



MEETCON-WORK



INTERNATIONAL FOOD AGRICULTURE

AND

VETERINARY SCIENCES CONGRESS

14-16 DECEMBER 2025 /ŞANLIURFA



EDITORS

Assoc. Prof. Dr. Cevher İlhan CEVHERİ

Dr. M. Nedim AĞAÇKESEN

Dr. M. Şevki ÇADIRCI

ISBN: 979-8-89695-268-8



www.meetcon.org

INDEX

CONGRES ID		II-IV
PROGRAM		V-XXXVI
GALLERY		XXXVIII-II
ACADEMIC INCENTIVE		II
ACADEMIC REPRESENTATIVE APPOINTMENT LETTER		XLVIII
NOTIFICATIONS		II-LIVI

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

MEETCON-WORK
INTERNATIONAL FOOD, AGRICULTURE
and
VETERINARY SCIENCES CONGRESS

DATE AND PLACE

December 14-16, 2025

ORGANIZATION

MEETCON CONFERENCE

GENERAL COORDINATOR

REYZAN ALAGÖZ

EDITORS

Assoc. Prof. Dr. Cevher İlhan CEVHERİ
Dr. M. Nedim AĞAÇKESEN
Dr. M. Şevki ÇADIRCI

ORGANIZING COMMITTEE

Assoc. Prof. Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK Harran University, TÜRKİYE
(Chairman of the Congress Organizing Committee)

Assoc. Prof. Dr. Hasan ÇİFTÇİ, Harran University, TÜRKİYE

Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU, Siirt University, TÜRKİYE

Dr. M. Nedim AĞAÇKESEN, Harran University, TÜRKİYE

Dr. İbrahim Halil ÇETİNER, (GAPTEM) Director of Şanlıurfa GAP Agricultural Research
Institute, TÜRKİYE

Abdullah AÇIKGÖZ, President of the Şanlıurfa Chamber of Veterinarians, TÜRKİYE
Mehmet SÜZEN, (TMMOB) Chamber of Agricultural Engineers Şanlıurfa Branch, TÜRKİYE
İsmail M. TURANOĞLU, GAPTEM, TÜRKİYE

ISBN: ‘979-8-89695-268-8’

Copyright © Liberty

Date: 30.12. 2025

Liberty Publishing House

Water Street Corridor New York, NY 10038

www.libertyacademicbooks.com

+1 (314) 597-0372

ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY
PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING
INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING
FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.

© Liberty Academic Publishers 2025

The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms.

adopted by Mariam Rasulan

ISSUED: 30.12.2025

ISBN: 979-8-89695-268-8

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

- Prof. Dr. Ahmet KAZANKAYA, Ahi Evran University. TÜRKİYE
Prof. Dr. Ahmet YILMAZ, Harran University. TÜRKİYE
Prof. Dr. Alaettin KAYA, Dicle University. TÜRKİYE
Prof. Dr. Arif PARMAKSIZ, Harran University. TÜRKİYE
Prof. Dr. Ahmet OYMAK, Marmara University. TÜRKİYE
Prof. Dr. Burak DİK, Selçuk University, TÜRKİYE
Prof. Dr. Hadi H. Kordrostami University of Tehran, IRAN
Prof. Dr. Muhammed A. Algurashi, King Saud University. SAUDI ARABIA
Prof. Dr. Gülnaz ÖZCAN, Iskenderun Technical University, TÜRKİYE
Prof. Dr. Qingrong Chen Zheijian University, CHINA
Prof. Dr. Tahir ÖZCAN, Iskenderun Technical University, TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. Jehona Shkodra, Prishtine, KOSOVO
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TAŞ, Harran University. TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. Erdal ERBİL, GAPTEM, TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. Cevher İlhan CEVHERİ, Harran University. TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. Akın YİĞİN, Harran University. TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. Mustafa KARAKÖSE, Giresun University, TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. M. Bahaeddin DÖRTBUDAK, Harran University. TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. Gülgün ÖKTEM, Harran University. TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. Yasin YAKAR, Harran University. TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. Besime DOĞAN DAŞ, Harran University. TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. Durmuş HATİPOĞLU, Selçuk University, TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. İsmail DEMİRCİOĞLU, Harran University. TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. Serbest BİLİCİ, Şırnak University, TÜRKİYE
Assoc. Prof. Dr. Hikmet DİNÇ, Gaziantep Islam, Science and Technology University, TÜRKİYE
Assist. Prof. Dr. Hamza YALÇIN, Harran University. TÜRKİYE
Assist. Prof. Dr. Floriana ZUCARO, The University of Naples Federico II, Napoli- ITALY
Assist. Prof. Dr. Ali KOÇYİĞİT, Harran University. TÜRKİYE
Dr. Ayşegül DEMİRCİOĞLU, Şanlıurfa, TÜRKİYE
Dr. Aydın DAŞ, Harran University. TÜRKİYE
Dr. Kenan ÇELİK. GAPTEM, TÜRKİYE
Dr. Ahmet Murat SAYTEKİN, Harran University. TÜRKİYE
Dr. Mehmet Şevki ÇADIRCI, Ministry of Education. TÜRKİYE
Dr. Taro Yamada, University of Tokyo. JAPAN
Dr. Yalçın TÖRE, Çanakkale University, TÜRKİYE
Dr. Tarık ÇİÇEK, Dicle University, TÜRKİYE
Dr. Ramazan BOZKURT, Harran University. TÜRKİYE
Dr. Gülçin BAYTUR, Şanlıurfa, TÜRKİYE
Dr. Funda AKSÜNGER KARAAVCI, Bingöl University, TÜRKİYE
Dr. Esra GÖKALP YAVUZ, Şanlıurfa, TÜRKİYE
Dr. Emine ATÇI SAYTEKİN, Şanlıurfa, TÜRKİYE
Mustafa ÇİFTÇİ, President of the Phenylketonuria Association (PKU) Şanlıurfa, TÜRKİYE
Hasan Doğan, Celiac Federation President. TÜRKİYE



www.meetcon.org

INTERNATIONAL CONFERENCE NETWORK

MEETCON-WORK

**INTERNATIONAL FOOD, AGRICULTURE
and**

VETERINARY SCIENCES CONGRESS

December 14-16, 2025 / Şanlıurfa, Türkiye

CONGRESS PROGRAM



Meeting ID: 325 629 5864

Passcode: meetcon

Total Rejected Papers: **15**

Total Accepted Papers from Türkiye: **87**

Total Accepted Papers from Foreign Countries: **98**

Total Accepted Papers: **185**

PARTICIPANT COUNTRIES (25):

**Azerbaijan/ Pakistan/Nigeria/Bangladesh/Kosovo/Romania/Saudi
Arabia/Philippines/Morocco/Algeria/India/Tunisia/Bulgaria/Indonesia/Hungary/
Czech Republic/Poland/Serbia/Ukraine/Uzbekistan/Vietnam/South
Africa/Albania/Brazil/Sweden**

Before you login to Zoom please indicate your name surname and HALL number: exp.Hall-1, Ali AY

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ❖ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ❖ Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak “Meeting ID or Personal Link Name” yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ❖ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ❖ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ❖ Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışıyor.
- ❖ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 5 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ❖ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ❖ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ◆ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ◆ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ◆ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ◆ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir
- ◆ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır



**MEETCON-WORK ULUSLARARASI
GIDA TARIM VE VETERİNER
BİLİMLERİ KONGRESİ**



Akademik Birlik Derneği ve MeetCon Conference işbirliği ile; TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Şanlıurfa Şubesi, GAPTAEM (GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü) ve Şanlıurfa Veteriner Hekimler Odası'nın değerli katkılarıyla "MEETCON-WORK Uluslararası Gıda, Tarım ve Veteriner Bilimleri Kongresi" düzenlenecektir. Şanlıurfa'da gerçekleştirilecek olan bölgemizin ve ülkemizin tarım, gıda ve hayvancılık politikalarına bilimsel bir perspektif kazandırmayı amaçlayan Kongremizin açılış töreninde, Sizleri de aramızda görmekten mutluluk duyacağız. Katılımlarınızı bekler, saygılar sunarız.

Doç. Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK
Kongre Düzenleme Kurulu Başkanı
Akademik Birlik Derneği Başkanı

TARİH: 14 Aralık 2025 **SAAT:** 13.30 **YER:** GAPTAEM Eğitim Merkezi/ Şanlıurfa



IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ❖ To be able to attend a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session.
- ❖ 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.
- ❖ The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- ❖ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ❖ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - 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.
 - ◆ Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.
-

KONGRE YERİ

GA



GAPTAEM EĞİTİM MERKEZİ, ŞANLIURFA-TÜRKİYE

14.12.2025 / YÜZ YÜZE / SESSION-1 / HALL-1



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time:13:30-15:30

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. İsmail DEMİRCİOĞLU

Authors	Affiliation	Presentation Title
Ayşegül DEMİRCİOĞLU	Bursa Uludağ University,	THE EFFECT OF AFLATOXIN ON POLLEN: A BIBLIOMETRIC EVALUATION
Agricultural Engineer Feyza ÇİFTÇİLER Assist Prof. Eray ŞİMŞEK	Harran University,	APPLICATION OF SEED NANOPRIMING WITH SiO ₂ NANOPARTICLES AS A NEW STRATEGY FOR INCREASING COLD STRESS TOLERANCE IN MAIZE
Assoc. Prof. Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK	Harran University,	A BIBLIOMETRIC APPROACH TO THE IMPORTANCE OF FISH OTOLITHS IN HYDROBIOLOGICAL STUDIES
Assoc. Prof. Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK	Harran University,	EXPLORING FISH OTOLITHS IN TIGRIS RIVER RESEARCH: A BIBLIOMETRIC APPROACH
Assoc. Prof. Dr. Serbest BİLİCİ Assoc. Prof. Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK Prof. Dr. Alaettin KAYA Asst. Prof. Dr. Tarık ÇİÇEK Prof. Dr. Erhan ÜNLÜ	Şırnak University,	INVESTIGATION OF THE DIFFERENCES IN SHAPE AND SIZE OF GARRA RUFA (HECKEL, 1843) OF DIFFERENT LOCALITIES OF THE TIGRIS AND EUPHRATES RIVER SYSTEMS
Assoc. Prof. Dr. İsmail DEMİRCİOĞLU	Harran University,	THE DIGITAL TRANSFORMATION OF ANATOMY: A BIBLIOMETRIC PERSPECTIVE ON 3D PRINTING TECHNOLOGIES
Assoc. Prof. Dr. İsmail DEMİRCİOĞLU	Harran University,	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PRODUCTIVITY IN THE FIELD OF GEOMETRIC MORPHOMETRY

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

www.meetcon.org

14.12.2025 / YÜZ YÜZE / SESSION-1/ HALL-2



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 13:30-15:30

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK

Authors	Affiliation	Presentation Title
Musab BÜRKEK Bayram BEKMEZ Dr. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK	Harran University,	IMMUNOHISTOCHEMICAL INVESTIGATION OF CASP-3 EXPRESSION IN LAMB WHITE MUSCLE DISEASE
Assoc. Prof. Dr. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK	Harran University,	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF OXIDATIVE STRESS RESEARCH IN VETERINARY PATHOLOGY
Assoc. Prof. Dr. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK	Harran University,	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF APOPTOSIS RESEARCH IN VETERINARY PATHOLOGY
Bayram BEKMEZ Musab BÜRKEK Dr. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK	Harran University	IMMUNOHISTOCHEMICAL INVESTIGATION OF HSP-27 EXPRESSION IN SHEEP LUNGS WITH BRONCHOPNEUMONIA
PhD. Özgün ÜNAY Prof. Dr. Mahmut TEPECİK Prof. Dr. Ayşe GÜL	Ege University,	THE EFFECT OF PLANT DENSITY ON GARDEN CRESS CULTIVATION IN SUBSTRATE CULTURE
Prof. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN MSc. Salih KARASU	Ege University,	IMPACT OF WHEY POWDER APPLICATION ON THE QUALITY OF TOMATO SEEDLING

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / YÜZ YÜZE / SESSION-1 / HALL-3



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 13:30-15:30

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Cevher İlhan CEVHERİ

Authors	Affiliation	Presentation Title
Bsc. Cihat ILDİZ BSc. Sefa TEKİN Prof.Dr. Songül GÜRSOY	Dicle University,	EFFECT OF ADJUSTMENT PARAMETERS OF V-TYPE PRESSURE WHEELS IN PRECISION (SINGLE GRAIN) PLANTING MACHINES ON SOIL PROPERTIES AND PLANT EMERGENCE RATE
BSc., Süleyman ÖZDEMİR BSc., Mintas ADIGÜZEL Prof.Dr. Songül GÜRSOY	Dicle University,	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT DISC ANGLES AND FORWARD SPEEDS ON THE WORKING PERFORMANCE OF DISC HARROWS
Kamile BAYRAK AKAY Assoc. Prof. Dr. Bülent BAŞYİĞİT Prof. Dr. Mehmet KARAASLAN	Harran University,	PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION AND FUNCTIONAL HYDROGEL POTENTIAL OF PECTIN EXTRACTED FROM POMEGRANATE SEEDS
Kamile BAYRAK AKAY Assoc. Prof. Dr. Bülent BAŞYİĞİT Prof. Dr. Mehmet KARAASLAN	Harran University,	COMPARATIVE ANALYSIS OF ECO-FRIENDLY EDIBLE FILMS MADE FROM PLANT-BASED PROTEINS
Graduate Student Serhat YILMAZ Prof. Dr. Bahar KOCAMAN Prof. Dr. İlker ANGIN	Atatürk University,	CALCULATION OF THE WATER FOOTPRINT OF MANDARIN PRODUCTION IN TÜRKİYE WITH HIGH SPATIAL AND TEMPORAL RESOLUTION
Beyza DOĞAN BAZ Assoc. Prof. Dr. Cevher İlhan CEVHERİ	Harran University,	THE EFFECT OF BIOCHAR AND MICROALGAE FERTILISER APPLICATIONS ON SOME YIELD PARAMETERS IN SAFFLOWER (<i>Carthamus tinctorius</i> L.)
Agricultural Engineer Eylem MÜDÜROĞLU Assist Prof. Eray ŞİMŞEK Assoc Prof. Sertan ÇEVİK Prof.Dr. Abdullah KAHRAMAN Prof.Dr. Canan CAN	Harran University Gaziantep University	EVALUATION OF REKOMBINANT INBRIDING LINE (RIL) GENOTYPES DERIVED FROM WILD × CULTIVATED CHICKPEA CROSSES FOR RESISTANCE TO FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. CICERIS RACES 0 AND 2

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / YÜZ YÜZE / SESSION-1 / HALL-4



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 15:30-17:30

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Hasan ŞAHİN

Authors	Affiliation	Presentation Title
Ph.D., Vefa DİLER Prof. Dr. Vedat BEYYAVAŞ Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ARSLAN	Harran University	DEVELOPMENTS IN THE OILSEED MARKET AND GOVERNMENT INCENTIVES
Sinan GÖZKIRAN Doç. Dr. Hüseyin ARSLAN Prof. Dr. Vedat Beyyavaş	Harran University	THE CURRENT STATUS OF OİLSEED PLANTS IN TÜRKİYE
Asst. Prof. Dr.SERKAN TOKGÖZ Salih Çelen	Kahramanmaraş Sütçü İmam University,	EVALUATION OF MAJOR ESSENTIAL OIL COMPONENTS AS ALTERNATIVE BIOCIDES AGAINST ECONOMICALLY IMPORTANT BACTERIAL PLANT PATHOGENS
Res. Asst. Songül HENTEŞ Dr. Hüseyin BOZKURT Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER	Kahramanmaraş Sutcu İmam University,	INSECTICIDAL EFFECT OF MICRONIZED DIATOMACEOUS EARTH ON Sitophilus oryzae (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IN LABORATORY TESTS FOR ORGANIC STORAGE STRATEGIES
Res. Asst. Songül HENTEŞ Celalettin Elvan Arısu Salih ÇELEN Ali KIYIK	Kahramanmaraş Sutçu İmam University,	LABORATORY EVALUATION OF THE INSECTICIDAL EFFICACY OF THE NATURAL MINERAL-BASED DIATOMACEOUS EARTH (DETECH®) AGAINST THE BLACK CHERRY APHID Myzus cerasi (F.) (Homoptera: Aphididae)
Assoc. Prof. Dr. Hasan ŞAHİN	Harran University,	EVOLUTION OF AGRICULTURAL MECHANIZATION IN TURKEY: MACHINERY INVENTORY DYNAMICS, TECHNOLOGICAL ADAPTATION AND POLICY IMPACTS IN THE PERIOD 2015–2025

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / YÜZ YÜZE/ SESSION-1 / HALL-5



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 15:30-17:30

HEAD OF SESSION: **Dr. Mehmet Şevki ÇADIRCI**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Agricultural Engineer Ayşe ÇİÇEK Prof.Dr. Murat DİKİLİTAS Agricultural Engineer Şahimerdan TÜRKÖLMEZ Research Assistant Ümmühan KAŞIKCI ŞİMŞEK	Harran University,	COMPARİSON OF GROWTH PERFORMANCE OF NEOSCYTALİDİUM DİMİDİATUM ISOLATES FROM DIFFERENT HOSTS UNDER DIFFERENT TEMPERATURE CONDITIONS
Assoc. Prof. Dr. Doğan ARSLAN Assoc. Prof. Dr. Mustafa KİBAR	Siirt University,	THE SUSTAINABLE USE OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS IN BEEKEEPING: POTENTIAL AND CHALLENGES
Assoc. Prof. Dr. Doğan ARSLAN Assoc. Prof. Dr. Mustafa KİBAR	Siirt University,	THE ANTİMİCROBIAL, IMMUNOMODULATORY AND DETOXIFYING EFFECTS OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS IN BEEKEEPING
Assist. Prof. Dr. Ahmet Murat SAYTEKİN	Harran University,	ISOLATION, MOLECULAR IDENTIFICATION AND DETERMINATION OF ANTİBACTERIAL SENSITIVITY OF LACTOCOCCUS GARVİEAE FROM DİSEASE CASES IN RAINBOW TROUT
Dr., Mehmet Şevki ÇADIRCI	University Institute of Health Sciences	A BİBLİOMETRİC APPROACH: THE STUDY OF THE EFFECTS OF DİATOMİTES ON PARASİTES
Dr. Mehmet Şevki ÇADIRCI Prof. Dr. Mehmet İRİADAM	Harran University	İNVESTİGATING THE EFFECTS OF DİATOMİTE ON BİOCHEMİCAL VALUES AND THE NUMBER OF FECAL EGGS IN KİLİS GOATS NATURALLY İNFECTED WITH PARASİTES

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / YÜZ YÜZE / SESSION-1 / HALL-6



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 15:30-17:30

HEAD OF SESSION: **Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir TANRIKULU**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Prof. Dr. Emine ÖZPOLAT Assoc. Prof. Osman UYSAL Assoc. Prof. Başar ALTINTERİM Assoc. Prof. Gültüzar TUNA KELEŞTEMUR Prof. Dr. Gökhan GÖKDERE	Firat University, Malatya Turgut Özal University,	DESTRUCTION CAUSED BY THE 2023 EARTHQUAKES IN THE AQUACULTURE SECTOR IN THE ELAZIG, MALATYA, AND KAHRAMANMARAS REGIONS
Assoc. Prof. Abdulkadir TANRIKULU	Harran University,	MYCOTOXINS IN AGRICULTURAL PRODUCTS AND THEIR EFFECTS ON HUMAN HEALTH
Assoc. Prof. Dr. Ayşe Gülgün ÖKTEM Asst. Prof. Dr. Mahmut Nedim AĞAÇKESEN	Harran University,	THE EFFECTS OF APPLYING DIFFERENT AMOUNTS OF SEAWEED TO THE SECOND CROP OF CORN PLANTS ON SOME PLANT AND EAR CHARACTERISTICS
Buşra GÖÇMEZ Ph.D., Kübra YILDIZ Assoc. Prof. Dr. Sertan ÇEVİK Elif Tiryaki	Harran University,	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SILICON NANOPARTICLES ON ROOT DEVELOPMENT OF <i>Arabidopsis Thaliana</i> UNDER SALT STRESS
Asst. Prof. Dr. Hamza YALÇIN Assoc. Prof. Dr. Mücahit KAHRAMAN Asst. Prof. Dr. İbrahim ÖZTÜRK Prof. Dr. Sabri YURTSEVEN	Harran University,	MACHINE-LEARNING PREDICTION OF SUBCLINICAL MASTITIS IN AWASSI (IVESİ) EWES USING MILK COMPOSITION AND KETOSIS BIOMARKERS
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin AYDEMİR Mehmet Nuri GİRAZ	Harran University,	SYNERGISTIC ANTIMICROBIAL EFFECT OF POSTBIOTICS FROM <i>Pediococcus acidilactici</i> and EPSILON POLY-L-LYSINE COMBINATION ON <i>Listeria monocytogenes</i>
Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK	Afyon Kocatepe University	NUTRITION, HEALTH AND PRACTICES IN ANCIENT MEDICINE

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-1



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time:10:00-12:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Asst. Prof. Dr. Damla Tuğçe OKUR**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Asst. Prof. Dr. Damla Tuğçe OKUR	Atatürk University	GENERAL PUERPERAL DISORDERS IN FEMALE DOGS: CLINICAL IMPORTANCE, DIAGNOSIS, AND PREVENTIVE PERSPECTIVES
Res. Asst. Dr. Vefa TOHUMCU	Ataturk University,	CAN FOLLICULAR DEVELOPMENT BE INDUCED THROUGH B- ADRENERGIC MODULATION IN DAIRY COWS?
Veterinary Med. Hüsnü Furkan ŞAKAR Asst. Prof. Dr. Ömer Faruk ŞAHİN Assoc. Prof. Dr. Ufuk EROL Prof. Dr. Kürşat ALTAY	Sivas Cumhuriyet University,	FIRST MOLECULAR DETECTION OF HEPATOZOON SPP. IN DOGS IN ÇORUM PROVINCE
Asst. Prof. Dr. Kurtuluş MERDAN	Gümüşhane University,	TÜRKİYE'S PRICE INCREASES: A MULTIDIMENSIONAL ASSESSMENT OF MACROECONOMIC, STRUCTURAL, AND INSTITUTIONAL DYNAMICS
Asst. Prof. Dr. Kurtuluş MERDAN	Gümüşhane University,	CURRENT PROBLEMS OF THE LIVESTOCK SECTOR IN TÜRKİYE AND POLICY RECOMMENDATIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT
Asst. Prof. Dr. Şermin TOP Vet. Med. Doc. İbrahim Halil ALSAT	Harran University,	NUTRITIONAL PROPERTIES OF C. CARPIO FISHMEAL AND ITS POTENTIAL USE IN ANIMAL FEED
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin AYDEMİR M.S. Student Sultan KARPUZ	Harran University,	INVESTIGATION OF STARCH PRESENCE IN TULUM CHEESES SOLD IN ELAZIĞ PROVINCE

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-2



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:00-12:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Asst. Prof. Murat Can DEMİR**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Assistant Professor Gizem ESER Research Assistant Fatih Mehmet ÖZTÜRK	Muğla Sıtkı Koçman University	A CASE OF SIMULTANEOUS INTUSSUSCEPTION AND VOLVULUS IN A CALF BORN WITH RECTAL ATRESIA ANI
Ph.D. Selda KARADAĞ Asst. Prof. Dr. Özge Şebnem ÇILDIR	D.V.M., Independent Researcher Kafkas University,	THE IMPORTANCE OF THE CAUCASIAN BEE BREED (<i>Apis mellifera caucasica</i>) AND THE GENERAL SITUATION OF BEE KEEPING IN THE WORLD AND TURKIYE
Asst. Prof. Dr. Özge Şebnem ÇILDIR Ph.D. Selda KARADAĞ	Kafkas University, D.V.M., Independent Researcher	NATIVE ANIMAL GENETIC RESOURCES OF KARS AND ARDAHAN PROVINCES
Asst. Prof. Dr. Murat Can DEMİR	Kafkas University,	VAGINAL PROLAPSE IN A GURCU GOAT DURING TWO SUBSEQUENT PREGNANCIES: A CASE REPORT
Prof. Dr. Haki KARA Asst. Prof. Dr. Alper Serhat KUMRU	Sivas Cumhuriyet University,	USE OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES IN HORSES
Prof. Dr. Ali KILIÇ Assoc. Prof. Dr. Müge HENDEK Damla USLU	Konya Food and Agriculture University, Kastamonu University,	THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ADVANCING FOOD QUALITY CONTROL AND SAFETY: A BIBLIOMETRIC APPROACH
Asst. Prof. Dr. Seda YAKUT Assoc. Prof. Dr. Duygu MUTLUAY	Burdur Mehmet Akif Ersoy University	SPATIOTEMPORAL CHANGES IN BECLIN-1 EXPRESSION IN THE MOUSE UTERUS DURING EARLY PREGNANCY

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-3



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:00-12:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Ceyhan YÜCEL

Authors	Affiliation	Presentation Title
Assoc. Prof. Dr. Sefa KÜÇÜKLER Assist. Prof. Dr. Serpil AYGÖRMEZ	Atatürk University,	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CARVACROL AGAINST ISOPROTERENOL-INDUCED TESTICULAR DAMAGE IN RATS
Assist. Prof. Ceyhan YÜCEL	Yozgat Bozok University,	THE ROLE OF INDUSTRIAL HEMP (<i>Cannabis sativa</i> L.) AND ITS BY-PRODUCTS IN SMALL RUMINANT NUTRITION AND THEIR EFFECTS ON PRODUCT QUALITY
Assoc. Prof. Dr. Alihan COKKIZGIN Assoc. Prof. Dr. Cengiz YURURDURMAZ Assoc. Prof. Dr. Zekeriya KARA	Gaziantep University, Kahramanmaraş Sutcu Imam University,	A MULTIPLE REGRESSION MODEL OF CHICKPEA (<i>CICER ARIETINUM</i> L.) YIELD BASED ON SEED MINERAL CONCENTRATIONS
Assist. Prof. Dr. Murat AYDEMİR Assoc. Prof. Dr. Alihan COKKIZGIN Assoc. Prof. Dr. Zekeriya KARA	Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Gaziantep University,	THE EFFECT OF THE KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE ON FEBRUARY 6, 2023 ON THE FRUIT SECTOR IN GAZİANTEP
Ahmet Zeki HEPÇİMEN Necla ÇAĞLARIRMAK Mert SOYSAL	Manisa Celal Bayar University,	INNOVATIVE FOOD PRESERVATION TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTEGRATION
Asst. Prof. Dr Mert SOYSAL Prof. Dr. Necla ÇAĞLARIRMAK Asst. Prof. Dr, Ahmet Zeki HEPÇİMEN	Manisa Celal Bayar University,	THE IMPACT OF DIGITAL AGRICULTURE TECHNOLOGIES (DAT) ON AGRICULTURAL INPUT COSTS: A COMPARATIVE ECONOMIC STUDY IN PLANT AND ANIMAL PRODUCTION

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-4



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:30-12:30

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Yener ATASEVEN**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Assoc. Prof. Dr. Ruhi KABAKÇI Assist. Prof. Dr. Mehmet Naci OKTAY	Kırıkkale University,	GENDER-RELATED CHANGES IN SOME HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND ERYTHROCYTE OSMOTIC RESISTANCE OF TURKISH SULTAN CHICKENS
Bedir Zana DEMİR Prof. Dr. Yener ATASEVEN	Ankara University,	AN EVALUATION OF POLICIES IMPLEMENTED IN THE OLIVE AND OLIVE OIL MARKET IN TÜRKİYE
Prof. Dr. Yener ATASEVEN	Ankara University,	ORGANIC FARMING WITHIN THE FRAMEWORK OF THE EUROPEAN GREEN DEAL: POLICIES AND FUTURE APPROACHES
Asst. Prof. Dr. Nuray CAN Dr. Damla ZOBAR Assoc. Prof. Dr. Göksel TIRPANCİ SİVRİ Assoc. Prof. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU	Tekirdağ Namık Kemal University	THE EFFECTS OF ORGANIC ACID, OZONE AND ULTRASOUND TREATMENTS ON PESTICIDE REMOVAL IN CHERRIES AND GRAPES
Asst. Prof. Dr. Nuray CAN Dr. Damla ZOBAR Assoc. Prof. Dr. Göksel TIRPANCİ SİVRİ Assoc. Prof. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU	Tekirdağ Namık Kemal University	PESTICIDE RESIDUES IN FRUITS AND REMOVAL METHODS
Ph.D. Candidate, Onur AKSOY Assoc. Prof. Dr. Adnan AYAN Prof. Dr. İlker ÇAMKERTEN	Aksaray University,	MOLECULAR DETECTION OF BLASTOCYSTIS SPP. IN DOG IN AKSARAY PROVINCE, TURKIYE
Ph.D. Candidate, Onur AKSOY Assoc. Prof. Dr. Adnan AYAN Prof. Dr. İlker ÇAMKERTEN	Aksaray University,	MOLECULAR DETECTION OF BLASTOCYSTIS SPP. IN SHEEP IN AKSARAY PROVINCE, TURKIYE

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-5



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:30-12:30

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Assoc. Prof. Dr. Muzaffer ÇEVİK**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Assoc. Prof. Dr. Buket BOĞA KURU	Kafkas University	THE CAMAL (CONTINUOUS ALTERNATING MATING AND LAMBING) SYSTEM: A CYCLIC MANAGEMENT MODEL IN ACCELERATED LAMBING
Assoc. Prof. Dr. Buket BOĞA KURU	Kafkas University	THE STAR SYSTEM: A MANAGEMENT-ORIENTED ACCELERATED LAMBING MODEL FOR OVERCOMING SEASONAL BREEDING CONSTRAINTS
Dr. Ahmet Şafak MALTAŞ	Akdeniz University,	THE EFFECT OF SMALL ANIMAL MANURE ON THE GROWTH OF SPINACH PLANTS GROWN IN SANDY SOIL
Dr. Ahmet Şafak MALTAŞ	Akdeniz University,	THE EFFECT OF TSP FERTILIZER ON THE GROWTH OF LETTUCE PLANTS IN CALCAREOUS SOIL
Res. Asst. Sümeyye Nur Cihangir Prof. Dr. Ufuk Kamber	Kafkas University,	SHELF LIFE OF FOODS AND THE E-SENSING DEVICES USED IN THIS PROCESS
Assoc. Prof. Dr. Muzaffer ÇEVİK	Şırnak University,	MODELING LACTATION PERFORMANCE IN DAIRY CATTLE USING TEST- DAY RECORDS AND EVALUATING GENETIC – ENVIRONMENTAL EFFECTS THROUGH THE REML METHOD

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-6



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:30-12:30

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Kasım Takım

Authors	Affiliation	Presentation Title
Ph.D., Senem TÜFEKÇİ Prof. Dr. Sami Gökhan ÖZKAL	Pamukkale University,	EFFECT OF MICROWAVE DRYING METHOD ON THE QUALITY PARAMETERS OF PUMPKIN
Kasım Takım	Harran University,	DETERMINATION OF TOTAL AND FREE AMINO ACID PROFILE IN EARLY HARVEST COLD PRESS OLIVE OIL
Assoc. Prof. Dr. Kasım Takım	Harran University,	COMPREHENSIVE CONTENT ANALYSIS IN EARLY HARVEST COLD PRESS OLIVE OIL USING LC-MS/MS METHOD
Özay SELVİLİ Prof. Dr. Levent ÜNLÜ Assoc. Prof. Dr. Elif YAVUZASLANOĞLU	Karamanoglu Mehmetbey University, Selçuk University,	EFFECTS OF BIOLOGICAL AND BIOTECHNICAL CONTROL PRACTICES ON CODLING MOTH <i>Cydia pomonella</i> (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE)
Asst. Prof. Murat Emre TERZİOĞLU Dr. Ezgi EDEBALI Prof. Dr. İhsan BAKIRCI	Atatürk University,	DETERMINATION OF NUTRITIONAL PROPERTIES OF GOAT YOGURT ENRICHED WITH BUTTERNUT SQUASH (<i>CUCURBITA MOSCHATA</i>) PEEL POWDER
İshak YETİM Prof. Dr. Recep GÜNDÖĞAN Assist. Prof. Dr. Miraç KILIÇ Prof. Dr. Hikmet ÜNAL	Harran University,	GEOSTATISTICAL MODELING AND MAPPING OF SPATIAL VARIABILITY OF SOME SOIL PROPERTIES IN SEMI-ARID RANGELAND ECOSYSTEMS
Mehmet Selim AÇAR Prof. Dr. Recep GÜNDÖĞAN Assist. Prof. Dr. Miraç KILIÇ Prof. Dr. Hikmet GÜNAL	Harran University,	ASSESSING THE EFFECTS OF FOREST FIRES ON SOIL QUALITY
Res. Asst. PhD, Elif EKİZ TERZİOĞLU Assoc. Prof. Emel ÖZ Prof. Dr. Fatih ÖZ	Atatürk University,	DETERMINATION OF SOLUBILITY PROPERTIES OF PROTEIN HYDROLYSATES PRODUCED FROM MEAT TRIMMING WASTES

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-7



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:30-12:30

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Asst. Prof. Dr. Ömer GEZGİNÇ**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Arş. Gör. Dr. Ayşe UYSAL	Ataturk University,	THE EFFECT OF COLD STRESS ON PRODUCTIVITY, PERFORMANCE, AND EGG QUALITY IN LAYING HENS
M.Sc. Büşra KILINÇ Prof. Dr. Burak DİK	Selcuk University,	ANTIVIRAL THERAPIES IN VETERINARY MEDICINE: RESISTANCE MECHANISMS, NEXT-GENERATION APPROACHES, AND CLINICAL IMPLEMENTATION CHALLENGES
M.Sc. Büşra KILINÇ Prof. Dr. Burak DİK	Selcuk University,	CURRENT USE OF ANTIVIRAL AGENTS AND THERAPEUTIC APPROACHES IN VETERINARY MEDICINE
Asst. Prof. Dr. Ömer GEZGİNÇ	Van Yüzüncü Yıl University,	SOCIAL ENTREPRENEURSHIP APPROACHES IN VETERINARY MEDICINE: CASE STUDIES OF HEIFER INTERNATIONAL AND THE BROOKE
Mehmet POLAT Akın YİĞİN Romedî ÇELİK Nüket BİLGEN Şükrü GÜRLER Faruk BOZKAYA Mustafa Yenal AKKURT Furkan KUTLU	GAP Agricultural Research Institute, Harran University Dicle University Ankara University Gümüşhane University	GENETIC CHARACTERIZATION OF ŞANLIURFA ŞEBAP PIGEONS THROUGH MTDNA ANALYSIS
Ph.D. Ömer ERTEN	Erzincan Binali Yıldırım University	THE ROLE OF THE QUEEN BEE'S BEHAVIOR IN HONEYBEE BREEDING
Asst. Prof. Dr. Murat UZTİMÜR	Bingöl University	EVALUATION OF HEMATOLOGICAL AND BLOOD GAS FINDINGS IN A DOG WITH CANINE BABESIOSIS

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-8



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:00-12:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Ph.D. Ulker Vidadi Bayramova**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Ph.D., Ulker Vidadi Bayramova	Ganja State University,	ASSESSMENT OF THE CLIMATIC POTENTIAL OF THE FOREST HAZENUT POPULATIONS
Prof. Bayramova Aynur Akif Isayeva Narmina Ilham	Ganja State University,	PHARMACOLOGICAL AND THERAPEUTIC PROPERTIES AND RICH PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF THE POMEGRANATE PLANT PUNICA GRANATUM L.
Kainat Mehmood Haroon Zaman Khan Anjum Naeem Eisha Habib Asif Iqbal Muhammad Shahbaz Muhammad Abuzar	University of Agriculture Faisalabad,	OPTIMIZING SULFUR MANAGEMENT FOR CANOLA (BRASSICA NAPUS L.) PRODUCTIVITY IN ALKALINE SOILS OF FAISALABAD.
IPU MICHAEL OGWUMA, Jonathan. A. Ogwuche Edache Ernest Ekoja Idikwu Onwe Ugbem	Joseph Sarwuan Tarka University	COMPARATIVE ASSESSMENT OF WATER QUALITY FROM BOREHOLES AND SHALLOW WELLS IN DIFFERENT LAND USE AREAS IN MAKURDI METROPOLIS, BENUE STATE, NIGERIA.
Abu Yousuf Hossin Md.Harun-Ur- Rashid Shahanaz Parveen Mt.Sumaiya Siddika Md. Naziur Rahman Ajoy Kumer	IUBAT—International University of Business Agriculture and Technology,	TITLE: POTENT INHIBITORS OF TRIPLE-NEGATIVE BREAST CANCER BY DIHYDROPYRANOCOUMARINS: AN INTEGRATED IN SILICO, QUANTUM DESCRIPTORS AND COMPUTATIONAL BIOLOGY
Sara Qouissah , Houda El Yacoubi , Aboukhalaf Abdelghani, Laila Bikjdaouene , Oumaima Abouyaala , Asmaa ElYamani , Jamila Riyahi , Atmane Rochdi	Natural Resources & Sustainable Development Laboratory, "AgroPhysiology, Biotechnology & Environment Research Unit, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Morocco Laboratory of Biology and Health, Neurosciences, Neuro-immunology and Behaviour Unit, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Morocco	ANTIOXYDANT ACTIVITY AND ACUTE TOXICITY OF ETHANOLIC EXTRACT OF CAPPARIS SPINOSA
Ph.D., Saranda MUSA Assoc. Prof. Fadil MUSA	University of Prishtina,	FIRST RECORD AND CURRENT STATUS OF BROWN MARMORATED STINK BUG, HALYOMORPHA HALYS (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) DAMAGING RASPBERRY AND BLUEBERRY PLANTS IN KOSOVO

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-9



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:00-12:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Palash Kumar Das**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Major Gheorghe Giurgiu Lect. Dr. Cristina Fermoaga Prof. Dr. Med. Manole Cojocaru	University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine ve Titu Maiorescu University.	WHAT'S NEW IN FELINE PANLEUKOPENIA: INSIGHTS FOR CLINICAL PRACTICE WITH DENIPLANT NUTRACEUTICALS
Mary Anne W. Cordero Rodelyn M. Dalayap Claudine Ann Nakila Janece Jean Manubag Carol Socorro Maguinsay Sharon Rose M. Tabugo	Princess Nourah bint Abdulrahman University Sultan Kudarat State University Mindanao State University – Iligan Institute of Technology, Philippines	MICROBIAL DIVERSITY AND AMR SIGNATURES IN THE MANDULOG RIVER, ILIGAN CITY: EVALUATING ECOSYSTEM WELL-BEING AND LONG-TERM FLOOD LEGACY
Palash Kumar Das	Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University	AN APPLICATION OF MIXED-INTEGER LINEAR PROGRAMMING TO MINIMIZE THE COST OF UNIVERSITY STUDENTS REQUIRED BASIC NUTRITIONAL REQUIREMENTS
Kaouthar Elbirgui Othman Elfaqr Oussama Rafik Rafaelle Conte Houda Elalami Hanane Ennaji Nadia Iounes Samir Ibenmoussa	Hassan II University	COMPREHENSIVE UHPLC-ESI-MS METABOLITE PROFILING AND RED BLOOD CELL MEMBRANE PROTECTIVE EVALUATION OF EBENUS PINNATA EXTRACTS
B. M. Mahmudul Hasan,	NPI University of Bangladesh.	ISOLATION, IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF RHIZOBIUM SP.
Salah Lamine Abdessamad Najine Hassan Lemacha Khadija Naciri Omama Khatir Hiba Toubali	Sultan Moulay Slimane University,	INTEGRATED HYDROGEOPHYSICAL ASSESSMENT OF THE SIDI IFNI COASTAL AQUIFER (MOROCCO) USING SURFACE-WAVE ANALYSIS, AMBIENT NOISE MEASUREMENTS, HYDROCHEMISTRY AND PIEZOMETRY

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-10



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:00-12:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Dr. Fahima NABI**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Dr. Fahima NABI	Université Dr Yahia Farès de Médéa	ASSESSMENT OF THE PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF DESALINATED WATER IN NORTHERN ALGERIA
Oussama MOUSSAOUI Hakim OUTGHOULIAST Adnane El YAACOUBI Jamal CHARAFI	Sultan Moulay Slimane University,	CONTRIBUTION OF LEGUMES TO THE SUSTAINABILITY OF ALMOND ORCHARDS IN THE SEMI-ARID CONDITIONS OF AZILAL
Lamiaa Habraji Souhayla Latifi Douae Touareb Sarah Saoiabi Sanaâ Saoiabi	University Mohammed V, Morocco	SUSTAINABLE PRODUCTION AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF HYDROXYAPATITE DERIVED FROM A NATURAL CALCIUM-PHOSPHATE SOURCE
Laila Ouadi Abdelmajid Haddioui Abdelghani Bouchyoua Hassane Boudad Hasna Zinelabidine Jamal Charafi	Sultan Moulay Slimane University,	COMPARATIVE ANALYSIS OF PHYSIOLOGICAL AND AGRONOMIC PERFORMANCE OF TWENTY GRAPEVINE CULTIVARS (VITIS VINIFERA L.) UNDER SEMI-ARID CONDITIONS
Md. Nazmul Hasan Arfin Nabiha Tasnim Ruhi,	Sylhet Agricultural University	EFFECT OF SEAWEED ENRICHED HUMIC ACID ON GROWTH AND YIELD OF BT. BRINJAL (SOLANUM MELONGENAL.)
Chelli Afaf Mezerdi Farid Filali Malak, Mesnoua Mohammed	Mohamed Khider University	DETERMINING THE OPTIMAL POLLINATION PERIOD OF DATE PALM AND ITS EFFECT ON PRODUCTION
Chaimae El-Rhouttais, Salah Laaraj, Chaimaa Jabbari , Souad Salmaoui & Kaoutar Elfazazi	Agro-Food Technology and Quality Laboratory, Regional Center of Agricultural Research of Tadla, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principale, Rabat, Morocco; Environmental, Ecological and Agro-Industrial Engineering Laboratory, LGEEAI, Faculty of Science and Technology (FST), Sultane Moulay Slimane University (USMS), Beni Mellal, Morocco;	IMPACT OF A PERACETIC ACID-HYDROGEN PEROXIDE MIXTURE ON THE POSTHARVEST QUALITY OF POMEGRANATE FRUITS DURING COLD STORAGE

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-11



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:30-12:30

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Md. Nazmul Hasan Arfin**

Authors	Affiliation	Presentation Title
FELLAHI Anas ABOUROUH Mohamed, ELYACOUBI Houda, ELYAMANI Asmaa, ROCHDI Atmane	Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco.	ETHNOMYCOLOGICAL SURVEY OF WILD PLEUROTUS OSTREATUS IN THE MAÂMORA FOREST (MOROCCO)
Meenatchi.S , Devadharshini.R , Gomathy.E, Keerthana.V, Kishore.R, Swathi.R A. Hari Nandhini	Bharath Institution Of Higher Education And Research chennai, india	BIOAVAILABILITY
ADJOUDJ Abdellatif BELHADJ TAHAR Kamel BENMEDDAH Mohammed Missoum	University of Tipaza, Algeria.	VALORIZATION OF THE ALGAL BIOMASS OF DUNALIELLA SALINA FROM THE WESTERN SALT FLATS OF ALGERIA.
Chelli Afaf Mezerdi Farid Filali Malak, Mesnoui Mohammed	Mohamed Khider University of Biskra,	DETERMINING THE OPTIMAL POLLINATION PERIOD OF DATE PALM AND ITS EFFECT ON PRODUCTION
Md. Nazmul Hasan Arfin Nabiha Tasnim Ruhi,	Sylhet Agricultural University,	EFFECT OF SEAWEED ENRICHED HUMIC ACID ON GROWTH AND YIELD OF BT. BRINJAL (SOLANUM MELONGENAL.)

