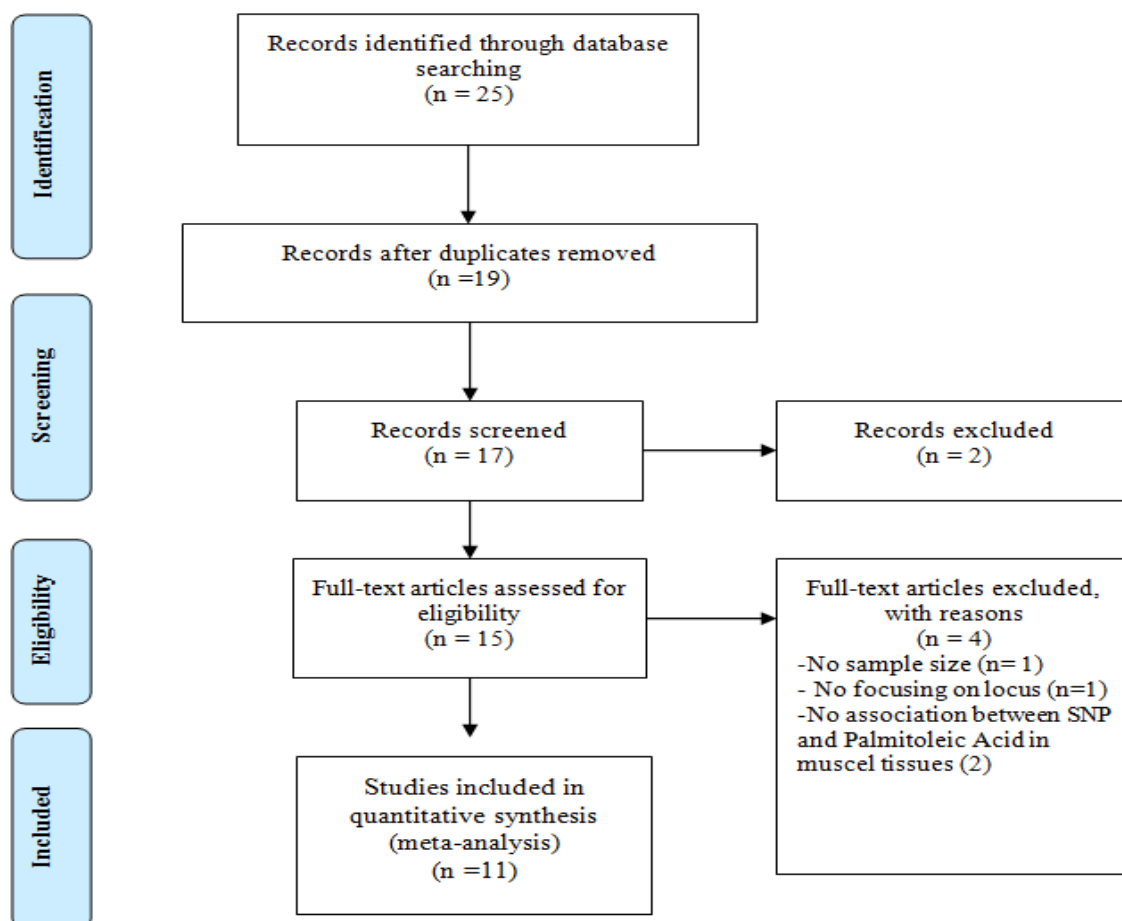
The term meta-analysis is used to refer to the statistical analysis of a large set of results from individual studies to integrate findings<sup>16</sup>. Like any statistical method, meta-analysis has its pros and cons but is now one of the standard tools for providing a clear, objective and repetitive summary of research findings in the social sciences, medicine, education, and other fields Roudbari et al. (2023). In the current investigation, we analyzed STAT5A gene polymorphisms effect on protein yield in the dairy cattle by systematic reviews and a meta-analysis. The results could provide evidence for using markers to assist in dairy cattle breeding programs.

## MATERIALS AND METHODS

Scientific journals were searched for meta-analysis of polymorphism in prolactin (PRL) gene and its association with milk production traits in dairy cattle. In order to obtain standard mean difference, two effect models are used (random effect model and fixed effect model). Selection of model based on whether the effect of studies were homogenous or heterogeneous, when the study effects were homogeneous fixed model used, if the study effect were heterogeneous then random model used. Q statistic used for determination of heterogeneity between studies and I<sup>2</sup> index using for further quantified. For standardized of mean differences used Cohen methods. The authors extracted data independently, for the collection of data Microsoft Excel format used. Mistake or error about studies and collection of data resolved by discussion between them. At first 51 studies were searched, total 26 studies found about polymorphism of prolactin gene at the same genotypes and selected for this study. The important information which included author's name, year of publication, country, sample size, genotypes, breed, milk yield (LMY), fat yield (kg), protein yield, were collected from related studies.

## STATISTICAL ANALYSIS

Random-effect models were used to estimate in this analysis. Statistical  $I^2$  was performed for detection of interstudy heterogeneity and studies were assessed by forest plot. Data analysis was completed by Stata 11.2 software and the association between polymorphisms of the STAT5A gene and traits were evaluated by 95% confidence intervals. The heterogeneity test was used for the selection of the meta-analysis method (fixed-effects/random-effects model). To calculate the standardized mean difference (SMD), when the number of studies exceeded 10, we used the Cohen method, when the number of studies was less than 10, the Hedges method was used.



**Fig.1** Inclusion and exclusion criteria in the PRISMA diagram

## RESULT

The STAT5A gene is a candidate quantitative trait locus (QTL) and is a genetic marker for productivity traits in dairy cattle. The expression of milk protein genes in bovine mammary epithelial cells is mainly controlled by the acting of prolactin through STAT5A transcription factor bayram et al.(2004). Lipids and proteins are essential components of milk and can significantly influence the nutritious and technical properties of its derivatives. A key factor affecting cheese yield, for example, is the concentration of milk casein. Likewise, the

concentration and composition of fat determines the quality of milk and cheese. There have been reports that key genes may have an effect on these milk properties Molee et al.(2015), Mahmoudi et al. (2023). The association analysis of these studies had a higher degree of heterogeneity, indicating greater genetic variability for this trait. The meta-analysis results are showed by the vertical dashed line marked with a diamond and a significant difference between genotypes was indicated when the confidence interval of the effect size did not touch the line. In the analysis of protein content studies the association between additive model (CT vs. CC) and protein contents were found significant ( $P<0.05$ ).

## **CONCLUSION AND DISCUSSION**

STATs are a group of transcription regulators that regulate the actions of a group of peptide hormones and cytokines within target cells (e.g., growth hormone and prolactin). Therefore, STAT5A gene is a candidate marker for quantitative traits in farm animals with respect to milk production traits.

In analyzing associations of 5 studies between the STAT5A genetic model (CT vs. CC) and protein content found significant ( $P<0.05$ ). Similar results were obtained (25;26;27) they found that the STAT5A/AvaI polymorphism contributed protein in dairy cattle breeds and was in contrast with Bao et al. (2010), He et al. (2012). They reported STAT5A/AvaI polymorphism have significant effects on protein content in dairy cattle breeds.

Based on the results of the meta-analysis of this review. The significant result was found among the polymorphism of STAT5A gene and protein yield in (CT vs CC) genotype. The non-significant association of STAT5A polymorphism observed with other genotype. Several results reported by the authors which were in contrast with this study. Therefore more study should be done for determination of polymorphism of STAT5A gene and its effect on protein content.

## REFERENCE

- Krovvidi, S., Aranganoor, T. K., Ramasamy, S., and Nagarajan, M. (2021). Single nucleotide polymorphism in STAT5A could not endorse variation in milk production traits in Indian bovine population. *Acta Veterinaria Hungarica*, vol.69, no.4, pp.324-333. <https://doi.org/10.1556/004.2021.00046>
- Bao, B., Zhang, C., Fang, X., Zhang, R., Gu, C., Lei, C., and Chen, H. (2010). Association between polymorphism in STAT5A gene and milk production traits in Chinese Holstein cattle. *Anim Sci Pap Rep*, Vol.28, pp.5-11.
- Kiyici, J., Arslan, K., Akyuz, B., et al. (2019). Relationships between polymorphisms of growth hormone, leptin and myogenic factor 5 genes with some milk yield traits in Holstein dairy cows. *International journal of dairy technology*, , vol. 72, no. 1, pp. 1-7. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12539>
- He, X., Chu, M. X., Qiao, L., He, J. N., Wang, P. Q., Feng, T and An, Y. F. (2012). Polymorphisms of STAT5A gene and their association with milk production traits in Holstein cows. *Molecular biology reports*, Vol. 39, pp. 2901-2907. <https://doi.org/10.1007/s11033-011-1051-4>
- Daldaban, F., Arslan, K., Aksel, E. G., & Akyüz, B. (2020). Polymorphism of the STAT5A and MYF-5 genes in Anatolian water buffalo. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 44(2), 284-289. <https://doi.org/10.3906/vet-1904-30>
- Roudbari, Z., yousefi Javan, I., & Qarari, F. (2023). The relationships between PRL/Rsa I polymorphism in prolactin gene and milk production in cattle: A Meta-analysis. *Large Animal Review*, 29(1), 9-14.
- Field, A. P. (2005). Is the meta-analysis of correlation coefficients accurate when population correlations vary? *Psychological methods*, 10(4), 444.
- Mahmoudi, P., and Rashidi, A. (2023). Strong evidence for association between K232A polymorphism of the DGAT1 gene and milk fat and protein contents: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, vol.106, pp. 2573-2587. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22315>
- Molee, A., Poomprapun, C., Mernkrathoke., P. (2015). Effect of casein genes - beta-LGB, DGAT1, GH, and LHR - on milk production and milk composition traits in crossbred Holsteins, *Genet. Mol. Res.* Vol. 14, pp. 2561–2571. <https://doi.org/10.4238/2015.March.30.15>
- Brym, P., Kamiński, S., & Rusc, A. (2004). New SSCP polymorphism within bovine STAT5A gene and its associations with milk performance traits in Black-and-White and Jersey cattle. *Journal of Applied Genetics*, 45(4), 445-452.

**PARENTAL PERSPECTIVE ON SCREEN USAGE AND ITS IMPACT ON ACADEMIC  
PERFORMANCE**

**Alabi Remilekun E (ORCID:0009-0002-8548-7315)**

Department of Statistics, The Federal Polytechnic, Ado- Ekiti, Nigeria

**Email:**remilekun83@gmail.com

**Olorunfemi Deborah. F**

Department of Statistics, The Federal Polytechnic, Ado- Ekiti, Nigeria

**Email:**olorunfemi\_df@fedpolyado.edu.ng

**ABSTRACT**

Technology has become a vital part of children's life, influencing everything from their academic performance to their social development. Children of today are growing up with digital devices, such as mobile phones, iPads, computers, video games, and smart gadgets; therefore, screen time has become ubiquitous in children's daily routines. This research provides a review of screen time usage and its impact in children across multiple developmental domains: cognitive, language, physical, and socio-emotional. Chi square test was used to analyze the data collected and our findings reveal that excessive screen time negatively influences a child's performance across multiple domains. This underscores the importance of regulating and monitoring screen usage among children to mitigate adverse effects on their academic, cognitive, and social development. Parents, educators, and policymakers should collaborate to establish guidelines and strategies that promote healthy screen habits and foster holistic child development.

**Keywords:** Technology, Education, Chi-square, Screen time



## **INTRODUCTION**

Technology and media has become a vital part of the lives of infants, toddlers, Preschoolers, and school-aged children. In today's generation, digital devices, such as TVs, smart phones, tablets, digital toys, and computers are present in every home. Rustem Mustafaoglu. reviewed the literature on digital technology usage in children and how it impacts the child development. The review aims explicitly at the increasing usage of modern technologies such as smart televisions, tablets, computers, video games, digital toys and smart phones. It also discusses various developmental health and other behavioral risks associated with long-term technology usage. Sundus reviewed the existing literature on the effect of using gadgets on children.