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-12



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:30-12:30

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: Vandefan James

Authors	Affiliation	Presentation Title
Shoumen Dhar Akash Shill Tanmoy Chowdhury	Chattogram Veterinary and Animal Sciences University,	FORMULATION OF A FUNCTIONAL ICE CREAM ENRICHED WITH RICE BRAN AND NATURAL SWEETENERS: NUTRITIONAL AND SENSORY EVALUATION
R.Devadharshini, Meenatchi.S, Gomathy E Dr.W. Helen	Bharath institute of higher education and research,chennai	ARTIFICIAL PHOTOSYNTHESIS
Rajveer Sarup Palak Kumari	BSc Biotechnology, CT Group of Institutions, South Campus, Jalandhar	OYSTER MUSHROOMS: THERAPEUTIC SIGNIFICANCE IN CVD
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE1	Hassiba Benbouali University	ENVIRONMENTAL AND CONSUMER HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH MYCOTOXINS PRODUCED BY PHYTOPATHOGENIC FUNGI.
Ode Onyeche Ann Anaga Socchi Otisi Makyur Onyeche Anita	Abuja University, Nigeria	COMPARATIVE SURVIVAL AND GROWTH PERFORMANCE OF CLARIAS GARIEPINUS AND HETEROBRANCHUS LONGIFILIS HATCHLINGS
Vandefan James Ode Onyeche Ann	University of Abuja.	PAPER 1: SPATIAL AND TEMPORAL PATTERNS OF KIDNAPPING INCIDENTS ALONG THE ABUJA-KADUNA EXPRESSWAY, NIGERIA

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-13



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 10:30-12:30

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Abdullah Shah Hashmi**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Abdullah Shah Hashmi Abdul Waheed	Bahauddin Zakariya University, Multan	A SURVEY OF SOME HATCHERIES IN PUNJAB PAKISTAN
Samsunnahar Pranto Mohammad Asadul Haque Nuzhat Tabassum Muniza Rafiya Ridah Saimon Islam Md Mehedi Hasan Md. Nahid Mahmud	Patuakhali science and technology University,	INFLUENCE OF PLANT SPACING AND NITROGEN FERTILIZER ON GROWTH, YIELD AND YIELD CONTRIBUTING CHARACTERS OF AUS RICE GROWN IN THE COASTAL REGION OF PATUAKHALI IN BANGLADESH
Tope James, Ogidi Blessing Mayowa, Sanni	Kwara State University,	PROCESSING AND ORGANOLEPTIC ASSESSMENT OF SACCHAROMYCES CEREVISIAE-FERMENTED TIGER NUT (CYPERUS ESCULENTUS) WINE
Danish Riaz Sahar Nazir Muhammad Nosheed Syed Makhdoom Hussain Fayyaz Rasool Muhammad Shahid Awais Maqsood Ibrahim Tariq	University of Education, Lahore, Government College University Faisalabad	EFFEICACY OF PROBIOTIC ON GROWTH AND HEMATOLOGICAL ANAYSIS OF <i>Oreochromis niloticus</i> FINGERLINGS
Danish Riaz Ibrahim Tariq Muhammad Salman Rabia Yaqoob Muhammad Yousif Muhammad Shahid Awais Maqsood Ijaz Ahmad Abu Huraira Kazmi Sahar Nazir	University of Education, Lahore, Government College University Faisalabad.	PHYLOGENITIC ANALYSIS OF BACTERIAL INFECTION CAUSING AGENTS IN <i>Oreochromis niloticus</i>
Mrs. Andrewslin jani., Shamna begam., Nijieshma	Malankara Catholic College, Mariagiri, Kanyakumari District, India	ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF <i>Musa acuminata</i> PEEL EXTRACT AGAINST THE PATHOGENS ISOLATED FROM THE SPOILED CAKE SAMPLE

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-14



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 11:00-13:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Sofiane BOUBEKEUR**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Md. Zakariya Alam Bappi Apon Chandra Paul Shohan Ali Md. Minhajul Abedin Borshon Karmoker Pranto Md. Shahriar Mahmud Professor Dr. Mohammad Abu Hena Mostofa Jamal Professor Dr. Nilufa Akhter Banu Professor Dr. Md. Rezuhanul Islam	Islamic University, Kushtia	ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF COMMERCIALY PRODUCED CITRONELLA OIL: AN IN VITRO AND IN SILICO INVESTIGATION
Chokri Bayoudh Faten Zaouay Afifa Majdoub Messaoud Mars	IRESA-University of Sousse, Tunisia.	COMPARATIVE STUDY OF FRUIT DEVELOPMENT OF FIG TREES (<i>Ficus carica</i> L.) PROPAGATED BY CUTTINGS AND IN VITRO TISSUE CULTURE
Hassane Boudad Abdelmajid Haddioui El Fazazi Kaoutar Mentag Rachid Laila ouardi Jamal Charafi	University of Sultan Moulay Slimane,	ROOTSTOCK-SCION EFFECTS ON THE QUALITY AND BIOACTIVE COMPOSITION OF TRADITIONAL APPLE VINEGAR
Amina LAGHZAoui B. Asmae BARBOUCHI C. Salma ABROURI D. Mohammed IGOUZAL	Ibn Tofail University, Kénitra, Morocco.	ASSESSMENT OF GROUNDWATER WITHDRAWALS FOR IRRIGATED AGRICULTURE IN THE GHARB COASTAL PLAIN, MOROCCO
Milena Petrova Yordan Hodzhev Yoana Kizheva Nadejda Panova Katya Stefanova Blagoy Uzunov Philip Petrov Petya Hristova	New Bulgarian University, Department of Natural Sciences, Sofia, Bulgaria Sofia University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Biology, Department of General and Industrial Microbiology, Sofia, Bulgaria. AgroBioInstitut, Sofia, Bulgaria.	BIOCONTROL POTENTIAL OF STRAIN HPV-A1: ANTIOXIDANT CAPACITY AND BROAD-SPECTRUM ANTIMICROBIAL ACTIVITY
Sofiane BOUBEKEUR Raouf ZAIDI Mohamed, Meriem DJEKOUN	Chadli Bendjedid University, Badji Mokhtar University,	DIEL VARIATIONS IN ICHTHYOLOGICAL ASSEMBLAGES USING FUNCTIONAL GUILDS ON MESSIDA BEACH, EL KALA, IN NORTHEASTERN ALGERIA

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-15



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 11:00-13:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Jesmin Nahar**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Mr. Abhishek Kumar Verma Mr. Jaswant Singh Rajput Ms. Manika Chaudhary	Central University of Punjab, Bathinda, India.	IMPACT OF NFSA-2013 ON FOOD SECURITY AND SOCIAL WELFARE ACCESS IN RURAL INDIA: AN EMPIRICAL ASSESSMENT OF TARGETING, DELIVERY AND ENTITLEMENT REALISATION
Musa, F.M Abdullahi, A.M	Kaduna Stae University,	ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF CYMBOPOGON CITRATUS AND MENTHA PIPERITA LEAF EXTRACTS AGAINST CLINICAL ISOLATES OF ESCHERICHIA COLI AND STAPHYLOCOCCUS AUREUS
M.R. WASHIKUR RAHUL MANDAL MD FAHIM IFTIKHAR MARIA ZAMAN	Bangladesh Maritime University,	GENETIC AND BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO ENHANCE DISEASE RESISTANCE IN MARINE AQUACULTURE: CURRENT ADVANCES AND FUTURE PERSPECTIVES
Jesmin Nahar Munshi Mohammad Kutub Uddin Md. Mahbub Talulkder Shak Ruhul Amin KH. Nazmul Hasan Md. Abdul Mozid Md. Tariqul Islam	Patuakhali Science and Technology University,	EFFECT OF PLANTING METHOD AND PHOSPHORUS ON YIELD AND YIELD ATTRIBUTES OF MUNGBEAN
Samiul Bashir Pronab Kumar Paul A.N.M. Shihab Uddin Md. Bipul Islam Md. Firoz Ahmed M. Hasnat Kabir	Univeristy of Rajshahi, Faculty of Engineering Department of Information and Communication Engineering, Rajshahi- 6205, Bangladesh	DESIGN OF A BROADBAND S-BAND MICROSTRIP ANTENNA WITH MODIFIED GROUND GEOMETRY FOR BIOSYSTEMS AND MARITIME RADAR APPLICATIONS
A.U Sulaiman U.A , Birmin Yauri A.M. Sokoto U.Y. Dan Illela H.A. Kwazo A.T. Arzika	Usmanu Danfodiyo University, Sokoto.	OPTIMIZATION AND PREPARATION OF ACTIVATED CARBON FROM MANGO (MANGIFERA INDICA) KERNELS

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-16



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 11:00-13:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Srivastav Sunil Kumar**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Fatma Nikahat Srivastav Sunil Kumar	Department of Zoology, DDU Gorakhpur University	PROTECTIVE EFFECT OF AMLA (EMBLICA OFFICINALIS) FRUIT PULP EXTRACT AND SILENİUM ON DIMETHOATE INDUCED ALTERATIONS IN BIOCHEMICAL PARAMETERS OF LİVER IN RATS
Md Mehedi Hasan Naeem Mst Kamrunnahar Ruma Nafiza anjum Shakila Sultana Moumita Barua Md Ashraful Islam	Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University,	DEEP LEARNING-ASSISTED DETECTION OF TREE CANOPY FOR AFFORESTATION TARGETING
Md Mehedi Hasan Naeem Mst Kamrunnahar Ruma Nafiza anjum Shakila Sultana Moumita Barua Md Ashraful Islam	Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University,	AN INTELLİGENT SOLAR-BASED AGRICULTURAL AUTOMATION SYSTEM
Muhammad B. Y. Muhammad S. Keta J. N. Augie M. A.	Abdullahi Fodiyo University	IMPACTS OF SOIL pH ON THE PLANT MACRONUTRIENT AVAILABILITY IN THE FADAMA SOİLS OF SOKOTO STATE.
MITIQUE Abderrafya CHAİB Abdelfatah BEN-EL-AZMİA İlham HAJJAJ Houda İGOUZAL Mohammed	Ibn Tofail University,	ASSESSING DEGRADATION DYNAMICS THROUGH MACHINE LEARNING AND SATELLİTE DATA IN THE MAÂMORA FOREST MOROCCO,
El Hassania EL HAMZAOUI Mohamed EL BAGHDADI Hind ELHAMZAOUI Oussama BARTOT	Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.	İNTEGRATED ENVIRONMENTAL AND AGRONOMIC DIAGNOSTICS FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF AGRICULTURAL SOİLS IN BENI-MOUSSA, TADLA PLAIN
ADJOUDJ Abdellatif BELHADJ TAHAR Kamel BENMEDDAH Mohammed Missoum	University of Tipaza, Algeria.	VALORIZATION OF THE ALGAL BIOMASS OF DUNALIELLA SALINA FROM THE WESTERN SALT FLATS OF ALGERIA.

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-17



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 12:30-14:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Anshika PRADHAN**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Bagas Surya BUANA , Eka KURNIAWATI Amalia AYUNINGTYAS Sukma PURBANINGRUM Putri UTAMI Sisca APRILIA	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan	ANALYSIS OF THE BUSINESS FEASIBILITY STUDY IN THE FIELD OF COOPERATIVE CATERING FOR UIN K.H. ABDURRAHMAN WAHID PEKALONGAN
James Innocent GAIYA Benjamine K. GUGONG Hussaini BALA	Kaduna State, University	REAL EARNINGS MANAGEMENT AND DIVIDEND PAYOUT OF LISTED, CONGLOMERATE FIRMS IN NIGERIA
Tunde OGUNTOLA Aleyomi Timileyin PAUL	Kaduna State University Features Editor, Leadership Newspaper	EVALUATING THE ROLE OF PRINT MEDIA IN CREATING AWARENESS AGAINST DRUG ABUSE AMONG YOUTH: A STUDY OF LEADERSHIP NEWSPAPER
Tunde OGUNTOLA Aleyomi Timileyin PAUL	Kaduna State University Features Editor, Leadership Newspaper	ROLE OF PUBLIC RELATIONS IN ENHANCING PEACE IN AFRICA AMID RISING COUP D'ÉTAT
Tunde OGUNTOLA Aleyomi Timileyin PAUL	Kaduna State University Features Editor, Leadership Newspaper	SOCIAL MEDIA'S CONTRIBUTION TO THE CHANGING FACE OF JOURNALISM IN NIGERIA
Anshika PRADHAN	National Forensic Sciences University	SEX WORKERS: RIGHTS AND COVID DIFFICULTIES

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-18



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 12:30-14:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Kashaf ARİF**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Noreen SAJJAD Ayesha SADIQA Aeysha SULTAN Laila RUBAB	University of Lahore	PRODUCTION OF BIODIESEL FROM <i>Tamarindus Indica</i> SEED OIL VIA ALKALI CATALYZED TRANSESTERIFICATION & ITS OPTIMIZATION
Andras TOTH Sandor MAGYAR Balazs SZATMARI	Ludovika University	EXPLOITATION OF DRONE VULNERABILITIES IN SMART ENVIRONMENT
Japthi SRAVANI M. Srinivasula REDDY P. Manoj KUMAR	G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous),	EFFECT OF DOLOMITE POWDER ON MECHANICAL PROPERTIES OF M30 GRADE CONCRETE
Assoc. Prof. Dr. C. VIJAI Assist. Prof. Dr. P. SASIKUMAR Assist. Prof. Mr. M. ELAYARAJA	Department of BBA, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies	ROBOTICS IN AGRICULTURE: ENHANCING EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY
Asst. Prof. Dr. P. Manoj KUMAR Assoc. Prof. Dr. M. Srinivasula REDDY Asst. Prof. Dr. Japthi SRAVANI	G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous),	EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON PARKING VOLUME STUDIES IN NANDYAL TOWN
Kashaf ARİF Asma IJAZ Wajeeha TALAT	University of Management and Technology	EMOTIONAL NEGLECT AS PREDICTOR OF DELINQUENT TENDENCIES IN ADOLESCENT BOYS

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-19



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 12:30-14:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Dr. Le Thi MI**

Authors	Affiliation	Presentation Title
ICSSR Doctoral Fellow M. K. GANESHAN Senior Professor and Head, C. VETHIRAJAN	Alagappa Institute of Management Alagappa University	ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN ELECTRONIC HUMAN RESOURCE MANAGEMENT IN THE INDIAN INFORMATION TECHNOLOGY INDUSTRY
Research Scholar, Mr. Abhishek Kumar VERMA Prof. Dr. Deepak Kumar CHAUHAN	Central University of Punjab	THE EVOLUTION OF FOOD SECURITY POLICIES IN INDIA: A CRITICAL EXAMINATION OF THE NATIONAL FOOD SECURITY ACT, 2013
Research Scholar, Mr. Jaswant Singh RAJPUT Research Scholar, Mr. Abhishek Kumar VERMA	Central University of Punjab	FOOD SECURITY: ISSUE CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN INDIA
AJAYI, Olayemi T. ADENIJI, A. Tosin	The Federal Polytechnic, Ilaro Ogun State	DIVERSITY OF CREATIVITY BETWEEN SCIENCE AND GRAPHICS DESIGN: A QUEST FOR MEANING AND NEXUS
OCHIGBO, J.E. NDAM, N. J. SIRISENA, U. W.	University of Jos, P. M. B Federal University	OPTIMAL CONTROL WITH THE EFFECT OF IVERMECTIN AND LIVESTOCK AVAILABILITY ON MALARIA TRANSMISSION
Favour C. UROKO (Ph.D)	University of Nigeria	"PUBLISH IT NOT IN THE STREETS OF ASHKELON": A PHENOMENOLOGICAL ANALYSIS OF THE ATTACKS ON THE NEWS MEDIA IN NIGERIA
Dr. Le Thi MI	Thu Dau Mot University	COPYRIGHT TO DERIVATIVE WORKS UNDER THE INTELLECTUAL PROPERTY LAW OF VIETNAM

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-20



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 12:30-14:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Jenifer Alat STEPHEN**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Achmad ZUROHMAN M. FAUZI	Zainul Hasan Islamic University of Genggong Probolinggo	PARENTING OF CHILDREN OF COMMERCIAL SEX WORKERS
Adetola B. O. Olorunmola D. E.	Department of Ecotourism and Wildlife Management, Federal University of Technology	EFFECT OF ENVIRONMENTAL ENRICHMENT ON BABOON BEHAVIOUR AND ACTIVITY IN TA AFOLAYAN WILDLIFE PARK, NIGERIA
H. EL HAROUACHI M. ELGETTAFI M. LOUTOU	Mohammed Premier University	EFFECT OF SALINE SOLUTIONS ON SCHLAMM- BASED GEOPOLYMERS WITH VARYING NaOH CONCENTRATIONS
Prof. Dr. Branislav RADJENOVIC Dr. Nikola BOŠKOVIĆ Prof. Dr. Marija RADMILOVIĆ- RADJENOVIC	University of Belgrade	STUDIES OF THE ORIGIN OF SKIN BURNS DURING ELECTROSURGERY USING A MULTI-COMPONENT FLUID MODEL
Prof. Dr. Marija RADMILOVIĆ- RADJENOVIC Prof. Dr. Branislav RADJENOVIC Dr. Nikola BOŠKOVIĆ	University of Belgrade	COMPUTATIONAL MODELING OF RADIOFREQUENCY ABLATION TREATMENT OF LIVER TUMOR
PhD student, Vadim LAVRIVSKY	Zaporizhzhia National University	PHILOSOPHICAL REPRESENTATION OF THE PHENOMENON LAWYER ETHICS
Jenifer Alat STEPHEN Mirkhamidova Sevara MIRMAKHMUDOVNA	Tashkent Medical Academy	NANOTECHNOLOGY IN CARDIOVASCULAR HEALTH: INNOVATIONS AND APPLICATIONS

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-21



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 12:30-14:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Sándor FÖLDVÁRI**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Sándor FÖLDVÁRI	Debrecen University	“SUPREMACY” OVER OTHERS: THE FASCIST, CHAUVINIST IDEOLOGY OF THE HORTHY REGIME IN HUNGARY IN THE INTERWAR TIME
SHUAEEB, A. I. NDATSU, A. BABAGANA, M. (PhD) YAKI, A. A. (PhD) YAHAYA FATIMA	Department of Science Education Federal University of Technology	THE IMPERATIVE OF ECO-LITERACY FOR NIGERIAN UNIVERSITY STUDENTS: A CALL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE NIGERIAN EDUCATION SYSTEM
Nwaokolo, M. A. Okorie C.E.	Department of Mathematics and Statistics, Federal University	NUMERICAL SIMULATION OF THE IMPACT OF EFFECTIVE TREATMENT STRATEGY IN CONTROLLING RELAPSE IN PATIENTS WITH CHRONIC HBV INFECTION
Simple SHARMA* Barinderjit SINGH	I. K. Gujral Punjab Technical University	POMELO PEEL NUTRITIONAL, BIOACTIVE AND INDUSTRIAL IMPORTANCE
Sundy Alagba OBAZI Jane M. CHAH Miracle Oluebube CHUKWUDI Gabriel Daniel AGUO	University of Nigeria	ASSESSMENT OF STORAGE PRACTICES AMONG RICE MARKETERS AND CONSUMERS IN ENUGU NORTH SENATORIAL ZONE, ENUGU STATE, NIGERIA
Ruslan RUDOMOTOV	Zaporizhzhia National University,	WORLDVIEW VALUES IN PEDAGOGICAL PRACTICE: ETHICAL APPROACH
Dr. Pham Duc THUAN Dr. Pham Thi Phuong LINH	Can Tho University	DIPLOMATIC RELATIONS BETWEEN VIETNAM AND CAMPODIA FROM 1997 TO 2022

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-22



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 12:30-14:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Ibrahim, M. A.**

Authors	Affiliation	Presentation Title
Ijeoma C. OGBONNAYA	University of the Free State	PRE-SERVICE TEACHERS' TOPIC SPECIFIC PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF STUDENTS' GRAPHS IN DYNAMICS OF MARKET
Ibrahim, M. A. Abdulkadir, B. Bawa-Sani, H. G. Bello, H.	Umaru Musa Yar'adua University	THE EFFECTS OF VITAMIN D SUPPLEMENTS IN THE THERAPY OF TUBERCULOSIS INFECTION: AN OVERVIEW
Lorina LIÇI Drilona SAULI Ledina SHUAIPİ Ardit MHALI	Polytechnic University of Tirana	EXPERIMENTAL LABORATORY TESTS TO CONTRIBUTE TO THE KNOWLEDGE BASE FOR IMPLEMENTING EFFICIENT OIL RECOVERY TECHNIQUES
Zuze, C. Anyasi, R.O.	Department of Environmental Science University of South Africa	THE EFFECTIVENESS OF BIOREMEDIATION OF WASTE WATER TO REDUCE POLLUTION: A REVIEW
Rennan Souza RIBEIRO Polyane Alves SANTOS Laiza Costa Santos NASCIMENTO Daniele Silva de SOUZA, Maria das Graças Bittencourt FERREIRA Sidiney Santos OLIVEIRA JUNIOR	Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia, Vitória da Conquista	ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE PROMATECA PROGRAM ON THE UNDERSTANDING OF DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS IN ENGINEERING COURSES

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

14.12.2025 / ONLINE / SESSION-1 / HALL-23



GAPTEM EĞİTİM MERKEZİ/ŞANLIURFA-TÜRKİYE



Ankara Local Time: 12:30-14:00

Zoom Meeting ID: 325 629 5864/ Zoom Passcode: meetcon

HEAD OF SESSION: **Vidhika CHAUDHARY**

Authors	Affiliation	Presentation Title
A, BATINE BOUMEGANANE A. Nadi O. CHERKAoui M. TAHIRI	Hassan II University of Casablanca	ENHANCING FLEXIBLE ELECTRONIC TEXTILES: GRAPHENE-BASED CONDUCTIVE INKS AND THEIR CHARACTERIZATION
Engr. Muhammad NOUMAN Engr. Rehman KHAN Shahbaz MUNIR Muhammad Ansar AYUB Nisar AHMAD	Swedish College of Engineering and Technology WahCantt	DESIGN AND FABRICATION OF AUTOMATIC GRASS CUTTING MACHINE
Engr. Mubashir ASIF Engr. Rehman KHAN	University of Engineering and Technology Taxila	HAND GESTURE-CONTROLLED ELECTRONIC CAR
Engr. Mubashir ASIF Engr. Rehman KHAN	University of Engineering and Technology Taxila	DESIGN AND FABRICATION OF DIE FOR INJECTION MOLDING MACHINE
Vidhika CHAUDHARY	Student at Gautam Buddha University	SEEKING REFUGE: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF ASYLUMPOLICIESANDPRACTICES

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

FOTO GALERY





zoom Workplace Toplantı Hall-2 Asst. Prof. Dr. Gizem ESER Giriş yapın Görüntüle

Hall-2: Murat Can DEM... Hall-2: Ali Kılıç... Hall-2: Alper Serhat KU... Hall-2: Seda YAKUT... Hall-2: Damla Uslu... H2: Muge HENDEK

MİCROSCOPIC FINDINGS

A Buzbağı, kolon ve çekum. A; kolon – nekroz (oklar) ve kript epitelinde deskuamasyon, serozada şiddetli mononükleer hücre infiltrasyonu ve lamina propriada konjesyon (kare). B; çekum – serozada deskuamasyon (ok ucu) ve şiddetli hemoraji (kalın ok), lamina propriada şiddetli tromboz (T). H&E boyası, ölçek çubuğu: 10x.

B Calf, colon and cecum. A; colon – necrosis (arrows) and desquamation in crypt epithelium, severe mononuclear cell infiltration in serosa, and congestion in lamina propria (square). B; cecum – desquamation in serosa (arrowhead) and severe

Ses Video Katılımcılar 10 Sohbet Tepki ver Paylaş Toplantı bilgileri Ara odalar Daha fazla Odadan çık 10:14 14.12.2025

zoom Workplace Toplantı hall-2 Selda KARADAĞ adlı kişiyi Giriş yapın Görüntüle

Coordinator hall-2 Selda KARADAĞ Hall-2: Murat Can DEM... Hall-2 Asst. Prof. Dr. G... Hall-2: Ali Kılıç... Hall-2: Alper Serhat KU...

Türkiye’de Arı Yetiştiriciliğinin Genel Durumu

- ▶ Türkiye, arı yetiştiriciliği ve arı ürünleri üretimi açısından dünya genelinde önemli bir konuma sahiptir.
- ▶ Dünya genelindeki kovan sayısı bakımından Türkiye, 9.224.881 adet kovan ile üçüncü sırada,
- ▶ Bal üretiminde ise 114.886 ton ile ikinci sırada yer almaktadır (FAO, 2023).
- ▶ İl düzeyinde değerlendirildiğinde, arıcılık faaliyetinde bulunan işletme sayısı bakımından Muğla, Antalya ve Ordu ilk sıralarda yer almaktadır.

Ses Video Katılımcılar 11 Sohbet Tepki ver Paylaş Toplantı bilgileri Ara odalar Daha fazla Odadan çık

Zoom Workplace

Toplantı

hall- 6 ISHAK YETİM adlı kişinin e

Giriş yapın

Görüntüle

Coordinator

Coordinator

HALL -6 Mehmet Sel...

hall-6 ISHAK YETİM

Oranmark Kaydet

ISHAK YETİM-SUNUM... • Bu bilgisayar konumuna kaydedildi

Ara

Dosya Giriş Ekle Çiz Tasarım Geçişler Animasyonlar Slayt Gösterici Kaydet Gözden Geçir Görünüm Yardım Acrobat

Yapıştır Yeni Slayt

Yazı Tipi Paragraf Çizim Düzenleme Adobe PDF Oluşturma ve Paylaşma Dışa Aktar Dışa Aktar Ekranlar Tasarım Copilot

11

12

13

14

15

BULGULAR

Kıl, Kum ve Silt İçeriklerinin Mekansal Dağılımı

kıl içeriğinin alanın kuzey ve güneybatı kesimlerinde yoğunlaşırken,

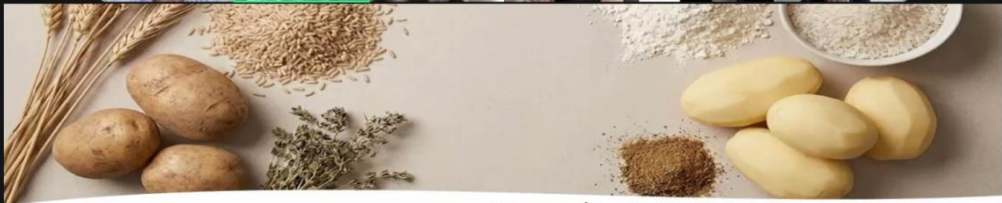
kum içeriğinin merkez ve doğu bölgelerinde daha yüksek değerler aldığı gözlenmiştir.

Silt içeriği ise alanın genelinde daha homojen bir dağılım sergilemiş, ancak bazı bölgelerde lokalize artışlar göstermiştir.

Not eklemek için tıklayın

zoom Workplace Toplantı Hall-3 AZeki Hepçimen adlı kişi Giriş yapın Kayıt Görüntüle

Hall-3 mertsoysal Hall-3 AZeki Hepçimen Hall-3 DoçDrAlinan S-1-H-3, Serpil AYDOR Hall-3 Ceyhan YÜCEL Prof. Dr. Necla H. Çağrı



Minimal Processing: Minimal processing techniques aim to preserve freshness, texture, and nutritional content by reducing processing steps to a minimum. Cold pasteurization using ultraviolet or pulsed light, modified atmosphere packaging, and edible coatings are the main examples applied to extend shelf life and maintain quality.

Within these applications, machine learning algorithms are used to predict how gas composition (CO_2/O_2) in Modified Atmosphere Packaging changes with temperature and how this affects pathogen growth. Artificial Intelligence dynamically calculates shelf life.

Minimal İşleme: Minimal işleme teknikleri, işlem basamaklarını asgari düzeyde tutarak gıdaların tazeliğini, dokusunu ve besin içeriğini korumayı hedefler. Raf ömrünü uzatmak ve kaliteyi muhafaza etmek amacıyla uygulanan; ultraviyole veya darbeli ışık kullanan soğuk pastörizasyon, modifiye atmosfer paketleme ve yenilebilir kaplamalar bu yöntemlere verilebilecek temel örneklerdir. Bu uygulamalar içinde örneğin Modifiye Atmosfer Paketleme içindeki gaz kompozisyonunun (CO_2/O_2) sıcaklık değişimlerine göre nasıl değişeceğini ve bunun patojen gelişimini nasıl etkileyeceğini tahmin etmek için Makine Öğrenmesi algoritmaları kullanılır. Yapay Zeka, raf ömrünü dinamik

Ses Video Katılımcılar Sohbet Tepki ver Paylaş Toplantı bilgileri Ara odalar Daha fazla Odadan çık

Coordinator hall- 5AHMET Ş... Hall 5 - Sümeyye Nur Çi... hall- 5AHMET ŞAFAK... HS-MUZAFFER ÇEVİK

Gıda Ambalaj Sistemlerinin Raf Ömrüne Katkısı

- Gıdaları fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bulaşmalardan koruyarak, kalite ve gıda güvenliğini sağlayıp raf ömrü üzerine etkili önemli faktörlerden biri de ambalajlama işlemidir.
- Gıda ambalajının temel görevi üretim-tüketim hattı boyunca gıdanın korunmasıdır.



Coordinator

Coordinator

HALL-6 Mehmet Sel...

Hall-6 Özey SELVİLİ

hall-6 İSHAK YETİ...

Hall-6, Murat Emre TE...

HALL-6 Elif EKİZ TERZİ...

Elma İç Kurdu



HALL-6 Elif EKİZ TERZİ...

Hall-6 Dr. Seher Tüfe...

Recepsn iPhone'u

Hall 6 Ezgi Edebali

Hall 6Elif Yavuzaslanog...

Levent Ünlü

Türkiye'de elma iç kurdu popülasyon takibi çalışmaları

Bölge	İl	Döl sayısı- Aktif dönem	En yüksek bulaşıklık oranı	Kaynak
Batı Anadolu	Isparta Çanakkale Tekirdağ	3 döl-5 ay	%77	İşçi, 2008; Şahin, 2010; Önal, 2025
Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerinde	Elazığ ve Şanlıurfa	4 döl-6 ay	%83	Ayaz ve Yücel, 2010; Mamay ve Yanık, 2013; Akgül, 2020
Orta Anadolu Bölgesi	Konya Malatya Karaman	2-3 döl-5 ay	%33,9	Yıldız Bayraktar, 2015; Kaplan, 2023; Çelik ve Ünlü, 2017; Aydoğan, 2019; Dönmez, 2019; Önemli ve Öğür, 2025

Coordinator

H-7 Ömer ERTEN Hall- 7 Ayşe UY...

SUNUM HEİFER BROOKE - PowerPoint

5

6

7

8

9

The Brooke: Genel Bakış

- 1934'te kuruldu; çalışmaları Afrika, Asya ve Latin Amerika'nın birçok ülkesine yayılmış
- Odak: Çalışma hayvanlarının refahı (at, eşek, katır)
- Topluluk temelli refah modeli
- Koruyucu veterinerlik + eğitim + saha desteği

Not eklemek için tıklayın

Slayt 9 / 15 Türkiye

Coordinator

H-10 Malak FIL... H-10 Laila Ouadi session 1/HALL-10 LA... Saison 1 Hall10 chaim... sesion 1 hall 10 EL-RH...

Origin and sampling of soils

- In a greenhouse growing tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) located in the wilaya of Adrar, six samples were taken at three different levels (0-20 cm, 20-30 cm, and 30-40 cm). The samples were distributed randomly. The samples were collected in carefully sealed kraft paper bags, then thoroughly mixed into a single sample and left in the open air to dry. They were then cleaned and coarse elements were removed. Subsequently, they were sieved to 2 mm. The samples were stored at 4°C until the time of analysis.

Coordinator H-1 Kuntulug MERDAN H-1 Vefa TOHUMCU Damla Tuğçe OKUR H-1 ÖMER FARUK sultan karpuz

GENERAL PUERPERAL DISORDERS IN FEMALE DOGS: CLINICAL IMPORTANCE, DIAGNOSIS, AND PREVENTIVE PERSPECTIVES

Atatürk University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology

Dr. Öğr. Üyesi
Damla Tuğçe OKUR



Coordinator EL HASSANIA E... S1-H9 Kaouthar... MUHAMMAD B... Coordinator Şe...

Coordinator EL HASSANIA EL HAMZA... S1-H9 Kaouthar ELBIRGUI Dr Fatima Muhammad M... MUHAMMAD Bashir Y... Coordinator Şemim Ze...

Sultan Moulay Slimane University Laboratory of Geo-Resources and Environment Faculty of Sciences and Techniques Beni Mellal

INTERNATIONAL FOOD, AGRICULTURE and VETERINARY SCIENCES CONGRESS December 14-16, 2025 / Şanlıurfa, Türkiye

Integrated Environmental and Agronomic Diagnostics for the Sustainable Management of Agricultural Soils in Beni-Moussa, Tadla Plain

Author:
E H. EL HAMZAOUI, M. EL BAGHDADI, Hind ELHAMZAOUI, Oussama BARTOT

Contact :elhassania.elhamzaoui@usms.ma



INTERNATIONAL CONFERENCE NETWORK

REF: Akademik Teşvik

30.12.2025

İLGİLİ MAKAMA

MEETCON- WORK II. ULUSLARARASI GIDA TARIM VE VETERİNER BİLİMLERİ KONGRESİ 25-28 ARALIK 2025 /ŞANLIURFA tarihleri arasında **Şanlıurfa, TÜRKİYE**'de online olarak 25 farklı ülkeden (**Türkiye:87** ve **Diğer Ülkeler: 98; Toplam:185**) akademisyen/araştırmacıların katılımı ile gerçekleşmiştir. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen 'Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurtdışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışından en az 5 ülkeden farklı tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır. ' değişikliğine uygun düzenlenmiştir. Bilgilerinize arz edilir. Saygılarımla.



Assoc. Prof. Dr. Hasan ÇİFTÇİ
Head Of MeetCon Conference



INTERNATIONAL CONFERENCE NETWORK



T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Birecik Meslek Yüksekokulu Müdürlüğü



Sayı : E-23449751-900-472850
Konu : Kongre Düzenleme kurulu üyeliği hk.

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Nedim AĞAÇKESEN
Öğretim Üyesi

İlgi : 21.08.2025 tarihli ve 472836 sayılı yazı,

Yüksekokulumuz öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Nedim AĞAÇKESEN'in MEETCON Tarafından 14-16 Aralık 2025 tarihleri arasında Şanlıurfa'da düzenlenecek olan Meetcon Work "INTERNATIONAL CONGRESS OF FOOD, AGRICULTURE AND VETERINARY SCIENCES" kongresinde Düzenleme Kurulu Üyesi ve Akademisyen Temsilcisi olarak görev alması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Gereğini rica ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Nedim
AĞAÇKESEN
Müdür

Belge Doğrulama Kodu : *BSENLLEUV* Pin Kodu : 24013

Belge Takip Adresi :
https://ebys.harran.edu.tr/envision/Validate_Doc.aspx?eD=BSENLLEUV&eS=472850

Adres: Karşıyaka Mah. Prof. Dr. İ. Halil Mutlu Cad. Birecik/Şanlıurfa
Telefon: 414 318 3229 Faks: 0414 318 3228
e-Posta: birecik@harran.edu.tr Web: <http://birecik.harran.edu.tr/>
Kep Adresi: harranuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Fatih Süleyman YILMAZ
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni
Tel No: 0414 3183000/2535



NOTIFICATIONS

AUTHORS	TITLE	NO
Ayşegül DEMİRCİOĞLU	THE EFFECT OF AFLAOXIN ON POLLEN: A BIBLIOMETRIC EVALUATION	1
Agricultural Engineer Feyza ÇİFTÇİLER Assist Prof. Eray ŞİMŞEK	APPLICATION OF SEED NANOPRIMING WITH SiO ₂ NANOPARTICLES AS A NEW STRATEGY FOR INCREASING COLD STRESS TOLERANCE IN MAİZE	2
Assoc. Prof. Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK	A BIBLIOMETRIC APPROACH TO THE IMPORTANCE OF FISH OTOLITHS IN HYDROBIOLOGICAL STUDIES	10
Assoc. Prof. Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK	EXPLORING FISH OTOLITHS IN TIGRIS RIVER RESEARCH: A BIBLIOMETRIC APPROACH	21
Assoc. Prof. Dr. Serbest BİLİCİ Assoc. Prof. Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK Prof. Dr. Alaettin KAYA Asst. Prof. Dr. Tarık ÇİÇEK Prof. Dr. Erhan ÜNLÜ	INVESTIGATION OF THE DIFFERENCES IN SHAPE AND SIZE OF GARRA RUFA (HECKEL, 1843) OF DIFFERENT LOCALITIES OF THE TIGRIS AND EUPHRATES RIVER SYSTEMS	32
Assoc. Prof. Dr. İsmail DEMİRCİOĞLU	THE DIGITAL TRANSFORMATION OF ANATOMY: A BIBLIOMETRIC PERSPECTIVE ON 3D PRINTING TECHNOLOGIES	33
Assoc. Prof. Dr. İsmail DEMİRCİOĞLU	BİBLİOMETRİC ANALYSIS OF SCİENTİFİC PRODUCTİVİTY İN THE FİELD OF GEOMETRİC MORPHOMETRY	43
Bayram BEKMEZ Musab BÜRKEK Dr. Muhammed Bahaeddin DÖRTBUDAK	IMMUNOHISTOCHEMICAL INVESTIGATION OF HSP-27 EXPRESSION IN SHEEP LUNGS WITH BRONCHOPNEUMONIA	53
Musab BÜRKEK Bayram BEKMEZ Dr. Muhammed Bahaeddin DÖRTBUDAK	IMMUNOHISTOCHEMICAL INVESTIGATION OF CASP-3 EXPRESSION IN LAMB WHITE MUSCLE DISEASE	54
Assoc. Prof. Dr. Muhammed Bahaeddin DÖRTBUDAK	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF APOPTOSIS RESEARCH IN VETERINARY PATHOLOGY	55
Assoc. Prof. Dr. Muhammed Bahaeddin DÖRTBUDAK	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF OXIDATIVE STRESS RESEARCH IN VETERINARY PATHOLOGY	65
PhD. Özgün ÜNAY Prof. Dr. Mahmut TEPECİK Prof. Dr. Ayşe GÜL	THE EFFECT OF PLANT DENSITY ON GARDEN CRESS CULTIVATION IN SUBSTRATE CULTURE	74
Prof. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN MSc. Salih KARASU	IMPACT OF WHEY POWDER APPLICATION ON THE QUALITY OF TOMATO SEEDLING	83
BSc., Süleyman ÖZDEMİR BSc., Mintas ADIGÜZEL Prof. Dr. Songül GÜRSOY	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT DISC ANGLES AND FORWARD SPEEDS ON THE WORKING PERFORMANCE OF DISC HARROWS	93
Bsc. Cihat YILDIZ BSc. Sefa TEKİN Prof. Dr. Songül GÜRSOY	EFFECT OF ADJUSTMENT PARAMETERS OF V-TYPE PRESSURE WHEELS IN PRECISION (SINGLE GRAIN) PLANTING MACHINES ON SOIL PENETRATION RESISTANCE AND PLANT EMERGENCE RATE	101
Kamile BAYRAK AKAY Assoc. Prof. Dr. Bülent BAŞYİĞİT Prof. Dr. Mehmet KARAASLAN	PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION AND FUNCTIONAL HYDROGEL POTENTIAL OF PECTIN EXTRACTED FROM POMEGRANATE SEEDS	111
Kamile BAYRAK AKAY Assoc. Prof. Dr. Bülent BAŞYİĞİT Prof. Dr. Mehmet KARAASLAN	COMPARATIVE ANALYSIS OF ECO-FRIENDLY EDIBLE FILMS MADE FROM PLANT-BASED PROTEINS	112
Graduate Student Serhat YILMAZ Prof. Dr. Bahar KOCAMAN Prof. Dr. İlker ANGIN	CALCULATION OF THE WATER FOOTPRINT OF MANDARIN PRODUCTION IN TÜRKİYE WITH HIGH SPATIAL AND TEMPORAL RESOLUTION	113
Beyza DOĞAN BAZ Assoc. Prof. Dr. Cevher İlhan CEVHERİ	THE EFFECT OF BIOCHAR AND MICROALGAE FERTILISER APPLICATIONS ON SOME YIELD PARAMETERS IN SAFFLOWER (Carthamus tinctorius L.)	129
Agricultural Engineer Eylem MÜDÜROĞLU Assist Prof. Eray ŞİMŞEK Assoc Prof. Sertan ÇEVİK Prof. Dr. Abdullah KAHRAMAN Prof. Dr. Canan CAN	EVALUATION OF REKOMBINANT INBRIDING LINE (RIL) GENOTYPES DERIVED FROM WILD × CULTIVATED CHICKPEA CROSSES FOR RESISTANCE TO FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. CICERIS RACES 0 AND 2	138