The review asserts that modern technology helps children to develop learning abilities, competitive skills, and other educational skills faster. However, prolonged exposure to these contemporary gadgets will negatively affect children's mental and motor abilities. The work recommends further research on how technology and media affect children's development. Radesky et al. reviewed the literature on increased screen time and its effects on the behavior and development of children from birth to eight years of age. Various behavioral problems, such as aggressive behavior, attention problems, and health problems, including sleep and obesity are associated with technology usage in early childhood. Suzy Tomopoulos have researched media exposure in infant and child development. The study objective was to know if long-term exposure to media and its content in six-month-old babies would influence their development at 14 months. It was a longitudinal study of 259 participants involving mothers (from low socioeconomic backgrounds) and infants at Bellevue Hospital Centre in New York, NY, USA. According to research in the U.S., about 74% of parents report that their children under age two watch TV. A national survey by Wartella revealed that in media-centric parenting, the average screen time for kids is 4.30 h a day. The report describes the relationship between media-centric parenting and screen time in children as directly proportional.

Media-centric parenting is a style in which a substantial portion of the child's daily routine involves using electronic devices, such as smartphones, tablets, computers, and televisions. Media-moderate parenting aims to balance a child's use of technology and other activities by limiting screen time and monitoring the content children consume. Alternatively, the media-light parenting style limits a child's exposure to electronic media. It sets boundaries and rules around media use, encouraging outdoor play, reading, and creative play. Media usage in younger children impacts their health and development, reduces babies' focus and attention span, sleep, physical activity, language development and communication, and socio-emotional health, and causes behavioral challenges. Thus, a correlation exists between a child's screen time usage and development. Some parents view learning, creativity, and social skills as vital motivating factors for child screen use. In contrast, others perceive that media adversely impacts children's physical activity. In the height of the COVID-19 pandemic, with online learning options, less social interaction, and limited outdoor activity, most children's lives revolve around media and technology. Digital Technology is influencing children's lives. Media usage has several implications for a child's cognitive, language, physical, and socio-emotional development. Different skills are clustered under different development domains.

## **RESEARCH AND FINDINGS**

Descriptive statistics, unlike inferential statistics, is not developed on the basis of probability theory, and are frequently nonparametric statistics. Even when a data analysis draws its main conclusions using inferential statistics, descriptive statistics are generally also presented.

Chi-square test denoted as  $\chi^2$  is a test of statistical significance which is used to test the significance of difference between observed and expected frequencies or ratios. Chi-square test

is one of the most important and useful of all the tests of significance used in statistical methods including biostatistics Minium, (2001). Chi-square formula is given below:

$$\chi^2_{cal} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Where  $O_{ij}$  = observed frequency

$E_{ij}$  = expected frequency

$O_{ij}$  = observed value

Two hundred questionnaires was administered and retrieved for data analysis.

**Table 1: SCREEN TIME AND ITS IMPACT**

NO OF HOURS	POSITIVE	NEGATIVE
<2	19	31
2-3	8	42
4-5	17	28
NONE	25	30

### **HYPOTHESIS STATEMENT**

$H_0: \mu = 0$ . ( screen time does not affect a child’s academic performance).

$H_1: \mu \neq 0$ , (screen time affect a child’s academic performance).

### **TEST STATISTICS**

Chi-square Test

### **SIGNIFICANT LEVEL**

$\alpha = 0.05$

### **DECISION RULE**

Reject  $H_0$  if p-value  $\leq \alpha$  –value, otherwise do not reject.

**Table 2:Data Analysis**

NO OF HOURS	POSITIVE	NEGATIVE	Total
<2	19	31	50
2-3	8	42	50
4-5	17	28	45
NONE	25	30	55
Total	69	131	200

Pearson chi square = 0.012

**CONCLUSION:** since p-value(0.012) <  $\alpha$  (0.05) value we reject  $H_0$  and conclude that screen time affect a child’s academic performance.

### **Summary**

The statistical analysis conducted on the effect of screen time on a child's performance yielded significant findings. Through rigorous data collection and analysis, it was discovered that spending more time on screen has negative effect on the children academic performance. These findings are consistent with previous research, highlighting the impact of screen exposure on young minds.

### **Conclusion**

Based on the statistical analysis, excessive screen time negatively influences a child's performance across multiple domains. This underscores the importance of regulating and monitoring screen usage among children to mitigate adverse effects on their academic, cognitive, and social development. Parents, educators, and policymakers should collaborate to establish guidelines and strategies that promote healthy screen habits and foster holistic child development. The following are recommended:

**Limit Screen Time:** Encourage parents to set and enforce reasonable limits on screen time for children, taking into account age-appropriate guidelines.

**Promote Alternative Activities:** Encourage participation in physical, creative, and social activities that do not involve screens, such as outdoor play, reading, and hands-on crafts.

**Educate Parents and Caregivers:** Provide resources and information to parents and caregivers about the potential impacts of excessive screen time on children's development and offer guidance on creating a balanced screen environment.

## **REFERENCES**

- Minium, E.W.(2001): Statistical reasoning in Psychology and Education (3<sup>rd</sup> Edition)  
Syngapore, John willey and Son, inc.
- Radesky, J.S.; Peacock-Chambers, E.; Zuckerman, B.; Silverstein, M.(2016) Use of mobile  
technology to calm upset children: Associations with social-emotional development.  
JAMA Pediatr, 170, 397-399
- Rustem Mustafaoglu (2018): The negative effect of digital technology usage on Children's  
Development and health. Turkish Green Crescent Society. 5 (2) 13-21.
- Sundus, M. The Impact of using Gadgets on Children. J. Depress. Anxiety 2017, 6, 1-3.
- Suzy Tomopoulos (2017) Educational Media Exposure and Parent child interactivity. New  
York

## KÜRESEL SU ÜRÜNLERİ YEM PAZARI: TRENDLER VE ZORLUKLAR

**Prof. Dr. Suat DİKEL (Orcid: 0000-0002-5728-7052)**

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

**E-mail:** dikel@cu.edu.tr

**Doç. Dr. İbrahim DEMİRKALE (Orcid: 0000-0002-0074-2309)**

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

**E-mail:** idemirkale@gmail.com

### Özet

Küresel su ürünleri yemi üretimi 2022 yılında yaklaşık 52,9 milyon tona ulaşarak, 1.266 milyar tonluk toplam küresel karma yem tonajının yaklaşık %4,2'sini oluşturdu. Su ürünleri yetiştiricilik sektörü, toplam küresel su ürünleri yemi üretiminde %2,7 oranında bir büyüme kaydetmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde yem üreten ilk 5 ülke Çin, Vietnam, Hindistan, Norveç ve Endonezya'dır. Çin, Brezilya, Ekvador, Filipinler ve ABD'de üretimde önemli artışlar bildirildi. Buna karşılık, Avrupa'da su ürünleri yetiştiriciliği sektörü, 2022 yılında yem üretiminde önemli düşüşler yaşadı ve su ürünleri yemi üretiminde kayda değer düşüşlerin yaşandığı sektörlerden biri oldu. Küresel su ürünleri yemi pazarı, artan balık proteini talebi ve sürdürülebilir yem çözümlerine olan ihtiyaç nedeniyle dinamik ve hızla gelişen bir sektördür. Bu makale, su ürünleri yemi endüstrisindeki temel eğilimleri, zorlukları ve fırsatları araştırıyor. Piyasa değerinin 2022 yılına kadar önemli rakamlara ulaşacağı öngörülen paydaşlar, balık unu ve soya fasulyesi unu gibi geleneksel yem kaynaklarının artan fiyatları gibi sorunları çözmek için aktif olarak yenilikçi yem içerikleri arıyor. Endüstri, yem kalitesini artırmak, maliyetleri azaltmak ve sürdürülebilirliği artırmak için böcek bazlı protein yemi, bitki içerikleri ve faydalı bakteriler gibi alternatif seçenekleri araştırıyor. Balıkçılık kaynaklarının ekolojik etkisi ve su ürünleri yetiştiriciliği operasyonlarının çevresel ayak izi de dahil olmak üzere sürdürülebilirlik kaygıları, sektörü daha sorumlu uygulamalara yönlendiriyor. COVID-19 salgını, dayanıklı tedarik zincirlerinin ve kara asker sinek larvalarının sürdürülebilir yem bileşenleri olarak kullanılması gibi yenilikçi çözümlerin önemini altını çizdi. Yem formülasyonlarının optimize edilmesi, yem yönetimi uygulamalarının iyileştirilmesi ve su ürünleri yetiştiriciliği operasyonlarının uzun vadeli sürdürülebilirliğinin sağlanması için araştırma ve işbirliği çok önemlidir. Su ürünleri yemi endüstrisi, bu zorlukların üstesinden gelerek ve yenilikçi çözümleri benimseyerek, artan balık proteini talebini sürdürülebilir bir şekilde karşılayabilir, çevresel etkiyi en aza indirebilir ve gelecek nesiller için gıda güvenliğini sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Su Ürünleri, Yem, Pazar zorlukları, Yem Pazarı

## GLOBAL AQUACULTURE FEED MARKET: TRENDS AND CHALLENGES

### Abstract

Global aquaculture feed production reached approximately 52.9 million tons in 2022, accounting for around 4.2% of the total global compound feed tonnage of 1,266 billion tons. The aquaculture sector experienced a growth of 2.7% in total global aquafeed production. The top 5 aquaculture feed-producing countries are China, Vietnam, India, Norway, and Indonesia. Significant increases in production were reported in China, Brazil, Ecuador, the Philippines, and the United States. Conversely, in Europe, the aquaculture sector witnessed substantial declines in feed production in 2022, marking it as one of the sectors with notable decreases in aquafeed production. The global aquaculture feed market is a dynamic and rapidly evolving sector driven by the increasing demand for fish protein and the need for sustainable feed solutions. This article explores key trends, challenges, and opportunities in the aquaculture feed industry. With the market value projected to reach significant figures by 2022, stakeholders are actively seeking innovative feed ingredients to address issues such as rising prices of traditional feed sources like fishmeal and soybean meal. The industry is exploring alternative options such as insect-based protein feed, plant ingredients, and beneficial bacteria to enhance feed quality, reduce costs, and improve sustainability. Sustainability concerns, including the ecological impact of fishery resources and the environmental footprint of aquaculture operations, are driving the industry towards more responsible practices. The COVID-19 pandemic has underscored the importance of resilient supply chains and innovative solutions like using black soldier fly larvae as sustainable feed ingredients. Research and collaboration are crucial for optimizing feed formulations, improving feed management practices, and ensuring the long-term viability of aquaculture operations. By addressing these challenges and embracing innovative solutions, the aquaculture feed industry can meet the increasing demand for fish protein sustainably, minimize environmental impact, and ensure food security for future generations.