Ph.D., Vefa DİLER Prof. Dr. Vedat BEYYAVAŞ Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ARSLAN	DEVELOPMENTS IN THE OILSEED MARKET AND GOVERNMENT INCENTIVES	139
Sinan GOZKIRAN Doç. Dr. Hüseyin ARSLAN Prof. Dr. Vedat Beyyavaş	THE CURRENT STATUS OF OILSEED PLANTS IN TURKIYE	150
Asst. Prof. Dr.SERKAN TOKGOZ Salih Çelen	EVALUATION OF MAJOR ESSENTIAL OIL COMPONENTS AS ALTERNATIVE BIOCIDES AGAINST ECONOMICALLY IMPORTANT BACTERIAL PLANT PATHOGENS	171
Res. Asst. Songül HENTEŞ Dr. Hüseyin BOZKURT Prof. Dr. Ali Arda İŞIKBER	INSECTICIDAL EFFECT OF MICRONIZED DIATOMACEOUS EARTH ON <i>Sitophilus oryzae</i> (L.)(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IN LABORATORY TESTS FOR ORGANIC STORAGE STRATEGIES	172
Res. Asst. Songül HENTEŞ Celalettin Elvan Arısu Salih ÇELEN Ali KIYIK	LABORATORY EVALUATION OF THE INSECTICIDAL EFFICACY OF THE NATURAL MINERAL-BASED DIATOMACEOUS EARTH (DETECH®) AGAINST THE BLACK CHERRY APHID <i>Myzus cerasi</i> (F.) (Homoptera: Aphididae)	173
Assoc. Prof. Dr. Hasan ŞAHİN	EVOLUTION OF AGRICULTURAL MECHANIZATION IN TURKEY: MACHINERY INVENTORY DYNAMICS, TECHNOLOGICAL ADAPTATION AND POLICY IMPACTS IN THE PERIOD 2015–2025	174
Agricultural Engineer Ayşe ÇİÇEK Prof.Dr. Murat DİKİLİTAS Agricultural Engineer Şahimerdan TÜRKÖLMEZ Research Assistant Ümmühan KAŞIKCIŞİMŞEK	COMPARISON OF GROWTH PERFORMANCE OF NEOSCYTALIDIUM DIMIDIATUM ISOLATES FROM DIFFERENT HOSTS UNDER DIFFERENT TEMPERATURE CONDITIONS	175
Assoc. Prof. Dr. Doğan ARSLAN Assoc. Prof. Dr. Mustafa KİBAR	THE ANTIMICROBIAL, IMMUNOMODULATORY AND DETOXYFIFYING EFFECTS OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS IN BEEKEEPING	176
Assoc. Prof. Dr. Doğan ARSLAN Assoc. Prof. Dr. Mustafa KİBAR	THE SUSTAINABLE USE OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS IN BEEKEEPING: POTENTIAL AND CHALLENGES	187
Assist. Prof. Dr. Ahmet Murat SAYTEKİN	ISOLATION, MOLECULAR IDENTIFICATION AND DETERMINATION OF ANTIBACTERIAL SENSITIVITY OF LACTOCOCCUS GARVIEAE FROM DISEASE CASES IN RAINBOW TROUT	197
Prof. Dr. Ramazan ŞEVIK	NUTRITION, HEALTH AND PRACTICES IN ANCIENT MEDICINE	199
Dr., Mehmet Şevki ÇADIRCI	A BIBLIOMETRIC APPROACH: THE STUDY OF THE EFFECTS OF DIATOMİTES ON PARASİTES	210
Dr. Mehmet Şevki ÇADIRCI Prof. Dr. Mehmet İRİADAM	INVESTIGATING THE EFFECTS OF DIATOMİTE ON BIOCHEMICAL VALUES AND THE NUMBER OF FECAL EGGS IN KILIS GOATS NATURALLY INFECTED WITH PARASİTES	211
Prof. Dr. Emine ÖZPOLAT Assoc. Prof. Osman UYSAL Assoc. Prof. Başar ALTINTERİM Assoc. Prof. Güllüzar TUNA KELEŞTEMUR Prof. Dr. Gökhan GÖKDERE	DESTRUCTION CAUSED BY THE 2023 EARTHQUAKES IN THE AQUACULTURE SECTOR IN THE ELAZIG, MALATYA, AND KAHRAMANMARAS REGIONS	212
Assoc. Prof. Abdulkadir TANRIKULU	MYCOTOXINS IN AGRICULTURAL PRODUCTS AND THEIR EFFECTS ON HUMAN HEALTH	214
Tunde OGUNTOLA Aleyomi Timileyin PAUL	ROLE OF PUBLIC RELATIONS IN ENHANCING PEACE IN AFRICA AMID RISING COUP D'ÉTAT	215
Buşra GÖÇMEZ Ph.D., Kübra YILDIZ Assoc. Prof. Dr. Sertan ÇEVİK Elif Tiryaki	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SILICON NANOPARTICLES ON ROOT DEVELOPMENT OF <i>Arabidopsis thaliana</i> UNDER SALT STRESS	217
Asst. Prof. Dr. Hamza YALÇIN Assoc. Prof. Dr. Mücahit KAHRAMAN Asst. Prof. Dr. İbrahim ÖZTÜRK Prof. Dr. Sabri YURTSEVEN	MACHINE-LEARNING PREDICTION OF SUBCLINICAL MASTİTİS IN AWASSİ (İVESİ) EWES USING MILK COMPOSITION AND KETOSİS BIOMARKERS	227
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin AYDEMİR Mehmet Nuri GİRİZ	SYNERGISTIC ANTIMICROBIAL EFFECT OF POSTBIOTICS FROM <i>Pediococcus acidilactici</i> and EPSILON POLY-L-LYSINE COMBINATION ON <i>Listeria monocytogenes</i>	228
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin AYDEMİR M.S. Student Sultan KARPUZ	INVESTIGATION OF STARCH PRESENCE IN TULUM CHEESES SOLD IN ELAZIĞ PROVINCE	236
Asst. Prof. Dr. Damla Tuğçe OKUR	GENERAL PUERPERAL DISORDERS IN FEMALE DOGS: CLINICAL IMPORTANCE, DIAGNOSIS, AND PREVENTIVE PERSPECTIVES	243
Res. Asst. Dr. Vefa TOHUMCU	CAN FOLLICULAR DEVELOPMENT BE INDUCED THROUGH B- ADRENERGIC MODULATION IN DAIRY COWS?	245

Veterinary Med. Hüsni Furkan ŞAKAR Asst. Prof. Dr. Ömer Faruk ŞAHİN Assoc. Prof. Dr. Ufuk EROL Prof. Dr. Kürşat ALTAY	FIRST MOLECULAR DETECTION OF HEPATOZOON SPP. IN DOGS IN ÇORUM PROVINCE	246
Asst. Prof. Dr. Kurtuluş MERDAN	CURRENT PROBLEMS OF THE LIVESTOCK SECTOR IN TÜRKİYE AND POLICY RECOMMENDATIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT	258
Asst. Prof. Dr. Kurtuluş MERDAN	TÜRKİYE'S PRICE INCREASES: A MULTIDIMENSIONAL ASSESSMENT OF MACROECONOMIC, STRUCTURAL, AND INSTITUTIONAL DYNAMICS	274
Asst. Prof. Dr. Şermin TOP Vet. Med. Doc. İbrahim Halil ALSAT	NUTRITIONAL PROPERTIES OF C. CARPIO FISHMEAL AND ITS POTENTIAL USE IN ANIMAL FEED	293
Tunde OGUNTOLA Aleyomi Timileyin PAUL	EVALUATING THE ROLE OF PRINT MEDIA IN CREATING AWARENESS AGAINST DRUG ABUSE AMONG YOUTH: A STUDY OF LEADERSHIP NEWSPAPER	295
Ph.D. Selda KARADAĞ Asst. Prof. Dr. Özge Şebnem ÇILDIR	THE IMPORTANCE OF THE CAUCASIAN BEE BREED (<i>Apis mellifera caucasica</i>) AND THE GENERAL SITUATION OF BEE KEEPING IN THE WORLD AND TÜRKİYE	296
Asst. Prof. Dr. Özge Şebnem ÇILDIR Ph.D. Selda KARADAĞ	NATIVE ANIMAL GENETIC RESOURCES OF KARS AND ARDAHAN PROVINCES	307
Asst. Prof. Dr. Murat Can DEMİR	VAGINAL PROLAPSE IN A GURCU GOAT DURING TWO SUBSEQUENT PREGNANCIES: A CASE REPORT	322
Prof. Dr. Haki KARA Asst. Prof. Dr. Alper Serhat KUMRU	USE OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES IN HORSES	329
Prof. Dr. Ali KILIÇ Assoc. Prof. Dr. Müge HENDEK Damla USLU	THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ADVANCING FOOD QUALITY CONTROL AND SAFETY: A BIBLIOMETRIC APPROACH	333
Asst. Prof. Dr. Seda YAKUT Assoc. Prof. Dr. Duygu MUTLUAY	SPATIOTEMPORAL CHANGES IN BECLIN-1 EXPRESSION IN THE MOUSE UTERUS DURING EARLY PREGNANCY	334
Assoc. Prof. Dr. Sefa KÜÇÜKLER Assist. Prof. Dr. Serpil AYGÖRMEZ	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CARVACROL AGAINST ISOPROTERENOL-INDUCED TESTICULAR DAMAGE IN RATS	335
Assist. Prof. Ceyhan YÜCEL	THE ROLE OF INDUSTRIAL HEMP (<i>Cannabis sativa</i> L.) AND ITS BY-PRODUCTS IN SMALL RUMINANT NUTRITION AND THEIR EFFECTS ON PRODUCT QUALITY	342
Assist. Prof. Dr. Murat AYDEMİR Assoc. Prof. Dr. Alihan COKKIZGIN Assoc. Prof. Dr. Zekeriya KARA	THE EFFECT OF THE KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE ON FEBRUARY 6, 2023 ON THE FRUIT SECTOR IN GAZİANTEP	344
Assoc. Prof. Dr. Alihan COKKIZGIN Assoc. Prof. Dr. Cengiz YURURDURMAZ Assoc. Prof. Dr. Zekeriya KARA	A MULTIPLE REGRESSION MODEL OF CHICKPEA (<i>CICER ARIETINUM</i> L.) YIELD BASED ON SEED MINERAL CONCENTRATIONS	349
Ahmet Zeki HEPÇİMEN Necla ÇAĞLARIRMAK Mert SOYSAL	INNOVATIVE FOOD PRESERVATION TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTEGRATION	357
Asst. Prof. Dr. Mert SOYSAL Prof. Dr. Necla ÇAĞLARIRMAK Asst. Prof. Dr. Ahmet Zeki HEPÇİMEN	THE IMPACT OF DIGITAL AGRICULTURE TECHNOLOGIES (DAT) ON AGRICULTURAL INPUT COSTS: A COMPARATIVE ECONOMIC STUDY IN PLANT AND ANIMAL PRODUCTION	358
Assoc. Prof. Dr. Ruhi KABAKÇI Assist. Prof. Dr. Mehmet Naci OKTAY	GENDER-RELATED CHANGES IN SOME HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND ERYTHROCYTE OSMOTIC RESISTANCE OF TURKISH SULTAN CHICKENS	359
Bedir Zana DEMİR Prof. Dr. Yener ATASEVEN	AN EVALUATION OF POLICIES IMPLEMENTED IN THE OLIVE AND OLIVE OIL MARKET IN TÜRKİYE	368
Prof. Dr. Yener ATASEVEN	ORGANIC FARMING WITHIN THE FRAMEWORK OF THE EUROPEAN GREEN DEAL: POLICIES AND FUTURE APPROACHES	393
Asst. Prof. Dr. Nuray CAN Dr. Damla ZOBAR Assoc. Prof. Dr. Göksel TIRPANCİ SİVRİ Assoc. Prof. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU	THE EFFECTS OF ORGANIC ACID, OZONE AND ULTRASOUND TREATMENTS ON PESTICIDE REMOVAL IN CHERRIES AND GRAPES	413

Asst. Prof. Dr. Nuray CAN Dr. Damla ZOBAR Assoc. Prof. Dr. Göksel TIRPANCI SİVRİ Assoc. Prof. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU	PESTICIDE RESIDUES IN FRUITS AND REMOVAL METHODS	414
Ph.D. Candidate, Onur AKSOY Assoc. Prof. Dr. Adnan AYAN Prof. Dr. İlker ÇAMKERTEN	MOLECULAR DETECTION OF BLASTOCYSTIS SPP. IN DOG IN AKSARAY PROVINCE, TURKIYE	415
Ph.D. Candidate, Onur AKSOY Assoc. Prof. Dr. Adnan AYAN Prof. Dr. İlker ÇAMKERTEN	MOLECULAR DETECTION OF BLASTOCYSTIS SPP. IN SHEEP IN AKSARAY PROVINCE, TURKIYE	421
Assoc. Prof. Dr. Buket BOĞA KURU	THE CAMAL (CONTINUOUS ALTERNATING MATING AND LAMBING) SYSTEM: A CYCLIC MANAGEMENT MODEL IN ACCELERATED LAMBING	427
Assoc. Prof. Dr. Buket BOĞA KURU	THE STAR SYSTEM: A MANAGEMENT-ORIENTED ACCELERATED LAMBING MODEL FOR OVERCOMING SEASONAL BREEDING CONSTRAINTS	435
Dr. Ahmet Şafak MALTAŞ	THE EFFECT OF TSP FERTILIZER ON THE GROWTH OF LETTUCE PLANTS IN CALCAREOUS SOIL	443
Dr. Ahmet Şafak MALTAŞ	THE EFFECT OF SMALL ANIMAL MANURE ON THE GROWTH OF SPINACH PLANTS GROWN IN SANDY SOIL	450
Res. Asst. Sümeyye Nur Cihangir Prof. Dr. Ufuk Kamber	SHELF LIFE OF FOODS AND THE E-SENSING DEVICES USED IN THIS PROCESS	456
Assoc. Prof. Dr. Muzaffer ÇEVİK	MODELING LACTATION PERFORMANCE IN DAIRY CATTLE USING TEST-DAY RECORDS AND EVALUATING GENETIC – ENVIRONMENTAL EFFECTS THROUGH THE REML METHOD	480
Ph.D., Senem TÜFEKÇİ Prof. Dr. Sami Gökhan ÖZKAL	EFFECT OF MICROWAVE DRYING METHOD ON THE QUALITY PARAMETERS OF PUMPKIN	487
Kasım Takım	DETERMINATION OF TOTAL AND FREE AMINO ACID PROFILE IN EARLY HARVEST COLD PRESS OLIVE OIL	496
Assoc. Prof. Dr. Kasım Takım	COMPREHENSIVE CONTENT ANALYSIS IN EARLY HARVEST COLD PRESS OLIVE OIL USING LC-MS/MS METHOD	498
Özay SELVİLİ Prof. Dr. Levent ÜNLÜ Assoc. Prof. Dr. Elif YAVUZASLANOĞLU	EFFECTS OF BIOLOGICAL AND BIOTECHNICAL CONTROL PRACTICES ON CODLING MOTH <i>Cydia pomonella</i> (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE)	500
Asst. Prof. Murat Emre TERZİOĞLU Dr. Ezgi EDEBALI Prof. Dr. İhsan BAKIRCI	DETERMINATION OF NUTRITIONAL PROPERTIES OF GOAT YOGURT ENRICHED WITH BUTTERNUT SQUASH (CUCURBITA MOSCHATA) PEEL POWDER	501
İshak YETİM Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN Assist. Prof. Dr. Miraç KILIÇ Prof. Dr. Hikmet ÜNAL	GEOSTATISTICAL MODELING AND MAPPING OF SPATIAL VARIABILITY OF SOME SOIL PROPERTIES IN SEMI-ARID RANGELAND ECOSYSTEMS	508
Mehmet Selim AÇAR Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN Assist. Prof. Dr. Miraç KILIÇ Prof. Dr. Hikmet GÜNAL	ASSESSING THE EFFECTS OF FOREST FIRES ON SOIL QUALITY	510
Res. Asst. PhD, Elif EKİZ TERZİOĞLU Assoc. Prof. Emel ÖZ Prof. Dr. Fatih ÖZ	DETERMINATION OF SOLUBILITY PROPERTIES OF PROTEIN HYDROLYSATES PRODUCED FROM MEAT TRIMMING WASTES	513
Arş. Gör. Dr. Ayşe UYSAL	THE EFFECT OF COLD STRESS ON PRODUCTIVITY, PERFORMANCE, AND EGG QUALITY IN LAYING HENS	520
M.Sc. Büşra KILINÇ Prof. Dr. Burak DİK	ANTIVIRAL THERAPIES IN VETERINARY MEDICINE: RESISTANCE MECHANISMS, NEXT- GENERATION APPROACHES, AND CLINICAL IMPLEMENTATION CHALLENGES	525
M.Sc. Büşra KILINÇ Prof. Dr. Burak DİK	CURRENT USE OF ANTIVIRAL AGENTS AND THERAPEUTIC APPROACHES IN VETERINARY MEDICINE	531
Asst. Prof. Dr. Ömer GEZGİNÇ	SOCIAL ENTREPRENEURSHIP APPROACHES IN VETERINARY MEDICINE: CASE STUDIES OF HEIFER INTERNATIONAL AND THE BROOKE	5336
Mehmet POLAT Akın YİĞİN Rome di ÇELİK Nüket BİLGEN Şükrü GÜRLER Faruk BOZKAYA	GENETIC CHARACTERIZATION OF ŞANLIURFA ŞEBAP PIGEONS THROUGH MTDNA ANALYSIS	537

Ph.D. Ömer ERTEN	THE ROLE OF THE QUEEN BEE'S BEHAVIOR IN HONEYBEE BREEDING	560
Asst. Prof. Dr. Murat UZTİMÜR	EVALUATION OF HEMATOLOGICAL AND BLOOD GAS FINDINGS IN A DOG WITH CANINE BABESIOSIS	568
Ph. D., Ulker Vidadi Bayramova	ASSESSMENT OF THE CLIMATIC POTENTIAL OF THE FOREST HAZENUT POPULATIONS	573
Prof. Bayramova Aynur Akif Isayeva Narmina Ilham	PHARMACOLOGICAL AND THERAPEUTIC PROPERTIES AND RICH PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF THE POMEGRANATE PLANT <i>PUNICA GRANATUM L.</i>	577
Kainat Mehmood Haroon Zaman Khan Anjum Naeem Eisha Habib Asif Iqbal Muhammad Shahbaz Muhammad Abuzar	OPTIMIZING SULFUR MANAGEMENT FOR CANOLA (<i>BRASSICA NAPUS L.</i>) PRODUCTIVITY IN ALKALINE SOILS OF FAISALABAD.	581
IPU MICHAEL OGWUMA, Jonathan. A. Ogwuche Edache Ernest Ekoja Idikwu Onwe Ugbem	COMPARATIVE ASSESSMENT OF WATER QUALITY FROM BOREHOLES AND SHALLOW WELLS IN DIFFERENT LAND USE AREAS IN MAKURDI METROPOLIS, BENUE STATE, NIGERIA.	582
Abu Yousuf Hossin Md.Harun-Ur- Rashid Shahanaz Parveen Mt.Sumaiya Siddika Md. Naziur Rahman Ajoy Kumer	TITLE: POTENT INHIBITORS OF TRIPLE- NEGATIVE BREAST CANCER BY DIHYDROPYRANOCOUMARINS: AN INTEGRATED IN SILICO, QUANTUM DESCRIPTORS AND COMPUTATIONAL BIOLOGY	583
Sara Qouissah , Houda El Yacoubi , Aboukhalaf Abdelghani, Laila Bikjdaouene , Oumaima Abouyaala , Asmaa ELYamani , Jamila Riyahi , Atmane Rochdi	ANTIOXYDANT ACTIVITY AND ACUTE TOXICITY OF ETHANOLIC EXTRACT OF <i>CAPPARIS SPINOSA</i>	585
Ph.D., Saranda MUSA Assoc. Prof. Fadil MUSA	FIRST RECORD AND CURRENT STATUS OF BROWN MARMORATED STINK BUG, <i>HALYOMORPHA HALYS</i> (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) DAMAGING RASPBERRY AND BLUEBERRY PLANTS IN KOSOVO	587
Major Gheorghe Giurgiu Lect. Dr. Cristina Fernoaga Prof. Dr. Med. Manole Cojocaru	WHAT'S NEW IN FELINE PANLEUKOPENIA: INSIGHTS FOR CLINICAL PRACTICE WITH DENIPLANT NUTRACEUTICALS	588
Mary Anne W. Cordero Rodelyn M. Dalayap Claudine Ann Nakila Janece Jean Manubag Carol Socorro Maguinsay Sharon Rose M. Tabugo	MICROBIAL DIVERSITY AND AMR SIGNATURES IN THE MANDULOG RIVER, ILIGAN CITY: EVALUATING ECOSYSTEM WELL-BEING AND LONG-TERM FLOOD LEGACY	589
Palash Kumar Das	AN APPLICATION OF MIXED-INTEGER LINEAR PROGRAMMING TO MINIMIZE THE COST OF UNIVERSITY STUDENTS REQUIRED BASIC NUTRITIONAL REQUIREMENTS	591
Kaouthar Elbirgui Othman Elfager Oussama Rafik Rafaelle Conte Houda Elalami Hanane Ennaji Nadia Iounes Samir Ibenmoussa	COMPREHENSIVE UHPLC-ESI-MS METABOLITE PROFILING AND RED BLOOD CELL MEMBRANE PROTECTIVE EVALUATION OF <i>EBENUS PINNATA</i> EXTRACTS	592
B. M. Mahmudul Hasan,	ISOLATION, IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF <i>RHIZOBIUM SP.</i>	594
Salah Lamine Abdessamad Najine Hassan Lemacha Khadija Naciri Omaima Khatir Hiba Toubali	INTEGRATED HYDROGEOPHYSICAL ASSESSMENT OF THE SIDI IFNI COASTAL AQUIFER (MOROCCO) USING SURFACE-WAVE ANALYSIS, AMBIENT NOISE MEASUREMENTS, HYDROCHEMISTRY AND PIEZOMETRY	595
Dr. Fahima NABI	ASSESSMENT OF THE PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF DESALINATED WATER IN NORTHERN ALGERIA	596
Oussama MOUSSAOUI Hakim OUTGHOULIAST Adnane El YAACOUBI	CONTRIBUTION OF LEGUMES TO THE SUSTAINABILITY OF ALMOND ORCHARDS IN THE SEMI-ARID CONDITIONS OF AZILAL	597

Jamal CHARAFI		
Lamiaa Habraji Souhayla Latifi Douae Touareb Sarah Saoiabi Sanaâ Saoiabi	SUSTAINABLE PRODUCTION AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF HYDROXYAPATITE DERIVED FROM A NATURAL CALCIUM- PHOSPHATE SOURCE	598
Laila Ouardi Abdelmajid Haddioui Abdelghani Bouchyoua Hassane Boudad Hasna Zinelabidine Jamal Charafi	COMPARATIVE ANALYSIS OF PHYSIOLOGICAL AND AGRONOMIC PERFORMANCE OF TWENTY GRAPEVINE CULTIVARS (VITIS VINIFERA L.) UNDER SEMI-ARID CONDITIONS	600
Md. Nazmul Hasan Arfin Nabiha Tasnim Ruhi,	EFFECT OF SEAWEED ENRICHED HUMIC ACID ON GROWTH AND YIELD OF BT. BRINJAL (SOLANUM MELONGENA L.)	601
Chelli Afaf Mezerdi Farid Filali Malak, Mesnoui Mohammed	DETERMINING THE OPTIMAL POLLINATION PERIOD OF DATE PALM AND ITS EFFECT ON PRODUCTION	602
Chaimae El-Rhouttais, Salah Laaraj, Chaimaa Jabbari , Souad Salmaoui Kaoutar Elfazazi	IMPACT OF A PERACETIC ACID-HYDROGEN PEROXIDE MIXTURE ON THE POSTHARVEST QUALITY OF POMEGRANATE FRUITS DURING COLD STORAGE	603
PELLAKI Anas ABOUROUH Mohamed, ELYACOUBI Houda, ELYAMANI Asmaa, ROCHDI Atmane	ETHNOMYCOLOGICAL SURVEY OF WILD PLEUROTUS OSTREATUS IN THE MAÂMORA FOREST (MOROCCO)	604
Meenatchi.S, Devadharshini.R , Gomathy.E, Keerthana.V, Kishore.R, Swathi.R A. Hari Nandhini	BIOAVAILABILITY	605
ADJOU DJ Abdellatif BELHADJ TAHAR Kamel BENMEDDAH Mohammed Missoum	VALORIZATION OF THE ALGAL BIOMASS OF DUNALIELLA SALINA FROM THE WESTERN SALT FLATS OF ALGERIA.	606
Md. Nazmul Hasan Arfin Nabiha Tasnim Ruhi,	EFFECT OF SEAWEED ENRICHED HUMIC ACID ON GROWTH AND YIELD OF BT. BRINJAL (SOLANUM MELONGENA L.)	
Shoumen Dhar Akash Shill Tanmoy Chowdhury	FORMULATION OF A FUNCTIONAL ICE CREAM ENRICHED WITH RICE BRAN AND NATURAL SWEETENERS: NUTRITIONAL AND SENSORY EVALUATION	607
R.Devadharshini, Meenatchi.S, Gomathy E Dr.W. Helen	ARTIFICIAL PHOTOSYNTHESIS	608
Rajveer Sarup Palak Kumari	OYSTER MUSHROOMS: THERAPEUTIC SIGNIFICANCE IN CVD	610
Fedwa BEGHDAI El-Hadj DRICHE1	ENVIRONMENTAL AND CONSUMER HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH MYCOTOXINS PRODUCED BY PHYTOPATHOGENIC FUNGI.	611
Ode Onyeche Ann Anaga Socchi Otisi Makyur Onyeche Anita	COMPARATIVE SURVIVAL AND GROWTH PERFORMANCE OF CLARIAS GARIEPINUS AND HETEROBRANCHUS LONGIFILIS HATCHLINGS	612
Vandefan James Ode Onyeche Ann	PAPER 1: SPATIAL AND TEMPORAL PATTERNS OF KIDNAPPING INCIDENTS ALONG THE ABUJA-KADUNA EXPRESSWAY, NIGERIA	622
Abdullah Shah Hashmi Abdul Waheed	A SURVEY OF SOME HATCHERIES IN PUNJAB PAKISTAN	623
Samsunnahar Pranto Mohammad Asadul Haque Nuzhat Tabassum Muniza Rafiya Ridah Saimon Islam Md Mehedi Hasan Md. Nahid Mahmud	INFLUENCE OF PLANT SPACING AND NITROGEN FERTILIZER ON GROWTH, YIELD AND YIELD CONTRIBUTING CHARACTERS OF AUS RICE GROWN IN THE COASTAL REGION OF PATUAKHALI IN BANGLADESH	624

Tope James, Ogidi Blessing Mayowa, Sanni	PROCESSING AND ORGANOLEPTIC ASSESSMENT OF SACCHAROMYCES CEREVISIAE-FERMENTED TIGER NUT (CYPERUS ESCULENTUS) WINE	625
Danish Riaz Sahar Nazir Muhammad Nosheed Syed Makhdoom Hussain Fayyaz Rasool Muhammad Shahid Awais Maqsood Ibrahim Tariq	EFFECTICACY OF PROBIOTIC ON GROWTH AND HEMATOLOGICAL ANALYSIS OF <i>Oreochromis niloticus</i> FINGERLINGS	635
Danish Riaz Ibrahim Tariq Muhammad Salman Rabia Yaqoob Muhammad Yousif Muhammad Shahid Awais Maqsood Ijaz Ahmad Abu Huraira Kazmi Sahar Nazir	PHYLOGENITIC ANALYSIS OF BACTERIAL INFECTION CAUSING AGENTS IN <i>Oreochromis niloticus</i>	637
Mrs. Andrewslin jani., Shamna begam., Nijjeshma	ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF <i>Musa acuminata</i> PEEL EXTRACT AGAINST THE PATHOGENS ISOLATED FROM THE SPOILED CAKE SAMPLE	639
Md. Zakariya Alam Bappi Apon Chandra Paul Shohan Ali Md. Minhajul Abedin Borshon Karmoker Pranto Md. Shahriar Mahmud Professor Dr. Mohammad Abu Hena Mostofa Jamal Professor Dr. Nilufa Akhter Banu Professor Dr. Md. Rezuhanul Islam	ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF COMMERCIALLY PRODUCED CITRONELLA OIL: AN IN VITRO AND IN SILICO INVESTIGATION	640
Chokri Bayoudh Faten Zaouay Afifa Majdoub Messaoud Mars	COMPARATIVE STUDY OF FRUIT DEVELOPMENT OF FIG TREES (<i>Ficus carica</i> L.) PROPAGATED BY CUTTINGS AND IN VITRO TISSUE CULTURE	642
Hassane Boudad Abdelmajid Haddioui El Fazazi Kaoutar Mentag Rachid Laila ouardi Jamal Charafi	ROOTSTOCK-SCION EFFECTS ON THE QUALITY AND BIOACTIVE COMPOSITION OF TRADITIONAL APPLE VINEGAR	643
Amina LAGHZAoui B. Asmae BARBOUCHI C. Salma ABROURI D. Mohammed IGOUZAL	ASSESSMENT OF GROUNDWATER WITHDRAWALS FOR IRRIGATED AGRICULTURE IN THE GHARB COASTAL PLAIN, MOROCCO	644
Milena Petrova Yordan Hodzhev Yoana Kizheva Nadejda Panova Katya Stefanova Blagoy Uzunov Philip Petrov Petya Hristova	BIOCONTROL POTENTIAL OF STRAIN HPV-A1: ANTIOXIDANT CAPACITY AND BROAD-SPECTRUM ANTIMICROBIAL ACTIVITY	645
Soffiane BOUBEKEUR Raouf ZAIDI Mohamed, Meriem DJEKOUN	DIEL VARIATIONS IN ICHTHYOLOGICAL ASSEMBLAGES USING FUNCTIONAL GUILDS ON MESSIDA BEACH, EL KALA, IN NORTHEASTERN ALGERIA	646
Mr. Abhishek Kumar Verma Mr. Jaswant Singh Rajput Ms. Manika Chaudhary	IMPACT OF NFSA-2013 ON FOOD SECURITY AND SOCIAL WELFARE ACCESS IN RURAL INDIA: AN EMPIRICAL ASSESSMENT OF TARGETING, DELIVERY AND ENTITLEMENT REALISATION	647
Musa, F.M Abdullahi, A.M	ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF CYMBOPOGON CITRATUS AND MENTHA PIPERITA LEAF EXTRACTS AGAINST CLINICAL ISOLATES OF ESCHERICHIA COLI AND STAPHYLOCOCCUS AUREUS	660
M.R. WASHIKUR RAHUL MANDAL MD FAHIM IFTIKHAR MARIA ZAMAN	GENETIC AND BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO ENHANCE DISEASE RESISTANCE IN MARINE AQUACULTURE: CURRENT ADVANCES AND FUTURE PERSPECTIVES	661
Jesmin Nahar Munshi Mohammad Kutub Uddin Md. Mahbub Talulkder Shak Ruhul Amin KH. Nazmul Hasan	EFFECT OF PLANTING METHOD AND PHOSPHORUS ON YIELD AND YIELD ATTRIBUTES OF MUNGBEAN	662

Md. Abdul Mozid Md. Tariqul Islam		
Samiul Bashir Pronab Kumar Paul A.N.M. Shihab Uddin Md. Bipul Islam Md. Firoz Ahmed M. Hasnat Kabir	DESIGN OF A BROADBAND S-BAND MICROSTRIP ANTENNA WITH MODIFIED GROUND GEOMETRY FOR BIOSYSTEMS AND MARITIME RADAR APPLICATIONS	688
A.U Sulaiman U.A , Birnin Yauri A.M. Sokoto U.Y. Dan Illela H.A. Kwazo A.T. Arzika	OPTIMIZATION AND PREPARATION OF ACTIVATED CARBON FROM MANGO (MANGIFERA INDICA) KERNELS	689
Fatma Nikahat Srivastav Sunil Kumar	PROTECTIVE EFFECT OF AMLA (EMBLICA OFFICINALIS) FRUIT PULP EXTRACT AND SELENIUM ON DIMETHOATE INDUCED ALTERATIONS IN BIOCHEMICAL PARAMETERS OF LIVER IN RATS	690
Md Mehedi Hasan Naeem Mst Kamrunnahan Ruma Nafiza anjum Shakila Sultana Moumita Barua Md Ashraful Islam	DEEP LEARNING-ASSISTED DETECTION OF TREE CANOPY FOR AFFORESTATION TARGETING	691
Md Mehedi Hasan Naeem Mst Kamrunnahan Ruma Nafiza anjum Shakila Sultana Moumita Barua Md Ashraful Islam	AN INTELLIGENT SOLAR-BASED AGRICULTURAL AUTOMATION SYSTEM	693
Muhammad B. Y. Muhammad S. Keta J. N. Augie M. A.	IMPACTS OF SOIL pH ON THE PLANT MACRONUTRIENT AVAILABILITY IN THE FADAMA SOILS OF SOKOTO STATE.	695
MITIQUE Abderrafya CHAIB Abdelfatah BEN-EL-AZMIA Ilham HAJJAJ Houda IGOUZAL Mohammed	ASSESSING DEGRADATION DYNAMICS THROUGH MACHINE LEARNING AND SATELLITE DATA IN THE MAÂMORA FOREST MOROCCO,	696
El Hassania EL HAMZAOU Mohamed EL BAGHDADI Hind ELHAMZAOU Oussama BARTOT	INTEGRATED ENVIRONMENTAL AND AGRONOMIC DIAGNOSTICS FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF AGRICULTURAL SOILS IN BENI-MOUSSA, TADLA PLAIN	697
Bagas Surya BUANA , Eka KURNIAWATI Amalia AYUNINGTYAS Sukma PURBANINGRUM Putri UTAMI Sisca APRILIA	ANALYSIS OF THE BUSINESS FEASIBILITY STUDY IN THE FIELD OF COOPERATIVE CATERING FOR UIN K.H. ABDURRAHMAN WAHID PEKALONGAN	698
James Innocent GAIYA Benjamine K. GUGONG Hussaini BALA	REAL EARNINGS MANAGEMENT AND DIVIDEND PAYOUT OF LISTED, CONGLOMERATE FIRMS IN NIGERIA	699
Tunde OGUNTOLA Aleyomi Timileyin PAUL	EVALUATING THE ROLE OF PRINT MEDIA IN CREATING AWARENESS AGAINST DRUG ABUSE AMONG YOUTH: A STUDY OF LEADERSHIP NEWSPAPER	700
Tunde OGUNTOLA Aleyomi Timileyin PAUL	ROLE OF PUBLIC RELATIONS IN ENHANCING PEACE IN AFRICA AMID RISING COUP D'ÉTAT	701
Tunde OGUNTOLA Aleyomi Timileyin PAUL	SOCIAL MEDIA'S CONTRIBUTION TO THE CHANGING FACE OF JOURNALISM IN NIGERIA	702
Anshika PRADHAN	SEX WORKERS: RIGHTS AND COVID DIFFICULTIES	703
Noreen SAJJAD Ayesha SADIQA Aeysha SULTAN Laila RUBAB	PRODUCTION OF BIODIESEL FROM <i>Tamarindus Indica</i> SEED OIL VIA ALKALI CATALYZED TRANSESTERIFICATION & ITS OPTIMIZATION	704

Andras TOTH Sandor MAGYAR Balazs SZATMARI	EXPLOITATION OF DRONE VULNERABILITIES IN SMART ENVIRONMENT	705
Japthi SRAVANI M. Srinivasula REDDY P. Manoj KUMAR	EFFECT OF DOLOMITE POWDER ON MECHANICAL PROPERTIES OF M30 GRADE CONCRETE	706
Assoc. Prof. Dr. C. VIJAI Assist. Prof. Dr. P. SASIKUMAR Assist. Prof. Mr. M. ELAYARAJA	ROBOTICS IN AGRICULTURE: ENHANCING EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY	707
Asst. Prof. Dr. P. Manoj KUMAR Assoc. Prof. Dr. M. Srinivasula REDDY Asst. Prof. Dr. Japthi SRAVANI	EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON PARKING VOLUME STUDIES IN NANDYAL TOWN	717
Kashaf ARIF Asma IJAZ Wajeeha TALAT	EMOTIONAL NEGLECT AS PREDICTOR OF DELINQUENT TENDENCIES IN ADOLESCENT BOYS	718
ICSSR Doctoral Fellow M. K. GANESHAN Senior Professor and Head, C. VETHIRAJAN	ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN ELECTRONIC HUMAN RESOURCE MANAGEMENT IN THE INDIAN INFORMATION TECHNOLOGY INDUSTRY	719
Research Scholar, Mr. Abhishek Kumar VERMA Prof. Dr. Deepak Kumar CHAUHAN	THE EVOLUTION OF FOOD SECURITY POLICIES IN INDIA: A CRITICAL EXAMINATION OF THE NATIONAL FOOD SECURITY ACT, 2013	720
Research Scholar, Mr. Jaswant Singh RAJPUT Research Scholar, Mr. Abhishek Kumar VERMA	FOOD SECURITY: ISSUE CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN INDIA	721
AJAYI, Olayemi T. ADENIJI, A. Tosin	DIVERSITY OF CREATIVITY BETWEEN SCIENCE AND GRAPHICS DESIGN: A QUEST FOR MEANING AND NEXUS	722
OCHIGBO, J.E. NDAM, N. J. SIRISENA, U. W.	OPTIMAL CONTROL WITH THE EFFECT OF IVERMECTIN AND LIVESTOCK AVAILABILITY ON MALARIA TRANSMISSION	723
Favour C. UROKO (Ph.D)	"PUBLISH IT NOT IN THE STREETS OF ASHKELON": A PHENOMENOLOGICAL ANALYSIS OF THE ATTACKS ON THE NEWS MEDIA IN NIGERIA	724
Dr. Le Thi MI	COPYRIGHT TO DERIVATIVE WORKS UNDER THE INTELLECTUAL PROPERTY LAW OF VIETNAM	725
Achmad ZUROHMAN M. FAUZI	PARENTING OF CHILDREN OF COMMERCIAL SEX WORKERS	734
Adetola B. O. Olorunmola D. E.	EFFECT OF ENVIRONMENTAL ENRICHMENT ON BABOON BEHAVIOUR AND ACTIVITY IN TA AFOLAYAN WILDLIFE PARK, NIGERIA	736
H. EL HAROUACHI M. ELGETTAFI M. LOUTOU	EFFECT OF SALINE SOLUTIONS ON SCHLAMM- BASED GEOPOLYMERS WITH VARYING NaOH CONCENTRATIONS	737
Prof. Dr. Branislav RADJENOVIC Dr. Nikola BOŠKOVIĆ Prof. Dr. Marija RADMILOVIĆ- RADJENOVIC	STUDIES OF THE ORIGIN OF SKIN BURNS DURING ELECTROSURGERY USING A MULTI-COMPONENT FLUID MODEL	738
Prof. Dr. Marija RADMILOVIĆ- RADJENOVIC Prof. Dr. Branislav RADJENOVIC Dr. Nikola BOŠKOVIĆ	COMPUTATIONAL MODELING OF RADIOFREQUENCY ABLATION TREATMENT OF LIVER TUMOR	739
PhD student, Vadim LAVRIVSKY	PHILOSOPHICAL REPRESENTATION OF THE PHENOMENON LAWYER ETHICS	740
Jenifer Alat STEPHEN Mirkhamidova Sevara MIRMAKHMUDOVNA	NANOTECHNOLOGY IN CARDIOVASCULAR HEALTH: INNOVATIONS AND APPLICATIONS	741
Sándor FÖLDEVÁRI	"SUPREMACY" OVER OTHERS: THE FASCIST, CHAUVINIST IDEOLOGY OF THE HORTHY REGIME IN HUNGARY IN THE INTERWAR TIME	742

SHUAEEB, A. I. NDATSU, A. BABAGANA, M. (PhD) YAKI, A. A. (PhD) YAHAYA FATIMA	THE IMPERATIVE OF ECO-LITERACY FOR NIGERIAN UNIVERSITY STUDENTS: A CALL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE NIGERIAN EDUCATION SYSTEM	743
Nwaokolo, M. A. Okorie C.E.	NUMERICAL SIMULATION OF THE IMPACT OF EFFECTIVE TREATMENT STRATEGY IN CONTROLLING RELAPSE IN PATIENTS WITH CHRONIC HBV INFECTION	744
Simple SHARMA* Barinderjit SINGH	POMELO PEEL NUTRITIONAL, BIOACTIVE AND INDUSTRIAL IMPORTANCE	745
Sundy Alagba OBAZI Jane M. CHAH Miracle Oluebube CHUKWUDI Gabriel Daniel AGUO	ASSESSMENT OF STORAGE PRACTICES AMONG RICE MARKETERS AND CONSUMERS IN ENUGU NORTH SENATORIAL ZONE, ENUGU STATE, NIGERIA	746
Ruslan RUDOMOTOV	WORLDVIEW VALUES IN PEDAGOGICAL PRACTICE: ETHICAL APPROACH	747
Dr. Pham Duc THUAN Dr. Pham Thi Phuong LINH	DIPLOMATIC RELATIONS BETWEEN VIETNAM AND CAMPODIA FROM 1997 TO 2022	748
Ijeoma C. OGBONNAYA	PRE-SERVICE TEACHERS' TOPIC SPECIFIC PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF STUDENTS' GRAPHS IN DYNAMICS OF MARKET	749
Ibrahim, M. A. Abdulkadir, B. Bawa-Sani, H. G. Bello, H.	THE EFFECTS OF VITAMIN D SUPPLEMENTS IN THE THERAPY OF TUBERCULOSIS INFECTION: AN OVERVIEW	750
Lorina LIÇI Drilona SAULI Ledina SHUAIP Ardit MHALI	EXPERIMENTAL LABORATORY TESTS TO CONTRIBUTE TO THE KNOWLEDGE BASE FOR IMPLEMENTING EFFICIENT OIL RECOVERY TECHNIQUES	751
Zuze, C. Anyasi, R.O.	THE EFFECTIVENESS OF BIOREMEDIATION OF WASTE WATER TO REDUCE POLLUTION: A REVIEW	753
Rennan Souza RIBEIRO Polyane Alves SANTOS Laiza Costa Santos NASCIMENTO Daniele Silva de SOUZA, Maria das Graças Bittencourt FERREIRA Sidiney Santos OLIVEIRA JUNIOR	ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE PROMATECA PROGRAM ON THE UNDERSTANDING OF DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS IN ENGINEERING COURSES	769
A, BATINE BOUMEGANANE O. CHERKAoui M. TAHIRI	ENHANCING FLEXIBLE ELECTRONIC TEXTILES: GRAPHENE-BASED CONDUCTIVE INKS AND THEIR CHARACTERIZATION	770
Engr. Muhammad NOUMAN Engr. Rehman KHAN Shahbaz MUNIR Muhammad Ansar AYUB Nisar AHMAD	DESIGN AND FABRICATION OF AUTOMATIC GRASS CUTTING MACHINE	771
Engr. Mubashir ASIF Engr. Rehman KHAN	HAND GESTURE-CONTROLLED ELECTRONIC CAR	772
Engr. Muhammad NOUMAN Engr. Rehman KHAN	DESIGN AND FABRICATION OF DIE FOR INJECTION MOLDING MACHINE	773
Vidhika CHAUDHARY	SEEKING REFUGE: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF ASYLUM POLICIES AND PRACTICES	774
Assistant Professor Gizem ESER Research Assistant Fatih Mehmet ÖZTÜRK	A CASE OF SIMULTANEOUS INTUSSUSCEPTION AND VOLVULUS IN A CALF BORN WITH RECTAL ATRESIA ANI	774
Assoc. Prof. Dr. Ayşe Gülgün ÖKTEM Asst. Prof. Dr. Mahmut Nedim AGAÇKESEN	THE EFFECTS OF APPLYING DIFFERENT AMOUNTS OF SEAWEED TO THE SECOND CROP OF CORN PLANTS ON SOME PLANT AND EAR CHARACTERISTICS	781

THE EFFECT OF AFLATOXIN ON POLLEN: A BIBLIOMETRIC EVALUATION

Ph.D., Ayşegül DEMİRCİOĞLU

Bursa Uludağ University, Department of Food Hygiene and Technology
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5121-2631>

ABSTRACT

Inflammation, Agriculture is an indispensable sector for meeting the food needs of the growing world population. Chemical protection products known as pesticides are widely used in this sector to increase productivity and minimize product losses. The indiscriminate and intensive use of these chemicals causes serious environmental problems that threaten not only target organisms but also non-target organisms and the ecosystem as a whole. While the effects of pesticide residues on pollen have been extensively researched, studies on the presence of biological toxins such as aflatoxins in pollen and their ecological effects remain limited. The widespread presence of *Aspergillus* fungi in plants and soil raises the possibility of contamination of pollen grains by the spores of these fungi and the aflatoxins they produce. Bee pollen is one of the important indicators for understanding the environmental damage caused by aflatoxins. The presence of aflatoxin residues in pollen not only threatens the lives of vital organisms such as bees, but also poses potential health risks to public health through the consumption of aflatoxin-contaminated pollen and bee products produced from this pollen. By analyzing a comprehensive set of academic articles from the Web of Science database, the study identifies the most cited articles, leading authors, and important institutions contributing to food safety research. Using the Web of Science database, we identified all original articles written on the presence of aflatoxins in pollen up to the year 2025. After collecting bibliographic and citation data, keywords, citation networks, and co-citations related to aflatoxins in pollen, the analysis was performed using VOSviewer software. A total of 43 articles were retrieved from the Web of Science database. The articles were cited a total of 1,472 times, excluding self-citations. The most cited year was 2021, with a total of 190 citations. The H-index was 15. The leading country in terms of the number of articles published was the USA (n = 15). The most researched field was “Agriculture” (n = 10). The most prolific publisher was Elsevier (n = 12). The journal with the most published articles was Food Science Technology (n = 10). In conclusion, although scientific interest in the presence and effects of aflatoxins on pollen is increasing, the overall structure, basic trends, and knowledge gaps in research in this field have not yet been systematically identified. At this point, the aim is to map the existing scientific literature comprehensively, identify the most effective research, leading institutions, and countries, and outline strategic directions for future studies.