**Keywords:** Aquaculture, Feed, Market challenges, Feed Market

## Giriş

Küresel su ürünleri yemi pazarı, sürdürülebilir ve yüksek kaliteli deniz ürünlerine yönelik artan talebin etkisiyle son yıllarda dikkate değer bir büyüme yaşadı. Küresel nüfus artmaya devam ettikçe, alternatif protein kaynaklarına olan ihtiyaç giderek daha önemli hale geldi ve su ürünleri yetiştiriciliği, su ürünlerine yönelik arz-talep açığını kapatmak için geçerli bir çözüm olarak ortaya çıktı (Subasinghe ve ark., 2009). Su ürünleri yetiştiriciliği endüstrilerinin, özellikle penaeid karidesleri ve salmonidler gibi ekonomik açıdan değerli türler için hızlı bir şekilde genişlemesi, özel su ürünleri yemlerine olan talepte önemli bir artışa yol açmıştır (Hertrampf & Piedad-Pascual, 2000). Geçtiğimiz yıllarda 1.266 milyar tona ulaşan küresel karma yem tonajının yaklaşık %4,2'sini (52,9 milyon ton) su ürünleri yemi oluşturmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliği sektörü, toplam küresel su ürünleri yemi üretimindeki %2,7'lik bir büyüme ile yem sektörünün en çok büyüme kaydeden unsurları arasında yer almıştır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde yem üreten en önemli ülkeler Çin, Vietnam, Hindistan, Norveç ve Endonezya'dır. Bununla birlikte Çin, Brezilya, Ekvador, Filipinler ve ABD'de önemli artışlar rapor edilirken özellikle Avrupa'da Su ürünleri yetiştiriciliği sektörü, yem üretiminde büyük düşüşlerin olduğu bildirilmiştir (Anonim 2023). Su ürünleri üretimindeki bu artışa, dünya çapında 1.200'den fazla bu tür kuruluşun tanımlandığı yem üretim şirketlerinin çoğalmasında eşlik ediyor. Su ürünleri yemlerine yönelik gereksinimler artmaya devam ettikçe sektör, balık unu gibi yaygın olarak kullanılan proteinli kaynakların beklenen kıtlığı da dahil olmak üzere çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için araştırmacılar ve endüstri paydaşları, daha sürdürülebilir ve uygun maliyetli su ürünleri yemi formülasyonları geliştirmek amacıyla bitki bazlı bileşenler ve yeni teknolojiler dahil olmak üzere alternatif protein kaynaklarını araştırıyor. Küresel su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisinin, yüksek yem dönüşüm oranları ve önemli bir genişleme potansiyeli sunduğundan, yaklaşmakta olan gıda kriziyle mücadelede önemli bir rol oynaması bekleniyor (Muir, 2005) Bununla birlikte, endüstrinin, örneğin teknik olmayan yönlerle de uğraşması gerekiyor. Bununla birlikte, sektörün sürdürülebilir gelişimini sağlamak için birleştirilmiş standartlara duyulan ihtiyaç, uygun lisanslama sistemleri ve yerel ve küresel su ürünleri yetiştiriciliği ağlarının kurulması gibi teknik olmayan yönlerle de uğraşması gerekiyor. Standartların farklı bölgeler arasında uyumlaştırılması, ticareti kolaylaştırabilir, ürün kalitesini iyileştirebilir ve su ürünleri ürünlerine yönelik tüketici güvenini artırabilir. Etkin lisanslama sistemleri, sektörü düzenlemek, kaynakların aşırı kullanımını önlemek ve çevresel etkileri en aza indirmek için gereklidir. Ek olarak, güçlü su ürünleri yetiştiriciliği ağlarının teşvik edilmesi, çiftçiler ve yem üreticilerinden araştırmacılara ve politika yapıcılara kadar paydaşlar arasında bilgi paylaşımını, yenilikçiliği ve işbirliğini teşvik edebilir. Teknik gelişmeler ile bu düzenleyici ve işbirlikçi çerçeveler arasındaki etkileşim, su ürünleri yemi pazarının karşılaştığı çok yönlü zorlukların çözümünde kritik öneme sahip olacaktır. Sektör, sürdürülebilirliğe, verimliliğe ve mevzuat uyumluluğuna odaklanarak küresel talep ve kaynak sınırlamalarının karmaşıklığıyla başa çıkabilir. Su ürünleri yetiştiriciliği sektörü gelişmeye devam ettikçe, bu zorluklara uyum sağlama yeteneği, sektörün gıda güvenliğinin sağlanması ve gelecek nesillere yüksek kaliteli, sürdürülebilir deniz ürünleri sağlanmasındaki rolünü belirleyecektir. Bu derleme, küresel su ürünleri yem pazarını şekillendiren trendlerin ve tam potansiyeline ulaşmak için aşılması gereken engellerin ayrıntılı bir analizini sunarak bu hususları ele alacaktır.

## 1. Piyasaya Bakış

### 1.1. Akuatik Yeminin Tanımı ve Kapsamı

Su ürünleri yemi, sucul canlıların, özellikle balıkların, kabukluların ve yumuşakçaların beslenmesi amacıyla üretilen özel besin karışımlarıdır. Bu yemler, yetiştirilen türlerin büyüme, sağlık ve üretkenliklerini maksimize etmek için protein, yağ, vitamin, mineral ve diğer gerekli

besin maddelerini içerir. Su ürünleri yemlerinin kapsamı, yemlerin bileşiminden üretim tekniklerine, kalite kontrol prosedürlerinden sürdürülebilirlik uygulamalarına kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Bu yemlerin formülasyonu, doğal beslenme ihtiyaçlarına en uygun şekilde dizayn edilerek, hem ekonomik verimliliği artırmak hem de çevresel etkileri minimize etmek amacı taşır.

### 1.2. Temel Pazar Segmentleri (Balık, Karides, Yumuşakçalar vb.)

Su ürünleri yem pazarı, çeşitli sucul türlerin spesifik beslenme gereksinimlerini karşılamak üzere çeşitli segmentlere ayrılır. En büyük segmentlerden biri, yemlerin en yaygın kullanıldığı balık yetiştiriciliğidir; özellikle somon, tilapia ve levrek gibi ekonomik değeri yüksek türler öne çıkar. İkinci büyük segment, karides yetiştiriciliğidir; özellikle penaeid karidesleri için özel olarak formüle edilmiş yemler bu gruba girer. Yumuşakçalar, örneğin midye ve istiridye yetiştiriciliği de, bu sektörde önemli bir segmenti oluşturur. Her bir segment, farklı besin ihtiyaçlarına sahip olduğundan, yemlerin bileşimi ve üretim süreçleri bu ihtiyaçlara göre özelleştirilir.

### 1.3. Coğrafi Pazar Dağılımı

Su ürünleri yem pazarının coğrafi dağılımı, dünya genelindeki farklı bölgelerdeki su ürünleri yetiştiriciliğinin yoğunluğuna ve gelişmişlik seviyesine bağlı olarak değişiklik gösterir. Asya-Pasifik bölgesi, özellikle Çin, Hindistan ve Vietnam gibi ülkeler, su ürünleri üretiminde dünya lideri olup, bu bölgede yem talebi oldukça yüksektir. Avrupa ve Kuzey Amerika, hem teknolojik yenilikler hem de yüksek kaliteli yem talebi ile öne çıkan diğer önemli pazarlardır. Latin Amerika da, özellikle Brezilya ve Şili gibi ülkeler aracılığıyla hızla büyüyen bir pazar olarak dikkat çekmektedir. Bu coğrafi farklılıklar, yem üreticilerinin pazarlama stratejilerini ve ürün geliştirme süreçlerini şekillendirmede önemli rol oynar.

## 3. Pazar Eğilimleri

### 3.1. Büyümenin Etkenleri

Su ürünleri yem pazarındaki büyümenin ana etkenleri arasında artan dünya nüfusu ve buna bağlı olarak yükselen protein ihtiyacı başı çekmektedir. Geleneksel balıkçılığın sürdürülebilirlik sınırlarına ulaşması, yetiştiriciliğin önemini artırmıştır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde gelir seviyelerinin artması, deniz ürünlerine olan talebi artırmış ve bu da su ürünleri yetiştiriciliğine olan yatırımları teşvik etmiştir. Ayrıca, su ürünleri yemlerinin kalitesinin artması ve balıkların büyüme hızının artması, üreticilerin daha fazla verim elde etmesine katkıda bulunarak pazardaki büyümeyi desteklemektedir.

### 3.2. Yem Üretiminde Teknolojik Gelişmeler

Yem üretiminde teknolojik gelişmeler, hem üretim süreçlerinin verimliliğini artırmakta hem de yemlerin besleyici değerini optimize etmektedir. Otomatik üretim hatları ve robotik sistemler, yem üretiminde insan hatasını minimize ederken, üretim kapasitesini artırmaktadır. Gelişmiş analiz ve kalite kontrol teknolojileri, yemlerin bileşiminin hassas bir şekilde izlenmesini ve optimize edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, yeni ekstrüzyon ve peletleme teknikleri, yemlerin su içinde daha dayanıklı olmasını ve besin kaybını azaltmasını mümkün kılmaktadır.

### 3.3. Yem Bileşimi ve Besin İçeriğindeki Yenilikler

Yem bileşiminde ve besin içeriğinde yapılan yenilikler, su ürünleri yemlerinin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Geleneksel olarak kullanılan balık unu ve balık yağı gibi deniz kaynaklı bileşenlerin yerine, soya proteini, alg yağı, böcek unu ve diğer bitkisel ve hayvansal kaynaklı alternatifler kullanılmaktadır. Bu yenilikler, yemlerin besin içeriğini zenginleştirirken, çevresel ayak izini azaltmayı hedeflemektedir. Ayrıca, vitaminler, mineraller ve prebiyotikler gibi ek besin maddeleri de yemlerin genel sağlık ve büyüme performansını artırmaktadır.



### 3.4.Sürdürülebilir ve Organik Su Ürünleri Yeminin Yükselişi

Sürdürülebilirlik ve organik ürünlere olan talep, su ürünleri yem pazarında önemli bir trend haline gelmiştir. Tüketicilerin çevresel ve etik kaygıları, sürdürülebilir kaynaklardan elde edilen ve çevreye minimal zarar veren yemlerin üretimini teşvik etmektedir. Organik yemler, kimyasal katkı maddelerinden arındırılmış ve doğal içeriklerle üretilmiş olup, hem yetiştiriciler hem de tüketiciler arasında giderek daha fazla tercih edilmektedir. Bu eğilim, yem üreticilerini daha yeşil ve çevre dostu üretim yöntemleri geliştirmeye yönlendirmektedir.

### 3.5.COVID-19'un Su Ürünleri Yem Piyasası Üzerindeki Etkisi

COVID-19 pandemisi, su ürünleri yem piyasasını da önemli ölçüde etkilemiştir. Pandemi sürecinde, tedarik zincirlerinde yaşanan kesintiler ve lojistik zorluklar, yem üretim ve dağıtım süreçlerinde aksamalara yol açmıştır. Özellikle uluslararası ticaretin yavaşlaması, hammadde tedarikinde sorunlara neden olmuştur. Bununla birlikte, tüketici talebinde yaşanan dalgalanmalar ve restoran gibi ticari müşteri kanallarının kapanması, pazarın dinamiklerini değiştirmiştir. Ancak, sektörün bu dönemde gösterdiği adaptasyon yeteneği ve esneklik, uzun vadede daha dayanıklı ve çeşitli tedarik zincirleri oluşturulmasına katkıda bulunmuştur.

### 4.Yem Sektöründe Önemli Piyasa Oyuncuları

Su ürünleri yem sektörü, dünya genelinde faaliyet gösteren çeşitli önemli piyasa oyuncuları tarafından domine edilmektedir. Bu oyuncular, geniş ürün yelpazeleri ve yenilikçi yem formülasyonları ile sektörde lider konumdadır. Şirketler, Ar-Ge yatırımları ve sürdürülebilir üretim uygulamaları ile rekabet avantajı sağlamaktadır. Ayrıca, bu firmalar, küresel ölçekte operasyonlarını genişleterek ve yeni pazarlara girerek sektörün gelişimine katkıda bulunmaktadır. Önde gelen oyuncular arasında Cargill, Nutreco, Alltech, Skretting ve BioMar gibi şirketler bulunmaktadır.

#### 4.1.Su Ürünleri Yem Sektöründe Öncü Firmalar

Öncü firmalar, su ürünleri yem sektöründe yenilikçi ürünler ve sürdürülebilir uygulamalar ile dikkat çekmektedir. Cargill, sektörde geniş bir yem portföyüne sahip olup, dünya çapında su ürünleri yetiştiricilerine hizmet vermektedir. Nutreco, Skretting markası altında su ürünleri yemlerinde uzmanlaşmış ve global pazarda önemli bir oyuncudur. BioMar, çevre dostu yem formülasyonları ve yüksek kaliteli ürünleri ile bilinirken, Alltech ise doğal yem katkıları ve probiyotik çözümleri ile sektörde öne çıkmaktadır. Bu firmalar, sürekli inovasyon ve kaliteye odaklanarak sektördeki liderliklerini sürdürmektedir.

#### 4.2.Pazar Payı Analizi

Pazar payı analizi, sektördeki ana oyuncuların performansını ve rekabetçi konumlarını değerlendirmek için kritik öneme sahiptir. Cargill, Nutreco (Skretting), BioMar ve Alltech gibi büyük firmalar, küresel su ürünleri yem pazarında önemli pazar paylarına sahiptir. Bu şirketler, geniş üretim kapasiteleri, güçlü dağıtım ağları ve inovatif ürün portföyleri ile pazarın büyük bir kısmını kontrol etmektedir. Pazar payı analizi, aynı zamanda yeni giriş yapan firmaların sektördeki yerlerini ve büyüme potansiyellerini değerlendirmek için de kullanılır. Bölgesel farklılıklar ve yerel oyuncuların da etkisi, pazar payı analizlerinde dikkate alınan önemli faktörlerdir.

#### 4.3.Son Birleşmeler, Satın Almalar ve Ortaklıklar

Son yıllarda su ürünleri yem sektöründe birçok birleşme, satın alma ve ortaklık yaşanmıştır. Bu stratejik hamleler, firmaların pazar paylarını artırmak, teknoloji ve bilgi transferi sağlamak ve yeni pazarlara erişim elde etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Örneğin, Cargill'in EWOS'u satın alması, şirketin su ürünleri yem pazarındaki konumunu güçlendirmiştir. Nutreco'nun çeşitli bölgelerdeki yerel firmalarla yaptığı ortaklıklar ve satın almalar, global pazarda etkisini artırmasını sağlamıştır. BioMar ve Alltech gibi firmalar da benzer stratejilerle büyüme ve inovasyon kapasitelerini artırmıştır. Bu tür birleşme ve satın almalar, sektördeki rekabeti

artırmakta ve firmaların küresel ölçekte daha güçlü oyuncular haline gelmesine katkıda bulunmaktadır.

## **5. Tedarik Zinciri ve Dağıtım**

### **5.1. Hammadde Tedarik**

Su ürünleri yemlerinin üretiminde kullanılan hammaddeler, büyük ölçüde yem kalitesini ve sürdürülebilirliğini belirler. Hammadde tedarik sürecinde balık unu ve balık yağı gibi deniz kaynaklı bileşenler, soya, mısır, buğday ve diğer tahıllar gibi bitkisel proteinler ve yağlar, böcek unu ve alg gibi alternatif protein kaynakları önemlidir. Bu hammaddelerin tedariki, mevsimsel değişiklikler, çevresel sürdürülebilirlik ve küresel piyasa koşulları gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Hammadde tedarik zincirinin sürdürülebilirliği, özellikle deniz kaynaklarının korunması açısından büyük önem taşır. Sürdürülebilir tedarik yöntemleri, sertifikalı kaynaklardan temin edilen hammaddeler ve yenilikçi tedarik zinciri yönetimi uygulamaları ile sağlanabilir.

### **5.2. Üretim Süreçleri**

Su ürünleri yemlerinin üretim süreçleri, hammaddelerin alımından nihai ürünün paketlenmesine kadar çeşitli aşamaları içerir. Üretim sürecinin ilk aşamasında hammaddeler temizlenir, öğütülür ve karıştırılır. Bu karışım daha sonra ekstrüzyon veya peletleme gibi işlemlerle yem formuna dönüştürülür. Ekstrüzyon işlemi, yemlerin su içinde daha dayanıklı olmasını ve besin kaybını azaltmasını sağlar. Üretim sürecinde kalite kontrolü ve analizler, yemlerin besin değerlerini ve bileşimlerini doğrulamak için sürekli olarak yapılır. Üretim hatlarında otomasyon ve robotik sistemlerin kullanımı, verimliliği artırmakta ve üretim maliyetlerini düşürmektedir. Ayrıca, sürdürülebilir üretim uygulamaları, enerji ve su tasarrufu sağlayarak çevresel etkileri minimize eder.

### **5.3. Dağıtım Kanalları**

Üretilen su ürünleri yemlerinin yetiştiricilere ulaştırılması, etkili ve güvenilir dağıtım kanalları gerektirir. Dağıtım süreci, yemlerin fabrikadan çıkarılması ve yetiştiricilere teslim edilmesine kadar olan lojistik faaliyetleri kapsar. Bu süreçte, karayolu, denizyolu ve demiryolu taşımacılığı gibi farklı ulaşım yöntemleri kullanılabilir. Dağıtım kanallarının etkin yönetimi, yemlerin tazeliğini korumak ve zamanında teslimatı sağlamak açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca, depolama ve stok yönetimi de dağıtım sürecinin önemli bir parçasıdır. İyi yönetilen bir dağıtım ağı, yemlerin zamanında ve güvenli bir şekilde yetiştiricilere ulaştırılmasını sağlar, böylece üretim süreçlerinde aksama yaşanmaz. Son yıllarda, dijital izleme ve lojistik yönetim sistemleri, dağıtım süreçlerinin verimliliğini artırmak için kullanılmaktadır.

## **6. Düzenleyici Ortam**

### **6.1. Piyasayı Etkileyen Temel Düzenlemeler ve Politikalar**

Su ürünleri yem piyasası, çeşitli ulusal ve uluslararası düzenlemeler ve politikalar tarafından şekillendirilir. Bu düzenlemeler, genellikle yemlerin bileşimi, üretim yöntemleri, etiketleme ve pazarlama uygulamalarını kapsar. Avrupa Birliği'nde, yemlerin güvenliği ve izlenebilirliğine ilişkin kapsamlı düzenlemeler mevcuttur. ABD'de ise, yem üreticileri FDA (Food and Drug Administration) tarafından düzenlenen kurallara uymak zorundadır. Birçok ülkede, yemlerin içeriğinde kullanılacak bileşenler, katkı maddeleri ve ilaçlar için belirli standartlar ve limitler belirlenmiştir. Ayrıca, ithalat ve ihracat düzenlemeleri, yem ticaretini etkileyen önemli faktörler arasında yer alır. Bu düzenlemeler, tüketici güvenliğini sağlamak ve çevresel etkileri minimize etmek amacı taşır.

### **6.2. Çevre Düzenlemeleri ve Sürdürülebilirlik Standartları**

Çevre düzenlemeleri ve sürdürülebilirlik standartları, su ürünleri yem sektöründe giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu düzenlemeler, yem üretiminin çevresel etkilerini azaltmayı ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlamayı hedefler. Birçok ülke, su ürünleri

yemlerinin üretiminde kullanılan hammaddelerin sürdürülebilir kaynaklardan temin edilmesi konusunda sıkı kurallar uygulamaktadır. Ayrıca, yem üretim süreçlerinde enerji ve su kullanımının minimize edilmesi, atık yönetimi ve karbon ayak izinin azaltılması gibi çevresel sürdürülebilirlik uygulamaları teşvik edilmektedir. Uluslararası düzeyde, Marine Stewardship Council (MSC) ve Aquaculture Stewardship Council (ASC) gibi kuruluşlar, sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliği ve yem üretimi için sertifikasyon programları sunmaktadır.

### 6.3.Uyumluluk ve Sertifikasyon Gereksinimleri

Su ürünleri yem sektöründe faaliyet gösteren firmalar, çeşitli uyumluluk ve sertifikasyon gereksinimlerini karşılamak zorundadır. Bu gereksinimler, hem yasal düzenlemelere uyumu hem de kalite ve sürdürülebilirlik standartlarının karşılanmasını içerir. HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) gibi gıda güvenliği yönetim sistemleri, yem üreticilerinin uyuması gereken temel standartlar arasında yer alır. Ayrıca, GlobalGAP (Good Agricultural Practices) gibi uluslararası sertifikasyon programları, yem üreticilerinin çevresel ve sosyal sorumluluk kriterlerini karşılamasını sağlar. Bu sertifikasyonlar, yemlerin izlenebilirliği, kalite güvencesi ve tüketici güveni açısından büyük önem taşır. Firmalar, uyumluluk ve sertifikasyon gereksinimlerini karşılayarak, hem iç pazarda hem de uluslararası pazarda rekabet avantajı elde edebilirler.

## 7. Su Ürünleri Yem Pazarındaki Zorluklar

### 7.1.Çevresel Etki ve Sürdürülebilirlik Kaygıları

Su ürünleri yemi pazarında çevresel etki ve sürdürülebilirlik endişeleri kritik konulardır. Su ürünleri yetiştiriciliği yemlerinde birincil protein kaynakları olarak balık unu ve soya fasulyesi unu'na olan bağımlılık, yabani stokların aşırı avlanması ve ekosistem baskısı da dahil olmak üzere çevresel zorluklara yol açmıştır. Schmidt ve ark. (2016) Naylor ve ark., (2000) . Su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün hızlı büyümesi, dünya balık tedarikine olan katkısı ve yemdeki yabani balık girdisini azaltmak için ekolojik açıdan daha sağlıklı uygulamaların benimsenmesi ihtiyacı konusundaki endişeleri artırdı (Hasan, 2023) . Bu zorlukların üstesinden gelmek için araştırmalar, geleneksel sınırlı deniz içeriklerinin yerine geçecek ve su ürünleri yetiştiriciliğinin çevresel ayak izini azaltacak böcek unu ve mikroalg gibi sürdürülebilir yem bileşenlerinin geliştirilmesine odaklanmıştır (Rimoldi ve ark., 2023; Lombó, 2024) . Yem bileşimini ve besleme stratejilerini optimize etme çabaları, çevresel etkiyi en aza indirmek, sürdürülebilirliği geliştirmek ve su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamak için gereklidir.

### 7.2.Kaynak Kullanılabilirliği ve Hammadde Maliyetleri

Kaynağın kullanılabilirliği ve hammadde maliyeti, su ürünleri yem pazarı önemli bir kapasite. Su ürünlerinin ürünlerinde kullanılan yemlerin hammaddelerinin temini ve maliyeti, ekonomik sürdürülebilirliği üzerinde doğrudan etkilidir. Geleneksel olarak balık unu ve soya unu gibi protein kaynaklarına bağımlılık, doğal ortamda aşırı kullanım ve ekosistem baskısına yol açmaktadır Wang ve ark. (2019) Sezgin ve Aydın, (2021) . Bu durum, yem maliyetlerini artırabilir ve sektörlerin çeşitli zorluklarla karşı karşıya kalabilir. Bu nedenle, su ürünleri ürünlerinde kullanılan yemler için alternatif ve sürdürülebilir protein üretimi önemli hale gelmektedir. Örneğin, mikroalg ve böcek unu gibi gelişmiş protein kaynakları, geleneksel yem hammaddelerinin yerini alarak kaliteyi sürdürülebilirliği artırmayı hedeflemektedir (Vijayaram, 2024; Han ve ark., 2019) . Ayrıca, biyoflok teknolojisi gibi sonuçlar, su ürünlerinin ürünlerinde kullanılan yem hammaddelerinin temini ve maliyetinin optimize edilmesi katkı sağlayabilir (Khanjani & Sharifinia, 2020) . Bu ürün, ürün pazarı, kaynağın kullanılabilirliği ve hammadde maliyeti, ekonomik sürdürülebilirlik ve ürün yelpazesi önemli bir yer değiştirmedi.

### 7.3. Hastalık Yönetimi ve Biyogüvenlik Sorunları

Hastalık yönetimi ve biyogüvenlik sorunları, su ürünleri yem pazarının önemli bir bölümü. Su ürünlerinin ürünlerinde, gelişen kontrol markalarının toplanması ve biyogüvenliğin sağladığı sürdürülebilirlik ve alışveriş açısından kritik öneme sahiptir. Araştırmalar, balık unu ürünlerinin yemlerinin temin edilmesini, su ürünleri ürünlerinin sistemlerinde mikrobiyal bölümlerinin nasıl bölümlendirilmesini ve bu tür yemlerin hastalıklı yönetim üzerindeki potansiyel varlıklarını değerlendirmektedir Schmidt ve ark. (2016) . Ayrıca, su ürünleri ürünlerinde kullanılan yemlerde kullanılan balık unu ve balık yağı yerine karasal tarım ürünlerinden elde edilenlerin arttırılması, biyogüvenlik endişelerinin sürdürülmesi ve sürdürülebilirliği desteklemeye yönelik bir adım olarak değerlendirilmektedir (Sarker ve ark., 2020) . Bu bağlamda, sağlık yönetimi ve biyogüvenlik ürünleri, su ürünlerinin üretiminde verimlilik artışı ve üretimin uzun vadeli depolamasını sağlamak için önemli bir rol oynamaktadır.

### 7.4. Ekonomik ve Piyasa Değişkenliği

Ekonomik ve piyasa değişkenliği, su ürünleri yem pazarı önemli bir seçimidir. Bu zorluklar genellikle yem hammaddelerinin maliyetini ve piyasadaki para birimini içerir. Özellikle balık unu ve soya unu gibi geleneksel protein kaynaklarına bağlılık, yem maliyetlerini artırır ve sektörü ekonomik olarak zorlayabilir Schmidt ve ark. (2016) Sezgin ve Aydın, 2021). Ayrıca piyasadaki değişkenlikler, su ürünleri işletmeleri için ücretler yaratarak karar alma süreçlerini de etkileyebilir. Bu durum, maliyetleri yönetme, verimin kalma ve karlılıklarını sürdürebilme konusunda zorluklarla karşılaşmalarına neden olabilir. Bu nedenle, sektördeki partnerler genellikle alternatif ve sürdürülebilir gıda kaynaklarına yönelerek maliyetleri ve piyasa değişkenliklerine karşı daha dirençli hale gelmeye çalışırlar. Bu bağlamda, ekonomik ve piyasa değişkenliği, su ürünleri pazarı, önemli bir kapasite ve sürdürülebilirlik ve büyüme için dikkate alınması gereken bir faktördür.