Key Words: Bibliometrics, Food Security, Bee Pollen, Aflatoxin

APPLICATION OF SEED NANOPRIMING WITH SiO₂ NANOPARTICLES AS A NEW STRATEGY FOR INCREASING COLD STRESS TOLERANCE IN MAIZE

Agricultural Engineer Feyza ÇİFTÇİLER

Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Şanlıurfa,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-3781-7374>

Assist Prof. Eray ŞİMŞEK

Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Şanlıurfa,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4984-4223>

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is a cold-sensitive plant that experiences germination and emergence problems due to low temperatures during early cultivating time. This study was conducted to compare the effects of different forms of silicon applications (nano and bulk) on the germination performance of corn seeds under low-temperature (15°C) and optimal (25°C) conditions. In the study, corn seeds were primed with SiO₂ (bulk) and SiO₂ nanoparticles (NP) at doses of 0 (control), 100, 500, 1000, and 2000 ppm. The obtained data were used to analyze germination percentage, germination energy, germination rate index, mean germination time, and vigor index. According to the research findings, cold stress conditions at 15°C negatively affected all germination parameters in the control group compared to those at 25°C. However, SiO₂ NP applications mitigated this negative effect in a dose-dependent manner. 500 ppm SiO₂ NP application statistically significantly increased germination energy and vigor index at 15°C compared to the control group and other doses and shortened the average germination time. However, bulk SiO₂ applications did not provide the expected improvement under cold stress; on the contrary, they exhibited a phytotoxic effect at high doses of 1000 ppm and above, significantly reducing germination percentage and developmental parameters. In conclusion, it was determined that nano-sized silicon exhibited significantly superior performance compared to regular silicon in managing low-temperature stress due to its ease of penetration through the seed coat and increased surface area. Nanopriming with 100 and 500 ppm SiO₂ NP is recommended as an effective strategy for improving tolerance to cold stress in corn.

Key Words: Corn (*Zea mays* L.), Cold Stress, Nanopriming, Silicon Nanoparticles, Seed Germination

Note: This study was produced from a portion of the first author's master's thesis.

INTRODUCTION

Maize (*Zea mays* L.), a cornerstone of global food security, is a strategic crop due to its high yield potential and wide range of uses (**Erenstein et al., 2022**). However, being a C4 crop of subtropical origin, maize is quite sensitive to low temperatures, especially during germination and early seedling development (**Prasad et al., 1994**). Today, changing climate conditions and early planting practices adopted by producers to efficiently utilize the vegetation period increase the risk of seeds being exposed to temperatures below the critical threshold of 10-15°C (**Hussain et al., 2018; Sacks et al., 2010**). This situation, defined as "chilling stress". This leads to irregular water uptake in the seed, disruption of cell membrane integrity, accumulation of Reactive Oxygen Species (ROS), and ultimately, failure to achieve homogeneous emergence in the field. Therefore, the development of effective "seed priming" technologies to increase the tolerance of seeds to cold stress is among the priority goals of agricultural biotechnology (**Sobkowiak et al., 2016**).

Silicon (Si), one of the elements used in abiotic stress management in plants, is noteworthy for its protective effects under stress conditions, despite being classified as a "beneficial element" (**Abd-El-Aty et al., 2024; Ahmed et al., 2016; Devanna et al., 2021**). It is known that silicon polymerizes in cell walls to form a mechanical barrier, reduces water loss, and promotes antioxidant defense mechanisms. However, the low water solubility and limited penetration ability of conventional (bulk) silicon sources into plant tissues can limit the effectiveness of this element in agricultural applications (**Ivani et al., 2018**).

In recent years, "nanopriming" techniques, developed in conjunction with the integration of nanotechnology into agriculture, offer a powerful alternative to overcome these limitations (**Kalal et al., 2022; Mahakham et al., 2017**). Nanoparticles (NPs), with their sizes ranging from 1 to 100 nm and high surface-to-volume ratios, can penetrate the seed coat much faster and activate seed metabolism even at low doses (**Abdelrhim et al., 2021; Aboellail et al., 2023**). Although silicon nanoparticles (SiO₂ NPs) have been reported in the literature to be effective against stresses such as drought and salinity, studies comparing the effectiveness of nano and bulk forms under low-temperature stress in maize, and especially investigating possible phytotoxic effects at high doses, are limited. In this context, the study aims to comparatively investigate the effects of Nano-SiO₂ and Bulk-SiO₂ applied at different doses (0-2000 ppm) on the germination biology and seedling vigor of maize seeds under optimum (25°C) and low-temperature (15°C) conditions. The research aims to develop a sustainable agronomic strategy for sensitive maize genotypes by revealing the dose-dependent advantages of nanoscale materials in cold stress management.

METHODOLOGY

Plant Material and Chemicals

In this study, a hybrid maize variety seeds (the seeds were obtained from Agricultural Engineer Murat Acı at the GAP Agricultural Research Center, Şanlıurfa, Türkiye) were used as plant material. Nano-SiO₂ (particle size: 10-20 nm, purity: 99.5%, SigmaAldrich) and Bulk-SiO₂ (micro-sized, ~99%, 0.5-10 µm (approx. 80% between 1-5 µm) used in the study were obtained from (SigmaAldrich).

Sterilization Procedures

The glass petri dishes (9 cm diameter), filter papers, and distilled water used in the experiment were sterilized by autoclaving at 121°C and 1.1 atm pressure for 20 minutes prior to use. Seed surface sterilization was performed in stages. Maize seeds were first washed under running water to remove dust and residues, then soaked in 70% ethanol for 1-2 minutes. Afterwards, the seeds were rinsed in a 3% sodium hypochlorite (NaOCl) solution for 5 minutes to remove surface pathogens. After the process, the seeds were rinsed three times (2 minutes each) with sterile distilled water to remove chemical residues and then placed on blotting papers in a sterile cabinet to remove surface moisture and prepare them for sowing.

Seed Priming Process

Prior to the priming treatment, Silicon suspensions were prepared to ensure accurate dosing. Both bulk-SiO₂ and nano-SiO₂ powders were suspended in sterilized distilled water to obtain final concentrations of 100, 500, 1000, and 2000 ppm (mg L⁻¹). To ensure homogenous dispersion and prevent the agglomeration of nanoparticles, the prepared suspensions were subjected to ultrasonic vibration (sonication) for 30 minutes using an ultrasonic cleaner/bath before use. Distilled water without any silicon source was used as the control treatment (0 ppm, hydro-priming). The surface-sterilized corn seeds were fully immersed in the respective priming solutions with a seed-to-solution ratio of 1:5 (w/v) to ensure adequate moisture availability. The priming process was carried out in a dark incubator at a constant temperature of 25 ± 1°C for a duration of 12 hours. Following the treatment, the seeds were removed from the solutions and rinsed three times with distilled water to eliminate surface-adhered particles. Subsequently, the seeds were surface-dried using blotting paper and then air-dried at room temperature (22 ± 2°C) on laboratory benches. The drying process continued until the seeds reverted to their initial weight and moisture content (approx. 12-14%) to preventing the radicle protrusion prior to the germination tests.



Figure 1. Corn seeds primed with nano and bulk SiO₂.

Germination Tests

Germination trials were conducted using a Randomized Block Design with 3 replications. For each replication, 10 seeds were placed in sterile petri dishes (9 cm diameter) with double-layered filter paper at the bottom. The petri dishes were placed in climate chambers with two different temperature conditions (Optimum: 25°C and Low Temperature Stress: 15°C). Counts were made daily, with the criterion being that the radicle (rootlet) length reached 2 mm.



Figure 2. Germination media and incubator view.

Parameters Examined

The following physiological parameters were calculated using the obtained data (Aboellail et al., 2023).

Germination Rate (GR): Calculated as the ratio (%) of the total number of germinated seeds to the total number of seeds at the end of the 7th day (Khan et al., 2023).

Germination Energy (GE): Determined as the percentage of seeds that germinated on day 4 of the test.

Mean Germination Time (MGT): Calculated according to the formula proposed by Ellis and Roberts (1981):

$$MGT = \frac{\sum(n \times D)}{\sum n}$$

(Here n: number of seeds germinated on day D, D: number of days.)

Germination Rate Index (GRI): The Germination Rate Index (GRI) was calculated to evaluate the speed and synchronization of germination, according to the method described by Maguire (1962). The number of germinated seeds was recorded daily throughout the experiment duration. The index was determined using the following formula:

$$GRI = \Sigma \left(\frac{Gn}{Dn} \right) = \frac{G1}{D1} + \frac{G2}{D2} + \dots + \frac{Gn}{Dn}$$

Gn: Number of seeds germinated on a specific day (n).

Dn: The number of days from the start of the test until the nth count. In this calculation, a higher GRI value indicates faster and more uniform germination, reflecting greater seed vigor under the tested conditions.

Vigor Index (VI): The Seedling Vigor Index (VI) was calculated to provide a quantitative assessment of the robust growth potential of corn seeds under both optimal and low-temperature stress conditions. Following the method described by Abdul-Baki and Anderson (1973), the index combines germination capacity with seedling growth parameters.

At the end of the final count, the root and shoot lengths of all germinated seedlings from each replicate were measured, and the Mean Seedling Length (MSL) was determined. The Vigor Index was then derived using the following equation:

$$VI = GP \times MSL$$

VI: Vigor Index

GP: Germination Percentage (%)

MSL: Mean Seedling Length (Root length + Shoot length in cm)

Statistical Analysis

The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with a factorial arrangement of treatments and three replications. The factors consisted of two temperature levels (15°C and 25°C), two silicon forms (Nano and Bulk), and five concentration doses (0, 100, 500, 1000, and 2000 ppm). Prior to statistical analysis, the data obtained for germination percentage were subjected to arcsine transformation to ensure the homogeneity of variances and normal distribution. All data were then subjected to a multi-way Analysis of Variance (ANOVA) using the [SPSS] statistical software package (Version 20). The significance of the main effects (Temperature, Silicon Form, Dose) and their interactions (Temp × Form × Dose) was evaluated. Where the F-tests were significant, the differences between the treatment means were separated using Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) test at a significance level of $p \leq 0.05$. The results are presented as mean values ± standard error (SE).

CONCLUSION AND DISCUSSION

General Effect of Temperature Stress

When the findings were examined, it was observed that reducing the ambient temperature from 25°C to 15°C negatively affected all germination parameters in the control group (0 ppm) seeds. Low temperature stress decreased the germination percentage and vigor index, while statistically significantly increasing the mean germination time (MGT) (Figure 3).

Effect of Nano-SiO₂ Applications

Nano-SiO₂ applications showed a dose-dependent positive effect, especially under low temperature (15°C) conditions. When the graphs are examined (Figure 3), it is seen that the 500 ppm Nano-SiO₂ dose provided the highest values in terms of both germination energy and germination rate index (GRI). At 15°C, the 500 ppm Nano-SiO₂ application significantly increased the vigor index and shortened the germination time compared to the control group. Remarkably, even when the dose in nano form was increased to 2000 ppm, no sharp decrease in parameters (toxicity) was observed.

Effect and Toxicity of Bulk-SiO₂ Applications

In contrast, the situation was different with Bulk-SiO₂ applications. Although low doses (100 ppm) yielded results similar to or partially positive for the control group, increasing the dose created a serious phytotoxic effect on the seeds. In particular, 1000 ppm and 2000 ppm Bulk-SiO₂ applications dramatically reduced the germination percentage (to below 40%) and vigor index at both 15°C and 25°C. In the average germination time graphs (Bulk side), it is clearly seen that high doses delayed germination.

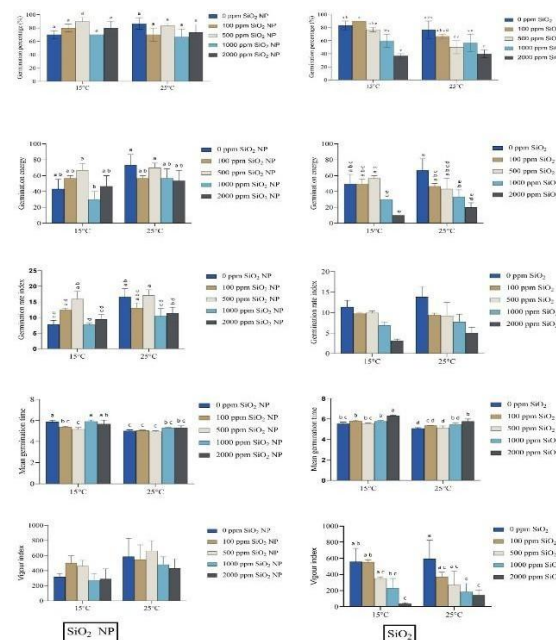


Figure 3. Effects of Nano-SiO₂ and Bulk-SiO₂ seed priming treatments applied at different doses (0, 100, 500, 1000, 2000 ppm) under optimum (25°C) and low temperature stress (15°C) conditions on germination performance and seedling development of maize (*Zea mays* L.) seeds. (Columns in the graphs represent mean values, and error bars represent standard error (±SE). Different letters on the columns indicate statistically significant differences at the $p < 0.05$ level according to the Tukey test).

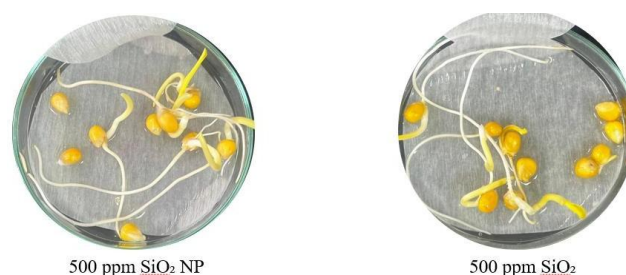


Figure 4. Difference performance of SiO₂ forms on germination

In our study, we found that Nano-SiO₂ provided a significant advantage over Bulk-SiO₂ in improving the germination performance of maize seeds under low-temperature stress. This can be explained by the physicochemical properties of nanoparticles. Nano-sized silicon (1-100 nm), thanks to its large surface area and small size, can easily penetrate through the pores in the seed coat (testa) and reach the embryo, activating metabolic activities even at low doses. In our findings, the application of 500 ppm Nano-SiO₂ at 15°C provided the highest vigor index, suggesting that this dose acted as a "threshold level". On the other hand, the sharp performance loss observed at doses of 1000 ppm and above in Bulk-SiO₂ applications is related to particle size and solubility problems. The entry of micro-sized bulk silicon into the seed is limited; It is hypothesized that high doses of the material accumulate on the seed surface (coating effect), clogging pores and restricting oxygen uptake by the seed, leading to hypoxia (oxygen deprivation). Furthermore, the osmotic potential created by high concentrations of bulk material around the seed may have inhibited water uptake (imbibition), reducing germination percentage and rate. These results are consistent with the thesis stated in the literature that 'nanoparticles can exhibit biostimulant effects at low doses and inhibitory effects at high doses/incorrect forms'.

REFERENCES

- Abd-El-Aty, M. S., Kamara, M. M., Elgamal, W. H., Mesbah, M. I., Abomarzoka, E. A., Alwutayd, K. M., Mansour, E., Ben Abdelmalek, I., Behiry, S. I., Almoshadak, A. S., & Abdelaal, K. (2024). Exogenous application of nano-silicon, potassium sulfate, or proline enhances physiological parameters, antioxidant enzyme activities, and agronomic traits of diverse rice genotypes under water deficit conditions. *Heliyon*, 10(5), e26077. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26077>
- Abdelrhim, A. S., Mazrou, Y. S. A., Nehela, Y., Atallah, O. O., El-Ashmony, R. M., & Dawood, M. F. A. (2021). Silicon Dioxide Nanoparticles Induce Innate Immune Responses and Activate Antioxidant Machinery in Wheat Against *Rhizoctonia solani*. *Plants* 2021, Vol. 10, Page 2758, 10(12), 2758. <https://doi.org/10.3390/PLANTS10122758>
- Aboellail, G., Mahdy, A., & Badr Eldin, R. M. (2023). Use of silicon nanoparticles as a seed-priming solution for increasing the germination and growth parameters of faba bean (*Vicia faba* L.) seedling under salinity stress. *Alexandria Journal of Agricultural Sciences*. <https://doi.org/10.21608/alexja.2023.237309.1046>
- Ahmed, M., Qadeer, U., Ahmed, Z. I., & Hassan, F. (2016). Improvement of wheat (*Triticum aestivum*) drought tolerance by seed priming with silicon. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(3), 299–315. <https://doi.org/10.1080/03650340.2015.1048235>
- Devanna, B. N., Mandlik, R., Raturi, G., Sudhakaran, S. S., Sharma, Y., Sharma, S., Rana, N., Bansal, R., Barvkar, V., Tripathi, D. K., Shivaraj, S. M., & Deshmukh, R. (2021). Versatile role of silicon in cereals: Health benefits, uptake mechanism, and evolution. *Plant Physiology and Biochemistry*, 165, 173–186. <https://doi.org/10.1016/J.PLAPHY.2021.03.060>

- Erenstein, O., Jaleta, M., Sonder, K., Mottaleb, K., & Prasanna, B. M. (2022). Global maize production, consumption and trade: Trends and R&D implications. *Food Security*, 14(5), 1295–1319. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>
- Hussain, H. A., Hussain, S., Khaliq, A., Ashraf, U., Anjum, S. A., Men, S., & Wang, L. (2018). Chilling and Drought Stresses in Crop Plants: Implications, Cross Talk, and Potential Management Opportunities. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00393>
- Ivani, R., Sanaei Nejad, S. H., Ghahraman, B., Astaraei, A. R., & Feizi, H. (2018). Role of bulk and Nanosized SiO₂ to overcome salt stress during Fenugreek germination (*Trigonella foenum-graceum* L.). *Plant Signaling & Behavior*, 13(7), e1044190. <https://doi.org/10.1080/15592324.2015.1044190>
- Kalal, P. R., Tomar, R. S., & Jajoo, A. (2022). SiO₂ nanoprimer protects PS I and PSII complexes in wheat under drought stress. *Plant Nano Biology*, 2, 100019. <https://doi.org/10.1016/j.plana.2022.100019>
- Khan, W., Shah, S., Ullah, A., Ullah, S., Amin, F., Iqbal, B., Ahmad, N., Abdel-Maksoud, M. A., Okla, M. k., El-Zaidy, M., Al-Qahtani, W. H., & Fahad, S. (2023). Utilizing hydrothermal time models to assess the effects of temperature and osmotic stress on maize (*Zea mays* L.) germination and physiological responses. *BMC Plant Biology*, 23(1), 414. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04429-y>
- Mahakham, W., Sarmah, A. K., Maensiri, S., & Theerakulpisut, P. (2017). Nanoprimer technology for enhancing germination and starch metabolism of aged rice seeds using phytosynthesized silver nanoparticles. *Scientific Reports*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08669-5>
- Prasad, T. K., Anderson, M. D., Martin, B. A., & Stewart, C. R. (1994). Evidence for Chilling-Induced Oxidative Stress in Maize Seedlings and a Regulatory Role for Hydrogen Peroxide. *The Plant Cell*, 6(1), 65–74. <https://doi.org/10.1105/tpc.6.1.65>
- Sacks, W. J., Deryng, D., Foley, J. A., & Ramankutty, N. (2010). Crop planting dates: An analysis of global patterns. *Global Ecology and Biogeography*, 19(5), 607–620. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00551.x>
- Sobkowiak, A., Jończyk, M., Adamczyk, J., Szczepanik, J., Solecka, D., Kuciara, I., Hetmańczyk, K., Trzcinska-Danielewicz, J., Grzybowski, M., Skoneczny, M., Fronk, J., & Sowiński, P. (2016). Molecular foundations of chilling-tolerance of modern maize. *BMC Genomics*, 17(1), 125. <https://doi.org/10.1186/s12864-016-2453-4>

A BIBLIOMETRIC APPROACH TO THE IMPORTANCE OF FISH OTOLITES IN HYDROBIOLOGICAL RESEARCH

Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK

Department of Hydrobiology, Biology, Faculty of Arts and Sciences, Harran University,
63300, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID: 0000-0001-7966-5678

ABSTRACT

Otoliths, also commonly known as ear stones, are found in the inner ear of bony fish. These hard-structured otoliths, composed of calcium carbonate crystals and organic matter, vary in size and shape across different fish species. Therefore, otoliths are used to determine the age, size, and species of fish. Data from otoliths of fish species are critical for sustainability in freshwater fishing, as they provide information on environmental conditions. This study uses bibliometric methods to analyze the academic literature on the subject, identifying key trends, influential publications, and emerging research areas. By analyzing a comprehensive dataset of academic articles from the Web of Science database, the study identifies the most cited articles, leading authors, and significant institutions contributing to the research. Using the Web of Science database, we identified all original articles on the subject between 2011 and 2025. After collecting relevant bibliographic and citation data, keywords, citation networks, and co-citations, the analysis was performed using VOSviewer software. A total of 4552 articles were retrieved from the Web of Science database. The articles were cited a total of 25,456 times (21,931 times excluding self-citations). The highest number of citations occurred in 2024 with 7341 citations in 322 articles. The Hirsch index is 72. In terms of the number of articles published by country, the USA led among 141 countries ($n = 1351$). Turkey ranked 18th with $n = 107$. The most active research area was “Marine Freshwater Biology” ($n = 2141$). The most prolific publisher was Wiley ($n = 858$). The journal with the most articles published was Fisheries Research ($n = 274$). In conclusion, this bibliometric analysis not only provides a historical overview of the field's development but also offers valuable insights into future research directions and policy implications for reaching the global subject area.

Keywords: Bibliometrics, Hydrobiology, Fish, Otolith

1. INTRODUCTION

Otoliths, commonly known as ear stones, are found in the inner ear of bony fish. These hard otoliths are composed of calcium carbonate crystals and organic matter (Geldiay and Balık, 2007). Different fish species have otoliths of varying sizes and shapes. Therefore, otoliths are used to determine the age, size, and species of fish (Campana, 2004).

Bibliometric analysis, being a powerful tool for examining scientific literature through quantitative measurements, offers valuable insights into the evolution of subject research (Xie et al., 2021). Bibliometric analysis provides a comprehensive understanding of how subject research has evolved, highlighting trends, themes, and influential studies, and highlighting new areas of interest that can shape future research agendas. The aim of this study is to conduct a bibliometric analysis of subject research, a systematic review of academic literature from a global perspective. Through this analysis, we aim to identify key research areas, highlight trends and shifts in focus, and identify those who have made significant contributions to the field.

In conclusion, this article presents information on studies conducted on fish otoliths, offering insights that can inform academic research and practical applications, and providing a clearer roadmap for future research on the subject.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Research Design and Search Methodology

A bibliographic review was conducted as a retrospective study using the bibliometric analysis method (Zhang et al., 2021). The Web of Science Core Collection (WoSCC) electronic database, which provides comprehensive and consistently exportable data and is widely used by scientists, was used to create the literature dataset. WoSCC was chosen as the primary data source for the study because of its long history as a reliable source for biomedical research and its ability to provide a strong and reliable foundation for research. Its ability to provide comprehensive citation data was emphasized.

2.2. Data Collection.

The data search terms were "Fish" AND "Otolith" (A Bibliometric Approach to the Importance of Fish Otoliths in Hydrobiological Research). To eliminate bias and account for frequent updates to the WoSCC database, the literature search was performed on a single day (November 24, 2025). The research was conducted between 2011 and November 24, 2025.

2.2.1 Standards for Study Selection

A comprehensive search in WoSCC using the terms "Fish" AND "Otolith" (A Bibliometric Approach to the Importance of Fish Otoliths in Hydrobiological Research) resulted in a total of 8,269 studies. Selecting a date range between 2011 and 2025 left 4,775 studies. Further searching by selecting "original articles" from the document type tab yielded 4,552 records.

2.2.2. Data collection

The primary data points were publication titles, publication years, names of journals in which the research was published, author names, keywords, names of the institutions to which the authors were affiliated, and countries of origin, and were extracted in plain text format. The analysis considered the total number of articles and total citations retrieved from the WoSCC database. WoS publications were saved as .txt files and subsequently exported to Microsoft Office Excel 2019 (Los Angeles, CA, USA) for further analysis.

2.3. Network analytics

In this bibliometric study, VOSviewer (version 1.6.10, Leiden University, Netherlands) was used to import data and identify trends, collaborations, and key findings. The software was also used to collect and analyze data related to authorship, links, keywords, citations, and thematic words. The program aided in the analysis of keywords, concurrent uses, citations, co-authorship, and co-citations.

3. RESULTS

During the study period from 2011 to 2025, publications were produced in nine languages. The most common language used was English (Table 1).

Table 1. The languages in which articles were published.

Languages	Record Count	% of 4552
English	4,498	98814%
Japanese	24	0.527%
Spanish	17	0.373%
French	4	0.088%
Portuguese	4	0.088%
Turkish	2	0.044%
German	1	0.022%
Polish	1	0.022%
Russian	1	0.022%

A total of 141 countries/regions have been published in the period from 2011 to 2025. The ten countries with the most publications are shown in Table 2.

Table 2. Most productive countries

Countries/Regions	Record Count	% of 4.552
USA	1,351	29679%
AUSTRALIA	518	11380%
FRANCE	367	8062%
JAPAN	326	7162%
CANADA	299	6569%
PEOPLES R CHINA	292	6415%
GERMANY	257	5646%
SPAIN	247	5426%
BRAZIL	230	5053%
ITALY	204	4482%

Over the course of the study, which ranged from 2011 to 2025, 75 independent research areas were discovered. Table 3 shows the most intensively explored areas.

Table 3. Most active research areas

Research Areas	Record Count	% of 4552
Marine Freshwater Biology	2,141	46983%
Fisheries	1,754	38490%
Environmental Sciences Ecology	1,063	23327%
Oceanography	745	16348%
Zoology	445	9765%
Science Technology Other Topics	266	5837%
Biodiversity Conservation	183	4016%
Geology	153	3357%
Paleontology	153	3357%
Evolutionary Biology	94	2063%

Showing first 10 out entries

In the years between 2011 and 2025, a total of 3270 affiliations have been published. Table 4 presents the affiliations of the ten journals with the highest number of publications.

Table 4. Most prolific affiliations

Affiliations	Record Count	% of 4.552
NATIONAL OCEANIC ATMOSPHERIC ADMIN NOAA USA	299	6569%
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS	221	4855%
UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR	173	3801%
UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY	146	3207%
IFREMER	139	3054%
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT IRD	134	2944%
UNIVERSITY OF CALIFORNIA SYSTEM	133	2922%
JAPAN FISHERIES RESEARCH EDUCATION AGENCY FRA	125	2746%
UNIVERSITY OF TOKYO	118	2592%
ADELAIDE UNIVERSITY	109	2395%

Between 2011 and 2025, ten entries were detected, representing 215 different publishers. Table 3 lists the most prolific publishers.

Table 5. Most prolific publishers

Publishers	Record Count	% of 4552
Wiley	858	18828%
Elsevier	838	18389%
Springer Nature	542	11894%
Inter-Research	180	3950%
Taylor & Francis	179	3928%
Oxford Univ Press	150	3292%
Mdpi	130	2853%
Csiro Publishing	126	2765%
Public Library Science	111	2436%
Canadian Science Publishing	100	2194%

Showing first 10 out entries

A total of 585 publication titles published on the topic. Table 6 includes the 10 journals with the most publications.

Table 6. Journals publishing the most articles

Journals	Record Count	% of 4552
FISHERIES RESEARCH	274	6013%
JOURNAL OF FISH BIOLOGY	227	4981%
MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES	145	3182%
CANADIAN JOURNAL OF FISHERIES AND AQUATIC SCIENCES	132	2897%
ENVIRONMENTAL BIOLOGY OF FISHES	124	2721%
MARINE AND FRESHWATER RESEARCH	118	2589%
JOURNAL OF APPLIED ICHTHYOLOGY	110	2414%
PLOS ONE	110	2414%
ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE	95	2085%
ESTUARINE COASTAL AND SHELF SCIENCE	85	1865%

Showing 10 out of entries

The articles evaluated (a total of 4552 articles) have been cited a total of 25,456 times (excluding self-citations, which were 21,931). The highest number of citations occurred in 2024, with 7341 citations across 322 articles.

The size of the bubbles was proportional to the amount of research done in each country in the network representation of bibliographic coupling between nations. The width of the lines connecting the countries indicates the degree to which they are linked, while the colours of the lines indicate the cluster to which each country is assigned. For this study, we have included at least one document and one citation from each country (Figure 3).

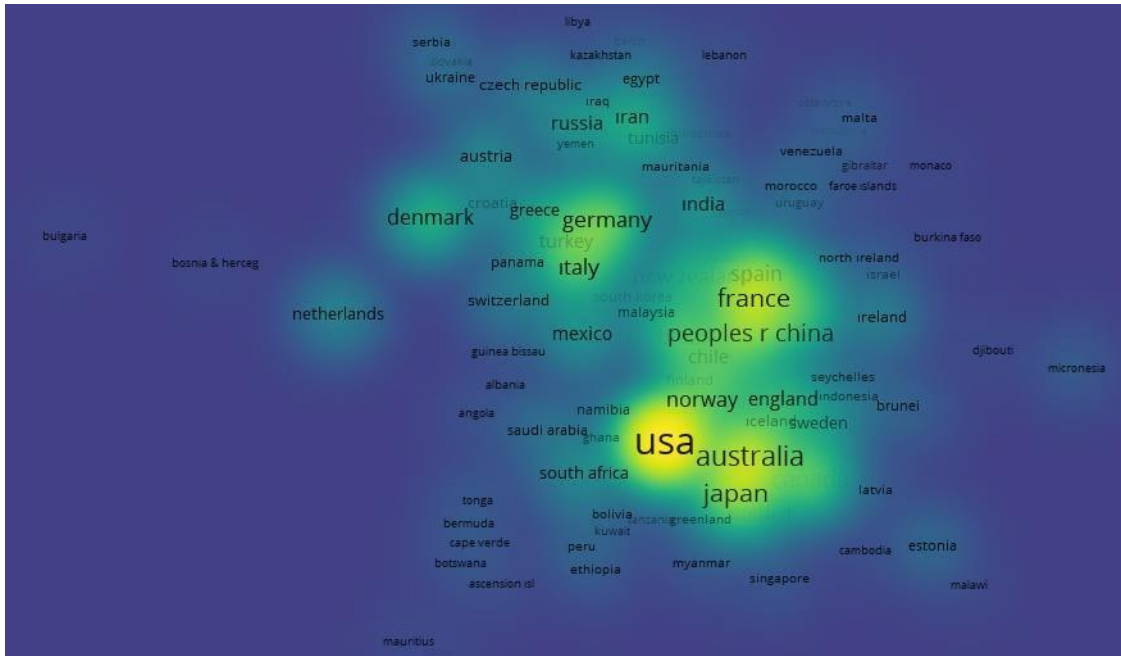


Figure 3. Network visualisation of bibliographic coupling between countries

The relationship between authors with at least five publications and at least five citations is shown in Figure 4.

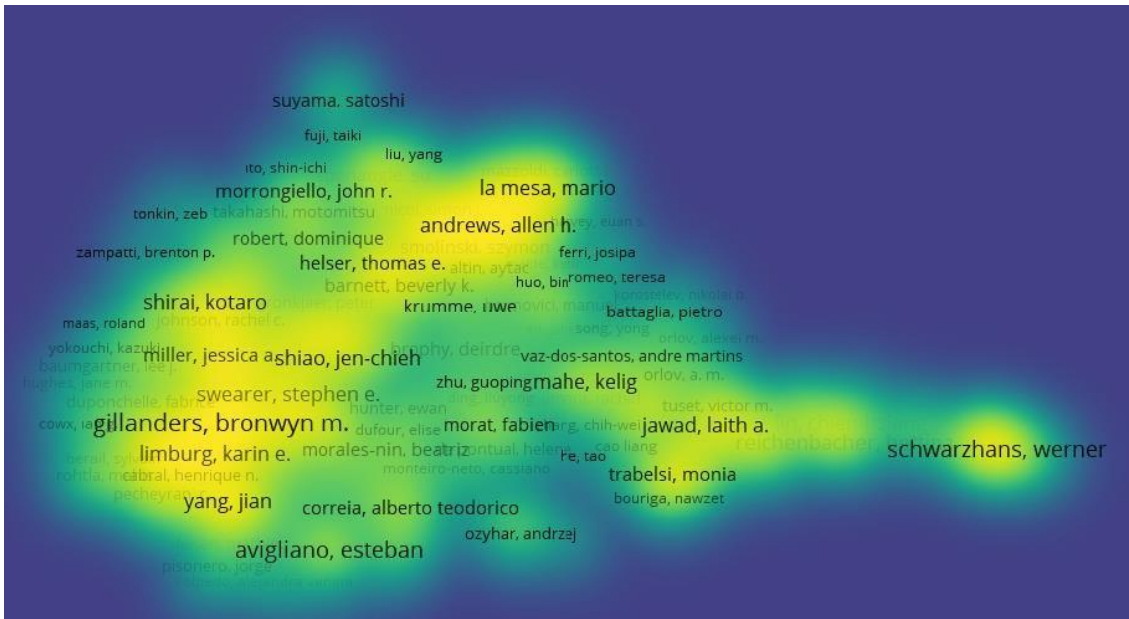


Figure 4. The relationships between authors

4. DISCUSSION

In this study, 4,552 articles on hydrobiological research on fish otoliths, found in the Web of Science (WoS) database between 2011 and 2025, were analyzed using bibliometric methods. The findings show that the critical role of otoliths in fish biology and fisheries management is receiving increasing attention in the academic literature. In particular, the total number of citations (25,456) and a high H-index value of 72 prove that the subject is not only a theoretical research area but also a field of study with high citation potential and a strong impact factor. Considering the fundamental role of otoliths in age and growth determination, this increasing trend aligns with Campana's (2005) prediction that "otolith science will be at the center of fisheries management in the 21st century."

Beyond bibliometric data, the content evolution of the articles examined shows that otolith research is shifting from classical age determination methods (growth ring counting) to more complex analyses. The increasing number of publications, particularly in the 2011-2025 period, is related to the perception of otoliths as a "biological black box" or "environmental recorder" that records the life history of fish due to their metabolically inert structure (Elsdon et al., 2008). The high citation rates revealed in our analysis demonstrate that researchers are focusing on stock separation and population dynamics using advanced techniques such as otolith shape analysis (morphometry) and otolith microchemistry (elemental analysis). The species-specific characteristics of otolith morphology in different fish species have enabled the use of otoliths as a reliable biomarker in taxonomic classification and in the nutritional analysis of fully digested predator fish (Tuset et al., 2008). Furthermore, in this period of increasing discussions on global climate change, the analysis of trace elements (e.g., Sr:Ca ratios) in otoliths makes significant contributions to the literature in understanding the physiological responses of fish to changes in water temperature and pollution.

Country-based analyses reveal that the United States dominates the field with 1,351 publications. This can be explained by the large amount of funding the US allocates to marine and inland fisheries management and its long-term monitoring programs (Bornmann et al., 2021). Turkey's 18th place ranking among 141 countries with 107 publications indicates that hydrobiological research in our country has a globally competitive potential, but that increased international cooperation is necessary to close the quantitative gap with the top-ranking countries (USA, China, Australia, etc.). Considering Türkiye's location surrounded by seas on three sides and its rich inland water resources, increasing the number of otolith-based research studies is vital for sustainable fisheries policies (Turan et al., 2016).

The fact that "Marine Freshwater Biology" (n=2,141) is by far the most prevalent field in the disciplinary distribution of publications, and that Fisheries Research (n=274) is the journal with the most publications, indicates that otolith studies are directly related to applied fisheries science. This finding supports the fact that otolith analyses are not only taxonomic data but also a practical tool for stock estimation and environmental monitoring (Begg et al., 2005). Furthermore, the citation and article density for 2024, as determined in our study, indicates that otolith microchemistry and growth ring analyses have become a current "hot topic" in understanding the impact of global climate change on aquatic organisms.

5. CONCLUSION

In conclusion, this analysis using VOSviewer demonstrates the evolution of otolith research into a multidisciplinary field. The leadership of major publishers like Wiley and established journals like Fisheries Research serves as a guiding criterion for researchers in selecting target journals. Future studies are recommended to prioritize research incorporating advanced techniques such as otolith chemistry and genetics, rather than solely relying on classical methods like age and length determination, in order to increase the impact of publications with a Turkish address.

Limitations

One limitation of this study is its reliance on the Web of Science database. This database may have excluded some relevant articles from other databases or grey literature, thus missing important perspectives on the study, A Bibliometric Approach to the Importance of Fish Otoliths in Hydrobiological Research. The exclusion of case reports and other document types may have led to underrepresentation of specific research trends or reviews that could complement the primary research findings. Furthermore, since the study only included publications in English and a few other languages, significant contributions from non-English speaking regions may have been excluded. Using citation counts and h-indexes as primary metrics may not fully reflect the qualitative impact of research. These metrics tend to favor older, more cited studies compared to newer, more innovative studies.

6. REFERENCES

- Begg, G. A., Campana, S. E., Fowler, A. J., & Suthers, I. M. (2005). Otolith research: past, present and future. *Marine and Freshwater Research*, 56(5), 477-483.
- Bornmann, L., Haunschild, R., & Mutz, R. (2021). Growth rates of modern science: A bibliometric analysis based on the number of publications and cited references. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 72(10), 1310-1326.
- Campana, S. E. (2005). Otolith science entering the 21st century. *Marine and Freshwater Research*, 56(5), 485-495.
- Campana, S. E. 2004. Photographic Atlas of Fish Otoliths of the North-West Atlantic Ocean. NRC Research Press.
- Elsdon, T. S., Wells, B. K., Campana, S. E., Gillanders, B. M., Jones, C. M., Limburg, K. E., ... & Walther, B. D. (2008). Otolith chemistry to describe movements and life-history parameters of fishes: hypotheses, assumptions, limitations and inferences. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 46, 297-330.
- Geldiay, R., Balık, S. (2007). Türkiye Tatlısu Balıkları (Ders Kitabı). V. Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir. 644 s.
- Turan, C., Gürlek, M., Başusta, N., & Uyan, A. (2016). *Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Tuset, V. M., Lombarte, A., & Assis, C. A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72(S1), 7-198.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538.
- Xie, H., Wen, Y., Choi, Y., & Zhang, X. (2021). Global trends on subject research: A bibliometric analysis. *Land*, 10(2), 119.
- Zhang, J. Z., Srivastava, P. R., Sharma, D., & Eachempati, P. (2021). Big data analytics and machine learning: A retrospective overview and bibliometric analysis. *Expert Systems with Applications*, 184, 115561.

EXPLORING FISH OTOLITHS IN TIGRIS RIVER RESEARCH: A BIBLIOMETRIC APPROACH

Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK

Department of Hydrobiology, Biology, Faculty of Arts and Sciences,

Harran University, 63300, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID: 0000-0001-7966-5678

ABSTRACT

Otoliths, also commonly known as ear stones, are found in the inner ear of bony fish. Composed of calcium carbonate crystals and organic matter, these hard-structured otoliths vary in size and shape across different fish species. Therefore, otoliths are used to determine the age, size, and species of fish. Data on otoliths of fish species in the Tigris River is a critical issue for sustainability in inland fisheries, as it provides information for determining environmental conditions. This study uses bibliometric methods to analyze the academic literature on the Discovery of Fish Otoliths in the Tigris River, identifying key trends, influential publications, and emerging research areas in the field. By analyzing a comprehensive dataset of academic articles from the Web of Science database, the study identifies the most cited articles, leading authors, and key institutions contributing to the research on the Discovery of Fish Otoliths in the Tigris River. Using the Web of Science database, we identified all original articles, reviews, books, and book chapters on the Discovery of Fish Otoliths in Tigris River Research between 1975 and 2025. After collecting relevant bibliographic and citation data, keywords, citation networks, and co-citations, the analysis was performed using VOSviewer software. A total of 69 articles were retrieved from the Web of Science database. The articles were cited a total of 1,099 times (1,095 times excluding self-citations). The highest number of citations occurred in 2017 with 9 citations. The Hirsch index is 16. Among 26 countries, the USA led in the number of published articles ($n = 16$). Turkey ranked 4th with 5 articles. The most active research area was "Fisheries" ($n = 25$). The most prolific publisher was Wiley ($n = 18$). The journal with the most published articles was the Journal of FishBiology ($n: 5$). In conclusion, this bibliometric analysis not only provides a historical overview of the field's development but also offers valuable insights into future research directions and policy implications for reaching the global subject area.

Keywords: Bibliometrics, Tigris River, Fish, Otolith.

1. INTRODUCTION

Otoliths, commonly known as ear stones, are found in the inner ear of bony fish. These hard otoliths are composed of calcium carbonate crystals and organic matter (Geldiay and Balık, 2007). Different fish species have otoliths of varying sizes and shapes. Therefore, otoliths are used to determine the age, size, and species of fish (Campana, 2004).

Bibliometric analysis, being a powerful tool for examining scientific literature through quantitative measurements, offers valuable insights into the evolution of research on the Discovery of Fish Otoliths in the Tigris River (Xie et al., 2021). Bibliometric analysis provides a comprehensive understanding of how research on the Discovery of Fish Otoliths in the Tigris River has evolved, highlighting trends, themes, and influential studies, and emphasizing new areas of interest that can shape future research agendas. The aim of this study is to conduct a bibliometric analysis of research on the Discovery of Fish Otoliths in the Tigris River, providing a systematic review of the academic literature from a global perspective. Through this analysis, we aim to identify key research areas, highlight trends and shifts in focus, and identify those who have made significant contributions to the field.

In conclusion, this article provides information on studies conducted on otoliths of fish living in the Tigris River, offering insights that can inform academic research and practical applications, and providing a clearer roadmap for future research on the discovery of fish otoliths in the Tigris River.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Research Design and Search Methodology

A bibliographic (retrospective) review was conducted using the bibliometric analysis method (Zhang et al., 2021). The Web of Science Core Collection (WoSCC) electronic database, which provides comprehensive and consistent exportable data and is widely used by scientists, was used to create the literature dataset. WoSCC was chosen as the main data source for the study because of its long history as a reliable source for biomedical research and its ability to provide a strong and reliable foundation for research. Its ability to provide comprehensive citation data was emphasized.

2.2. Data Collection

The data search terms were "Fish" AND "Otolith" AND "Tigris" (Discovery of Fish Otoliths in Tigris River Research: A Bibliometric Approach). To eliminate bias and account for frequent updates to the WoSCC database, the literature search was performed on a single day (November 24, 2025). The research was conducted between 1975 and November 24, 2025.

2.2.1 Standards for Study Selection

A comprehensive search in WoSCC using the terms "Fish" AND "Otolith" AND "Tigris" (Discovery of Fish Otoliths in Tigris River Research: A Bibliometric Approach) resulted in the identification of a total of 109 studies. Subsequently, by selecting original articles, reviews, books, and book chapters from the document type tab, the search yielded 69 records.

2.2.2. Data collection

The primary data points were publication titles, publication years, names of journals in which the research was published, author names, keywords, names of the institutions to which the authors were affiliated and countries of origin and were extracted in plain text format. The analysis considered the total number of articles and total citations retrieved from the WoSCC database. WoS publications were saved as .txt files and subsequently exported to Microsoft Office Excel 2019 (Los Angeles, CA, USA) for further analysis.

2.3. Network analytics

In this bibliometric study, VOSviewer (version 1.6.10, Leiden University, Netherlands) was used to import data and identify trends, collaborations, and key findings. The software was also used to collect and analyze data related to authorship, links, keywords, citations, and thematic words. The program aided in the analysis of keywords, concurrent uses, citations, co-authorship, and co-citations.