### 7.5. Tüketici tercihleri ve pazar talepleri

Tüketici tercihleri ve pazar talepleri, su ürünleri yem pazarı önemli bir konudur. Bu zorluklar genellikle tüketicilerin tercihleri ve pazar talepleriyle ilgilidir. Özellikle tüketicilerin sağlık, rekabet etkisi, sürdürülebilirlik gibi faktörlere olan ilgileri, su ürünleri yem dağıtma ürün geliştirme ve pazarlama stratejilerini gerçekleştirebilmeleri Nugraha ve ark. (2021) Fabinyi ve ark., 2016) . Tüketicilerin güvenlik, kalite, ve çeşitlilik gibi beklentileri, sektördeki işletmelerin maliyetleri ve hizmetlerini bu yönde şekillendirmeye yönlendirebilir. Bu nedenle, su ürünleri yem üreticileri ve tedarikçileri, tüketicilerin tüketicilerinin tercihlerini ve bunları dikkate alarak ürün portföylerini çeşitlendirmek, pazarlama stratejilerini güncellemek ve sürdürülebilirlik odaklı ürünler sunmak için çaba harcamaktadırlar. Tüketici tercihleri ve pazar talepleri, su ürünleri pazarındaki ortamda şekillendirilen önemli bir faktördür ve sektördeki bölümler için toplanmak, karar alma bölümlerinde toplanmak bir rol oynamaktadır.

## 8. Bölgesel Analiz

**Dünyanın en büyük su yemi üreticisi olan Asya-Pasifik** bölgesinde, 2022 yılında üretimde %2,6'dan fazla artış yaşanmıştır. Alltech'in derlediği verilere göre, 2021 yılında 37,3 milyon ton olan bölgenin su yemi üretimi 2022 yılında 38,3 milyon ton'a yükselmiştir. Çin ekonomisinin son yıllarda toparlanması ve yaşam standartlarının iyileşmesiyle birlikte bölgede su ürünlerine olan talep artmaktadır. Bölgenin su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün ölçeği 2022'de genişlemiştir. Bölge ülkelerinden Filipinler, Bangladeş, Güney Kore, Malezya'da yem üretiminde artış görülmüştür. Latin Amerika, dünya çapında en büyük ikinci su ürünleri yemi üreticisi konumundadır. Bölgedeki ülkeler, 2021 yılında yaklaşık 5,6 milyon ton su ürünü yemi üretmiş ve bu miktar, 2022 yılında %4,8 artarak 5,9 milyon tona ulaşmıştır. Ekvador bu alanda önde gelen ülkelerden biri haline gelmiştir. Ekvador, dünyanın en büyük karides üreticisi olup, 2022 yılında yem üretiminde rekor kırarak yem tonajında %17 oranında bir artış sağlamıştır.

Avrupa, 4,6 milyon ton ile dünya su yemi üretiminde üçüncü sırada yer almakta ve bölgedeki üretim, bir önceki yıla göre %1,7 artmıştır. Avrupa'yı, 1,7 milyon ton ile Kuzey Amerika takip etmektedir. 2022 yılında Kuzey Amerika'daki su ürünleri yem tonajı, balık fiyatlarındaki artışlar, olumlu hava koşulları ve boyut kısıtlamalarının kaldırılması nedeniyle %1,1 artmıştır. Afrika'da ise 2022 yılında 1,4 milyon ton su ürünleri yemi üretilmiştir. Raporda, bölgedeki su ürünleri yemi üretiminin %2,38 azaldığı belirtilirken, Güney Afrika, Zimbabve, Zambiya, Gana ve Seyşeller'de artışlar bildirilmiştir. Orta Doğu'da toplam su ürünleri yemi üretimi yaklaşık 500 bin ton civarında olup, tüm ülkeler yem tonajlarında artış yaşamış veya 2021 yılı ile aynı seviyede kalmıştır. Okyanusya'da ise yaklaşık 200 bin ton su ürünü yemi üretilmiş ve Avustralya'da yem tonajının %5'in üzerinde artması nedeniyle toplam üretim de artmıştır (Anonim 2023).

### 9. Su Ürünleri Yem Üretiminde Geleceğe Bakış

#### Piyasa Tahminleri ve Projeksiyonlar

Su ürünleri yemi pazarının, deniz ürünlerine yönelik artan küresel talep ve su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarının genişlemesi nedeniyle güçlü büyümesini sürdüreceği öngörülmüyor. Son pazar analizlerine göre küresel su ürünleri yemi pazarının yeni boyutlara ulaşması ve Asya-Pasifik ve Latin Amerika gibi bölgelerde önemli bir büyüme yaşanması bekleniyor. Bu büyümeye katkıda bulunan faktörler arasında yem formülasyonundaki gelişmeler, gelişmiş su ürünleri yetiştiriciliği uygulamaları ve sürdürülebilir deniz ürünleri seçeneklerine ilişkin artan tüketici farkındalığı yer alıyor.

#### Ortaya Çıkan Fırsatlar ve Tehditler

##### Fırsatlar:

- **Gelişmekte Olan Piyasalarda Genişleme:** Hindistan, Vietnam ve bazı Afrika ülkeleri gibi gelişen su ürünleri endüstrisine sahip ülkeler, büyüme için geniş fırsatlar sunmaktadır. Bu bölgelerde su ürünleri yetiştiriciliğinin yaygınlaşması su ürünleri yemlerine olan talebi artırabilir.
- **Sürdürülebilir Yem İçerikleri:** Balık unu ve balık yağına olan bağımlılığı azaltabilecek böcek unu, algler ve diğer bitki bazlı proteinler gibi alternatif yem içeriklerine artan bir ilgi vardır. Bu sürdürülebilir içerikler yalnızca çevresel hedefleri desteklemekle kalmıyor, aynı zamanda yem üreticileri için uygun maliyetli çözümler de sunuyor.
- **Teknolojik Gelişmeler:** Yem teknolojisindeki hassas besleme sistemleri ve nutrigenomikler gibi yenilikler, yem verimliliğini artırma, israfı azaltma ve çiftlik balıkları ile karideslerin genel sağlık ve büyüme oranlarını iyileştirme potansiyeli sunar.

##### Tehditler:

- **Kaynak Kıtlığı:** Balık unu ve balık yağı gibi geleneksel deniz ürünlerine olan bağımlılık, bu kaynakların sınırlı olması nedeniyle risk oluşturmaktadır. Aşırı avlanma ve çevresel değişiklikler bu kaynakları daha da zorlayabilir.
- **Düzenleyici Zorluklar:** Daha sıkı çevre düzenlemeleri ve sürdürülebilirlik standartları, yem üreticileri için ek maliyetlere ve operasyonel zorluklara neden olabilir. Bu düzenlemelere uyum esastır ancak önemli miktarda yatırım gerektirebilir.
- **Hastalık Salgınları:** Su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetleri, balık popülasyonlarını tahrip edebilecek ve yem talebini aksatabilecek hastalık salgınlarına karşı hassastır. Etkili hastalık yönetimi ve biyogüvenlik önlemleri bu tehdidin azaltılmasında hayati öneme sahiptir.

##### Potansiyel Yenilikler ve Teknolojik Gelişmeler

- **Alternatif Protein Kaynakları:** Araştırmacılar, geleneksel balık unu yerine geçmek veya onu desteklemek için böcek unu, tek hücreli proteinler ve bitki bazlı proteinler dahil olmak üzere çeşitli alternatif protein kaynaklarını aktif olarak araştırıyorlar. Bu alternatifler yalnızca

yabani balık stokları üzerindeki baskıyı hafifletmekle kalmıyor, aynı zamanda su ürünleri yemi için sürdürülebilir ve besin açısından zengin seçenekler sunuyor.

- **Hassas Beslenme:** Hassas beslenmedeki ilerlemeler, yem formülasyonlarının farklı balık türlerinin çeşitli yaşam evrelerindeki özel beslenme ihtiyaçlarına göre uyarlanmasını içerir. Bu yaklaşım yem verimliliğini artırır, optimal büyümeyi destekler ve besin israfını azaltarak çevresel etkiyi en aza indirir.
- **Otomasyon ve Akıllı Besleme Sistemleri:** Su ürünleri yemi üretimi ve dağıtımında otomasyon ve akıllı teknolojilerin entegrasyonu sektörde devrim yaratıyor. Otomatik besleme sistemleri, su kalitesinin gerçek zamanlı izlenmesi ve veri analitiği, besleme uygulamalarını optimize edebilir, işçilik maliyetlerini azaltabilir ve genel verimliliği artırabilir.
- **Nutrigenomik:** Bu yeni ortaya çıkan alan, bir organizmanın diyeti ile genomu arasındaki etkileşimi inceler. Yem üreticileri, bu etkileşimleri anlayarak, çiftlik balıklarında ve karideslerde büyüme oranlarını, bağışıklık fonksiyonunu ve stres direncini artıran özelleştirilmiş diyetler geliştirebilirler.

### Sonuç

Küresel su ürünleri yemi pazarı, sektörü etkileyen önemli değişiklikler ve zorluklardan geçiyor. En önemli trendlerden biri, yabani balık kaynaklarına bağımlılığı azaltmak amacıyla su ürünleri yetiştiriciliği yemlerinde deniz içeriklerine alternatiflerin kullanılmasına yönelik harekettir (Little ve ark., 2016) . Bu değişim, su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün sürdürülebilirliği ve küresel balık arzındaki rolü açısından hayati öneme sahiptir (Naylor ve ark., 2000) . Ayrıca piyasa fiyatlarındaki dalgalanmalar ve artışlar nedeniyle sürdürülebilir ve uygun maliyetli alternatif yem hammaddelerine olan talep artmaktadır (Sezgin ve Aydın, 2021) . Su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisi, küresel gıda sisteminde çok önemli bir rol oynamaktadır; su ürünleri yemleri, pazara tutarlı bir balık arzı sağlamada hayati bir unsurdur (Omeje ve ark., 2023) . Sektör, dünya çapında en hızlı büyüyen gıda üretim sistemi olarak kabul edilmekte ve güvenilirliğinin ve sürdürülebilirliğinin altı çizilmektedir (Suleiman & Rosentrater, 2018) . Bununla birlikte, yem ve gıda kaynakları arasındaki rekabet ve maliyet düşürücü stratejiler yoluyla üretim verimliliğini artırma gerekliliği gibi zorluklar devam etmektedir (Riel ve ark., 2023; Omeje ve ark., 2023) . Ek olarak, COVID-19 salgınının su ürünleri yetiştiriciliği girdi arzı, üretimi, dağıtımı ve tüketimi üzerinde önemli yansımaları oldu ve bu da endüstride esneklik ve uyum sağlama gerekliliğini vurguladı (Ahmed ve Azra, 2022) . Su ürünleri yetiştiriciliği genişlemeye devam ettikçe diğer konuların yanı sıra kirlilik, besleme uygulamaları, hastalık kontrolü, habitat kullanımı ve pazar rekabeti ile ilgili endişeler ortaya çıkmıştır (Anderson ve ark., 2019) . Bu zorlukları ve eğilimleri ele almak için araştırmalar, böcek ununun sürdürülebilir kabuklu su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılması, su ürünleri yetiştiriciliğinin beslenme hassasiyeti olan ulusları desteklemedeki rolü ve su ürünleri yemleri için alternatif protein kaynaklarının geliştirilmesi gibi alanlara odaklanmaktadır (Röthig ve ark. 2012). 2023; Golden ve ark., 2017; Montoya-Camacho ve ark., 2018) . Küresel su ürünleri yemi pazarı, sürdürülebilir deniz ürünlerine ve yenilikçi yem çözümlerine yönelik artan talebin etkisiyle sürekli büyüme ve dönüşüme hazırlanıyor. Sektör genişledikçe geleceğini şekillendirecek bir dizi zorluk ve fırsatla karşı karşıya kalıyor. Teknolojik gelişmeler ve alternatif protein kaynaklarının araştırılması, kaynak kısıtlamalarının ele alınması ve yem verimliliğinin artırılması açısından kritik öneme sahiptir. Sektörün dayanıklılığı, mevzuat değişikliklerine uyum sağlama, çevresel etkileri yönetme ve sürdürülebilir uygulamaları sağlama becerisine bağlı olacaktır. Paydaşlar arasında sürekli araştırma ve işbirliği, engellerin aşılması ve su ürünleri yemi üretiminde yenilikçiliğin teşvik edilmesi açısından hayati önem taşıyacaktır.

---

*15. INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCE & RURAL  
DEVELOPMENT  
July 12-14, 2024 / Aydın, Türkiye*

---

Su ürünleri yemi pazarı, bu gelişmeleri benimseyerek küresel gıda güvenliğine ve sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarına önemli ölçüde katkıda bulunabilir ve geleceğe yönelik yüksek kaliteli deniz ürünlerinin istikrarlı bir şekilde tedarik edilmesini sağlayabilir.

### Kaynaklar

- Ahmed, N., & Azra, M. N. (2022). The impacts of COVID-19 on global aquaculture and fisheries. *Marine Policy*, 133, 104712. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104712>
- Anderson, J. L., Asche, F., & Garlock, T. M. (2019). Globalization and commoditization: The transformation of the global seafood industry. *Marine Resource Economics*, 34(3), 223-238. <https://doi.org/10.1086/705225>
- Anonim 2023. <https://www.alltech.com/press-release/2023-alltech-agri-food-outlook>
- Fabinyi, M., Liu, N., Song, Q., & Li, R. (2016). Aquatic product consumption patterns and perceptions among the Chinese middle class. *Regional Studies in Marine Science*, 7, 1-9.
- Golden, C. D., Allison, E. H., & Cheung, W. W. L. (2017). Nutrition: Fall in fish catch threatens human health. *Nature*, 534, 317-320. <https://doi.org/10.1038/534317a>
- Han, P., Lu, Q., Li, F., & Zhou, W. (2019). A review on the use of microalgae for sustainable aquaculture. *Applied Sciences*, 9(11), 2377. <https://doi.org/10.3390/app9112377>
- Hasan, I., Gai, F., Cirrincione, S., Rimoldi, S., Saroglia, G., & Terova, G. (2023). Chitinase and insect meal in aquaculture nutrition: a comprehensive overview of the latest achievements. *Fishes*, 8(12), 607. <https://doi.org/10.3390/fishes8120607>
- Hertrampf, J. W., & Piedad-Pascual, F. (2000). *Handbook on ingredients for aquaculture feeds*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4018-1>
- Khanjani, M. H. and Sharifinia, M. (2020). Biofloc technology as a promising tool to improve aquaculture production. *Reviews in Aquaculture*, 12(3), 1836-1850. <https://doi.org/10.1111/raq.12412>
- Little, D. C., Newton, R. W., & Beveridge, M. C. (2016). Aquaculture: A rapidly growing and significant source of sustainable food? *Status, transitions and potential*. In R. Hughes (Ed.), *Understanding the contributions of aquaculture to human well-being and ecosystem services* (pp. 12-30). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-10608-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-10608-0_2)
- Lombó, M., Giommi, C., Zarantonello, M., & Chemello, G. (2024). A Pretty Kettle of Fish: A Review on the Current Challenges in Mediterranean Teleost Reproduction. *Animals*, 14(11), 1597.
- Montoya-Camacho, N., Pedraza-Garay, J. A., & Martínez-Porchas, M. (2018). Innovative approaches for the development of alternative aquafeeds. *Aquaculture Research*, 49(8), 2343-2355. <https://doi.org/10.1111/are.13660>
- Muir, J. F. (2005). Managing to harvest? Perspectives on the potential of aquaculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1453), 191-218. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1577>
- Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C. M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., & Troell, M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405, 1017-1024. <https://doi.org/10.1038/35016500>
- Nugraha, W. S., Yang, S. H., & Ujiie, K. (2021). The heterogeneity of consumer preferences for meat safety attributes in traditional markets. *Foods*, 10(3), 624.
- Omeje, V. U., Akinro, E. B., & Ugwuanyi, J. K. (2023). Sustainable aquaculture: The role of alternative feed resources in enhancing fish production. *Sustainability in Food and Agriculture*, 15(2), 85-95. <https://doi.org/10.3390/su1502085>
- Riel, R., Omeje, V. U., & Akinro, E. B. (2023). Addressing the challenges of feed and food competition in aquaculture. *Aquaculture Reports*, 23, 100545. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.100545>
- Röthig, T., Costa, R., & Duarte, C. M. (2023). Insect meal as a sustainable feed ingredient for shrimp aquaculture. *Aquaculture International*, 31(1), 37-52. <https://doi.org/10.1007/s10499-022-00989-2>



- Sarker, P. K., Kapuscinski, A. R., Vandenberg, G. W., Proulx, É., & Sitek, A. J. (2020). Towards sustainable and ocean-friendly aquafeeds: evaluating a fish-free feed for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using three marine microalgae species. *Elem Sci Anth*, 8. <https://doi.org/10.1525/elementa.404>
- Schmidt, V., Amaral-Zettler, L., Davidson, J., Summerfelt, S., & Good, C. (2016). Influence of fishmeal-free diets on microbial communities in Atlantic salmon (*Salmo salar*) recirculation aquaculture systems. *Applied and Environmental Microbiology*, 82(15), 4470-4481.
- Sezgin, A., & Aydın, I. (2021). Current trends in aquafeed industry: Challenges and opportunities. *Aquaculture Research & Development*, 12(3), 1-6. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000619>
- Subasinghe, R., Soto, D., & Jia, J. (2009). Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture*, 1(1), 2-9. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2008.01002.x>
- Suleiman, A., & Rosentrater, K. A. (2018). Environmental impacts of aquaculture: Trends and challenges. *International Journal of Sustainable Agriculture*, 10(4), 145-159. <https://doi.org/10.3390/ijsa10040145>
- Vijayaram, S., Ringø, E., Ghafarifarsani, H., Hoseinifar, S. H., Ahani, S., & Chou, C. (2024). Use of algae in aquaculture: a review. *Fishes*, 9(2), 63. <https://doi.org/10.3390/fishes9020063>
- Wang, C., Chuprom, J., Li, H., & Fu, L. (2019). Beneficial bacteria for aquaculture: nutrition, bacteriostasis and immunoregulation. *Journal of Applied Microbiology*, 128(1), 28-40. <https://doi.org/10.1111/jam.14383>

**BALIK HASTALIKLARININ TEŞHİSİNDE DERİN ÖĞRENME TEKNOLOJİSİ NASIL  
KULLANILIR?**

**Prof. Dr. Suat DİKEL (ORCID NO: 0000-0002-5728-7052)**

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

**E-mail:** dikel@cu.edu.tr

**Doç. Dr. İbrahim DEMİRKALE (ORCID NO: 0000-0002-0074-2309)**

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

**E-mail:** idemirkale@gmail.com

**Özet**

Balık hastalıklarının teşhisinde derin öğrenme teknolojisi, su ürünleri yetiştiriciliğinde devrim niteliğinde yenilikler getirmektedir. Derin öğrenme, makine öğreniminin bir alt dalı olarak, özellikle görüntü işleme ve sınıflandırma konularında önemli başarılar elde etmiştir. Bu teknoloji, balık hastalıklarının erken teşhisi ve izlenmesinde oldukça etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Balık çiftliklerinde sağlıklı ve sürdürülebilir üretim için hastalıkların hızlı ve doğru teşhisi hayati bir önem taşımaktadır. Derin öğrenme algoritmaları, büyük ve çeşitli veri setlerinden öğrenerek karmaşık desenleri tanıma ve hastalık belirtilerini tespit etme yeteneğine sahiptir. Özellikle konvolüsyonel sinir ağları (CNN'ler), balıkların fotoğraflarını veya videolarını analiz ederek hastalıkları yüksek doğrulukla tanıyabilir. Bu algoritmalar, balıkların cilt yüzeylerindeki değişiklikler, renk farklılıkları, yara ve lezyonlar gibi görsel belirtileri inceleyerek hastalık teşhisi yapabilir. Derin öğrenme teknolojisi, bu sayede, insan gözüyle fark edilemeyecek kadar küçük ve erken aşamadaki hastalık belirtilerini bile tespit edebilir. Balık hastalıklarının teşhisinde derin öğrenme kullanımı, geleneksel manuel muayene ve teşhis yöntemlerine göre birçok avantaj sunar. Manuel teşhis süreçleri zaman alıcı ve hata payı yüksek olabilirken, derin öğrenme algoritmaları hızlı ve hatasız sonuçlar elde edilmesini sağlar. Özellikle büyük ölçekli balık çiftliklerinde sürekli ve kesintisiz izleme yapılabilmesi, hastalıkların erken aşamada tespit edilmesini ve yayılmasının önlenmesini mümkün kılar. Bu, ekonomik kayıpları azaltırken balık sağlığını ve üretim verimliliğini artırır. Derin öğrenme tabanlı teşhis sistemlerinin gelişimi, farklı balık türleri ve hastalıkları için özelleştirilmiş çözümler sunma potansiyeline sahiptir. Bu sistemler, balıkların yaş, tür, çevresel koşullar gibi çeşitli faktörleri dikkate alarak daha hassas teşhisler yapabilir. Ayrıca, bu teknolojilerin entegrasyonu, su ürünleri sektöründe gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik açısından önemli faydalar sağlayacaktır. Derin öğrenme, balık hastalıkları teşhisinde yenilikçi bir yaklaşım sunarak, sektördeki verimliliği ve kaliteyi artırmaya devam edecektir. Gelecekte, derin öğrenme ve yapay zeka teknolojilerinin daha yaygın ve erişilebilir hale gelmesiyle birlikte, su ürünleri yetiştiriciliği daha da otomatikleşecek ve verimliliği artacaktır. Bu teknolojik ilerlemeler, aynı zamanda balık sağlığının sürekli izlenmesini ve çevresel stres faktörlerinin erken tespit edilmesini sağlayarak, balıkların genel sağlığını iyileştirecektir. Derin öğrenme teknolojisi, balık hastalıklarının teşhisinde sağladığı yeniliklerle su ürünleri yetiştiriciliğinde çığır açmaya devam edecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme (DL) Balık Hastalıkları, Teşhis, Yapay Zeka (AI)

## **HOW TO USE DEEP LEARNING TECHNOLOGY IN DIAGNOSING FISH DISEASES?**

### **ABSTRACT**

The use of deep learning technology in diagnosing fish diseases is revolutionizing the aquaculture industry. As a subset of machine learning, deep learning has achieved significant success, especially in image processing and classification. This technology is highly effective in the early diagnosis and monitoring of fish diseases. Accurate and rapid diagnosis of diseases is crucial for maintaining healthy and sustainable production in fish farms. Deep learning algorithms possess the ability to recognize complex patterns and detect disease symptoms by learning from large and diverse datasets. Convolutional neural networks (CNNs), in particular, can analyse photos or videos of fish to identify diseases with high accuracy. These algorithms can diagnose diseases by examining visual symptoms such as changes in the skin surface, colour variations, wounds, and lesions on the fish. Consequently, deep learning technology can detect even the smallest and earliest stages of disease symptoms that may be undetectable to the human eye. Using deep learning for diagnosing fish diseases offers numerous advantages over traditional manual inspection and diagnostic methods. Manual diagnostic processes can be time-consuming and prone to errors, whereas deep learning algorithms provide fast and accurate results. Continuous and uninterrupted monitoring in large-scale fish farms becomes feasible, enabling the early detection and prevention of disease spread. This reduces economic losses while enhancing fish health and production efficiency. The development of deep learning-based diagnostic systems holds the potential to offer customized solutions for different fish species and diseases. These systems can make more precise diagnoses by considering various factors such as age, species, and environmental conditions of the fish. Additionally, integrating these technologies will provide significant benefits in terms of food safety and sustainability in the aquaculture industry. Deep learning presents an innovative approach to diagnosing fish diseases, continuously improving efficiency and quality in the sector. In the future, as deep learning and artificial intelligence technologies become more widespread and accessible, aquaculture will become more automated and efficient. These technological advancements will also enable continuous monitoring of fish health and early detection of environmental stress factors, improving the overall health of the fish. With its innovative contributions to fish disease diagnosis, deep learning technology will continue to revolutionize aquaculture.