3.RESULTS

During the study period from 1975 to 2025, publications were produced in four languages. The most common language used was English (Table 1).

Table 1. The languages in which articles were published.

Languages	RecordCount	% of 69
English	61	88406%
Japanese	4	5797%
French	3	4348%
German	1	1449%

A total of 26 countries/regions have been published in the period from 1975 to 2025. The ten countries with the most publications are shown in Figure 1.

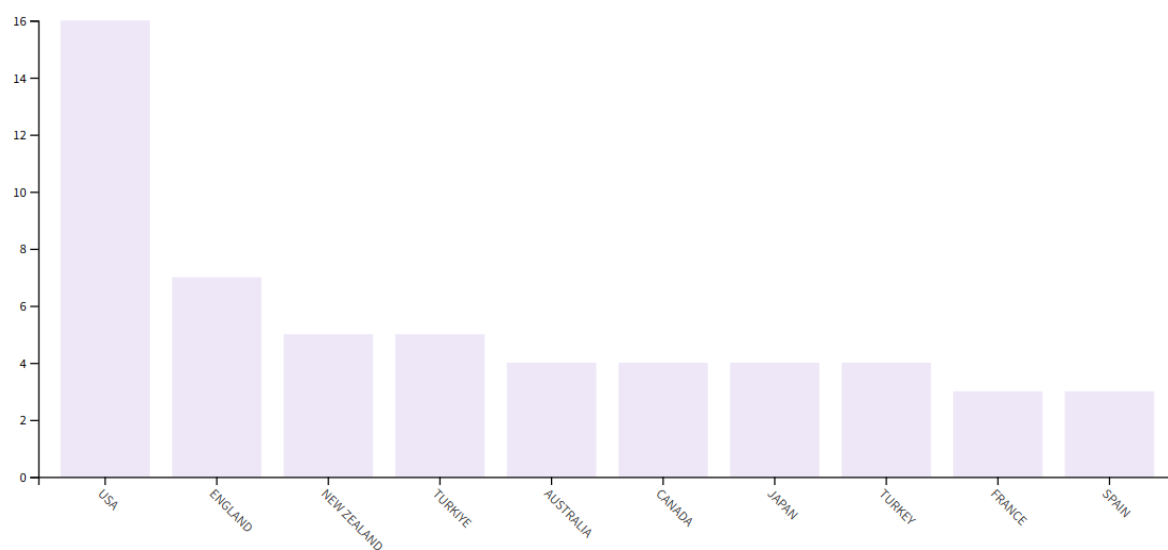


Figure 1.Most productive countries

Over the course of the study, which ranged from 1975 to 2025, 33 independent research areas were discovered. Table 2 shows the most intensively explored areas.

Table 2.Most active research areas

ResearchAreas	RecordCount	% of 69
Fisheries	21	30435%
Marine Freshwater Biology	18	26087%
Environmental Sciences Ecology	11	15942%
Zoology	11	15942%
Literature	5	7246%
Veterinary Sciences	5	7246%
Anatomy Morphology	4	5797%
Physiology	4	5797%
Biochemistry Molecular Biology	3	4348%
History	3	4348%

Showing first 10 out entries

In the years between 1975 and 2025, a total of 93 affiliations have been published. Figure 2 presents the affiliations of the ten journals with the highest number of publications.



Figure 2.Most prolific affiliations

Between 1975 and 2025, ten entries were detected, representing 35 different publishers. Table 3 lists the most prolific publishers.

Table 3.Most prolific publishers

Publishers	RecordCount	% of 69
Wiley	18	26087%
Elsevier	8	11594%
Springer Nature	5	7246%
Cambridge UnivPress	3	4348%
Japan Soc Sci Fisheries Tokyo Univ Fisheries	3	4348%
Amer Fisheries Soc	2	2899%
Taylor & Francis	2	2899%
Athabasca Univ Press	1	1449%
Biodiversity Research Center, Acad Sinica	1	1449%
Consejo Superior Investigaciones Cientificas-Csic	1	1449%

Showing first 10 outentries

A total of 2,643 articles have been published on the topic. Table 4 includes the 10 journals with the most publications.

Table 4. Journals publishing the most articles

Journals	RecordCount	% of 69
Journal of Fish Biology	5	7246%
Acta Zoologica	2	2899%
Anatomia Histologia Embryologia	2	2899%
Bulletin of The Japanese Society of Scientific Fisheries	2	2899%
Comparative Biochemistry and Physiology a Molecular Integrative Physiology	2	2899%
Nippon Suisan Gakkaishi	2	2899%
Acta Biomaterialia	1	1449%
African Journal of Aquatic Science	1	1449%
Age and Growth of Fishes Principles and Techniques	1	1449%
Aquaculture Farming Aquatic Animals and Plants	1	1449%

Showing 10 out of entries

The evaluated articles generated a total of 1,099 citations (of which 1,095 were self-citations), giving an average h-index of 16. Highest number of citations (67) and publications (9) was found in 2017 (Figure 3).

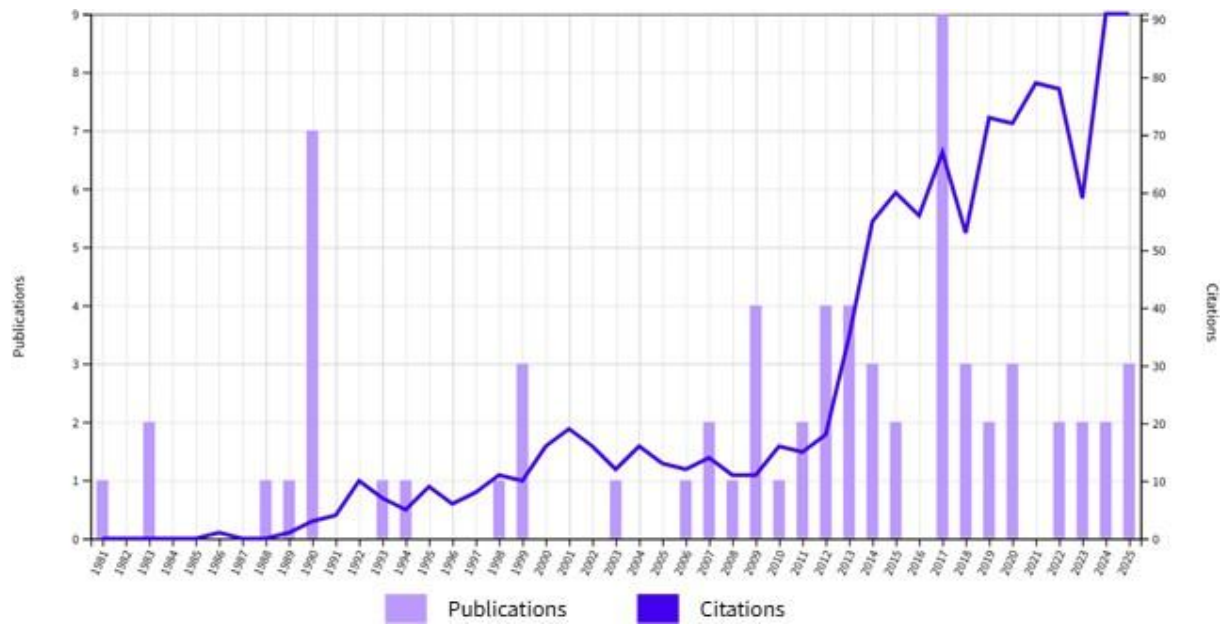


Figure 3. Publication and citation frequency

As shown in Figure 4, our bibliometric study has revealed the most frequently used keywords. It was found that the font size of the keywords was closely proportional to the frequency with which they were repeated in the articles.

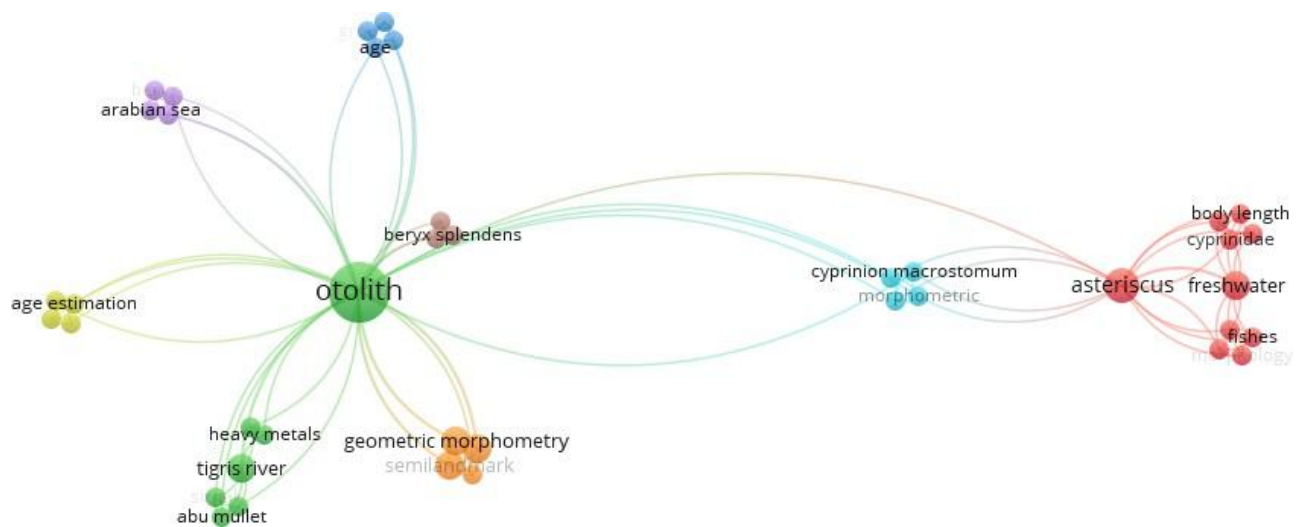


Figure 4. Key Word visualization map of articles

The size of the bubbles was proportional to the amount of research done in each country in the network representation of bibliographic coupling between nations. The width of the lines connecting the countries indicates the degree to which they are linked, while the colours of the lines indicate the cluster to which each country is assigned. For this study, we have included at least one document and one citation from each country (Figure 5).

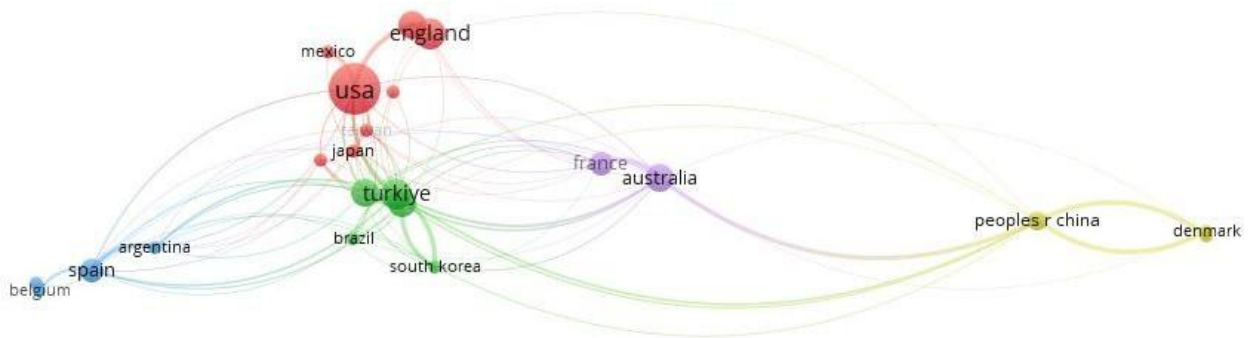


Figure 5. Network visualisation of bibliographic coupling between countries

The relationship between authors with at least five publications and at least five citations is shown in Figure 6.

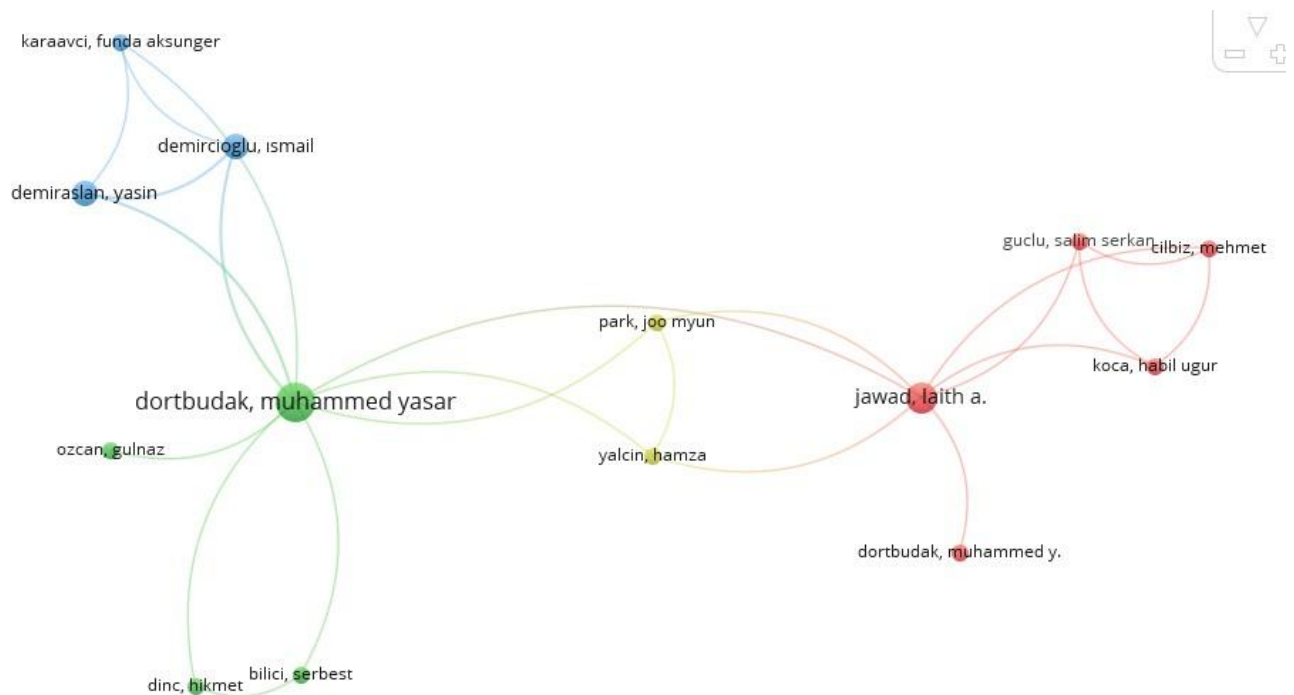


Figure 6. The relationships between authors

4. DISCUSSION

This bibliometric review reveals that otolith research conducted in the Tigris River has gained significant momentum in the last fifteen years. The increase in the number of publications, especially in the post-2020 period, can be attributed both to the increased visibility of regional environmental pressures and to the expansion of the application area of otolith analysis in fish biology, climate change, and environmental toxicity studies. A study published in 2025, entitled “Analysis of mineral and heavy metals in fish otoliths in the Tigris River, Turkey,” reported mineral and heavy metal analyses in otoliths of numerous fish species obtained from the Tigris River (Gümgüm

et al., 1994). While a significant portion of the literature is concentrated in segments of the Tigris basin in Turkey, such as Şırnak, Batman and Diyarbakır; studies on heavy metal and water-sediment pollution indicate that the impact of human, mining or industrial activities on the river's riparian and dam regimes is being investigated. For example, studies examining heavy metal accumulation in water, sediment, and fish tissues in the region are noteworthy (Dörtbudak et al., 2025; Dinç & Dörtbudak, 2020).

On the other hand, studies on otolith biometry in the Tigris River in Turkey, including biometric analysis of otoliths of fish species, have been published (Dörtbudak & Özcan, 2018; Dörtbudak & Özcan, 2015; Dörtbudak & Özcan, 2019). This situation confirms the increasing scientific interest in the Tigris system in terms of both public health/environmental pollution and taxonomy-morphology.

The most prominent thematic cluster in the research has been otolith morphology and geometric morphometry (Aksunger Karaavci et al., 2025; Dörtbudak et al., 2025; Dörtbudak et al., 2022). These shape analyses performed on species endemic to the Tigris-Euphrates system, such as *Capoeta trutta* and *Capoeta umbla*, offer significant contributions to species differentiation and understanding population structure (Dörtbudak et al., 2025). However, the scarcity of studies in this field in Turkey indicates that otolith morphometry studies remain limited, revealing a gap in potential research that needs to be expanded.

The second strong cluster of studies is heavy metal and mineral content analysis. In particular, otolith-based heavy metal/microchemistry analyses that have emerged in recent years have shown that otoliths can be used for environmental monitoring. For example, in the 2025 study, metals such as Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, and Zn were measured in the otoliths of numerous fish species, and the findings revealed that otolith microchemistry can be a strategic tool in ecological and pollution monitoring. However, pollution studies related to the river have generally focused on water, sediment, or fish tissues; otolith analyses are rarer. For example, studies showing metallic accumulation in water, sediment, and fish muscle/organs have been conducted in the Tigris River for years. This shows that multi-analytical, integrated studies such as “otolith and environmental factors” are still lacking (Gümgüm et al., 1994).

Recently, studies have also been conducted on biometric relationships between otoliths and body size in fish species, and on bilateral asymmetry of otoliths in fish species (Dörtbudak et al., 2023, Jawad et al., 2023).

Studies on age-growth and otolith-length relationships are still underrepresented in the literature, particularly concerning the Tigris River. This area is critical for determining the population dynamics of economically important and endemic fish species in the river, as well as sustainable fishing and conservation strategies. Given the limited number of such studies in the current literature, addressing this need is recommended. In addition, topics such as monitoring fish migration routes, habitat change, or the impact of dams using otolith microchemistry also appear to be insufficiently researched. This represents a significant research gap in the ecology of the Tigris River under anthropogenic pressures.

In conclusion, this bibliometric review shows that studies of Tigris River otoliths are still a developing but increasingly specialized field of research. Although the current literature offers a strong thematic diversity including morphometry, microchemistry, toxicity, and water-sediment metal analyses, most studies are either based on small sample sets, limited species ranges, or concentrated on fish tissues, water, and sediment.

There appears to be a significant deficiency in otolith-based, longitudinal, and multi-analytical approaches. Therefore, the development of multi-center sampling plans, long-term datasets, multi-analytical approaches integrating otolith microchemistry, morphometry, physiology, and ecology parameters, and joint research programs among regional countries (Turkey & Iraq) will significantly contribute to the field for future studies.

5. CONCLUSION

This bibliometric analysis provides valuable insights into the field of research on the Discovery of Fish Otoliths in the Tigris River, evolving from 1975 to 2024. The significant increase in publications and citations, driven by factors such as climate change, biodiversity, and energy transitions, reflects the growing global interest in the Discovery of Fish Otoliths in the Tigris River. The study highlights key research areas such as how Tigris River fish studies intersect with sustainable fish production and alternative food sources, suggesting a shift towards more interdisciplinary approaches. Going forward, it will be vital to foster global collaboration and focus on emerging challenges to address the complex and interconnected nature of the subject and to ensure a sustainable alternative food system for the future.

Limitations

One limitation of this study is its reliance on the Web of Science database. This database may have excluded some relevant articles from other databases or grey literature, thus overlooking important perspectives on the Discovery of Fish Otoliths in the Tigris River research. The exclusion of case reports and other document types may have led to underrepresentation of certain research trends or reviews that could complement the primary research findings. Furthermore, since the study only covers publications in English and a few other languages, significant contributions from non-English speaking regions may have been excluded. The use of citation counts and h-indexes as baseline measures may not fully reflect the qualitative impact of the research. These measures tend to favor older and more widely cited studies compared to newer and more innovative studies.

6. REFERENCES

- Aksunger Karaavci, F., Demiraslan, Y., Dortbudak, M. Y., & Demircioglu, I. (2025). Geometric Analysis of *Luciobarbus barbulus* (Heckel 1847) Otoliths With Body Shape. *Veterinary Medicine and Science*, 11(4), e70333.
- Campana, S. E. 2004. Photographic Atlas of Fish Otoliths of the North-West Atlantic Ocean. NRC Research Press.
- Dinç, H., & Dörtbudak, M. Y. (2020). Investigation of toxic effects of heavy metal level in Atatürk Dam. *Experimental and Applied Medical Science*, 1(1), 23-28.
- Dörtbudak MY. & Özcan G. (2018). Relationship of Otolith Size to Standard Length of the Tigris Bream (*Acanthobrama marmid* (Heckel. 1843)) in Tigris River Sırnak. Proceedings of International Marine & Freshwater Sciences Symposium; 2018 Oct 18-21; Kemer-Antalya, Turkey. 2018; 139-143.
- Dörtbudak, M. Y., & Özcan, G. (2015). Relationship Between Otolith Length and Fish Length of Shiraz Barb (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843 in İkizce Stream (Sırnak). *Aquaculture Studies*, 15(1), 067-072.

- Dörtbudak, M. Y., & Özcan, G. (2019). Relationship of Otolith Size to Standard Length of the *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) in Tigris River, Şırnak, Turkey. In International Biodiversity & Ecology Sciences Symposium. E-book on 22.10. 2019.
- Dörtbudak, MY, Özcan, G. (2019). Otolit- Abu Mullet'in (*Planiliza abu* (Heckel, 1843)) Dicle Nehri, Şırnak, Türkiye'deki Vücut Uzunluğu İlişkisi. Fresenius Çevre Bülteni, 28 (10), s. 7088-7091.
- Dörtbudak, M. Y., Demiraslan, Y., & Demircioğlu, İ. (2022). Geometric analysis of otoliths in *Cyprinion kais* and *Cyprinion macrostomus*. Anatomia, Histologia, Embryologia, 51(6), 696-702.
- Dörtbudak, M. Y., Demiraslan, Y., Demircioğlu, İ., & Karaavcı, F. A. (2025). Shape Analysis of Otoliths of *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) and *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) Species by Geometric Morphometry. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22(1), 7-12.
- Dörtbudak, M. Y., Dinç, H., & Bilici, S. (2025). Analysis of mineral and heavy metals in fish otoliths in the Tigris River, Turkey. *Revista Científica de la Facultade de Veterinaria*, 35(1).
- Dörtbudak, M. Y., Jawad, L. A., Yalçın, H., & Park, J. M. (2023). Biometric relation between body size and otolith size of *Cyprinion kais* and *C. macrostomum* collected from Tigris River, Şırnak Province, Türkiye. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 52(2), 221-227.
- Geldiay, R., Balık, S. (2007). Türkiye Tatlısu Balıkları (Ders Kitabı). V. Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir. 644 s. Gümgüm, B., Tez, Z., & Gülsün, Z. (1994). Heavy metal pollution in water, sediment and fish from the Tigris River in Turkey. *Chemosphere*, 29(1), 111-116.
- Jawad, L. A., Dörtbudak, M. Y., Yalçın, H., & Park, J. M. (2023). Bilateral asymmetry in asterisci otoliths of *Cyprinion kais* and *C. macrostomum* (*Cypriniformes*, *Cyprinidae*) collected from Tigris River, Şırnak region, Türkiye. *Zoodiversity*, 57(5).
- Xie, H., Wen, Y., Choi, Y., & Zhang, X. (2021). Global trends on subject research: A bibliometric analysis. *Land*, 10(2), 119.
- Zhang, J. Z., Srivastava, P. R., Sharma, D., & Eachempati, P. (2021). Big data analytics and machine learning: A retrospective overview and bibliometric analysis. *Expert Systems with Applications*, 184, 115561.

INVESTIGATION OF THE DIFFERENCES IN SHAPE AND SIZE OF *GARRA RUF*A (HECKEL, 1843) OF DIFFERENT LOCALITIES OF THE TIGRIS AND EUPHRATES RIVER SYSTEMS

Assoc. Prof. Dr. Serbest BİLİCİ

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Şırnak University, 73000, Şırnak, Türkiye, ORCID: 0000-0002-3787-4452,

Assoc. Prof. Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK

Department of Hydrobiology, Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Harran University, 63300, Şanlıurfa, Türkiye, ORCID: 0000-0001-7966-5678,

Prof. Dr. Alaettin KAYA

Department of Basic Science, Faculty of Veterinary Medicine Faculty, Dicle University, 21280, Diyarbakır, Türkiye, ORCID: 0000-0001-6798-9413.

Asst. Prof. Dr. Tarık ÇİÇEK

Department of Biology, Faculty of Science, Dicle University, 21000, Diyarbakır, Türkiye, ORCID: 0000-0001-8491-5598,

Prof. Dr. Erhan ÜNLÜ

Department of Biology, Faculty of Science, Dicle University, 21000, Diyarbakır, Türkiye, ORCID: 0000-0001-5453-6140.

ABSTRACT

This study was conducted between January 2020 and December 2021 to reveal variations among localities in the external body morphology of 88 individuals of the *Garra rufa* (Heckel, 1843) species, belonging to the Cyprinidae family, captured from 12 different localities in the Tigris and Euphrates River system. These specimens were photographed laterally with a Sony digital camera after being brought to the laboratory. Fourteen landmarks were captured from the photographs using tpsDig ver. 2.32, and Procrustes ANOVA, Principal Component Analysis (PCA), Canonical Analysis of Variance (CVA), and Discriminant Function (DF) analyses were performed on the data file containing these landmark coordinates using MorphoJ ver. 1.08.02.

The Procrustes ANOVA analysis found that the localities differed significantly ($p < 0.0001$) in size (CS) and shape.

CV analysis revealed sufficient differences between many locality groups (Goodall's F: 3.9501, P-value: < 0.0001 , Pillai's trace: 5.1282, P-value: < 0.0001).

DF analysis, where groups were compared pairwise, also revealed sufficient differences between many localities.

Key Words: Cyprinidae; *Garra rufa*; Variation; Geometric morphometry.

THE DIGITAL TRANSFORMATION OF ANATOMY: A BIBLIOMETRIC PERSPECTIVE ON 3D PRINTING TECHNOLOGIES

ANATOMİNİN DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜ: 3D YAZICI TEKNOLOJİLERİ ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK BİR BAKIŞ

Assoc. Prof. Dr. İsmail DEMİRCİOĞLU

Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Harran University, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0724-3019>

ABSTRACT

The challenges and limitations of traditional cadaver use in anatomy education have led the medical world to innovative alternatives and accelerated the digital transformation of anatomy. Three-dimensional (3D) printing technologies, at the heart of this transformation, offer significant potential in education, surgical planning, and simulation by producing high-precision, patient-specific anatomical models from medical imaging data. The aim of this study is to examine the intellectual structure, fundamental trends, and development of scientific literature at the intersection of anatomy and 3D printing technologies using bibliometric analysis methods. The study covers publications obtained from the Web of Science Core Collection (WoSCC) database using a retrospective approach. A total of 344 articles published up to 2025 were analyzed through a search using the keywords "3D printer" and "medicine" (title). Data analysis was performed using VOSviewer software to analyze the distribution of publications by year, the most productive countries, institutions, journals, citation analyses, and keyword networks. The analyses revealed that the number of publications and citation frequency in the field have increased rapidly, particularly in recent years. The vast majority of publications were in English, with the United States leading the way in productivity. The most intensive research areas were Engineering, Materials Science, and Pharmacology/Pharmacology. The keyword visualization map revealed that research focused on concepts such as "3D printing," "additive manufacturing," "bioprinting," and "tissue engineering." The findings reveal scientific collaboration networks and future research trends in the field of anatomy using 3D printing technologies, providing a comprehensive roadmap for researchers working in this field.

Keywords: 3D Printing, Anatomy, Bibliometrics, Medical Education.

INTRODUCTION

Anatomy has existed for centuries as the cornerstone of medical education and surgical practice. Traditionally, dissection studies performed on cadavers have been considered the gold standard of anatomy education (Ghosh, 2017). However, disadvantages such as difficulties in obtaining cadavers, ethical debates, high costs, and limited reusability have led the medical world to seek innovative alternatives (Azer & Eizenberg, 2007). This search, particularly in the last two decades, has accelerated the integration of technological advances into medical education and paved the way for the digital transformation of anatomy. At the heart of this transformation lies three-dimensional (3D) printing technologies, also known as additive manufacturing (Tack et al., 2016). Using data obtained from medical imaging methods such as computed tomography (CT) or magnetic resonance (MRI), 3D printers can produce highly accurate and realistic physical models of patient-specific or standard anatomical structures (Ventola, 2014). This technology facilitates a concrete understanding of complex anatomical structures, supporting both the learning process of medical students and enabling surgeons to engage in preoperative planning and practice (Lim et al., 2016). The use of 3D printing technologies in anatomy has expanded across a wide spectrum, from surgical planning and personalized implant production to medical simulation and patient education (Ballard et al., 2018). This multidisciplinary interest has led to a significant increase in the number of academic publications on the subject. This rapid growth in the scientific literature increases the importance of bibliometric studies that aim to analyze the intellectual structure of the research field, its key trends, and the most influential researchers, institutions, and countries (Zupic & Čater, 2015). This study aims to examine the scientific literature at the intersection of anatomy and 3D printing technologies using bibliometric analysis methods. In this regard, it is aimed to provide a comprehensive perspective on the current status of the field and future research trends by providing the distribution of publications in the relevant field by year, keyword networks, citation analyses and scientific collaboration maps.

MATERIALS AND METHODS

A bibliographic review, which is a retrospective study, was performed using the bibliometric analysis method (Zhang et al., 2021). The Web of Science Core Collection (WoSCC) electronic database, which provides a comprehensive and consistent collection of exportable data and is widely used by scientists, was used to construct the literature dataset. As the WoSCC has a long history as a trusted source for biomedical research and provides a strong and reliable basis for research, it was chosen as the main data source for the study. Its ability to provide thorough citation data was highlighted.

Data Collection.

The search terms for data retrieval were "3d printer" and "medicine" (title). To eliminate bias and to account for the frequent updates of the WoSCC database, the literature

search was conducted in a single day (11 November 2025). In the research, all the years scanned in the Web of Science from past to present were examined.

Standards for Study Selection

A comprehensive search using the terms "3D printer," and "medicine" (title) in WoSCC yielded a total of 344 articles. Because the technique under investigation is a recent trend, all studies scanned in WoS to date were included without any filtering.

Data collection

Record titles, years of publication, names of journals in which the research was published, names of authors, keywords, names of institutions with which the authors were affiliated and countries of origin were considered essential and extracted in plain text format. The total number of articles and the total number of citations retrieved from the WoSCC database were taken into account in the analysis. The WoS publications were saved as a .txt file and then exported into Microsoft Office Excel 2019 (Los Angeles, CA, USA) for further analysis.

Network analytics

This bibliometric study used VOSviewer (version 1.6.10, Leiden University, The Netherlands) to import data and identify trends, collaborations and notable findings. The software was also used to collect and review data on authorship, links, keywords, citations and thematic words. The programme assisted in the analysis of keywords, co-occurrences, citations, co-authorship and co-citations.

RESULTS

Five languages were used in publications in this area. The most common language was English (Table 1).

Table 1. The languages in which articles were published.

Languages	Record Count	% of 344
English	339	98.547%
Portuguese	2	0.581%
Chinese	1	0.291%
Czech	1	0.291%
Turkish	1	0.291%

A total of 56 countries/regions have been published. The ten countries with the most publications are shown in Figure 1.

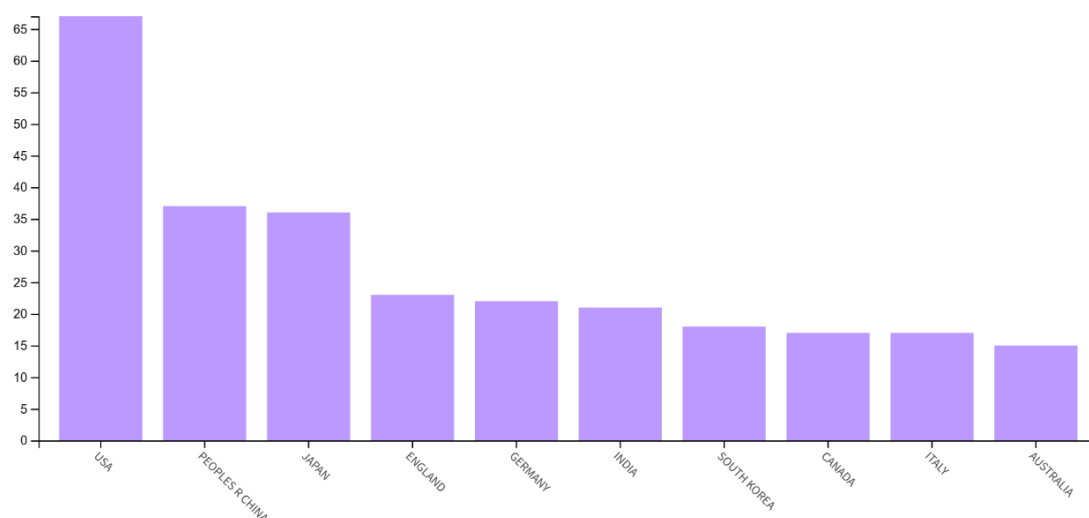


Figure 1. Most productive countries

Over the course of the study, 58 independent research areas were discovered. Table 2 shows the most intensively explored areas.

Table 2. Most active research areas

Research Areas	Record Count	% of 9.677
Engineering	95	27616%
Materials Science	73	21221%
Pharmacology Pharmacy	54	15698%
Radiology Nuclear Medicine Medical Imaging	33	9593%
Chemistry	27	7849%
Physics	20	5814%
Science Technology Other Topics	17	4942%
Polymer Science	16	4651%
Cell Biology	15	4360%
Surgery	15	4360%

Showing first 10 out entries

A total of 701 affiliations have been published. Figure 2 presents the affiliations of the ten journals with the highest number of publications.

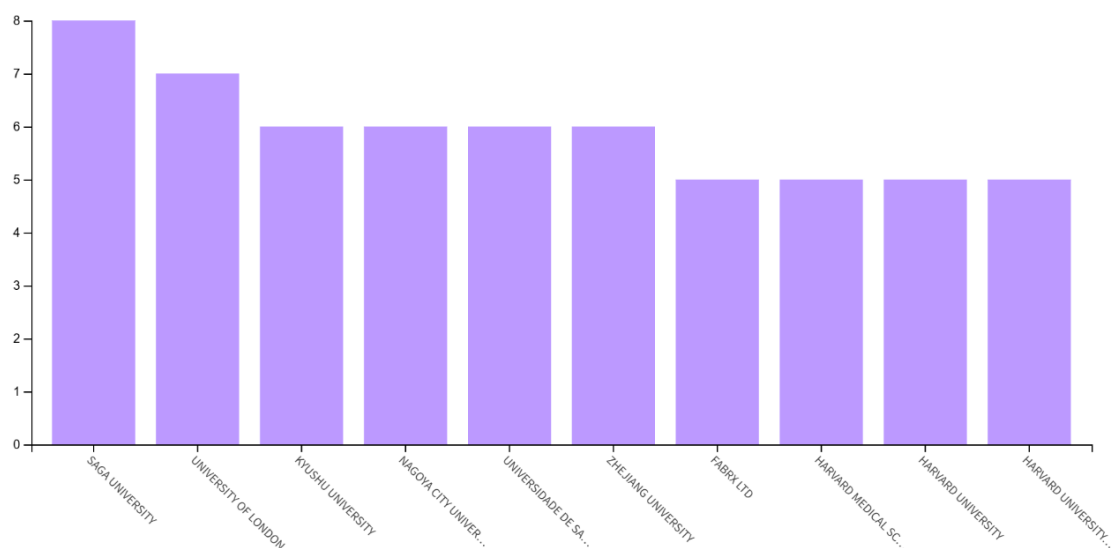


Figure 2. Most prolific affiliations

Ten records representing 75 different publishers were identified in this field. Figure 3 lists the most prolific publishers.



Figure 3. Most prolific publishers

A total of 261 articles have been published on the topic. Table 4 includes the 10 journals with the most publications.

Table 3. Journals publishing the most articles

Journals	Record Count	% of 9.677
INTERNATIONAL JOURNAL OF PHARMACEUTICS	20	5814%
MEDICAL PHYSICS	13	3779%
3D PRINTING AND ADDITIVE MANUFACTURING	7	2035%
PHARMACEUTICS	7	2035%
REGENERATIVE THERAPY	6	1744%
AEROSPACE MEDICINE AND HUMAN PERFORMANCE	4	1163%
BIOFABRICATION	4	1163%
CURRENT PHARMACEUTICAL DESIGN	4	1163%
FRONTIERS IN BIOENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY	4	1163%
POLYMERS	4	1163%

Showing 10 out of entries

The evaluated articles generated a total of 12,379 citations (of which 12,120 were self-citations), giving an average h-index of 56. Highest number of citations (2114- 2024 years) and publications (46-2021 years) was found (Figure 4).

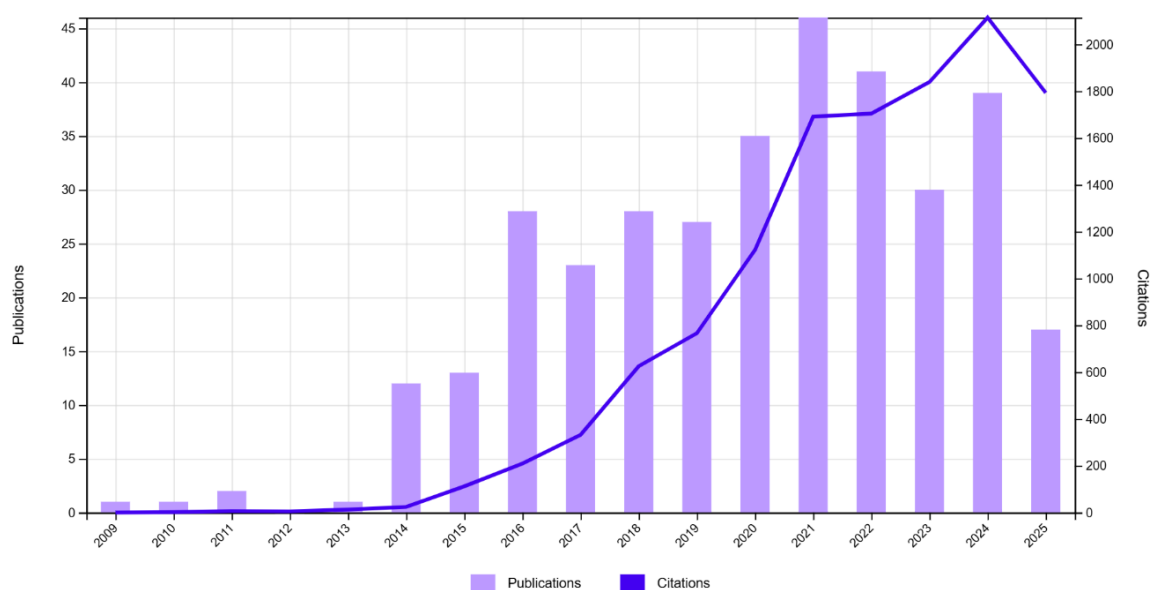


Figure 4. Publication and citation frequency

As shown in Figure 5, our bibliometric study has revealed the most frequently used keywords. It was found that the font size of the keywords was closely proportional to the frequency with which they were repeated in the articles.

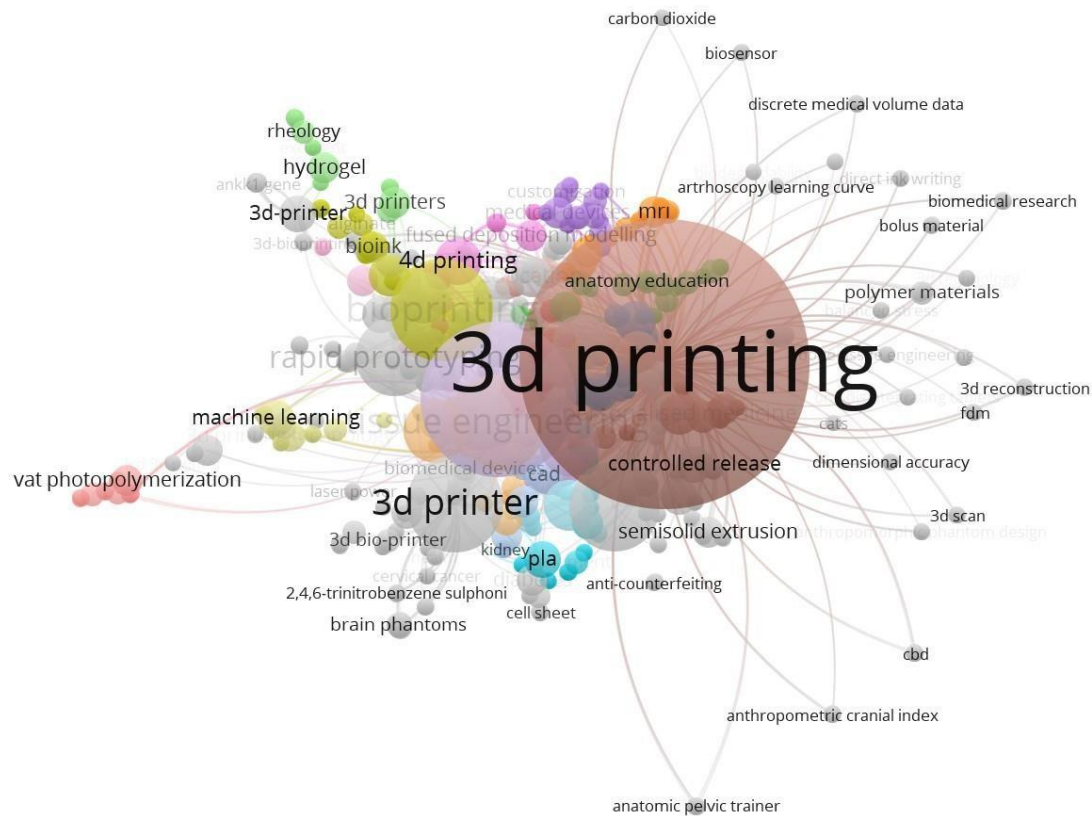


Figure 5. Keyword visualization map of articles

The size of the bubbles was proportional to the amount of research done in each country in the network representation of bibliographic coupling between nations. The width of the lines connecting the countries indicates the degree to which they are linked, while the colours of the lines indicate the cluster to which each country is assigned. For this study, we have included at least one document and one citation from each country (Figure 6).

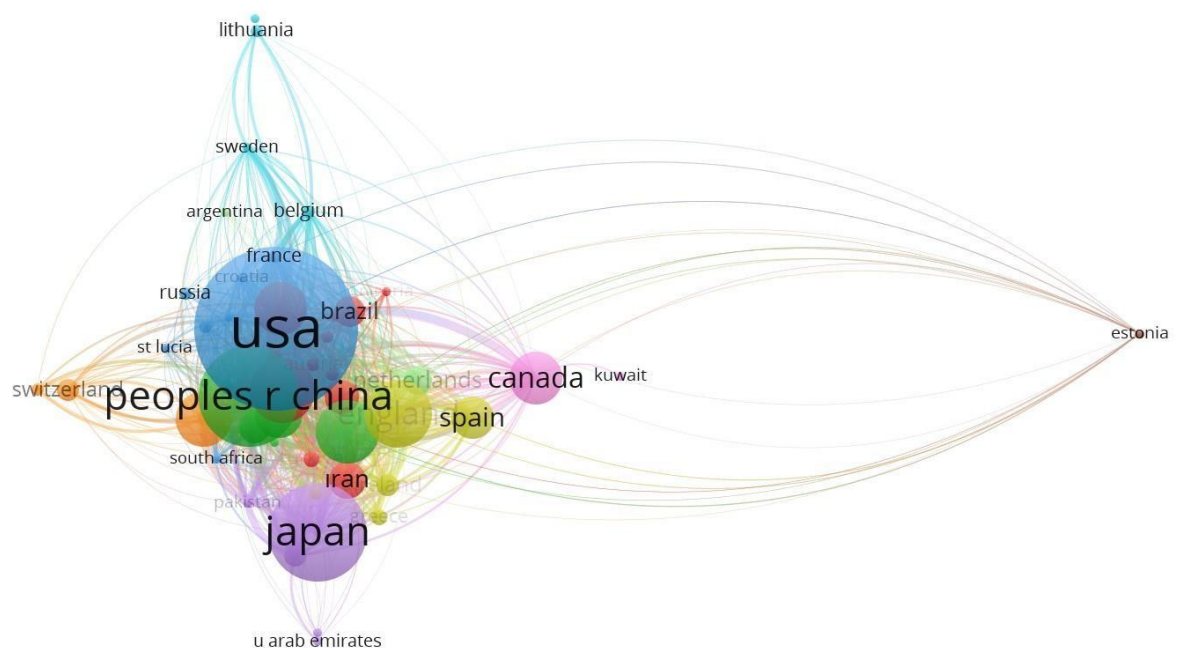


Figure 6. Network visualisation of bibliographic coupling between countries

The relationship between authors with at least one publications and is shown in Figure 7.