**Keywords:** Deep Learning (DL) Fish Diseases, Diagnosis, Artificial Intelligence (AI)

## Giriş

Su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisi, son yıllarda balık popülasyonları ve genel üretkenlik üzerinde yıkıcı etkileri olabilecek hastalıkların yaygınlığı da dahil olmak üzere çok sayıda zorlukla karşı karşıya kaldı.(Chang ve ark., 2021)(Wang ve ark., 2021)(Adams & Thompson, 2011 )(Vo ve ark., 2021) Bu zorluklara yanıt olarak araştırmacılar ve endüstri profesyonelleri, bu hastalıkların teşhis ve tedavisini ele almak için giderek daha fazla derin öğrenme gibi ileri teknolojilere yöneldi (Wang ve ark., 2021) Yapay zekanın bir alt kümesi olan derin öğrenme, su ürünleri yetiştiriciliği alanında güçlü bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar, makine öğrenimi algoritmalarından ve bilgisayarla görme tekniklerinden yararlanarak, su ürünleri yetiştiriciliği operatörlerinin hastalık salgınlarını hızlı bir şekilde tanımlamasına ve ele almasına yardımcı olabilecek yenilikçi çözümler geliştirebildiler.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde derin öğrenmenin bu tür uygulamalarından biri, su kalitesini izleyebilen, balık davranışını analiz edebilen ve biyokütleyi tahmin edebilen akıllı kafes sistemlerinin geliştirilmesidir (Chang ve ark., 2021). Bu sistemler, balık popülasyonunun sağlığı ve refahına ilişkin gerçek zamanlı bilgiler sağlamak için sensörler, kameralar ve yapay zeka destekli algoritmaların bir kombinasyonunu kullanır (Vo ve ark., 2021). Bu sistemler, hastalığın erken belirtilerini tespit ederek, su ürünleri yetiştiriciliği operatörlerinin enfeksiyonların yayılmasını önlemek ve üretim kayıplarını en aza indirmek için proaktif önlemler almasına olanak sağlayabilir. Derin öğrenmenin umut vaat ettiği bir diğer alan ise balık hastalıklarının otomatik teşhisidir. Araştırmacılar, belirli patojenlerin veya hastalık belirtilerinin varlığını tespit etmek için balıkların görüntülerini veya video görüntülerini analiz edebilen bilgisayar görüşü tabanlı sistemler geliştirdiler (Adams & Thompson, 2011)(Vo ve ark., 2021)(Wang ve ark., 2021) )(Chang ve ark., 2021). Bu sistemler, etiketli görüntülerden oluşan geniş veri kümeleri üzerinde eğitilerek, çok çeşitli hastalık durumlarını doğru bir şekilde tanımlamalarına olanak tanıyabilir.

## Konun Gerekliliği ve Önemi

1. **Su Ürünleri Yetiştiriciliğine Artan Talep:** Küresel nüfus artıyor ve bununla birlikte sürdürülebilir bir protein kaynağı olarak deniz ürünlerine olan talep de artıyor. Bu talebi karşılamak için balık sağlığını verimli bir şekilde yönetmek çok önemlidir ve derin öğrenme gibi ileri teknolojiler çok önemli bir rol oynayabilir.

2. **Geleneksel Yöntemlerdeki Zorluklar:** Balık hastalıklarının teşhis ve tedavisindeki geleneksel yöntemler büyük ölçüde manuel incelemeye ve uzmanlığa dayanır; bu da zaman alıcı, daha az doğru olabilen ve ölçeklenemeyen bir yöntemdir. Derin öğrenme, hastalıkların gerçek zamanlı izlenmesine ve erken tespitine olanak tanıyan daha verimli ve doğru bir alternatif sunuyor.

## Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Sağaltımda Derin Öğrenmenin Faydaları

1. **Erken ve Doğru Teşhis:** Derin öğrenme algoritmaları, özellikle de evrişimli sinir ağları (CNN'ler), insan gözünün gözden kaçırabileceği hastalıkların ince semptomlarını tespit etmek için görüntülerden veya videolardan görsel verileri analiz edebilir. Erken teşhis, hastalıkların yayılmasını önlemenin ve kayıpları en aza indirmenin anahtarıdır.

2. **Ölçeklenebilirlik ve Verimlilik:** Bu teknolojiler büyük hacimli verileri hızlı ve tutarlı bir şekilde işleyebilir, bu da onları büyük ölçekli operasyonlar için ideal kılar. Bu ölçeklenebilirlik, geniş su ürünleri yetiştiriciliği çiftliklerinin bile, işgücü maliyetlerini orantılı olarak artırmadan yüksek düzeyde sağlık izleme ve hastalık yönetimini sürdürebilmesini sağlar.

3. **Özelleştirme ve Hassasiyet :** Derin öğrenme modelleri, farklı türler ve ortamlarla ilgili belirli hastalıkları ve koşulları tanımak üzere eğitilebilir. Bu kişiselleştirme, daha kesin teşhislere ve kişiye özel tedavi planlarına yol açarak genel balık sağlığını ve çiftlik verimliliğini artırır.

Potansiyel Zorluklar ve Göz önünde Bulundurulmuş Faktörler

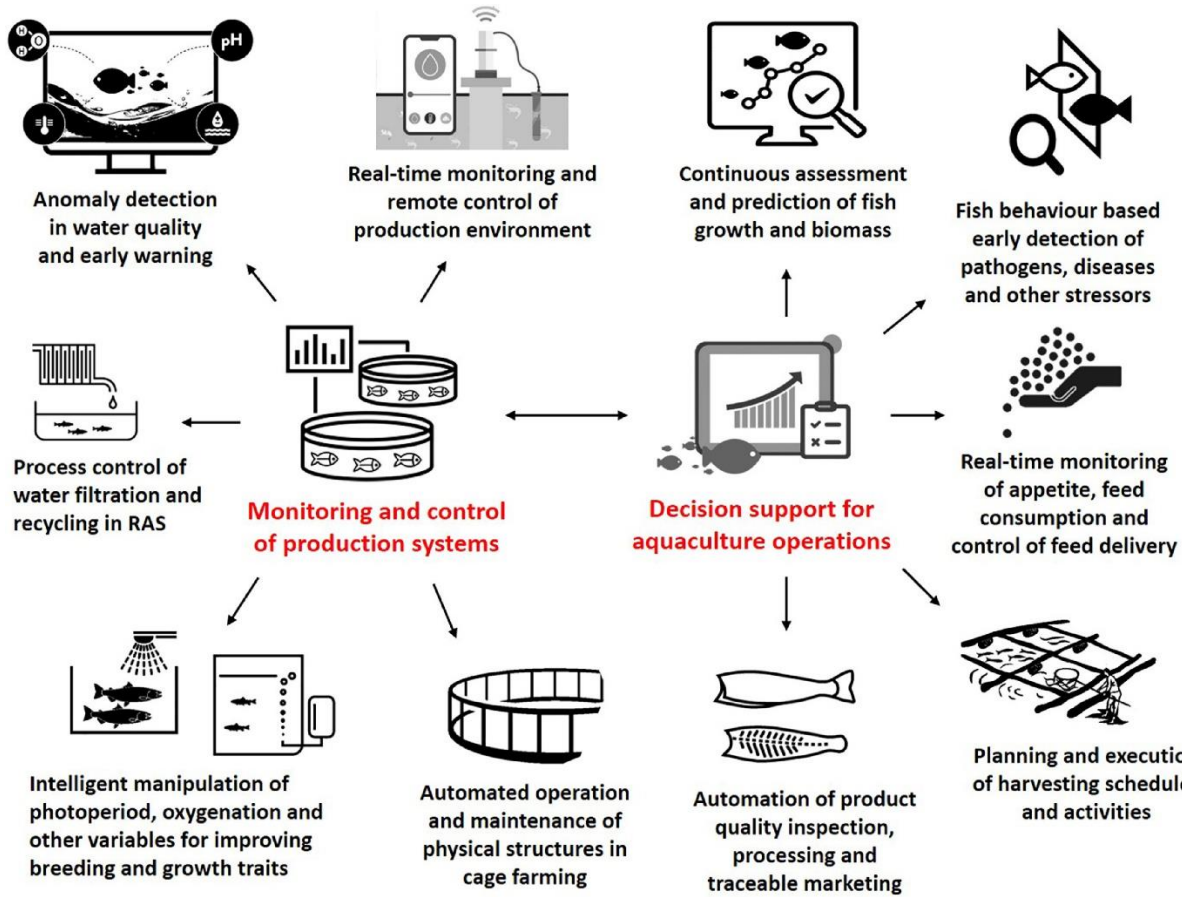
1. **Veri Kalitesi ve Miktarı** : Derin öğrenme modellerinin etkinliği, üzerinde eğitim aldıkları verilerin kalitesine ve miktarına bağlıdır. Veri kümelerinin kapsamlı, iyi etiketlenmiş ve çeşitli koşulları temsil ettiğinden emin olmak kritik öneme sahiptir.
2. **Mevcut Sistemlerle Entegrasyon** : Derin öğrenme teknolojilerini mevcut çiftlik yönetim sistemleriyle entegre etmek önemli yatırım ve eğitim gerektirebilir. Geleneksel yöntemlere alışkın olan operatörlerin değişime karşı dirençleri olabilir.
3. **Devam Eden Bakım ve Güncellemeler** : Derin öğrenme modelleri, yeni hastalıklara ve değişen çevre koşullarına uyum sağlamak için düzenli güncellemelere ve bakıma ihtiyaç duyar. Sistemleri etkili tutmak için teknoloji uzmanları ve su ürünleri yetiştiriciliği uzmanları arasında sürekli işbirliği gereklidir.

Gelecek için yönlendirmeler

1. **Gelişmiş İzleme Sistemleri**: Gelecekteki gelişmeler, gerçek zamanlı sağlık izleme ve anında yanıt sistemleri sağlayan derin öğrenmenin IoT cihazlarıyla entegrasyonunu gösterebilir. Bu, su ürünleri çiftliklerinin işleyişinde devrim yaratarak onları daha özerk ve verimli hale getirebilir.
2. **Bütünsel Sağlık Yönetimi**: Teşhisin ötesinde derin öğrenme, balık sağlığı yönetimine bütünsel bir yaklaşım sağlamak için genomik ve çevresel sensörler gibi diğer teknolojilerle entegre edilebilir. Bu, hastalık salgınları ve otomatik tedavi sistemleri için tahmine dayalı analizleri içerebilir.
3. **Sürdürülebilirlik ve Çevresel Etki**: Derin öğrenme yoluyla etkili hastalık yönetimi, antibiyotiklere ve diğer kimyasal tedavilere olan ihtiyacı azaltabilir, daha sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarını teşvik edebilir ve çevresel etkiyi azaltabilir.

Balık davranışının ve görünümünün sürekli izlenmesi, su ürünleri yetiştiriciliğinde stresli yetiştirme koşulları ve hastalık vakalarıyla ilgili değişiklikleri değerlendirmek için etkili bir yöntemdir. Balıklarda strese bağlı fizyolojik değişiklikler, beslenme yoğunluğunda, yüzme davranışında ve cilt renginde ölçülebilir değişiklikler olarak dışarıdan kendini gösterir. Çiftçilerin görsel gözlemleri subjektif olabileceğinden, makine görüş sistemleri balıkların davranış değişiklikleri hakkında gerçek zamanlı, otonom, doğru ve güvenilir bilgiler sunarak bir alternatif sağlar. Bu sistemler video görüntülerini ve yüzme hızı, yörünge, mesafe, derinlik tercihi, yüzgeç çırpma frekansı ve yem alımı gibi izleme özelliklerini analiz eder (Zion ve ark.,2012; Saberion ve ark.,2017;Hu ve ark.,2020). Örneğin, yüksek çözünürlüklü bilgisayarlı görüntü işleme sistemleri ve algoritmaları, zebra balığının yüzme hızı ve kovalama davranışındaki boyuta özgü farklılıkları konumsal koordinatlara dayalı olarak otomatik olarak ölçmek için geliştirilmiştir (Kato ve ark.,2004). Ayrıca, sıralı balık dağıtım çerçeveleri arasında öngörülen alandaki değişiklikleri analiz ederek, akut hipoksik koşullara yanıt olarak bir Nil tilapia sürüsünün ortalama yüzme hızı ve dağılımındaki hassas değişiklikleri ve ardından normal oksijen seviyelerinin restorasyonunu tespit edebilirler. Ek olarak, bu sistemler ticari deniz kafeslerindeki Atlantik somonunun yüzme hızı ve yönündeki gün içi ve günler arası değişiklikleri sürekli olarak ölçebilir ve balık şekillerini kare kare algılayıp takip ederek bu değişiklikleri gelgit döngüleriyle ilişkilendirebilir (Gladju ve ark 2022) (Şekil 1).

Dahası, uzaktan ölçüm teknikleri, ardışık karelerde arka plan çıkarma ve nesne tespiti kullanarak çipura balığının farklı stoklama yoğunlukları altında su ürünleri ağları ile etkileşimini değerlendirebilir. Ayrıca bireylerin zaman serisi konumsal koordinat verilerini analiz ederek japon balıkları gruplarında serbest yüzme koşulları altında hizalamayı teşvik eden ve sosyal öğrenmeye aracılık eden davranışsal özellikleri de tanımlayabilirler.



Şekil 1. Yoğun üretim sistemlerinde balık biyokütlesi, büyüme ve refah izleme (Gladju, ve ark., 2022).

Mevcut video izleme yöntemleri, dokunma, yolların kesişmesi ve karmaşık davranışlar gibi etkileşimler nedeniyle büyük gruplar içindeki bireysel balıkların izlenmesinde pratik zorluklarla karşı karşıyadır. İdtracker.ai gibi çoklu izleme algoritmaları, bir gruptaki her bir balığı belirsiz süreler boyunca doğru bir şekilde tanımlamak için karakteristik parmak izlerini çıkarıp kullanarak bu sorunu çözer. Bu sistem, hedefleri uyarlanabilir bir şekilde tanımlamak ve hedef örtüşmelerini yönetmek için iki derin sinir ağını kullanır (Pérez-Escudero ve ark., 2014; Romero-Ferrero .,2019). Buna ek olarak balıklar, hem sonar hem de optik su altı kamera sistemlerinden gelen yüksek hassasiyetli balık görüntü girdilerini koşullu üretken rakip ağlar [Terayama ve ark., 2019] aracılığıyla birleştiren derin sinir algoritmaları kullanılarak gece ve gündüz sürekli olarak izlenebilir. Balık konumunun ve davranış takibinin doğruluğu, çok alanlı derin evrişimli sinir ağı (Xia ve ark.,2019) gibi sağlam algoritmalarla daha da geliştirilebilir.

#### Sonuç

Derin öğrenme teknolojisinin hastalık teşhisi ve tedavisi için su ürünleri yetiştiriciliğine entegrasyonu, sektörü dönüştürme konusunda önemli potansiyele sahip çığır açan bir ilerlemeyi temsil ediyor. Bu yenilikçi yaklaşım, balık sağlığı yönetimindeki en kritik zorluklardan bazılarını ele alarak su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarında verimliliği, doğruluğu ve sürdürülebilirliği artıran çözümler sunar.

Su ürünleri yetiştiriciliği operasyonları, derin öğrenme algoritmalarından yararlanarak, balık popülasyonlarının sağlığını korumak ve enfeksiyonların yayılmasını önlemek için çok önemli olan hastalıkların erken ve kesin tespitini sağlayabilir. Geleneksel hastalık teşhisi yöntemleri genellikle manuel gözlem ve yorumlamaya dayanır; bu da zaman alıcı olabilir ve insan hatasına yatkın olabilir. Buna karşılık derin öğrenme sistemleri, büyük miktarda veriyi hızlı ve yüksek

doğrulukla analiz ederek, insan gözlemcilerin gözden kaçırabileceği ince hastalık belirtilerini tespit edebilir. Bu yetenek, yalnızca hastalık tespitinin güvenilirliğini arttırmakla kalmaz, aynı zamanda zamanında müdahaleye olanak tanır ve böylece hastalık salgınlarından kaynaklanan ekonomik kayıpları azaltır.

Ayrıca su ürünleri yetiştiriciliğinde derin öğrenmenin kullanılması, olumsuz çevresel etkilere sahip olabilecek kimyasal tedavilere ve antibiyotiklere olan ihtiyacı en aza indirerek sürdürülebilir uygulamaları desteklemektedir. Derin öğrenmeyle desteklenen otomatik izleme sistemleri, su kalitesini, balık davranışını ve sağlık ölçümlerini sürekli olarak değerlendirerek daha kesin ve hedefe yönelik yönetim stratejilerine olanak tanıyan gerçek zamanlı bilgiler sağlayabilir. Bu, kaynakların daha verimli kullanılmasına ve atıkların azaltılmasına yol açarak su ürünleri yetiştiriciliği operasyonlarının genel sürdürülebilirliğine katkıda bulunur.

Ancak derin öğrenme teknolojisinin su ürünleri yetiştiriciliğinde başarılı bir şekilde uygulanmasının zorlukları da var. Temel hususlardan biri, derin öğrenme modellerini eğitmek için kullanılan verilerin kalitesi ve miktarıdır. Yüksek kaliteli, iyi etiketlenmiş veri kümeleri, doğru ve güvenilir algoritmalar geliştirmek için gereklidir. Ek olarak, bu teknolojilerin mevcut su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerine entegrasyonu, hem donanım hem de yazılıma önemli yatırımların yanı sıra personelin yeni sistemleri etkin bir şekilde kullanması ve bakımını yapması için eğitim yapılmasını gerektirir.

Teknoloji geliştiricileri ve su ürünleri yetiştiriciliği uygulayıcıları arasında devam eden işbirliği de çok önemlidir. Bu tür ortaklıklar, geliştirilen çözümlerin su ürünleri yetiştiriciliği ortamlarının özel ihtiyaçlarına ve koşullarına göre uyarlanmasını sağlayabilir. Uygulayıcılardan gelen sürekli geri bildirimler, teknolojinin iyileştirilmesine ve geliştirilmesine yardımcı olarak onu daha etkili ve kullanıcı dostu hale getirebilir. Dahası, yeni zorluklar ve hastalıklar ortaya çıktıkça, bu işbirlikçi çabalar, derin öğrenme sistemlerinin gelişen tehditlere yanıt verecek şekilde uyarlanması ve güncellenmesinde önemli olacaktır.

Sonuç olarak, derin öğrenme teknolojisinin su ürünleri yetiştiriciliğinde uygulanması, hastalık teşhisi ve tedavisinde devrim yaratma konusunda büyük umut vaat ediyor. Daha verimli, doğru ve sürdürülebilir balık sağlığı yönetimi uygulamalarına giden bir yol sunar. Ancak bu potansiyelin hayata geçirilmesi, veri kalitesine dikkatli bir şekilde dikkat edilmesini, mevcut sistemlere dikkatli bir şekilde entegrasyonu ve ilgili tüm paydaşlar arasında sürekli işbirliğini gerektirir. Bu hususları akılda tutarak derin öğrenme, su ürünleri yetiştiriciliği operasyonlarının dayanıklılığını ve üretkenliğini önemli ölçüde artırabilir ve balık çiftçiliğinde daha sürdürülebilir bir geleceğin önünü açabilir.

### Kaynaklar

- Adams, A., & Thompson, K. D. (2011). Managing disease in aquaculture. In S. E. Jørgensen, B. D. Fath (Eds.), *Encyclopedia of Environmental Management* (pp. 1-9). CRC Press.
- Chang, C., Hsieh, C., & Chen, Y. (2021). Smart aquaculture systems: An overview of innovative technologies. *Aquaculture Engineering*, <https://doi.org/10.1016/j.aq>
- Gladju, J., Kamalam, B. S., & Kanagaraj, A. (2022). Applications of data mining and machine learning framework in aquaculture and fisheries: A review. *Smart Agricultural Technology*, 2, 100061.
- Hu, Z., Li, R., Xia, X., Yu, C., Fan, X., & Zhao, Y. (2020). A method overview in smart aquaculture. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 1-25.
- Kato, S., Nakagawa, T., Ohkawa, M., Muramoto, K., Oyama, O., Watanabe, A., ... & Sugitani, K. (2004). A computer image processing system for quantification of zebrafish behavior. *Journal of neuroscience methods*, 134(1), 1-7.
- Pérez-Escudero, A., Vicente-Page, J., Hinz, R. C., Arganda, S., & De Polavieja, G. G. (2014). idTracker: tracking individuals in a group by automatic identification of unmarked animals. *Nature methods*, 11(7), 743-748.
- Romero-Ferrero, F., Bergomi, M. G., Hinz, R. C., Heras, F. J., & De Polavieja, G. G. (2019). Idtracker. ai: tracking all individuals in small or large collectives of unmarked animals. *Nature methods*, 16(2), 179-182.
- Saberioon, M., Gholizadeh, A., Cisar, P., Pautsina, A., & Urban, J. (2017). Application of machine vision systems in aquaculture with emphasis on fish: state-of-the-art and key issues. *Reviews in Aquaculture*, 9(4), 369-387.
- Terayama, K., Shin, K., Mizuno, K., & Tsuda, K. (2019). Integration of sonar and optical camera images using deep neural network for fish monitoring. *Aquacultural Engineering*, 86, 102000.
- Vo, T. T. E., Ko, H., Huh, J. H., & Kim, Y. (2021). Overview of smart aquaculture system: Focusing on applications of machine learning and computer vision. *Electronics*, 10(22), 2882.
- Wang, X., Li, D., & Zhang, Y. (2021). Deep learning for aquatic animal health monitoring: A comprehensive review. *Computers and Electronics in Agriculture*, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021>
- Xia, X., Zhao, Y., Hu, Z., Wang, Z., Yu, C., & Bai, Y. (2019, May). Fish behavior tracking algorithm based on multi-domain deep convolutional neural network. In *Proceedings of the 2019 4th International Conference on Multimedia Systems and Signal Processing* (pp. 73-78).
- Zion, B. (2012). The use of computer vision technologies in aquaculture—a review. *Computers and electronics in agriculture*, 88, 125-132.





T.C.  
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Ziraat Fakültesi Dekanlığı  
Personel İşleri Birimi



Sayı : E-43546099-903.07-527508  
Konu : 15. Uluslararası Tarım Hayvancılık ve  
Kırsal Kalkınma Kongresi" Düzenleme  
Kurulu görevlendirme

29.04.2024

İKTİSADİ KALKINMA VE SOSYAL ARAŞTIRMALAR ENSTİTÜSÜ BAŞKANLIĞINA  
info@iksadinstitute.org

İlgi : 26.04.2024 tarihli ve E-38835609-100-527038 sayılı yazı.

Üniversitemiz ev sahipliğinde Ege Üniversitesi ve Enstitünüz ile birlikte, 5-7 Temmuz 2024 tarihleri arasında düzenlenecek olan 15. Uluslararası Tarım Hayvancılık ve Kırsal Kalkınma Kongresi" Düzenleme Kuruluna aşağıda isimleri yazılı öğretim üyelerimiz görevlendirilmiştir. Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

**Düzenleme Kurulu Üyeleri:**

Prof. Dr. Mustafa SÜRME  
Prof. Dr. Osman EREKUL  
Prof. Dr. Gürhan KELEŞ  
Doç. Dr. Gökhan ÇINAR  
Dr. Öğr. Üyesi Emre KARA

Prof. Dr. Nuh KILIÇ  
Rektör a.  
Rektör Yardımcısı

**Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Doğrulama Kodu: BSNAZF9N1N

Doğrulama Adresi: <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5740&eD=BSNAZF9N1N&eS=527508>

Güney Yerleşkesi 09100 Efeler/AYDIN

Telefon: 0(256) 220 63 00 Faks: 0(256) 220 65 99

e-Posta: ziraat@adu.edu.tr İnternet Adresi: akademik.adu.edu.tr/fakulte/ziraat/

KEP Adresi: adnanmenderesuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Deniz İNCE

Şef

Telefon: 6315



*Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.*



T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Ziraat Fakültesi Dekanlığı  
Basın ve Halkla İlişkiler Birimi



Sayı :E-60373694-051-1839751  
Konu :15. Uluslararası Tarım Hayvancılık ve  
Kırsal Kalkınma Kongresi

## İKTİSADİ KALKINMA ve SOSYAL ARAŞTIRMALAR ENSTİTÜSÜ

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi ve İKSAD Enstitüsü işbirliğinde **5-7 Temmuz 2024** tarihlerinde Aydın'da düzenlenecek olan "**15. Uluslararası Tarım Hayvancılık ve Kırsal Kalkınma Kongresi**"ne Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin katılımcı kurum olarak bilimsel destek sunmasını istemekteyiz. Kongre düzenleme kurulunda Dekan Yardımcılarımız **Prof. Dr. Gülsüm ÖZTÜRK** ve **Doç. Dr. İsmail Can PAYLAN** ile Kurumsal İletişim ve Uluslararası İlişkiler Koordinatörümüz **Doç. Dr. Fulsen ÖZEN** görevlendirilmiştir.

Bilgi edinilmesi ve gereği arz/rica olunur.

Prof. Dr. Banu YÜCEL  
Dekan

**Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Belge Doğrulama Kodu :BSL3BRA4NM4

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/ege-universitesi-ebys>

Adres:Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi 35100 Bornova/İzmir  
Telefon:+90 (232) 311 26 01 Faks:+90 (232) 388 18 64  
e-Posta:ziraatdekanlik@mail.ege.edu.tr Web:http://agr.ege.edu.tr/  
Kep Adresi:egeuniversitesi@egeuniversitesi.hs03.kep.tr

Bilgi için: Sema SEZER  
Unvanı: Şef V.  
Tel No: 0232 311 29 51