Figure 7. The relationships between authors.

DISCUSSION AND CONCLUSION

This bibliometric study comprehensively analyzed the scientific literature on 3D printing technologies in the field of anatomy, revealing the intellectual structure and development dynamics of the field. The findings are consistent with existing literature

confirming the growing importance of this technology in medical education and practice (Tack et al., 2016; Ventola, 2014).

According to the study's findings, the significant increase in the number of publications and citations related to 3D printing technologies over the years demonstrates that this topic is rapidly gaining acceptance and becoming a focus of interest in the academic community. In particular, the peaks in the number of publications in 2021 and the number of citations in 2024 indicate that this technology is entering a process of scientific maturation and its areas of application are expanding. This is parallel to developments such as the acceptance of 3D printing models as an alternative to cadaveric dissection (Lim et al., 2016) and the proven effectiveness of these models in surgical planning (Ballard et al., 2018). The fact that a large portion of the analyzed literature is concentrated in fields such as Engineering, Materials Science, and Pharmacology/Pharmacology demonstrates the highly interdisciplinary nature of 3D printing research in the field of anatomy. The production of anatomical models requires not only medical sciences but also innovations in materials science and bioengineering. This interdisciplinary collaboration is critical for the development of more realistic and functional models of complex anatomical structures.

The geographic distribution of publications and collaboration networks among authors demonstrate that research in this field is conducted on a global scale. The United States' position as one of the most productive countries reflects this country's leading role in technology and medicine. Terms such as "bioprinting" and "tissue engineering," prominent in the keyword analysis, indicate that the focus of research is shifting beyond simple anatomical models to the production of functional tissues and organs. This suggests that future research will focus more on regenerative medicine and personalized medicine applications. A key limitation of this study is that the data collection process only included the keywords "3D printer" and "medicine" in the title search and used only the Web of Science Core Collection as a data source. While this choice narrowed the scope of the study, WoSCC's advantage of providing reliable and consistent citation data provided a solid basis for bibliometric analysis (Zhang et al., 2021). Future studies could provide a more comprehensive picture of the literature by incorporating a broader set of keywords and different databases (e.g., Scopus).

This bibliometric analysis clearly demonstrates that 3D printing technologies are a rapidly growing, global, and interdisciplinary field of research in anatomy. The findings demonstrate that 3D printing is no longer merely an educational tool but has become an indispensable technology for surgical practice and regenerative medicine. The study's primary contribution is that it provides a scientific map of this dynamic field, providing researchers with the most effective publication channels, collaboration networks, and future research trends. Emerging trends such as bioprinting and tissue engineering, in particular, highlight the field's future potential. Future research should focus on experimental studies examining the long-term effects of 3D-printed anatomical models on student success and surgical outcomes. Furthermore, a more in-depth exploration of

the ethical and cost-effective aspects of this technology is critical to the sustainability of the digital transformation of anatomy.

REFERENCES

- Azer, S. A., & Eizenberg, N. (2007). The revival of anatomy in medical education: Where to from here? *Anatomical Sciences Education*, 1(1), 43-49.
- Ballard, D. H., Trace, A. P., Ali, S., Hodgdon, T., Zygmunt, M. E., & Koru-Sengul, T. (2018). 3D printing and medical education: A narrative review of the literature. *Academic Radiology*, 25(1), 113-118.
- Ghosh, S. K. (2017). Cadaveric dissection as an educational tool for anatomical sciences in the 21st century. *Anatomical Sciences Education*, 10(3), 286-299.
- Lim, K. H., Loo, Z. Y., Goldie, S. J., Adams, J. W., & McMennamin, P. G. (2016). Use of 3D printed models in medical education: A randomized control trial comparing 3D prints versus cadaveric materials for learning external cardiac anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 9(3), 213-221.
- Tack, P., Victor, J., Gemmel, P., & Annemans, L. (2016). 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *Biomedical Engineering Online*, 15(1), 115.
- Ventola, C. L. (2014). Medical applications for 3D printing: Current and projected uses. *P & T: A Peer-Reviewed Journal for Formulary Management*, 39(10), 704–711.
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472.
- Zhang, J. Z., Srivastava, P. R., Sharma, D., & Eachempati, P. (2021). Big data analytics and machine learning: A retrospective overview and bibliometric analysis. *Expert Systems with Applications*, 184, 115561.

BİBLİOMETRİK ANALİZİS OF SCİENTİFİC PRODUCTİVİTY İN THE FİELD OF GEOMETRİC MORPHOMETRY

Assoc. Prof. Dr. İsmail DEMİRCİOĞLU

Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Harran University, Şanlıurfa,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0724-3019>

ABSTRACT

The primary objective of this study is to systematically evaluate the scientific productivity and intellectual structure within the field of geometric morphometrics (GM), which has revolutionized the study of form and shape variation in the biological sciences. Given the field's rapid growth and interdisciplinary expansion over the past decade, mapping key trends, actors, and research foci is critically important. The dataset for this retrospective bibliometric analysis was collected from the Web of Science Core Collection (WoSCC) database, covering the period 2015-2025. As a result of the filters applied, 2,288 scientific publications were included in the analysis, and data visualization and network analyses were performed using VOSviewer software.

The findings show a steady increase in the number of publications and citations throughout the period under review, with scientific productivity peaking in 2024. The fact that the vast majority of publications (99.214%) are in English confirms the global language of communication in this field. The study revealed contributions from 111 different countries/regions and the existence of strong international collaboration networks (bibliographic matching). Research areas extend beyond traditional disciplines such as Zoology, Anthropology, and Evolutionary Biology to include applied fields such as Medicine and Dentistry, demonstrating the multidisciplinary nature of GM. Keyword analyses reveal that researchers frequently use methodological terms (Procrustes Analysis, Landmarks) and biological.

Keywords: Bibliometric Analysis, Geometric Morphometrics, Procrustes Analysis, Shape Variation, VOSviewer.

INTRODUCTION

With In the biological sciences, understanding the diversity of form and shape in organisms is one of the cornerstones for illuminating evolutionary processes, adaptation mechanisms, and environmental interactions. While traditional morphometric methods attempt to quantitatively express this diversity based on linear measurements such as length and width, they have been limited in fully capturing the geometry of complex biological structures. Geometric morphometry, which emerged in the late twentieth century with advances in digital imaging technology and statistical analysis, has revolutionized biological shape analysis by overcoming these limitations (Bookstein, 1991; Boz et al., 2023).

Geometric morphometry digitally captures the shape of biological structures through reference points (landmarks) in the Cartesian coordinate system. This approach statistically separates shape data into variables such as size and position/orientation, allowing for the analysis of pure shape variation (Rohlf, 1999). This enables powerful analyses across a wide range of disciplines, including zoology, anthropology, paleontology, botany, and medicine, covering everything from interspecies evolutionary differentiation to intraspecific developmental asymmetry (Zelditch et al., 2012; Gündermir et al., 2023).

The rapid increase in the popularity and application areas of geometric morphometrics over the past twenty years has led to the accumulation of significant scientific knowledge in this field. This dense body of literature reflects the fundamental research trends, intellectual structure, key actors (authors, institutions, countries), and major theoretical and methodological developments in the field.

This study aims to analyze scientific publications in the field of geometric morphometry to date using bibliometric methods. In this regard, the objectives are to identify the most influential studies, authors, and journals in the field, examine the structure of international research collaborations, and reveal the evolution of fundamental research topics over time. The findings are expected to summarize the current knowledge structure in the field of geometric morphometrics, providing a roadmap for new researchers entering the field and illuminating potential future collaboration and research opportunities for experienced researchers.

MATERIALS AND METHODS

Research Design and Search Methodology

A bibliographic review, which is a retrospective study, was performed using the bibliometric analysis method (Zhang et al., 2021). The Web of Science Core Collection (WoSCC) electronic database, which provides a comprehensive and consistent collection of exportable data and is widely used by scientists, was used to construct the literature dataset. As the WoSCC has a long history as a trusted source for biomedical

research and provides a strong and reliable basis for research, it was chosen as the main data source for the study. Its ability to provide thorough citation data was highlighted.

Data Collection.

The search terms for data retrieval were "geometric morphometry" or "Shape Variations" or "Size Variations" (title). To eliminate bias and to account for the frequent updates of the WoSCC database, the literature search was conducted in a single day (11 November 2025). The search was conducted from 2015 to 11 November 2025.

Standards for Study Selection

A total of 5,139 articles were identified by a thorough search of the WoSCC using the terms "geometric morphometry" or "Shape Variations" or "Size Variations" (title). The search was then refined by excluding review articles, case reports, editorials, notes, conference summaries, proceedings, letters, book chapters, and proofs from the document type tab, yielding 5,005 records. Subsequently, the last ten years (2015-2025) were examined, and only 2,288 works were included in the analysis after filtering for SCI/SCI Expanded options.

Data collection

Record titles, years of publication, names of journals in which the research was published, names of authors, keywords, names of institutions with which the authors were affiliated and countries of origin were considered essential and extracted in plain text format. The total number of articles and the total number of citations retrieved from the WoSCC database were taken into account in the analysis. The WoS publications were saved as a .txt file and then exported into Microsoft Office Excel 2019 (Los Angeles, CA, USA) for further analysis.

Network analytics

This bibliometric study used VOSviewer (version 1.6.10, Leiden University, The Netherlands) to import data and identify trends, collaborations and notable findings. The software was also used to collect and review data on authorship, links, keywords, citations and thematic words. The programme assisted in the analysis of keywords, co-occurrences, citations, co-authorship and co-citations.

RESULTS

During the study period from 2015 to 2025, publications were produced in seven languages. The most common language used was English (Table 1).

Table 1. The languages in which articles were published.

Languages	Record Count	% of 9.677
English	2,271	99.214%
Spanish	8	0.349%
Russian	5	0.218 %
Chinese	2	0.087 %
Japanese	1	0.044 %
Korean	1	0.044 %
Portuguese	1	0.044 %

A total of 111 countries/regions have been published in the period from 2015 to 2025.

The twenty countries with the most publications are shown in Figure 1.

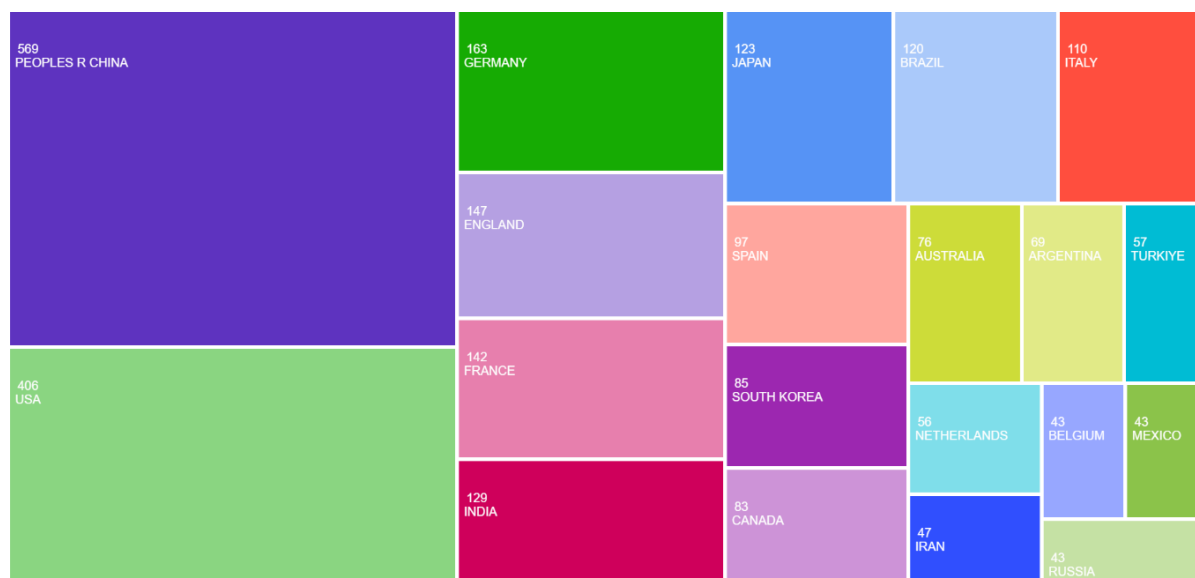


Figure 1. Most productive countries

Over the course of the study, which ranged from 2015 to 2025, 107 independent research areas were discovered. Figure 2 shows the most intensively explored areas.

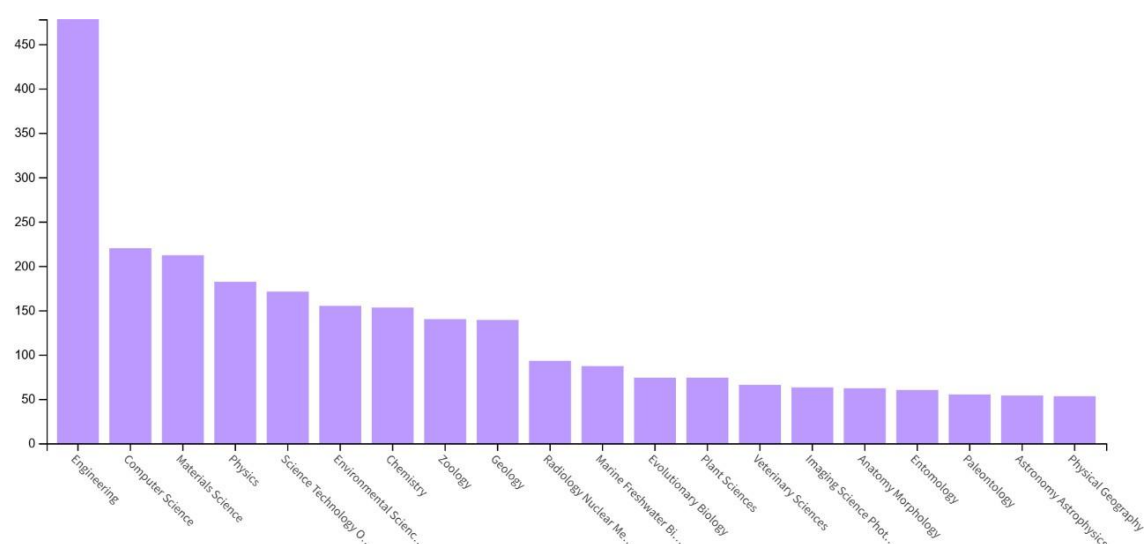


Figure 2: Most active research areas

In the years between 2015 and 2025, a total of 3,304 affiliations have been published. Figure 3 presents the affiliations of the ten journals with the highest number of publications.



Figure 3. Most prolific affiliations

Between 2015 and 2025, ten entries were detected, representing 227 different publishers. Figure 4 the most prolific publishers.

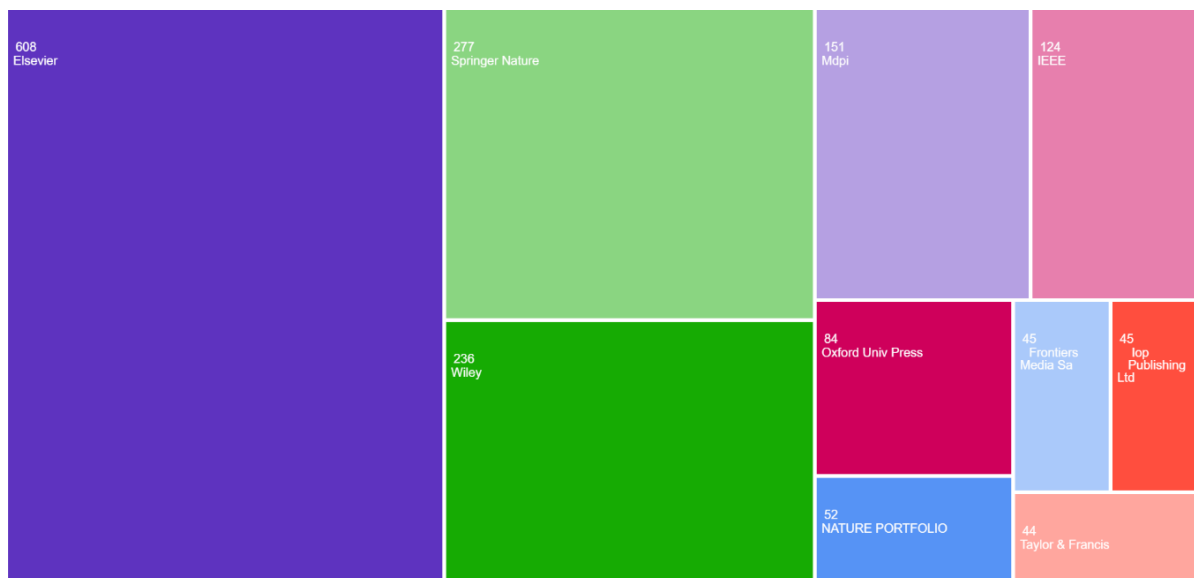


Figure 4. Most prolific publishers

The evaluated articles generated a total of 32,500 citations (of which 30,232 were without self-citations), giving an average h-index of 68. Highest number of citations (6091) and publications (332) was found in 2024 (Figure 5).

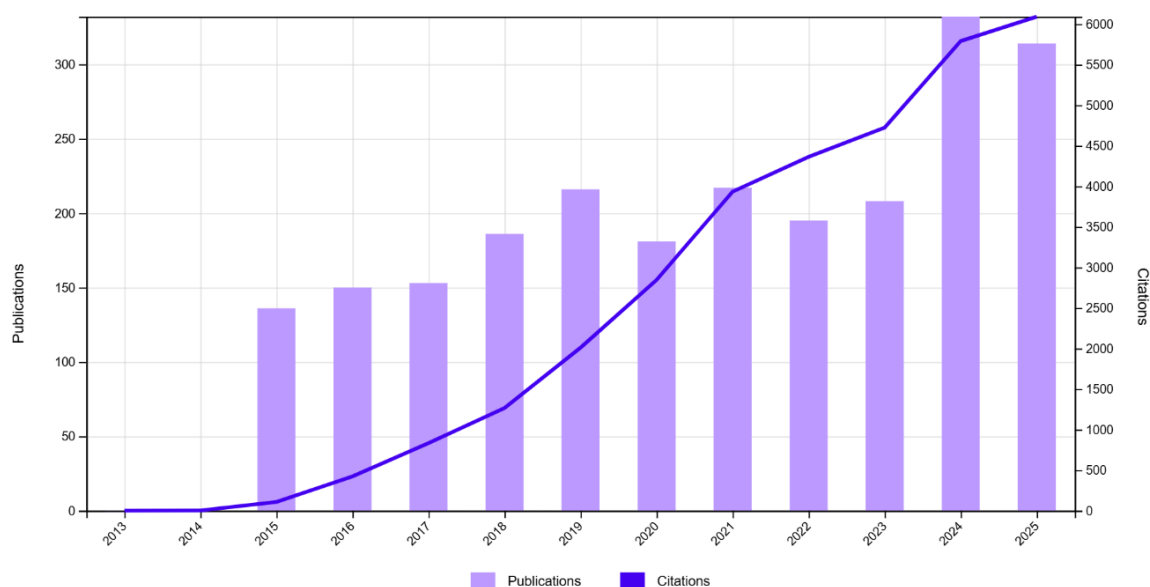


Figure 5. Publication and citation frequency

As shown in Figure 6, our bibliometric study has revealed the most frequently used keywords. It was found that the font size of the keywords was closely proportional to the frequency with which they were repeated in the articles.

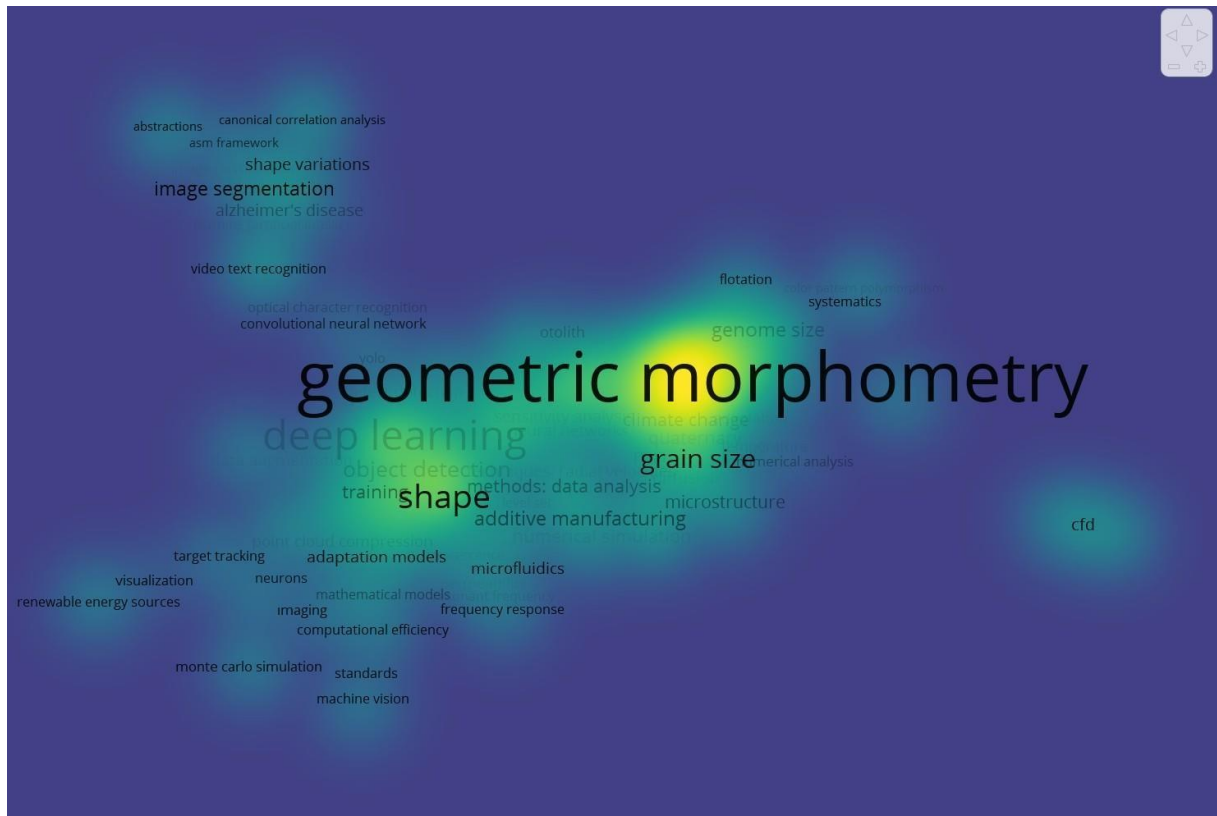


Figure 6. Keyword visualization map of articles

The size of the bubbles was proportional to the amount of research done in each country in the network representation of bibliographic coupling between nations. The width of the lines connecting the countries indicates the degree to which they are linked, while the colours of the lines indicate the cluster to which each country is assigned. For this study, we have included at least one document and one citation from each country (Figure 7).

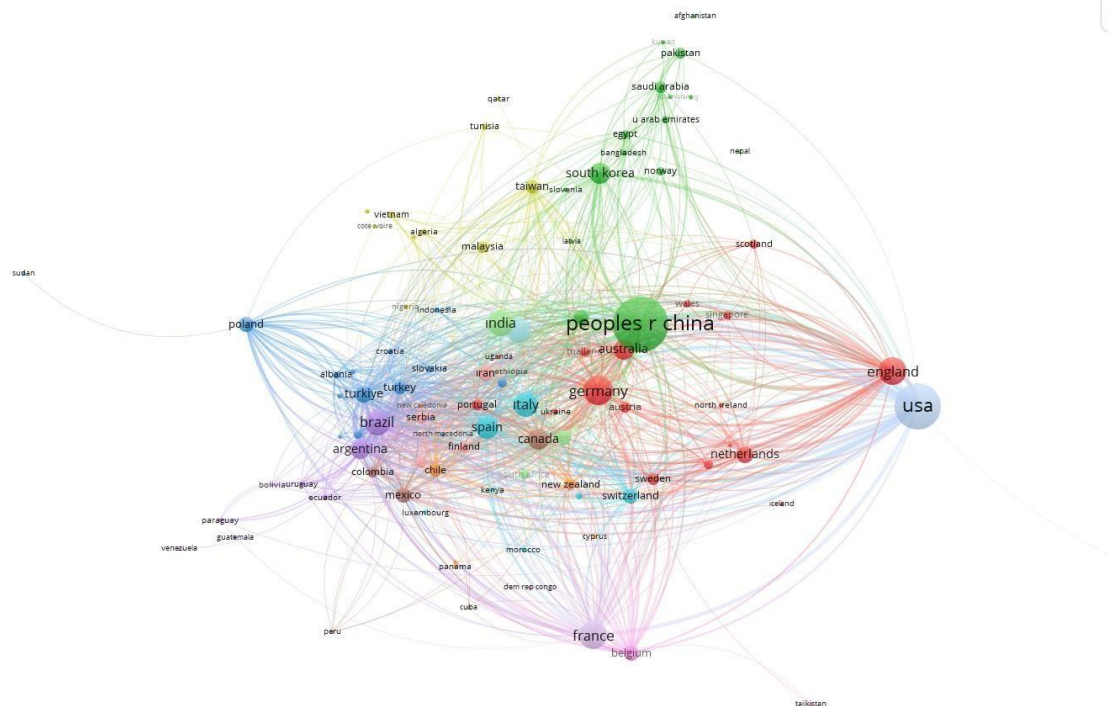


Figure 7. Network visualisation of bibliographic coupling between countries

DISCUSSION AND CONCLUSION

This bibliometric study presents a comprehensive analysis of scientific productivity and intellectual structure in the field of geometric morphometrics based on 2,288 scientific publications indexed in the Web of Science Core Collection database between 2015 and 2025. The findings, obtained using the bibliometric analysis method (Zhang et al., 2021), clearly reveal the field's dynamic development over the last decade, global collaboration networks, and fundamental research trends.

During the analyzed period, the steady increase in the number of publications and citation frequency (peaking particularly in 2024, Figure 5) indicates the continuous rise in the importance and acceptance of geometric morphometry in the biological sciences. This increase is evidence of the method's superiority and versatility in biological shape analysis. The fact that almost all publications (99.214%) are in English (Table 1) confirms that the field is centered around English, the global language of science, and that international communication is concentrated in this language.

The fact that publications originate from a total of 111 countries/regions indicates that geometric morphometry research has a global reach. When examining country productivity, it is seen that certain countries (Figure 1) lead research in this field. This indicates the existence of established research centers where geometric morphometry methods are developed and applied. However, the bibliographic matching network between countries.

One of the most striking findings of the study is the diversity of research areas in which geometric morphometrics is applied (Figure 2). Its intensive use not only in traditional fields such as Zoology, Anthropology, Paleontology, and Evolutionary Biology, but also in applied sciences such as Medicine and Dentistry, demonstrates that geometric morphometry has permeated every field where biological form is analyzed. This broad range of applications proves that the method's basic assumptions and statistical tools can be successfully adapted to different biological questions (Bookstein, 1991; Zelditch et al., 2012; Demircioğlu et al., 2022).

The keyword visualization map (Figure 6) concretizes the intellectual structure of the field. Among the most frequently used keywords are terms representing the method's fundamental techniques, such as the basic concepts “Geometric Morphometrics” and “Shape,” as well as “Landmarks,” “Procrustes Analysis” (Rohlf, 1999), and “Principal Component Analysis (PCA)” stand out, indicating that researchers place great importance on methodological precision. Furthermore, the density of biological-themed keywords such as “Evolution,” “Sexual Dimorphism,” and “Ontogeny” reveals that the method is most frequently used to answer evolutionary and developmental questions.

This bibliometric analysis confirms the steady and multidisciplinary growth that the field of geometric morphometrics has experienced over the past decade. The field has a strong methodological foundation (Rohlf & Marcus, 1993) and, using this foundation, successfully examines the complex variations in biological form across a wide range of disciplines, from evolutionary biology to applied medicine. The existence of global collaboration networks paves the way for future methodological advances and the joint analysis of large datasets.

The findings of this study serve as a guide for researchers new to the field in identifying the most effective journals, institutions, and collaboration opportunities. Future research could further advance scientific productivity in this field by focusing on emerging trends such as the integration of geometric morphometrics with deep learning and artificial intelligence.

REFERENCES

- Bookstein, F. L. (1991). *Morphometric tools for landmark data: Geometry and biology*. Cambridge University Press.
- Boz, İ., Altundağ, Y., Szara, T., Hadziomerovic, N., Ince, N. G., Pazvant, G., ... & Gundemir, O. (2023). Geometric morphometry in veterinary anatomy. *Veterinaria*, 72(1), 15-27.
- Demircioğlu, İ., Demiraslan, Y., Gürbüz, İ., & Dayan, M. O. (2020). *Geometric morphometric analysis of skull and mandible in Awassi ewe and ram*. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 27, 1, 43–49.
- Gündemir, O., Duro, S., Szara, T., Koungoulos, L., Jashari, T., Demircioğlu, İ., ... & Melnyk, O. O. (2023). Skull variation in different breeds sheep from Balkan countries. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 249, 152083.
- Rohlf, F. J. (1999). Shape statistics: Procrustes superimpositions and tangent spaces. *Journal of classification*, 16(2), 197-223.
- Rohlf, F. J., & Marcus, L. F. (1993). A revolution in morphometrics. *Trends in Ecology & Evolution*, 8(4), 129-132.
- Zelditch, M. L., Swiderski, D. L., Sheets, H. D., & Fink, W. L. (2012). *Geometric morphometrics for biologists: A primer*. Academic Press.
- Zhang, J. Z., Srivastava, P. R., Sharma, D., & Eachempati, P. (2021). Big data analytics and machine learning: A retrospective overview and bibliometric analysis. *Expert Systems with Applications*, 184, 115561.

IMMUNOHISTOCHEMICAL INVESTIGATION OF HSP-27 EXPRESSION IN SHEEP LUNGS WITH BRONCHOPNEUMONIA

Bayram BEKMEZ

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology Sanliurfa/Turkey

<https://orcid.org/0009-0008-1147-3918>

Musab BÜRKEK

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology Sanliurfa/Turkey

<https://orcid.org/0009-0002-3529-5374>

Assoc. Prof. Dr. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology Sanliurfa/Turkey

<https://orcid.org/0000-0001-5777-964X>

ABSTRACT

Sheep are crucial for meeting the country's needs for animal products, particularly meat, and contribute significantly to the national economy. Therefore, combating pneumonia, which is frequently observed in sheep, is crucial. Bronchopneumonia is the most frequently fatal type of pneumonia. Oxidative stress is a biological stress state resulting from the excessive accumulation of reactive oxygen species produced in conditions such as infection, which can damage cells, and is important for disease pathogenesis. Twelve sheep lungs of different breeds and sexes, aged 2-5 years, were used in this study to determine the expression of HSP-27, a current biomarker of oxidative stress in bronchopneumonia. Tissue samples taken from the lungs of sheep showing macroscopic findings of bronchopneumonia were fixed in 10% buffered formaldehyde. Routine tissue processing procedures were then performed, and sections were taken from the paraffin-encapsulated tissues. The tissue sections were stained with hematoxylin and eosin for histopathological examination. Immunohistochemical staining was performed to monitor HSP-27 expression. Macroscopic examination revealed consolidated areas with well-defined dark red borders, firm consistency, and generally dry cross-sectional surfaces, as well as thickened interlobular septa, particularly in the cranial lobes of the lungs. Microscopic examination revealed dense leukocyte cell infiltration, sometimes containing fibrin, in the lumens of the bronchi, bronchioles, and alveoli, related to exudative inflammation. Degeneration, necrosis, and desquamation of the respiratory tract epithelium, along with vascular hyperemia, hemorrhage, and thrombosis, were observed. Immunohistochemical examination of these tissue samples, which exhibited signs of bronchopneumonia, revealed intense HSP27 expression in the bronchi, bronchioles, and alveoli. Consequently, the presence of oxidative stress in bronchopneumonia, demonstrated by HSP-27 expression, has contributed to the elucidation of the pathogenesis of bronchopneumonia.

Keywords; Lung, Oxidative stress, Pathology, Pneumonia, Sheep.

IMMUNOHISTOCHEMICAL INVESTIGATION OF CASP-3 EXPRESSION IN LAMB WHITE MUSCLE DISEASE

Musab BÜRKEK

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology Sanliurfa/Turkey

<https://orcid.org/0009-0002-3529-5374>

Bayram BEKMEZ

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology Sanliurfa/Turkey

<https://orcid.org/0009-0008-1147-3918>

Assoc. Prof. Dr. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology Sanliurfa/Turkey

<https://orcid.org/0000-0001-5777-964X>

ABSTRACT

White muscle disease, characterized by muscle tissue degeneration and caused by vitamin E (Vit E) and selenium (Se) deficiencies, is a frequently observed, significant metabolic disease in ruminants. Apoptosis is the process of programmed self-destruction by an organism's autonomous mechanism to maintain homeostasis. This mechanism plays a crucial role in the removal of pathological cells, making it a monitored parameter in the pathogenesis of many diseases, and caspase-3 is the most frequently used apoptosis biomarker in current studies. This study, which aimed to investigate CASP-3 expression, a key biomarker of apoptosis, in lamb heart tissues with white muscle disease, consisted of nine lamb hearts of different breeds and sexes, aged 1 to 4 months. Tissue samples taken from lamb hearts with history of the disease and findings of white muscle disease after necropsy were placed in 10% buffered formalin for pathological examination and fixed. Routine tissue processing procedures were then performed, and sections were taken from the paraffin-embedded samples. Tissue sections were stained with hematoxylin-eosin for histopathological examination and with immunohistochemistry to demonstrate CASP-3 expression. Macroscopically examined during necropsy, hearts revealed gray-white, irregularly distributed, degenerative-necrotic lesions. Histopathological examination revealed eosinophilic, swollen cardiomyocytes with well-defined borders, and foci of calcification. Histopathological examination revealed that cardiomyocytes were eosinophilic and swollen, exhibiting hyaline degeneration, and sometimes Zenker necrosis and muscularization of the muscle fibers. Disturbance of muscle fiber striation (discitiation) and mononuclear leukocyte infiltration in the intermuscular spaces were also observed. Immunohistochemical examination revealed strong CASP-3 expression in degenerative muscle fibers. In conclusion, CASP-3, known to play an important role in the pathogenesis of many diseases, was revealed to be expressed in cardiac tissue in white muscle disease, contributing to the literature for the benefit of relevant studies.

Keywords: Apoptosis, White muscle disease, CASP-3, Immunohistochemistry, Lamb.

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF APOPTOSIS RESEARCH IN VETERINARY SCIENCES

Assoc. Prof. Dr.Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology
Sanliurfa/Turkey

<https://orcid.org/0000-0001-5777-964X>

ABSTRACT

Apoptosis is a fundamental biological process that causes cells to die in a controlled and programmed manner. This mechanism plays a critical role in the emergence and progression of various diseases and shaping tissue damage. In veterinary sciences, apoptosis stands out as an important key process in understanding the pathogenesis of animal diseases. Therefore, determining the trends in which apoptosis research in the field is developing is valuable in terms of seeing scientific trends. This study aims to comprehensively reveal the research dynamics by presenting a bibliometric analysis of publications on apoptosis in veterinary pathology. Therefore, bibliometric analysis of apoptosis research is important to identify trends and knowledge gaps in the literature. In this study, we aimed to examine influential publications and research trends in the relevant field using bibliometric analysis. Using the Web of Science database, we identified all original articles regarding apoptosis in veterinary pathology from 1995 to 2025. After collecting apoptosis-related bibliographic and citation data, keywords, citation networks, and co-citations, analysis was performed using VOSviewer software. A total of 390 articles were retrieved from the Web of Science database. Most articles were published in 2022 (n = 39). The articles were cited a total of 6,093 times (6,041 times excluding self-citations). The most cited year was 2024 (807). Hirsch index is 38. The USA (n=86) took the first place in the number of published articles. Broadcasts came from 56 countries around the world. The most preferred broadcast language was English. The most active research area was 'Veterinary Sciences' (n = 150). The most prolific publisher was Elsevier (n = 99). The journal with the most articles published was Animal Nutrition (n = 21). Using bibliometric tools, an exponential increase in studies on apoptosis has been observed until 2024. This bibliometric analysis in the field of veterinary pathology shows that apoptosis research has increased significantly over the years worldwide and is attracting increasing attention. These findings show that apoptosis has an important place in explaining disease pathogenesis and has become a fundamental research tool in this field.

Key Words: Apoptosis, Bibliometrics, Pathology, Veterinarian

INTRODUCTION

Apoptosis is a fundamental biological process that causes the controlled and programmed death of cells. This form of cell death plays a critical role in the onset and progression of various diseases and in shaping tissue damage. In veterinary science, apoptosis stands out as an important process in understanding the pathogenesis of animal diseases. Research on apoptosis, especially in the field of veterinary pathology, holds a significant place in better understanding the mechanisms and treatment methods of diseases. Apoptosis is also associated with oxidative stress. Therefore, determining the development trends of research on apoptosis in veterinary science is a valuable study in terms of seeing scientific progress (Akdemir et al., 2018; Vander Heiden et al., 2000; Fuchs & Steller, 2011).

Research on apoptosis reveals not only the diagnosis and treatment of diseases but also their biological basis. In this context, the role of apoptosis in veterinary pathology is of great importance. Apoptosis can be effective in preventing diseases associated with uncontrolled cell division and cell death at the cellular level, especially diseases such as cancer (Elmore, 2007). Understanding apoptosis and other cellular processes makes it possible to improve the health status of animals and explore ways to develop treatment options in veterinary medicine.

In recent years, bibliometric analysis methods have become an important tool in evaluating scientific research. Bibliometric analysis helps to identify research trends, important publications, authors, and knowledge gaps in the field by examining scientific research conducted on a particular topic (Pritchard, 1969). Today, bibliometric analyses on apoptosis highlight the increasing importance of this topic in the research world by revealing the developing trends in this field (Gu, 2025; Wang & Cheng, 2024). The popularity of apoptosis research has rapidly increased in recent years, and a significant increase in the number of studies in this field has been observed as of 2024 (Web of Science, 2024). Bibliometric analyses of apoptosis in veterinary science are used to identify the areas of focus in research, the most cited publications, and the most active countries in this field. According to data from the Web of Science database, 390 articles on apoptosis published between 1995 and 2025 were examined. These studies revealed that apoptosis plays a significant role in explaining disease pathogenesis in veterinary science and is attracting increasing interest worldwide (Ezrari et al., 2025).

The aim of this study is to reveal scientific trends and significant knowledge gaps in apoptosis research in veterinary pathology by conducting a bibliometric analysis of research on apoptosis. The study aims to examine the dynamics and developmental processes of research on apoptosis.

MATERIALS AND METHODS

Research Design and Search Methodology

A bibliographic review, a retrospective study using bibliometric analysis, was conducted. The Web of Science Core Collection (WoSCC) electronic database, which provides comprehensive and consistently exportable data and is widely used by scientists, was used to create the literature dataset. WoSCC was chosen as the primary data source for the study because of its long history as a reliable source for biomedical research and its ability to provide a strong and reliable foundation for research. Its ability to provide comprehensive citation data was emphasized.

Data Collection.

The data search terms were "Veterinary" and "Apoptosis". To eliminate bias and account for the frequent updating of the WoSCC database, the literature search was conducted on a single day (December 14, 2025). The research was conducted between 1995 and December 14, 2025.

Standards for Study Selection

A comprehensive search in WoSCC using the terms "Veterinary" and "Apoptosis" resulted in 401 records, with original articles, reviews, books, and book chapters selected from the document type tab. Of these, only research articles (n=390) were included in the evaluation.

Data Collection

Record titles, publication years, names of journals in which the research was published, author names, keywords, names of the institutions to which the authors are affiliated, and countries of origin were considered as the basis and extracted in plain text format. In the analysis, the total number of articles and the total number of citations obtained from the WoSCC database were taken into account. WoS publications were saved as .txt files and then exported to Microsoft Office Excel 2019 (Los Angeles, CA, USA) for further analysis.

Network Analytics

In this bibliometric study, VOSviewer (version 1.6.10, Leiden University, Netherlands) was used to import data and identify trends, collaborations, and key findings. The software was also used to collect and analyze data related to authorship, links, keywords, citations, and thematic words. The program helped in the analysis of keywords, concurrent uses, citations, co-authorship, and co-citations (Aria & Cuccurullo, 2017; Van Eck & Waltman 2010).

FINDINGS

Publications were made in 6 languages during the study period between 1995 and 2025. The most commonly used language was English (Table 1).

Table 1. Languages of publication on the subject

Language	Number of Records	Total Registration Percentage
English	385	98.718%
German	1	0.256%
Hungarian	1	0.256%
Polish	1	0.256%
Portuguese	1	0.256%
Spanish	1	0.256%

A total of 56 countries/regions have been covered in publications between 1995 and 2025. The top 10 countries with the most publications are shown in Table 2. Turkey, with 11 publications (2.821%) and 7 publications (1.795%), totaling 18 publications (4.615%), ranks 6th, after Egypt and India.

Table 2. Top 10 countries with the most publications on the subject

Countries/Regions	Number of Records	Total Registration Percentage
USA	86	22.051%
PEOPLE'S R CHINA	85	21.795%
ITALY	27	6.923%
POLAND	24	6.154%
BRAZIL	22	5.641%
SOUTH KOREA	19	4.872%
EGYPT	18	4.615%
INDIA	18	4.615%
JAPAN	15	3.846%
GERMANY	14	3.590%

During the study conducted between 1995 and 2025, 58 independent research areas were discovered. Table 3 shows the top 10 most intensively studied research areas.

Table 3. Top 10 most intensively studied research areas related to the topic.

Research Areas	Number of Records	Total Registration Percentage
Veterinary Sciences	150	38.462%
Toxicology	36	9.231%
Agriculture	34	8.718%
Pharmacology Pharmacy	34	8.718%
Biochemistry Molecular Biology	33	8.462%
Oncology	24	6.154%
Environmental Sciences Ecology	22	5.641%
Immunology	21	5.385%
Chemistry	18	4.615%
Cell Biology	17	4.359%

A total of 709 publication links were published between 1995 and 2025. Table 4 shows the links of the top 10 journals with the most publications.

Table 4. Links of the top 10 journals with the most publications on the subject.

Affiliation	Number of Records	Total Registration Percentage
GYPTIAN KNOWLEDGE BANK EKB	18	4.615%
UNIVERSITY OF CALIFORNIA SYSTEM	13	3.333%
WROCLAW UNIVERSITY OF ENVIRONMENTAL LIFE SCIENCES	11	2.821%
CAIRO UNIVERSITY	10	2.564%
UNIVERSITY OF CALIFORNIA DAVIS	10	2.564%
CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	9	2.308%
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	9	2.308%
JUSTUS LIEBIG UNIVERSITY GIESSEN	7	1.795%
UNIVERSIDADE DE SAO PAULO	7	1.795%
GYPTIAN KNOWLEDGE BANK EKB	18	4.615%

Between 1995 and 2025, ten records representing 82 different publishers were identified. Table 5 lists the top 10 most prolific publishers.

Table 5. Top 10 publishers with the most publications on the subject.

Publishers	Number of Records	Total Registration Percentage
Elsevier	99	%25.385
Springer Nature	46	%11.795
Mdpi	40	%10.256
Wiley	31	%7.949
Keai Publishing Ltd	21	%5.385
Frontiers Media Sa	21	%5.385
Taylor & Francis	16	%4.103
Sage	6	%1.538
Amer Chemical Soc	5	%1.282
Amer Soc Microbiology	5	%1.282

Between 1995 and 2025, a total of 390 articles on this topic were published in 233 journals. Table 6 includes the top 10 journals with the most publications.

Table 6. Top 10 journals with the most publications on this topic.

Publishing Journal	Number of Records	Total Registration Percentage
ANIMAL NUTRITION	21	%5.385
BMC VETERINARY RESEARCH	19	%4.872
FRONTIERS IN VETERINARY SCIENCE	10	%2.564
VETERINARY AND COMPARATIVE ONCOLOGY	9	%2.308
VETERINARY IMMUNOLOGY AND IMMUNOPATHOLOGY	8	%2.051
INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES	6	%1.538
RESEARCH IN VETERINARY SCIENCE	5	%1.282
SCIENTIFIC REPORTS	5	%1.282
THERIOGENOLOGY	5	%1.282
ANIMALS	4	%1.026

There are a total of 2274 authors who have written articles on this topic between 1995 and 2025. The top 10 authors with the most articles are given in Table 7.

Table 7. Top 10 authors with the most articles on this topic

Author	Number of Records	Total Percentage
Marycz K	6	%1.538
Liu Y	5	%1.282
Obminska-mrukowicz B	4	%1.026
Pawlak A	4	%1.026
Yang Y	4	%1.026
Yin YL	4	%1.026
Youn HY	4	%1.026
Abdeen A	3	%0.769
Abdel-daim MM	3	%0.769
Abubakr HO	3	%0.769

The evaluated articles generated a total of 8,766 citations (8,609 of which were self-citations), with an average h-index of 50. The highest number of citations was recorded in 2025 with 2,052, and the highest number of publications was in 2020 with 78 (Figure 1).

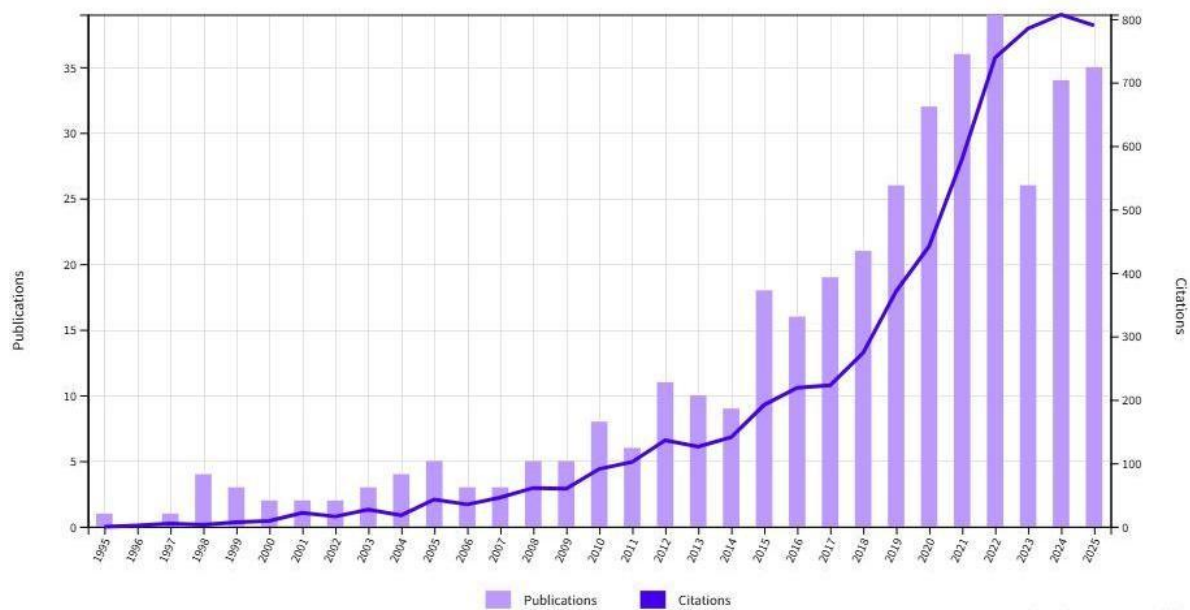


Figure 1. Number of publications and citations by year related to the topic.

Our bibliometric study revealed the most frequently used keywords related to the topic. Accordingly, as shown in Figure 2, it was found that the font size of the keywords is closely proportional to their frequency of repetition in the articles.

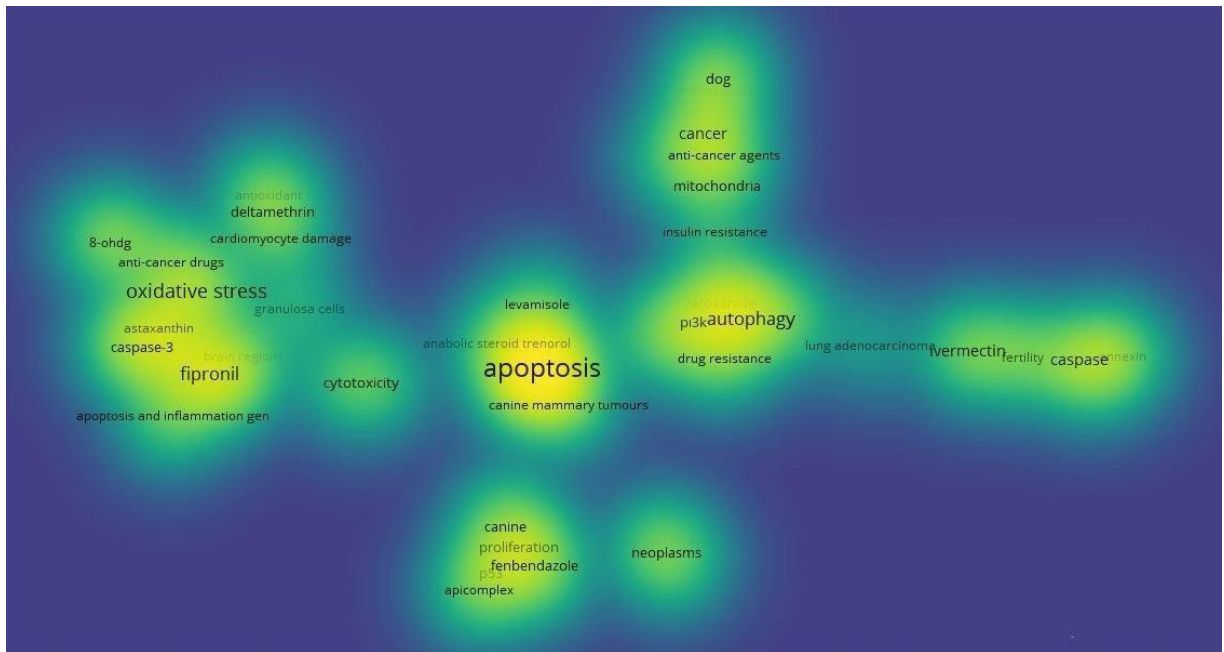


Figure 2. Frequency of keywords related to the topic in articles.

Our bibliometric study reveals the bibliometric analysis of studies conducted in countries related to the topic. The size of the bubbles was proportional to the amount of research conducted in each country in the network representation of bibliographic linkage between countries. The width of the lines connecting countries indicates the degree of linkage, while the colors of the lines indicate which cluster each country is assigned to. For this study, at least one document and one citation from each country were included (Figure 3).

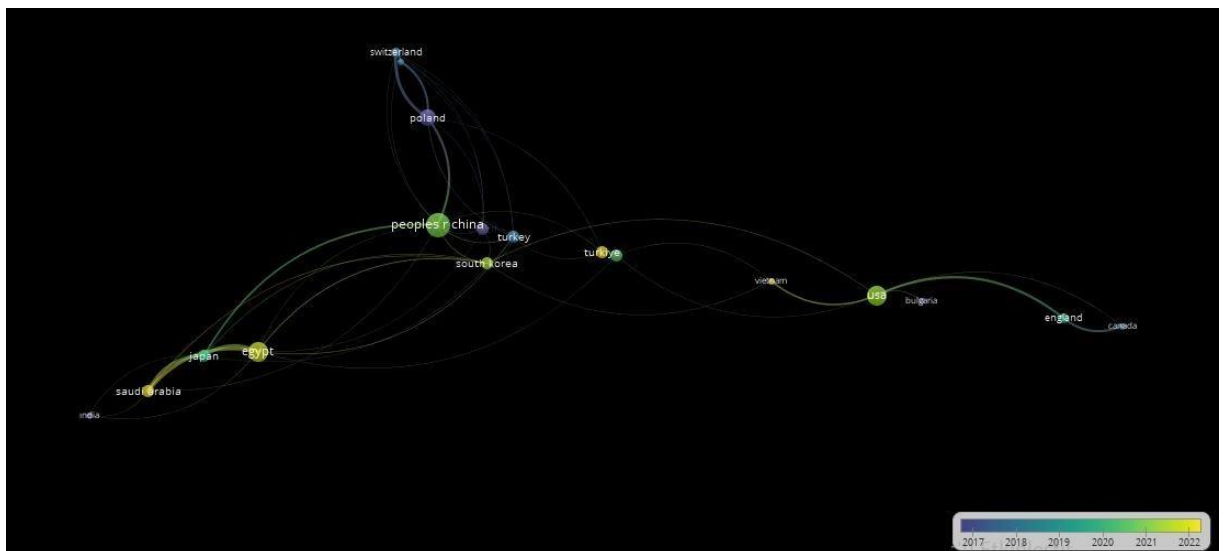


Figure 3. Bibliometric analysis of studies conducted in relevant countries.

Our bibliometric study revealed the relationship between authors who have at least one publication and at least five citations related to the topic (Figure 4).

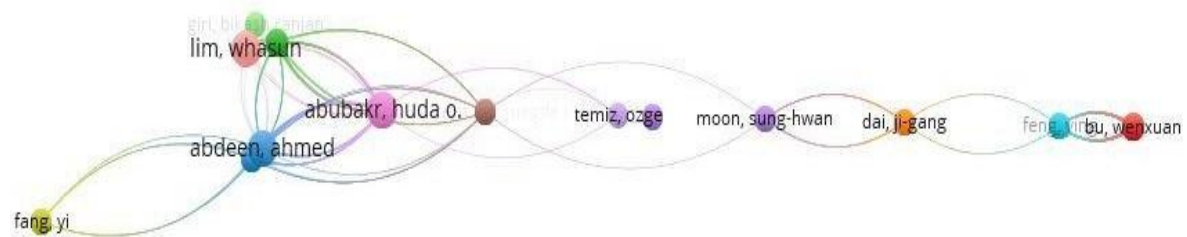


Figure 4. Relationship between authors who have worked on this topic.

DISCUSSION

Apoptosis is a biological process that leads to the controlled and programmed death of cells, and this process plays a critical role in understanding the pathogenesis of various diseases. The balance between cellular death and survival is important for the health of organisms, and the regulation of apoptosis can be effective in a number of pathological conditions such as cancer, cardiovascular diseases, and immune diseases (Elmore, 2007; Fuchs & Steller, 2011). Research on apoptosis in veterinary sciences is gaining increasing importance with the aim of improving the diagnosis and treatment of animal diseases (Vander Heiden et al., 2000). Especially in the field of veterinary pathology, understanding the role of apoptosis in the development of diseases stands out as a key factor in developing treatment strategies and controlling diseases more effectively. Apoptosis not only ensures cell death but also plays an important role in vital functions of organisms such as tissue regeneration and homeostasis (Nagata, 2000). In this context, the effect of apoptosis on various diseases has become a subject that needs to be studied more in depth in veterinary medicine. For example, inducing apoptosis in the treatment of diseases such as cancer is used as an important strategy in killing tumor cells (Elmore, 2007). In addition, the improper functioning of apoptosis can lead to inflammation and tissue damage; these are important factors that threaten the health of animals (Vander Heiden et al., 2000).

In recent years, a significant increase has been observed in the number of studies on apoptosis. One reason for this increase is that apoptosis and other cellular processes can be analyzed in more detail with scientific tools. Bibliometric analyses allow for the identification of scientific trends, popular research areas, and important publications (Pritchard, 1969). In particular, the Web of Science database is widely used to analyze apoptosis research. According to Web of Science data, 390 articles on apoptosis published between 1995 and 2025 reveal the increasing interest in this field and the expansion of research worldwide (Ezrari et al., 2025; Web of Science, 2024).

Bibliometric analyses are a powerful tool for understanding trends in apoptosis research. Studies show that publications on apoptosis increased after 1995 and that studies on apoptosis reached their highest citation count by 2024 (Web of Science, 2024). Furthermore, these analyses show that the fields where apoptosis research is most intensively conducted are veterinary sciences, toxicology, and biochemistry (Gu, 2025; Wang & Cheng, 2024). Turkey is among the countries where this research is conducted, holding a significant place worldwide with 18 publications (Ezrari et al., 2025).

It can be said that apoptosis research plays an important role in understanding the pathogenesis of diseases in veterinary science. For example, the regulation of apoptosis could be a strategy used in the treatment of cancer cells, the improvement of immune system diseases, and the treatment of infections caused by viruses (Nagata, 2000). Furthermore, the role of apoptosis at the cellular level holds great potential for improving treatment methods in veterinary medicine (Fuchs & Steller, 2011).

In conclusion, it is clear that studies on apoptosis are of great importance both in understanding fundamental biological processes and in clinical veterinary practice. A better understanding of these processes will enable more effective treatment of diseases. Future research should focus on how apoptosis can be used in the treatment of various diseases in veterinary medicine, and more scientific data should be obtained on this subject.

REFERENCES

- Akdemir, F., Gozeler, M., Yildirim, S., Askin, S., Dortbudak, M., & Kiziltunc, A. (2018). The effect of ferulic acid against cisplatin-induced ototoxicity. *Medicine Science| International Medical Journal*, 7(3), 528-531.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017).** *Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.
- Elmore, S. (2007). Apoptosis: A Review of Programmed Cell Death. *Toxicologic Pathology*, 35(4), 495-516.
- Ezrari, S., Khadda, Z. B., Boutagayout, A., Rehali, M., Jaadan, H., El Housni, Z., ... & Maleb, A. (2025). Health risks and toxicity mechanisms of medicinal and aromatic plants (MAPs): A comprehensive review of adverse effects on organ systems, genotoxicity and reproductive toxicity. *Fitoterapia*, 106630.
- Elmore, S. (2007). Apoptosis: A Review of Programmed Cell Death. *Toxicologic Pathology*, 35(4), 495-516.
- Fuchs, Y., & Steller, H. (2011). Programmed Cell Death in Animal Development and Disease. *Cell*, 147(4), 742-758.
- Gu, W. (2025). A bibliometric analysis of programmed cell death in oral cancer literature: research patterns and emerging trends (2000–2024). *Discover Oncology*, 16(1), 585.
- Nagata, S. (2000). Apoptosis by death factor. *Cell*, 88(3), 355-365.
- Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics? *Journal of Documentation*, 25(4), 348-349.
- Thompson, C. B. (1995). Apoptosis in the pathogenesis and treatment of disease. *Science*, 267(5203), 1456-1462.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010).** *Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics*, 84(2), 523-538.
- Vander Heiden, M. G., et al. (2000). Understanding the regulation of cell death in animal cells. *Cell*, 102(6), 795-801.
- Wang, S., & Cheng, L. (2024). The role of apoptosis in spinal cord injury: a bibliometric analysis from 1994 to 2023. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 17, 1334092.
- Web of Science. (2025). Bibliometric Analysis of Apoptosis Publications.

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF OXIDATIVE STRESS RESEARCH IN VETERINARY SCIENCES

Assoc. Prof. Dr. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology
Sanliurfa/Turkey

<https://orcid.org/0000-0001-5777-964X>

ABSTRACT

Oxidative stress is a state of cellular damage resulting from the inability of antioxidant defenses to balance reactive oxygen species. This process plays a significant role in the development of many metabolic, inflammatory, and degenerative diseases. Oxidative stress, it stands out as a determining mechanism in the pathogenesis of many animal diseases, including infections, metabolic disorders, and toxicological effects. An increasing number of studies in recent years have contributed to our better understanding of the effects on animal health and productivity. Therefore, bibliometric analysis of oxidative stress research is important for identifying trends and knowledge gaps in the literature. In this study, we aimed to examine influential publications and research trends in this field using bibliometric analysis. Using the Web of Science database, we identified all original articles on oxidative stress in veterinary pathology over the past 10 years, from 2016 to 2025. After collecting bibliographic and citation data, keywords, citation networks, and co-citations related to oxidative stress, the analysis was performed using VOSviewer software. A total of 596 articles were retrieved from the Web of Science database. The most cited year was 2020 (78). The articles were cited a total of 8,766 times (8,609 times excluding self-citations). The most cited year was 2025 (2,052). The Hirsch index was 50. The leading country in terms of the number of published articles was China (n = 133). Publications came from 68 countries worldwide. The most preferred publication language was English. The most active research field was 'Veterinary Sciences' (n = 199). The most productive publisher was Elsevier (n = 187). The journal with the most published articles was Animal Nutrition (n= 61). The most frequently used keywords were 'Herbicides, Pesticide & Soil Toxicologies'. Using bibliometric tools, an exponential increase in studies on oxidative stress has been observed through 2025. This bibliometric analysis in the field of veterinary pathology demonstrates that oxidative stress research has increased significantly worldwide over the years and is attracting increasing interest. These findings demonstrate that the concept of oxidative stress has gained a significant place in explaining disease pathogenesis and has become a fundamental research tool in this field.

Keywords: Bibliometrics, Pathology, Oxidative stress, Veterinarian,

INTRODUCTION

Oxidative stress is a biochemical state resulting from the accumulation of reactive oxygen species (ROS) in the cellular system, damaging cellular components (lipids, proteins, DNA). Although this process occurs as a byproduct of normal cellular metabolism, when it increases unevenly, it can lead to cellular damage, inflammation, and various pathological conditions (Akdemir et al., 2018; Unsal et al. 2020; Sharma, 2014). The effects of oxidative stress on biological systems form the basis for the development of many diseases. Oxidative stress, which also has significant effects on animal health, is one of the fundamental mechanisms of many pathologies such as infections, metabolic diseases, cardiovascular diseases, and cancer (Valko et al., 2007). Understanding oxidative stress in veterinary sciences is of great importance for animal health and disease management, as it not only helps in understanding the pathogenesis of diseases but also contributes to the development of treatment methods (Aruoma et al., 2007).

Recent research on oxidative stress has shown a growing scientific interest in this area. Studies on the pathological effects of oxidative stress reveal that this phenomenon is related not only to animal diseases but also to the effects of environmental toxins on animals. Factors such as environmental pollutants, pesticides, and heavy metals can trigger oxidative stress, negatively impacting animal health (Iakovou & Kourti, 2022; Limón-Pacheco & Gonsebatt, 2009). In this context, understanding the relationship between oxidative stress and environmental factors will enable veterinarians to develop more effective health management strategies. In the investigation of oxidative stress in veterinary sciences, quantitative research methods such as bibliometric analyses stand out as an important tool in mapping trends and collaborations in this field. Bibliometric analyses help to determine the evolution of research over time and future research trends by examining the growth of scientific literature, the relationships between keywords and authors (Zhou et al., 2023; Web of Science, 2025; Cronin, 2001). This study aims to examine veterinary science research on oxidative stress conducted between 2016 and 2025, revealing global trends, impact areas, and research gaps in this field.

MATERIALS AND METHODS

Research Design and Search Methodology

A bibliographic review, a retrospective study using bibliometric analysis methods, was conducted. The Web of Science Core Collection (WoSCC) electronic database, which provides comprehensive and consistently exportable data and is widely used by scientists, was used to create the literature dataset. WoSCC was chosen as the primary data source for the study because of its long history as a reliable source for biomedical research and its ability to provide a strong and reliable foundation for research. Its ability to provide comprehensive citation data was emphasized.

Data Collection.

The data search terms were "Veterinary" and "Oxidative Stress". To eliminate bias and account for frequent updates to the WoSCC database, the literature search was conducted on a single day (December 14, 2025). The research was conducted between 2016 and December 14, 2025.

Standards for Study Selection

A comprehensive search of WoSCC using the terms "Veterinary" and "Oxidative Stress" yielded 605 records by selecting original articles, reviews, books, and book chapters from the document type tab. Of these, only research articles (n=596) were included in the evaluation.

Data collection

The primary data points were publication titles, publication years, names of journals in which the research was published, author names, keywords, names of the institutions to which the authors were affiliated, and countries of origin, and were extracted in plain text format. The analysis considered the total number of articles and total citations retrieved from the WoSCC database. WoS publications were saved as .txt files and subsequently exported to Microsoft Office Excel 2019 (Los Angeles, CA, USA) for further analysis.

Network analytics

In this bibliometric study, VOSviewer (version 1.6.10, Leiden University, Netherlands) was used to import data and identify trends, collaborations, and key findings. The software was also used to collect and analyze data related to authorship, links, keywords, citations, and thematic words. The program aided in the analysis of keywords, concurrent uses, citations, co-authorship, and co-citations (Aria & Cuccurullo, 2017; van Eck & Waltman 2010).

FINDINGS

Publications were made in 5 languages during the study period between 2016 and 2025. The most commonly used language was English (Table 1).

Table 1. Languages of publication on the subject

Language	Number of Records	Total Registration Percentage
English	591	99.16%
Spanish	2	0.36%
Hungarian	1	0.17%
Polish	1	0.17%
Portuguese	1	0.17%

A total of 68 countries/regions were covered in publications between 2016 and 2025. The top 10 countries with the most publications are shown in Table 2. Turkey, with 15 publications (2.517%) and 14 publications (2.349%), totaling 29 publications (4.866%), ranks 7th, after Poland and Spain.

Table 2. Top 10 countries with the most publications on the subject.

Countries/Regions	Number of Records	Total Registration Percentage
People's Republic of China	133	22.31%
USA	70	11.74%
Egypt	57	9.56%
India	40	6.71%
Italy	39	6.54%
Brazil	37	6.21%
Saudi Arabia	33	5.54%
Poland	29	4.86%

Spain	29	4.86%
Portugal	26	4.36%

During the study conducted between 2016 and 2025, 52 independent research areas were discovered. Table 3 shows the top 10 most intensively studied research areas.

Table 3. Top 10 most intensively studied research areas related to the topic.

Research Areas	Number of Records	Total Registration Percentage
Veterinary Sciences	199	33.389%
Environmental Sciences Ecology	128	21.477%
Agriculture	112	18.792%
Toxicology	82	13.758%
Pharmacology Pharmacy	51	8.557%
Biochemistry Molecular Biology	45	7.550%
Chemistry	31	5.201%
Science Technology Other Topics	26	4.362%
Microbiology	23	3.859%
Zoology	21	3.523%

A total of 1,004 publication links were published between 2016 and 2025. Table 4 shows the links of the top 10 journals with the most publications.

Table 4. Links of the top 10 journals with the most publications on the subject.

Affiliation	Number of Records	Total Registration Percentage
Egyptian Knowledge Bank EKB	57	9.56%
Universidade de Aveiro	19	3.19%
Cairo University	18	3.02%
Sichuan Agricultural University	16	2.67%
Wroclaw University of Environmental Life Sciences	13	2.18%
Chinese Academy of Sciences	12	2.01%
China Agricultural University	11	1.85%
Kafrelsheikh University	10	1.68%
Ministry of Education Science of Ukraine	10	1.68%
Universidade do Porto	10	1.68%

Between 2016 and 2025, ten records representing 94 different publishers were identified. Table 5 lists the top 10 most prolific publishers.

Table 5. Top 10 publishers with the most publications on the subject.

Publishers	Number of Records	Total Registration Percentage
Elsevier	187	31.38%
Mdpi	65	10.91%
Springer Nature	63	10.57%
KeAi Publishing Ltd	61	10.23%
Wiley	30	5.04%
Taylor & Francis	23	3.86%
Frontiers Media Sa	15	2.52%
Oxford Univ Press	10	1.68%
NATURE PORTFOLIO	6	1.01%
Hindawi Publishing Group	5	0.84%

Between 2016 and 2025, a total of 596 articles on this topic were published in 280 journals. Table 6 shows the top 10 journals with the most publications.

Table 6. Top 10 journals with the most publications on this topic.

Publishing Journal	Number of Records	Total Percentage	Registration
ANIMAL NUTRITION	61	10.235%	
ECOTOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL SAFETY	21	3.523%	
ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH	18	3.020%	
SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT	17	2.852%	
ANIMALS	12	2.013%	
ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY AND PHARMACOLOGY	12	2.013%	
HELIYON	12	2.013%	
VETERINARY SCIENCES	12	2.013%	
CHEMOSPHERE	10	1.678%	
RESEARCH IN VETERINARY SCIENCE	10	1.678%	

A total of 3276 authors have written articles on this topic between 2016 and 2025. The top 10 authors with the most articles are listed in Table 7.

Table 7. Top 10 authors with the most articles on this topic.

Author	Number of Records	Total Percentage	Registration
Nunes B	13	2.181%	
Marycz K	10	1.678%	
Antunes SC	9	1.510%	
Liu Y	9	1.510%	
Correia AT	8	1.342%	
Rodrigues S	8	1.342%	
Wang J	8	1.342%	
Abdel-daim MM	7	1.174%	
Chen XL	6	1.007%	
Meucci V	6	1.007%	

The evaluated articles generated a total of 8,766 citations (8,609 of which were self-citations), with an average h-index of 50. The highest number of citations was recorded in 2025 with 2,052, and the highest number of publications was in 2020 with 78 (Figure 1).

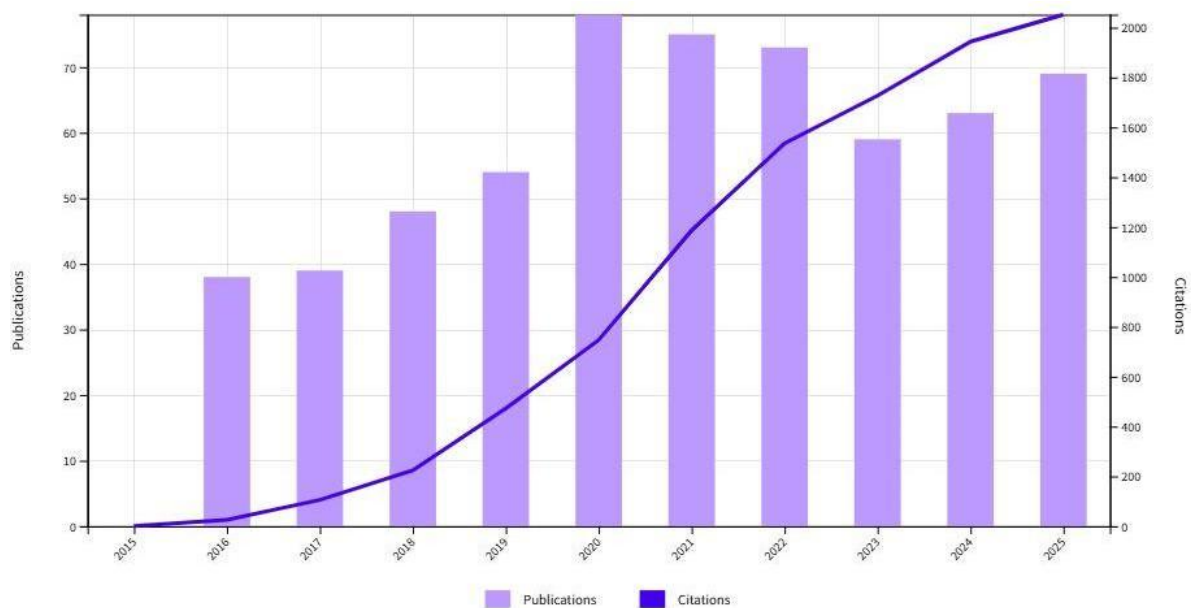


Figure 1. Number of publications and citations by year related to the topic.

Our bibliometric study revealed the most frequently used keywords related to the topic. Accordingly, as shown in Figure 2, it was found that the font size of the keywords is closely proportional to their frequency of repetition in the articles.

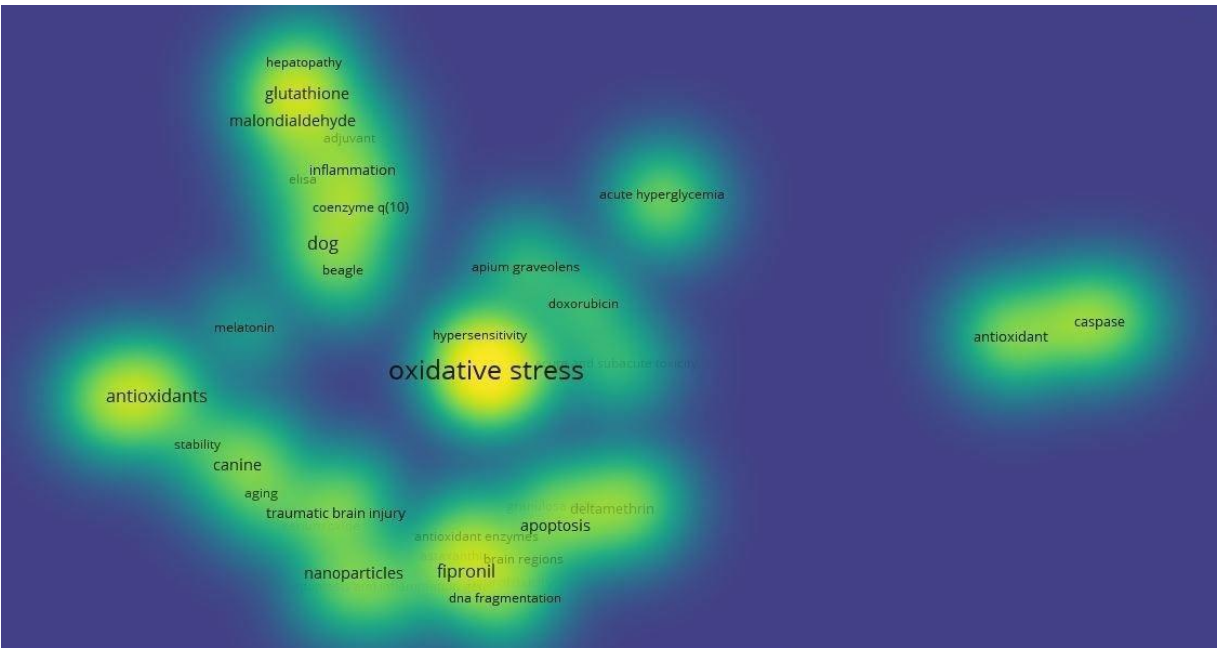


Figure 2. Frequency of keywords related to the topic in articles.

Our bibliometric study reveals the bibliometric analysis of studies conducted in countries related to the topic. The size of the bubbles was proportional to the amount of research conducted in each country in the network representation of bibliographic linkage between countries. The width of the lines connecting countries indicates the degree of linkage, while the colors of the lines indicate which cluster each country is assigned to. For this study, at least one document and one citation from each country were included (Figure 3).

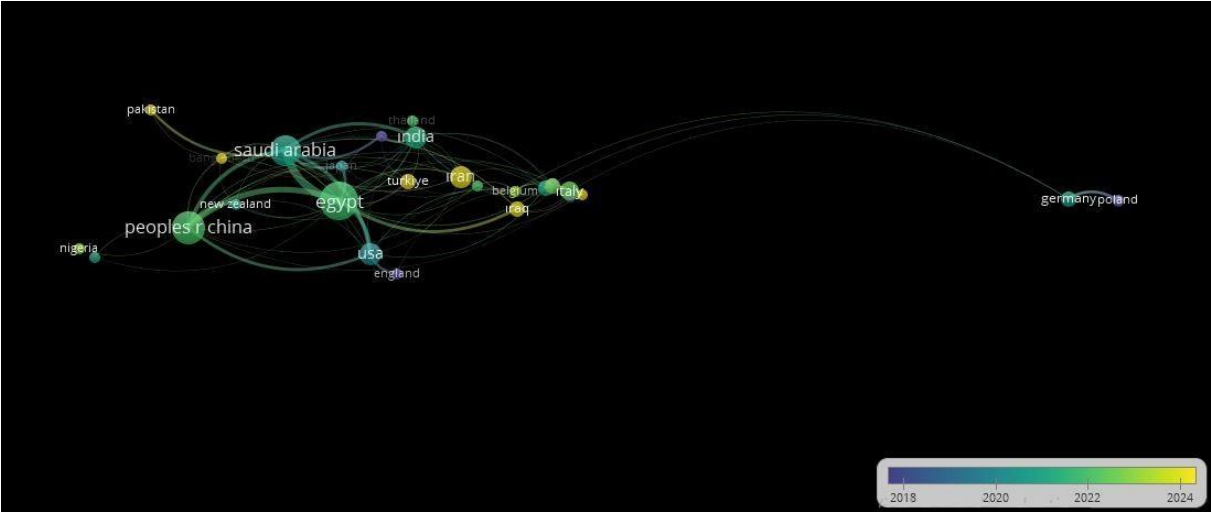


Figure 3. Bibliometric analysis of studies conducted in relevant countries.

Our bibliometric study revealed the relationship between authors who have at least one publication and at least five citations related to the topic (Figure 4).

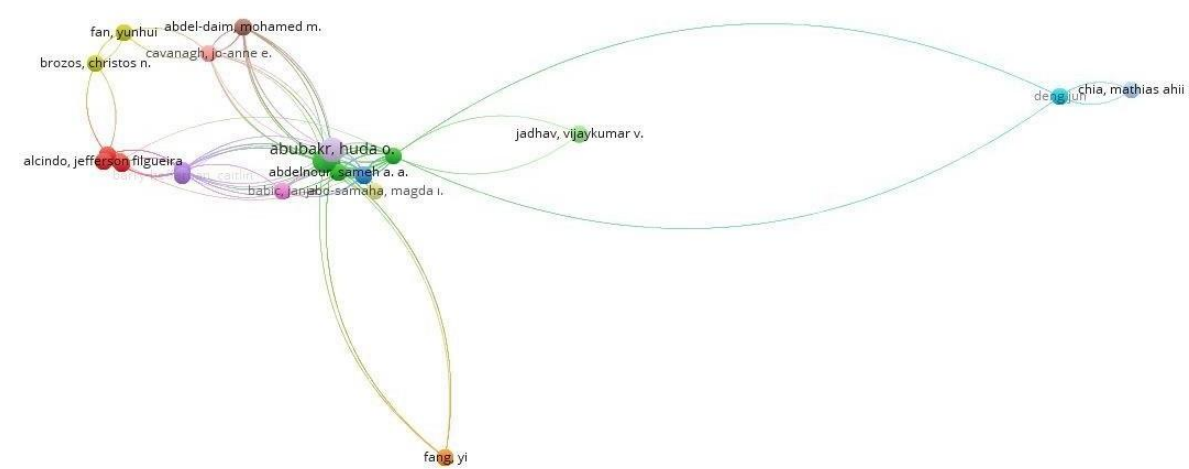


Figure 4. Relationship between authors who have worked on this topic.

DISCUSSION

Oxidative stress is a condition that develops as a result of reactive oxygen species (ROS) causing cellular imbalance and damaging biological molecules. This condition plays a significant role in the pathogenesis of many diseases not only in humans but also in animals (Valko et al., 2007). In this study, a bibliometric analysis was performed on veterinary science research related to oxidative stress conducted between 2016 and 2025. The analysis reveals that studies on oxidative stress are increasing and that research in this field is expanding to a broader global

perspective. China stands out as the country where the most research is conducted in this field. This can be attributed to advancements in China's scientific infrastructure and investments in oxidative stress research (Chen et al., 2024). Countries such as the United States and Egypt have also made significant contributions in this area. This global trend indicates that oxidative stress has become a critical research topic not only in animal health but also in disciplines such as environmental science and toxicology (Sies, 2015). However, it can be said that more research and resources are needed in this field in developing countries.

The effects of oxidative stress on animal health play a significant role in numerous pathological processes, particularly metabolic diseases, cancer, cardiovascular diseases, and liver diseases (Aruoma et al., 2007; Sies, 2015). The recognition of oxidative stress as a central mechanism in the development of these diseases explains the increasing pace of research in this area. Furthermore, approaches to treating oxidative stress are not limited to pharmaceutical interventions; nutritional strategies and the management of environmental factors also play a significant role (Sharma, 2014). In this context, more clinical studies are needed to manage oxidative stress. A better understanding of the effects of oxidative stress in veterinary science offers veterinarians significant opportunities to develop more effective treatment and disease prevention strategies. However, the lack of studies examining interspecies differences in oxidative stress is noteworthy. Further investigation of the pathological effects of species-specific oxidative stress will fill important gaps in this field (Colitti et al., 2019).

Analysis of research areas revealed that topics such as the environmental toxicology of oxidative stress and the effects of herbicides and pesticides on animal health stood out. The interaction of oxidative stress with environmental pollutants can have significant consequences not only on animal health but also on the integrity of ecosystems (Bartosz, 2013). Therefore, research addressing the relationship between environmental toxicology and oxidative stress is critically important for both veterinary practice and environmental health. Network analyses performed using the VOSviewer software in this study show that oxidative stress has become part of a broader global collaborative network. In particular, collaborations between different countries and institutions improve the quality of research and enable the emergence of a wider literature (Zhou et al., 2023; Web of Science, 2025; Cronin, 2001). However, the fact that most research in this field comes from developed countries indicates the need for a more equitable distribution of resources. Increasing research in developing countries will contribute to achieving more comprehensive and effective results at the global level.

In conclusion, the increasing research on oxidative stress allows veterinarians to understand diseases and develop treatment methods. However, the relationship between oxidative stress and environmental factors is a crucial aspect of research in this area. In the future, more in-depth investigations into the interspecies effects of oxidative stress and its relationships with environmental factors will contribute to the development of new treatment strategies in this field.

REFERENCES

- Akdemir, F., Gozeler, M., Yildirim, S., Askin, S., Dortbudak, M., & Kiziltunc, A. (2018). The effect of ferulic acid against cisplatin-induced ototoxicity. *Medicine Science| International Medical Journal*, 7(3), 528-531.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017).** *Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis*. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.
- Aruoma, O. I., Neergheen, V. S., Bahorun, T., & Jen, L. S. (2007). Free radicals, antioxidants and diabetes: embryopathy, retinopathy, neuropathy, nephropathy and cardiovascular complications. *Neuroembryology and Aging*, 4(3), 117-137.
- Chen, A., Tian, M., Luo, Z., Cao, X., & Gu, Y. (2024). Analysis of the evolution of placental oxidative stress research from a bibliometric perspective. *Frontiers in Pharmacology*, 15, 1475244.
- Colitti, M., Stefanon, B., Gabai, G., Gelain, M. E., & Bonsembiante, F. (2019). Oxidative stress and nutraceuticals in the modulation of the immune function: current knowledge in animals of veterinary interest. *Antioxidants*, 8(1), 28.
- Sies, H. (2015). Oxidative stress: A concept in redox biology and medicine. *Redox Biology*, 4, 180-183.
- Cronin, B. (2001). Bibliometrics and beyond: some thoughts on web-based citation analysis. *Journal of Information science*, 27(1), 1-7.
- Iakovou, E., & Kourti, M. (2022). A comprehensive overview of the complex role of oxidative stress in aging, the contributing environmental stressors and emerging antioxidant therapeutic interventions. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 827900.
- Limón-Pacheco, J., & Gonsébat, M. E. (2009). The role of antioxidants and antioxidant-related enzymes in protective responses to environmentally induced oxidative stress. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 674(1-2), 137-147.
- Sharma, N. (2014). Free radicals, antioxidants and disease. *Biology and Medicine*, 6(3), 1.
- Unsal, V., Dalkiran, T., Çiçek, M., & Kölükçü, E. (2020). The role of natural antioxidants against reactive oxygen species produced by cadmium toxicity: a review. *Advanced pharmaceutical bulletin*, 10(2), 184.
- Valko, M., Izakovic, M., Mazur, M., Rhodes, C. J., & Telser, J. (2007). Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 266(1-2), 37-56.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010).** *Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping*. *Scientometrics*, 84(2), 523-538.
- Web of Science. (2025). Bibliometric Analysis of Apoptosis Publications.
- Zhou, M., Xin, J., Chen, J., Sun, C., Huo, B., Zhang, W., & Liu, X. (2023). Scientific landscape of oxidative stress in stroke: from a bibliometric analysis to an in-depth review. *Neurochemical Research*, 48(11), 3327-3348.

SAKSIDA TERE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BİTKİ SIKLIĞININ ETKİSİ

Zir. Müh., Özgün ÜNAY

Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bornova-İzmir, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8323-4632>

Prof. Dr., Mahmut TEPECİK

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova-İzmir, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6609-4538>

Prof. Dr., Ayşe GÜL

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1845-5284>

ÖZET

Yürütülen bu çalışmada saksıda tere (*Lepidium sativum*) yetiştiriciliğinde farklı bitki sıklıklarının bitki gelişimi, verim ve yaprakların besin elementi içerikleri üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Standart tere tohumları nemlendirilmiş torf ile doldurulan 128'lik köpük viyollere, her bir hücreye 12 adet tohum gelecek şekilde elle ekilmiştir. Ekim sonrası viyoller nem kaybını engellemek için streç film ile kaplanmış ve büyütme kabinde 3 gün (karanlık, 22±2°C, %85 nem) tutulmuştur. Çıkışlar sağlandıktan sonra büyütme kabinde 16/8 saat gündüz/gece fotoperiyot sağlanmıştır. İlk 3 gün su ile sulamadan sonra fideler besin çözeltisi ile beslenmiştir. Tohum ekiminden 24 gün sonra fideler serada perlit:torf karışımı (4:1, v v⁻¹) ile doldurulmuş saksılara (13 cm yükseklik, 10 cm taban çapı ve 15 cm üst çap, 1.5 L) aktarılmıştır. Fidler her saksıya viyolün 1, 2, 3, 4 ve 5 gözündeki fideler olacak şekilde dikilmiştir. Serada fidelerin beslenmesinde sadece besin çözeltisi (mg/L: N 180, P 50, K 210, Ca 180, Mg 50, Fe 5.0, Mn 0.50, Zn 0.1, B 0.50, Cu 0.1, Mo 0.05) kullanılmıştır. Çözelti her gün saksıdan drene olacak kadar uygulanmıştır. Dikimden 1 ay sonra bitkiler hasat edilmiş olup verim, bitki gelişim özellikleri (bitki ağırlığı, yaprak ayası eni, boyu ve kalınlığı; yaprak sapı uzunluğu; % yaprak kuru ağırlığı) ve yaprakların element içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Fe, Mn) belirlenmiştir. Bitki sıklığı arttıkça verimin arttığı ve 56 g/saksıdan 84 g/saksıya yükseldiği, yaprak sapı uzunluğunun arttığı, fakat yaprak ayası eni ve boyunun azaldığı saptanmıştır. Ek olarak, bitki sıklığının arttığı durumlarda yaprak N, P ve K içeriklerinde artış gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında 1.5 L'lik saksılarda ortam kültüründe tere yetiştiriciliğinde bitkilerin agromorfolojisindeki değişimler de göz önüne alınarak saksıda 36-48 fide (3-4 viyol hücresindeki fideler) ile üretimin daha olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Lepidium sativum*, saksı, torf, perlit, verim, agromorfoloji

EFFECTS OF PLANT DENSITIES ON GARDEN CRESS CULTIVATION IN POT

ABSTRACT

This study aimed to determine the effects of different plant densities on plant growth, yield, and leaf nutrient contents in pot cultivation of garden cress (*Lepidium sativum*). Standard cress seeds were manually sown into 128-cell foam trays filled with moistened peat, with 12 seeds placed in each cell. After sowing, the trays were covered with stretch film to prevent moisture loss and kept in a growth chamber for 3 days (darkness, $24\pm 2^{\circ}\text{C}$, 85% relative humidity). Following emergence, a 16/8 h day/night photoperiod was applied in the growth chamber. After irrigation with water for the first 3 days, seedlings were supplied with a nutrient solution. Twenty-four days after sowing, the seedlings were transplanted into pots (13 cm height, 10 cm bottom diameter, 15 cm top diameter, 1.5 L) filled with a perlite:peat mixture (4:1, v v⁻¹). Seedlings were transplanted such that each pot received plants originating from 1, 2, 3, 4, or 5 tray cells. 0Mn 0.50, Zn 0.1, B 0.50, Cu 0.1, Mo 0.05) was used for fertilization, applied daily until drainage occurred. One month after transplanting, plants were harvested and yield, plant growth characteristics (Plant weight, leaf blade width, length, and thickness; petiole length; leaf dry matter percentage) and leaf elemental contents (N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Fe, Mn) were determined. Increasing plant density resulted in higher yield, which rose from 56 g pot⁻¹ to 84 g pot⁻¹; petiole length increased, whereas leaf blade width and length decreased. Additionally, leaf N, P, and K contents increased with higher plant densities. Based on the findings, taking into account agromorphological changes, cultivation of 36-48 seedlings per 1.5-L pot (seedlings originating from 3-4 tray cells) produced more favorable results in substrate-based garden cress production.

Key Words: *Lepidium sativum*, pot, peat, perlite, yield, agromorphology

GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı beslenmenin öneminin artmasıyla birlikte, tüketiciler gıdaların hem besleyici özelliklerine hem de sağlık üzerindeki olumlu etkilerine daha fazla odaklanmaktadır. Kısa sürede hasat edilebilen yapraklı sebzeler, düşük kalori değerleri ve yüksek vitamin-mineral içerikleri nedeniyle öne çıkmaktadır. Bu nedenle yeşillikler, besleyici yapıları sayesinde Akdeniz diyetinin vazgeçilmez unsurları arasında bulunmaktadır (Ünay, Tepecik & Gül, 2022; Esposito et al., 2025).

Tere (*Lepidium sativum* L.), Brassicaceae familyasına ait, hızlı gelişen, kısa büyüme dönemine sahip ve yüksek besin değeri nedeniyle hem taze tüketimde hem de fonksiyonel gıda çalışmalarında önemli bir türdür (Yağmur et al., 2019). Özellikle yapraklarında yüksek düzeyde askorbik asit, fenolik bileşikler, mineral elementler ve glukozinolatlar bulunması, tereyi insan sağlığı açısından değerli kılmakta ve içerdiği glukozinolatların öncülü olan izotiyosiyanatlar, tereye önemli düzeyde kanser önleyici özellik kazandırmaktadır (Alotaibi et al., 2021; Mohammed, Tiku & Daniel, 2025).

Terenin hızlı büyüme potansiyeli nedeniyle hem topraksız tarım sistemlerinde hem de kontrollü ortam yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanıldığı bildirilmektedir. Bitki sıklığı, özellikle saksı ve substrat kültürü gibi sınırlı kök ortamına sahip yetiştirme

sistemlerinde, verim ve yaprak kalitesini doğrudan etkileyen temel faktörlerden biridir. Bitki yoğunluğunun artması ile havalanma, ışıktanma, bitki beslenme gibi parametreler de doğrudan etkilenmekte ve fotosentetik etkinlikte değişimler meydana gelebilmektedir (Yılmaz & Uğur, 2019).

Çeşitli yapraklı sebzelerde, artan bitki sıklığının verimi birim alanda artırdığı, ancak bazı yaprak morfolojik özelliklerini azalttığı birçok çalışma tarafından desteklenmektedir (Mengistu et al. 2021; Jadhav et al., 2025). Ayrıca, bitki sıklığındaki değişimlerin sadece morfolojik yapıyı değil, yaprakların mineral madde birikimini ve beslenme dinamiklerini de etkilediği bilinmektedir (Ünay, Tepecik & Gül, 2022).

Tere özelinde yapılan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, özellikle kontrollü ortam ve topraksız tarım sistemlerinde optimum bitki sıklığının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, substrat kültüründe tere yetiştiriciliğinde bitki sıklığının verim ve element içeriğine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla yetiştirme ortamı olarak, perlit ve torf karışımı kullanılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneme 04 Mart 2022-29 Nisan 2022 tarihleri arasında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait polietilen örtülü tünel serada yürütülmüştür. Bitki materyali olarak standart tere tohumları kullanılmıştır. 04 Mart 2022'de torf (Klasmann TS1) dolu viyollerin (668*330*54 mm) her hücreğine 12 adet tohum gelecek şekilde tohum ekimi gerçekleştirilmiştir. Ekim sonrası viyoller nem kaybını engellemek için streç film ile kaplanmış ve bitki büyüme kabininde 3 gün (karanlık, 22±2°C, %85 nem) tutulmuştur. 3 gün sonunda çıkışlar sağlanmış ve streç filmler açılmıştır. Fideler 24/20°C ve 16/8 saat gündüz/gece fotoperiyoda ayarlanmış bitki büyüme kabininde yetiştirilmiştir. İlk 3 gün su ile sulamadan sonra fideler besin çözeltisi (mg L⁻¹: N 180, P 50, K 210, Ca 180, Mg 50, Fe 5.0, Mn 0.50, Zn 0.1, B 0.50, Cu 0.1, Mo 0.05) ile beslenmiştir. Bitkiler tohum ekiminden 24 gün sonra, 28 Mart 2022'de yüksekliği 13 cm, taban çapı 10 cm ve üst çapı 15 cm olan saksılara aktarılmıştır. Saksılarda substrat olarak tarımsal perlit (Ege Perlit-İzmir) ve torf (Klasmann TS1) karışımı (4:1, v v⁻¹) kullanılmıştır.

Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak düzenlenen denemede 5 farklı bitki sıklığı test edilmiştir:

- (1) Her bir saksıda viyolün 1 hücreğinde yer alan bitkiler
- (2) Her bir saksıda viyolün 2 hücreğinde yer alan bitkiler
- (3) Her bir saksıda viyolün 3 hücreğinde yer alan bitkiler
- (4) Her bir saksıda viyolün 4 hücreğinde yer alan bitkiler
- (5) Her bir saksıda viyolün 5 hücreğinde yer alan bitkiler

Bitkilerin besin maddesi ve su gereksinimi besin çözeltisi uygulaması ile karşılanmıştır. Besin çözeltisi saksı altlıklarına drene olacak şekilde uygulanmıştır.

Bitkilere uygulanan çözeltilerin pH'sı 6.4-6.5, EC'si 1.4-1.5 mS cm⁻¹ aralığında tutulmuştur. Bitkiler, 29 Nisan 2022 tarihinde saksı hizasından bıçak yardımıyla kesilerek hasat edilmiştir. Verim, bitki gelişim özellikleri (bitki ağırlığı, yaprak ayasının eni-boyu ve kalınlığı, yaprak sapının uzunluğu, % yaprak kuru ağırlığı) ve yaprakların element içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Fe, Mn) belirlenmiştir.

Verim, saksı başına üst aksam ağırlığı (g) tartılarak belirlenmiştir. Bitki ağırlığı, her deneysel üniteye tesadüfi olarak seçilen toplam 10 bitkinin ağırlığı tartılarak bitki başına ağırlığı (g) hesaplanmıştır. Yaprak özellikleri her deneysel üniteye tesadüfi olarak seçilen 5 bitkide belirlenmiştir. Yaprak ayasının eni ve boyu ile yaprak sapının uzunluğu şerit metre ile ölçülmüştür. Yaprak ayasının kalınlığı ise mikrometre ile yaprak damarına gelmeyecek şekilde ölçülmüştür. Her deneysel üniteye tesadüfi olarak seçilen 10 bitki, yaş ağırlığı alındıktan sonra 65°C'ye ayarlı etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulmuş ve daha sonra kuru ağırlıkları belirlenerek yüzde kuru madde miktarları hesaplanmıştır. Kuru bitki örnekleri besin elementi analizinde kullanılmıştır. Toplam N Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre hesaplanmıştır. Diğer besin elementleri örneklerde yaş yakma (HNO₃+HClO₄; 4:1) sonrası, P vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometrik olarak (Lott et al., 1956), K, Ca ve Na alev fotometresi ile Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu ise atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile ölçülmüştür (Kacar & İnal, 2008).

Elde edilen verilere SPSS 20.0 paket programında varyans analizi yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi (P≤0.05) ile belirlenmiştir. Ayrıca bitki sıklığı ile incelenen özellikler arasındaki ilişkileri açıklamak üzere ortogonal karşılaştırmalar yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki sıklığının verime etkisi önemli (P≤0.001) bulunmuştur. Verim bitki sıklığının artması ile 56.04 g'dan 84.01 g'a artış göstermiştir (Çizelge 1). Verimdeki bu artışın sebebi birim alanda daha fazla bitki yetişmesidir. Bitki sıklığı ile verim arasındaki ilişkinin %99'unun linear bileşen tarafından açıklandığı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan saksılardan (15 cm çaplı) 1 m²'lik alana 36 adet saksının yerleştirilebileceği düşünülür ise, verimin uygulamalara bağlı olarak 3172-4756 g m⁻² arasında değiştiği söylenebilir. Önceki araştırmalarda, tere bitkisinin veriminin yetiştirme ortamına bağlı olarak geniş bir değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. Nitekim su kültüründe 600-4700 g m⁻² (Fontana & Nicola, 2008) toprak koşullarında ise 1692-3300 g m⁻² (Yağmur et al., 2019) arasında değişen verim değerleri rapor edilmektedir. Farklı dikim sıklıklarının tere çeşitlerinde verim ve yaprak kalitesi üzerine etkilerini araştıran Yılmaz and Uğur (2019), yaptıkları denemede tere veriminin 2099-2333 g m⁻²; Karal and Uğur (2014), yetiştirme ve hasat dönemine bağlı olarak 2219-2936 g m⁻² arasında olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen verim değerlerinin literatürde verilen değerlere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebinin sulamaların besin çözeltisi ile yapılmasına ve çeşide bağlı olabileceği düşünülmektedir. Farklı türlerde gerçekleştirilen bitki sıklığı araştırmalarında, birim alandaki bitki yoğunluğunun artmasıyla birlikte

ortalama bitki veriminde meydana gelen artışlar, elde edilen sonuçlarla uyumluluk göstermektedir (Işık et al., 2011; Ünal et al., 2011; Ünay, Tepecik & Gül, 2022).

Bitki ağırlığı üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur ($0.01 \leq p < 0.05$). En yüksek bitki ağırlığı, en düşük dikim sıklığının uygulandığı koşullarda 0.72 g olarak belirlenmiştir. Bitki sıklığının en fazla olduğu uygulamada (5 viyol hücresindeki bitkilerin yetiştirildiği saksı), bitki ağırlığının en düşük (0.51 g) olduğu saptanmıştır. Değişimin yaklaşık %92'si linear bileşen tarafından açıklanmış olup, bitki ağırlığının artan dikim sıklığı ile birlikte belirgin bir doğrusal azalış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, farklı türlerde yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Mengistu et al. 2021; Jadhav et al., 2025).

Bitki sıklığı arttıkça yaprak ayası eninin ($P \leq 0.001$) ve boyunun ($0.01 \leq p < 0.05$) anlamlı şekilde azalmasına karşın yaprak sap uzunluğunun ($0.01 \leq p < 0.05$) artış gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 1). Bitki sıklığının daha fazla olduğu 4 uygulamada (2, 3, 4 ve 5 viyol hücresindeki bitkilerin yetiştirildiği saksılarda) 1 viyol hücresindeki bitkilerin yetiştirildiği uygulamaya kıyasla bitkilerin yaprak ayasının daha dar ve kısa, yaprak saplarının ise daha uzun olduğu belirlenmiştir. En geniş, uzun yapraklar ve en kısa sap 1 viyol hücresindeki bitkilerin yetiştirildiği uygulamada (3.81/8.77/7.04 cm, en/boy/sap), en dar, kısa yapraklar ve en uzun sap ise 5 viyol hücresindeki bitkilerin yetiştirildiği uygulamada (2.67/6.15/8.31 cm, en/boy/sap) belirlenmiştir. Bitki sıklığındaki artışa bağlı olarak, yaprak eni-boyunda meydana gelen azalmaların ve yaprak sapının uzama eğilimde olmasının bitkiler arasındaki ışık, su ve besin maddesi rekabetinin yoğunlaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yaprak enindeki değişimin %93'ü, yaprak boyundaki değişimin %98'i ve yaprak sapı uzunluğundaki değişimin %79'unu linear bileşen tarafından açıklandığı saptanmıştır. Karal and Uğur (2014), terede yaprak eni ve boyu değerlerinin yetiştirme süreci ve hasat zamanına bağlı olarak değiştiğini ve bu değerlerin sırasıyla 0.67-3.20 cm ile 4.48-16.40 cm arasında seyrettiğini bildirmiştir. Bu çalışma kapsamında elde edilen yaprak boyutları söz konusu aralıklarla uyum göstermektedir. Ayrıca, bitki sıklığının artmasıyla yaprak eni ve boyunun yükselirken sap uzunluğunun azaldığını ortaya koyan Yılmaz and Uğur (2019) tarafından bildirilen bulgular, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla benzerlik taşımaktadır. Bu sonuçlar, yapraklı sebzelerde yüksek dikim sıklığının yaprak alanını daralttığını bildiren önceki çalışmalar ile paraleldir (Işık et al., 2011; Ünal et al., 2011; Ünay, Tepecik & Gül, 2022).

Yaprak kalınlığı ile % kuru ağırlık parametrelerinin bitki sıklığından istatistiksel olarak etkilenmediği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bitki sıklığının verim ve yaprak gelişimine etkisi
Table 1. The effect of plant density on yield and leaf growth

Bitki Sıklığı Plant Density	Verim (g saksı ⁻¹) Yield	Bitki Ağırlığı (g) Plant Weight	Yaprak Ayasının Leaf Blade			Yaprak sapının uzunluğu (cm) Petiole length	Kuru madde (%) Dry matter
			Eni (cm) Width	Boy (cm) Length	Kalınlığı (mm) Thickness		
1	56,04 D	0,72 A	3,81 A	8,77 A	0,26	7,04 B	11,07
2	63,26 BC	0,7 AB	3,24 B	7,86 AB	0,24	7,90 A	10,93
3	67,72 BC	0,65 AB	3,07 C	7,58 AB	0,26	8,04 A	11,12
4	77,1 B	0,62 B	2,81 D	6,64 BC	0,25	8,22 A	11,04
5	84,01 A	0,51 C	2,67 E	6,15 C	0,26	8,31 A	11,66
P	***	*	***	*	Ö.D.	*	Ö.D.

Uygulamalara bağlı olarak yaprak element içeriklerinde N %4.31-4.88, P %0.56- 0.80, K %5.51-6.28, Ca %2.91-3.20, Mg %0.69-0.94, Na 2821-3291 ppm, Zn 50.5-66.4 ppm, Cu 14.7-16.4 ppm, Fe 75.7-98.6 ppm, Mn 79.8-101.2 ppm arasında değişmiştir (Çizelge 2). Karal and Uğur (2014), terede N, P , K değerlerinin yetiştirme dönemine bağlı olarak değiştiğini ve bu değerlerin sırasıyla %1.38-6.50, %0.33-1.00, %2.34-6.42 arasında seyrettiğini bildirmiştir. Elde edilen sonuçlar Karal and Uğur (2014) tarafından saptanan değerler ile benzerdir. Bitki sıklığı ile P ve K içerikleri arasındaki ilişkinin sırasıyla %81 ve %90'ının linear bileşen tarafından açıklandığı belirlenmiştir. Ana varyans analiz sonucu istatistiksel sınırı tam olarak karşılamasa da ($p=0.078$), gruplar arasındaki ortalama farklılıkları post-hoc testinde ayrılarak gösterilmiş ve bu durum N içeriğinin dikim sıklığı arttıkça düzenli bir artış eğilimi sergilediğini ortaya koymuştur. Bitki sıklığının yaprakların P ($P \leq 0.001$) ve K ($0.01 \leq p < 0.05$) içeriğine etkisi önemli bulunmuştur. Bitki sıklığı ile yaprak P ve K içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmış; dikim sıklığındaki artışın bu besin elementlerinin yapraklardaki düzeyini artırdığı belirlenmiştir. Bu durumun, artan sıklıkla birlikte yaprak morfolojisinde meydana gelen değişimlere ve özellikle yaprak sapı uzunluğundaki artışa bağlı olabileceği düşünülmektedir. Diğer yaprak besin elementi içeriklerinin bitki sıklığından istatistiksel olarak etkilenmediği belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bitki sıklığının yaprak element içeriğine etkisi
Table 2. The effect of plant density on leaf element content

Bitki sıklığı Plant Density	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
1	4,31 B	0,56 C	5,51 B	3,20	0,76
2	4,48 AB	0,72 B	5,90 AB	2,91	0,69
3	4,79 A	0,76 AB	6,07 A	3,03	0,78
4	4,84 A	0,79 AB	6,12 A	3,04	0,72
5	4,88 A	0,80 A	6,28 A	3,09	0,94
P	Ö.D.	***	*	Ö.D.	Ö.D.
Bitki sıklığı Plant Density	Na (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
1	3291,05	61,22	14,70	97,82	79,77
2	2820,75	66,35	14,98	98,61	101,16
3	3068,35	60,71	14,72	86,37	97,37
4	2894,05	60,58	16,36	78,28	94,34
5	3267,50	50,48	15,38	75,7	89,39
P	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

Elde edilen bulgular toplu olarak değerlendirildiğinde, bitki sıklığı arttıkça bitki ağırlığında azalma olsa da toplam verimin yükseldiği ve yaprak morfolojisindeki değişimlerin üretim açısından kritik bir kalite kaybına yol açmadığı 3 ve 4 numaralı uygulamaların hem verim hem de besin elementi içeriği açısından dengeli sonuçlar sunduğu görülmüş; dolayısıyla 15 cm çaplı saksılarda 36-48 adet tere bitkisinin yetiştirilmesinin önerilebileceği sonucuna varılmıştır. Saksının yüzey alanı (0.0177 m²) dikkate alınırsa 1 m²'de 2038-2717 adet arasında tere bitkisinin yetiştirilmesi uygun görünmektedir. Tohum çimlenmesinin düşük olduğu durumlarda m²'ye daha fazla tohum ekilerek hedef bitki sayısının korunabileceği anlaşılmaktadır. Literatürde bildirilen bitki sıklıklarıyla da uyumlu olan bu değerler, kontrollü koşullarda yüksek verim elde etmek isteyen üreticiler için uygun bir yetiştirme stratejisi sunmaktadır. Bu bulgular ışığında, yüksek toplam verim hedeflendiğinde daha yoğun dikim uygulamalarının, bitki ağırlığı ve yaprak kalitesinin ön planda olduğu durumlarda ise daha seyrek dikimin tercih edilmesinin uygun olduğu ve tere yetiştiriciliğinde optimum sıklığın üretim amacına göre değişebileceği ortaya konmuştur.

SONUÇ

Substrat kültüründe tere yetiştiriciliğinde bitki sıklığının verim, yaprak özellikleri ve besin madde içeriğini etkilemiştir. Bitki sıklığı arttıkça bitki ağırlığının azalmasına karşı toplam verim artmakta; yaprak ayasının eni ve boyu azalmakta, yaprak sap uzunluğu artmaktadır. Bitki sıklığının artması yaprakların N, P ve K içeriğinin artmasına neden olmuştur. Elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, 15 cm çaplı saksılarda (yüzey alanı 0.0177 m²) 36-48 adet tere bitkisinin yetiştirilmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Bununla birlikte, bitki sıklığının yetiştirme ortamı, gübreleme seviyeleri ve sulama uygulamaları gibi diğer faktörlerle birlikte ele alınacağı gelecek araştırmaların sonuçları tere yetiştiriciliğinde bitki sıklığı konusunda daha doğru yorum yapılmasına olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Alotaibi, M. O., Khamis, G., AbdElgawad, H., et al. (2021). *Lepidium sativum* sprouts grown under elevated CO₂ hyperaccumulate glucosinolates and antioxidants and exhibit enhanced biological and reduced antinutritional properties. *Biomolecules*, 11(8), 1174. <https://doi.org/10.3390/biom11081174>
- Bremner, J. M. (1965). Nitrogen total. In D. L. Sparks (Ed.), *Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods* (SSSA Book Series 5, pp. 1085–1122). Soil Science Society of America.
- Esposito, A., Moncada, A., Vetrano, F., Palazzolo, E., Lucia, C., & Miceli, A. (2025). Effects of hydroponic cultivation on baby plant characteristics of *Tetragonia tetragonoides* (Pallas) O. Kunze at harvest and during storage as minimally processed produce. *Horticulturae*, 11(7), 846. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11070846>
- Fontana, E., & Nicola, S. (2008). Producing garden cress (*Lepidium sativum* L.) for the fresh-cut chain using a soilless culture system. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83(1), 1–6.
- Işık, E., Yılmaz, E., Aydın, M., Geboloğlu, N., Meydan, F., Ünal, S., Özgöz, E., Bayram, M., & Çakmak, P. (2011). Azaltılmış toprak işleme yöntemleri ve bitki sıklığının sonbahar dönemi brokoli yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Şanlıurfa*, 518–525.
- Jadhav, V., Grondona, T., Pistillo, A., Pennisi, G., Ghio, M., Gianquinto, G., & Orsini, F. (2025). Optimizing planting density for increased resource use efficiency in baby-leaf production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and basil (*Ocimum basilicum* L.) in vertical farms. *Horticulturae*, 11(4), 343. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11040343>
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım.
- Karal, G., & Uğur, A. (2014). *Lepidium sativum* cultivation in organic fertilizer added hazelnut husk compost. *Ekoloji Dergisi*, 23(90), 33–39.

Lott, W. L., Nery, J. P., Gall, J. R., & Medcoff, J. C. (1956). Leaf analysis techniques in coffee research. IBEC Research Institute Publication, 9, 21–24.

Mengistu, F. G., Tabor, G., Dagne, Z., Atinafu, G., & Tewolde, F. T. (2021). Effect of planting density on yield and yield components of lettuce (*Lactuca sativa* L.) at two agro-ecologies of Ethiopia. African Journal of Agricultural Research, 17, 549–556.

Mohammed, S., Tiku, K., & Daniel, F. (2025). A promising genotype of *Lepidium sativum* for enhanced yield and agronomic performances under optimal growth conditions. Horticulturae, 11(2), 153. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11020153>

Ünal, S., Aydın, M., Geboloğlu, N., Meydan, F., Özgöz, E., Bayram, M., & Çakmak, P. (2011). Farklı toprak işleme yöntemleri ve bitki sıklığının sonbahar dönemi karnabahar yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve kalite özelliklerine etkisi. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Şanlıurfa, 319–328.

Ünay, Ö., Tepecik, M., & Gül, A. (2022). Saksıda roka yetiştiriciliğinde bitki sıklığının etkisi. Bahçe, 51(Özel Sayı 1), 204–207.

Yağmur, B., Okur, B., Tuncay, Ö., & Eşiyok, D. (2019). Farklı ekim zamanı ve azotlu gübre uygulamalarının tere (*Lepidium sativum* L.) bitkisinin azot fraksiyonları ve bitki besin maddesi içeriğine etkileri. Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 29(3), 388–396. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.564237>

Yılmaz, D., & Uğur, A. (2019). Terede (*Lepidium sativum* L.) bitki sıklığının verim ve yaprak kalitesine etkisi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(8), 1222–1227.

PEYNİRALTI SUYU TOZUNUN DOMATESTE FİDE KALİTESİNE ETKİLERİ

Prof. Dr., Gölgen Bahar ÖZTEKİN

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6023-013X>

Zir. Müh., Salih KARASU

Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bornova-İzmir, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-8385-4923>

ÖZET

Süt sektöründe endüstriyel bir atık olan peynir altı suyu (PAS) tozunun tarımda kullanım olanaklarını değerlendirmek adına yürütülen bu çalışmada, ticari bir işletmeden alınan %11 protein içerikli PAS tozu, domates fidelerine yaprakdan uygulanmış ve fidelerin agromorfolojik gelişim ve kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada kontrol (20:20:20: yaprak gübresi ile besleme, K), sadece PAS tozu ile besleme (PAS) ve PAS tozu ile birlikte 20:20:20 yaprak gübresi ile besleme (PAS+K) konuları test edilmiştir. Tohum ekimi 128'lik köpük viyollere elle yapılmış, ekim sonrası viyoller çimlendirme odasında tutulmuş, çıkışlar tamamlandıktan sonra sera içerisine alınarak fideler burada büyütülmüştür. Fidelerde fide boyu, kök boyu, gövde çapı, yaprak sayısı ve kalınlığı, kök ve vejetatif aksam yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak rengi, klorofil indeksi ve fide kalite indeksleri saptanmıştır. Elde edilen veriler PAS tozu uygulamasının gövde çapı ve yaprak kalınlığını, vejetatif aksam yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ağırlığını, klorofil indeksini ve bazı renk parametreleri ile fide kalite indeksini etkilediğini göstermiştir. En düşük değerleri PAS uygulamasından alınırken, en yüksek değerler PAS+K uygulamasından elde edilmiştir. Fide kalitesi üzerine beslemede sadece PAS tozu kullanımının olumlu sonuçlar vermediği, fidelerin normal beslemesi yanında PAS tozu ilavesinin domates fide üretiminde umutvar sonuçlar verdiği ve fide kalite indeksini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Solanum lycopersicon*, PAS, fide, biyokütle, fide kalite indeksi

IMPACT OF WHEY POWDER APPLICATION ON THE QUALITY OF TOMATO SEEDLING

ABSTRACT

In this study, conducted to evaluate the potential use of whey powder (WP)—an industrial by-product of the dairy sector—in agriculture, WP containing 11% protein obtained from a commercial facility was applied as a foliar treatment to tomato seedlings. The objective was to determine its effects on the agromorphological growth and quality of the seedlings. Three treatments were tested: control (fertilization with a 20-20-20 foliar fertilizer, C); fertilization with WP alone (WP), and fertilization with WP in combination with the 20-20-20 foliar fertilizer (WP+C). Tomato seeds were manually sown into 128-cell foam trays; after sowing, the trays were kept in a germination chamber and subsequently transferred to the greenhouse for seedling growth once emergence was completed. Seedling height, root length, stem diameter, number and thickness of leaves, fresh and dry weights of root and vegetative tissues, leaf color, chlorophyll index, and seedling quality indices were recorded. The results indicated that WP application influenced stem diameter, leaf thickness, fresh and dry weights of vegetative tissues, root fresh weight, chlorophyll index, certain color parameters, and seedling quality indices. The lowest values were obtained from the WP treatment, whereas the highest values were recorded in the WP+C treatment. It was concluded that the sole use of WP in seedling nutrition did not produce favorable outcomes for seedling quality; however, the supplementation of standard seedling fertilization with WP (WP+C) provided promising results for tomato seedling production and improved seedling quality indices.

Key Words: *Solanum lycopersicon*, WP, seedling, biomass, seedling quality index

GİRİŞ

Peyniraltı suyu (PAS), peynir yapımı sırasında sütün herhangi organik bir asit veya peynir mayası (rennet enzimi) ile pıhtılaştırılmasından ve süzme işlemi ile telemin alınmasından sonra altta kalan yan üründür (Ocak & Demir, 2012). İçindeki riboflavinden dolayı yeşilimsi veya sarı renkte olabilmektedir. Genellikle sarımtırak renkte olan bu ürün, besin değeri açısından oldukça zengindir. Peynir yapım yöntemlerine göre değişmekle birlikte sütün yaklaşık %70-90 kadarı PAS'a geçmektedir. PAS'da toplam kuru madde %3.69-6.4, su %93.6-96.3, yağ %0.05-0.1, kül %0.45, toplam protein %0.55-0.88, laktoz %3.6-4.8, N %0.137-0.180, P 36.3 ppm, K 947.5 ppm, Ca 280 ppm, Na 233 ppm, Fe 0.82 ppm, Zn 4.32 ppm ve Mn 0.70 ppm olarak belirtilmiştir (Demirci ve ark., 2000; Özrenk ve ark., 2003). PAS besin içeriği yanında biyolojik değeri ve gıda fonksiyonelliği açısından önemli katkıları olan proteinler de taşımaktadır. Bir litre sütün ısıtılması ile PAS'a geçen önemli serum proteinleri β -laktoglobulin (3400 mg), serum albumin (400 mg), α -laktalbumin (1300 mg), immoglobulin (810 mg), proteaz-pepton (800 mg), glokomakropeptit (600 mg), laktoferrin (100 mg), transferin (100 mg) mevcuttur (Tarakçı & Küçüköner, 2003). Besin değeri açısından oldukça zengin olan PAS'ın kullanım alanları da oldukça farklılık göstermektedir. Gıda sektöründe, insan ve özellikle sporcuların beslenmesinde, hayvan beslenmesinde, plastik yapımında, toprak gübrelemesinde, bitkide hastalıkların kontrolünde kullanıldığı görülmektedir (Sienkiewicz & Riedel 1990; Zadow 1994).

Depolama ve nakliye kolaylığı nedeni ile pastörize ve konsantre edilmiş PAS, demineralize edilerek ve püskürtmeli kurutucu ile kurutularak toz haline getirilmektedir. PAS tozu ülkemizde başta sporcu içeceklerinde olmak üzere, bebek mamalarında, gıda takviyelerinde, dondurma imalatında, fırıncılıkta ve çikolata, şekerleme, bisküvi imalatında güvenle kullanılmaktadır.

Peynir üretiminde bol miktarda elde edilen ve önemli bir süt sektörü artığı olan PAS, çoğunlukla hiç işlem görmeden kanal ve akarsulara atılmaktadır. Bunun sonucunda da anaerobik arıtım gerektirecek kadar yüksek bir kirlilik olan yaklaşık 40.000 BOD (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı) düzeyinde bir kirlilik oluşturmaktadır (Sienkiewicz & Riedel, 1990). Bir insanın günlük atıklarının parçalanabilmesi için gerekli BOD değeri 60 g/L iken peyniraltı suyunda bu değer 40 g/L'dir. PAS'ın kirletme sebebi içermiş olduğu organik maddelerden kaynaklanmaktadır (Bekiş, 2019). Oysaki oluşan bu çevre kirliliği herhangi bir masraf veya işlem yapmadan kolayca bertaraf edilebilecek durumdadır. Protein ve besin içeriği yönünden zengin bir atık olan PAS'ın tarımda gübreleme amacıyla kullanılabilir olduğu önceki çalışmalar ile ortaya konmuştur (Watson 1978; Sienkiewicz & Riedel 1990; Sonnleitner et al., 2003 a,b). Ryder (1980), tarlaya verdiği her 3 ton PAS'ın besin maddesi açısından bitkide 1 ton çiftlik gübresine eşdeğer olduğunu; bu uygulamanın ekonomik ve toprak yapısını iyileştiren bir uygulama olduğunu belirtmiştir. Bunlarla beraber bağda (Crips et al., 2006), hıyar ve karpuzda (Bettiol et al., 2008) külleme hastalığına karşı PAS kullanımının önemli ölçüde etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir. PAS'ın protein fraksiyonlarının (β -laktoglobulin, α -laktalbumin ve laktoferrin) Domates Sarı Yaprak Kıvrıcıklık Virus (TYLCV)'unun kontrolünde de etkili olduğunu saptanmıştır (Abdelbacki et al., 2010). Arpa yüzeyine PAS püskürtülmesi ile de virüsün bitkilerin yüzeyinden geçmesi ve tarlada virüsün yayılma oranının azaldığı belirtilmiştir (Çelik, 2016).

Önceki çalışmalardan anlaşıldığı üzere PAS, tarımda gübrelemede, toprak yapısını iyileştirmede, bitkinin hastalık ve virüse toleransını arttırmada etkili olan bir uygulamadır. Yürütülen çalışmalar genellikle tahıllarda ve baklagillerde yoğunlaşmış; sebzelerde yapılan çalışmaların az olduğu görülmüştür. Ancak yapılan literatür taramasında PAS'ın sebzelerde fide üretiminde kullanılması ile ilgili çalışmalara rastlanmamıştır.

Yürütülen bu çalışmada PAS tozunun fide üretiminde kullanımına yer verilmiştir. Bu amaçla sebzeler içerisinde en çok kullanılan tür olan domates seçilmiştir. Fide kalitesi sonraki bitkisel üretimde başarıyı doğrudan etkilediği için kaliteli fide elde etmek esastır. Her türde olduğu gibi bu türde de çevresel koşullar ve kültürel işlemlerden kaynaklı fide gelişiminde, fidenin pişkinleşmesinde, beslenmesinde bazı sorunlar ile karşılaşılabilir. Ayrıca ticari fide üretiminde bitkilerin beslenmesinde daha çok suni kompoze gübreler kullanılmaktadır. Bu gübrelerin maliyetleri de düşünüldüğünde, fide beslenmesinde ve kaliteyi arttırmada olumlu sonuçlar verecek alternatif, ucuz ve organik uygulamalara ihtiyaç her zaman vardır. Bu bağlamda atık bir ürün olan PAS tozunun içeriğindeki organik bileşikler ile (özellikle protein yapısındaki N ile) fide kalitesini iyileştirmede yardımcı olması beklenmektedir. Araştırmada PAS tozu fide üretiminde

beslemede hem saf halde hem ticari kompoze gübre ile birlikte kullanılmış ve kontrol gurubu ile kıyaslanarak PAS tozunun fide kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL METOD

Araştırma 2025 yılı Nisan – Haziran ayları arasında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait deneme alanında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak standart domates (*Solanum lycopersicon* L.) cv. “SC 2121” ve süt sektörü atığı olan peynir altı suyu (PAS) tozu kullanılmıştır.

Araştırmada yüksek protein içerikli (%11), kremi renkte, kristalize edilmiş, kendine has koku ve tada sahip toz (Maybi 1A, Maybi-Malkara Birlik Süt ve Süt Mamülleri A.Ş. Malkara-Tekirağ) kullanılmıştır. Kullanılan PAS tozunda pestisit kalıntısı olmadığı, ağır metal içermediği; EC değerinin 0.12 dS/m, pH değerinin 6.0-6.8 aralığında olduğu; %11 protein, %4 nem, %8.5 kül, %65 laktoz, %1.5 yağ, 373.8 kcal enerji, 79.7 g/100 g karbonhidrat içerdiği; Enterobacteriaceae ve koliform içeriği ≤ 10 kob/g; maya ve küf içeriği ≤ 30 kob/g; toplam mezofilik aerobik bakteri içeriği $\leq 20,000$ kob/g; *E.coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* ve Koagülaz pozitif stafilocoklar içeriği negatif olarak belirlenmiştir. Besin element içeriği ise N %1,72, P 179.7 ppm, K 422,9 ppm, Ca 277,7 ppm, Mg 43,5 ppm, Fe 0,77 ppm, Zn 0,18 ppm ve Mn 0,02 ppm olarak belirlenmiştir (Öztekin ve ark., 2025). Kullanılan PAS tozu “Türk Gıda Kodeksi'ne uygundur” belgesine sahiptir. Firma %11 protein içeriğine sahip PAS tozunun fiyatını 65 TL/kg olarak belirlemiştir.

Tohum ekim ortamı olarak torf (Klassman, TS1, Almanya) kullanılmış ve ortam 128'lik köpük viyollere (66,5 × 33,5 × 4,9 cm) doldurulmuş ve tohum ekimi elle her göze bir tohum gelecek şekilde 24.04.2025 tarihinde yapılmıştır. Ekim sonrası viyoller nemlendirilip, streç film ile kaplanmış ve çimlendirme odasında 3 gün (karanlık, gece/gündüz 24°C, %85 nem) tutulmuştur. Çimlenme sonrası fideler tünel sera içerisine alınmıştır. Deneme her konu için 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Sera içinde fideler dikim büyüklüğüne gelene kadar tutulmuştur (38 gün). Hasata kadar olan süre içerisinde fidelere sabah ve akşam olmak üzere günde 2 defa sulama yapılmıştır. Kontrol grubu fidelere (K) haftada 1 defa 300 g/da dozunda Agroleaf Power 20-20-20 yaprak gübresi (Altıntar Tarım, Antalya) verilmiştir. PAS+K uygulamasındaki fidelere haftada 1 defa 20-20-20 yaprak gübresi ve 100 g/L PAS tozu verilmiş; PAS uygulamasındaki fidelere haftada 1 defa sadece 100 g/L PAS tozu verilmiştir. PAS tozu su ile karıştırılıp yapraklara püskürtülmüştür.

Dikim büyüklüğüne gelen fidelerde hasat günü sabah erken saatlerde her tekerrürden 10 adet fide seçilerek klorofil metre (SPAD-502 Plus, Konica Minolta, Japonya) ile toplam klorofil indeksleri (SPAD) ve yaprak uç bölgesinden mikrometre (Mitutoyo, Japonya) yardımı ile yaprak kalınlığı (mm) ölçülmüştür. Fidelerin yaprak rengi (L, a*, b*) renk ölçer (Konica Minolta CR-300 Chroma Meter, Japonya) ile laboratuvarında ölçülmüş her tekerrürde tam açmış 3. veya 4. gerçek yaprakta 10 adet okuma yapılmıştır. Kökleri yıkanan fidelerde kök başlangıcından büyüme ucuna kadar olan uzunluk şerit metre ile

ölçülerek fide boyu (cm) ve hipokotilin orta kısmından dijital kumpas (Mitutoyo, Japonya) ile gövde çapı (mm) ölçülmüştür. Fidelerin kök ve vejetatif aksamı (yaprak+gövde) ayrılarak temizlenmiş ve hassas terazide kök ve vejetatif aksam yaş ağırlıkları (g) tartılmıştır. Etüvde 65°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilen bitki kısımları hassas terazide tartılıp kuru ağırlıkları (g) belirlemiştir. Fidelerin kalite indeksi fide boyu, gövde çapı ve kuru ağırlıklar üzerinden Bai ve ark. (2014)’e göre belirlenmiştir.

Denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine göre tek faktörlü ve üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ölçülen parametrelerde varyans analizi (ANOVA) bilgisayarda JMP istatistik paket programında yapılmış, ortalamalar arası farklılıklar Tukey testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli bulunan parametrelerde korelasyon değerlerine bakılmıştır.

BULGULAR

Morfolojik Özellikler

Uygulamaların domates fidelerinde kök ve fide boyu ile yaprak sayısı üzerine etkisi önemsiz bulunurken, gövde çapı ve yaprak kalınlığının uygulamalardan etkilendiği görülmüştür. Kompoze yaprak gübresi ile birlikte PAS uygulamasının daha kalın gövde çapı oluşturduğu, PAS tozu uygulamasının yaprak kalınlığını azalttığı dikkat çekmiştir. En ince gövde çapı ve yaprak kalınlığı fidelere sadece PAS uygulanan konudan elde edilmiştir (Çizelge 1).

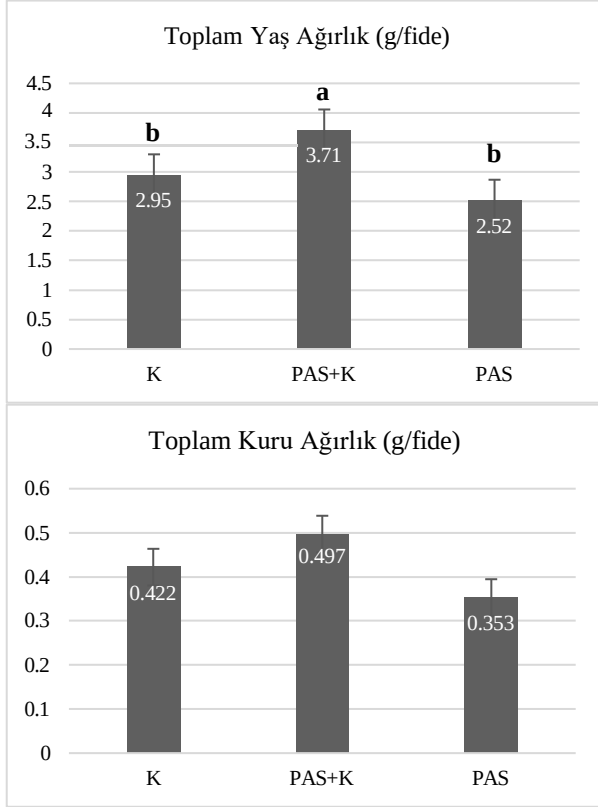
Çizelge 1. Domates fidelerinde bazı morfolojik parametreler üzerine uygulamaların etkileri

Konular	Kök Boyu (cm)	Fide Boyu (cm)	Gövde Çapı (mm)	Yaprak Kalınlığı (µm)	Yaprak Sayısı (Adet)
K	8.23	8.16	2.75 b	0.504 a	4.8
PAS+K	7.89	8.78	3.25 a	0.416 b	5.1
PAS	8.15	7.82	2.80 b	0.375 b	4.7
<i>P</i>	0.4956	0.0783	0.0028	0.0104	0.4909

Fide biyokütlesinde vejetatif aksamı yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ağırlığının uygulamalardan etkilendiği görülmüştür (Çizelge 2). En yüksek yaş ağırlık ve kuru ağırlıklar PAS+K uygulamasından elde edilmiştir. PAS uygulamasının tek başına yapıldığı konuda ise fide biyokütlesinin en düşük değerde kaldığı görülmüştür. İstatistiksel olarak önemli bulunmasa da en düşük kuru madde miktarı PAS+K uygulamalarından elde edilmiştir. Ortalama toplam fide yaş ağırlığı 2.52-3.71 g/fide, kuru ağırlıkları 0.353-0.497 g/fide arasında değişmiş; en yüksek biyokütle PAS+K uygulamasından elde edilirken, en düşük sade PAS uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 1). PAS+K uygulaması K uygulamasına göre toplam yaş ağırlığı %25.7, toplam kuru ağırlığı %19.0 oranında arttırmıştır. PAS uygulaması ile kontrole göre toplam yaş ve kuru ağırlıklar sırası ile %14.6 ve %16.7 oranında azalış göstermiştir.

Çizelge 2. Domates fide biyokütlesi ve kuru maddesi üzerine uygulamaların etkileri

Konular	Vejetatif Aksam (Gövde + Yaprak)			Kök		
	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Kuru Madde (%)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Kuru Madde (%)
K	1.77 b	0.314 a	17.76	1.18 ab	0.108	9.20
PAS+K	2.20 a	0.368 a	16.73	1.51 a	0.129	8.57
PAS	1.48 c	0.251 b	17.01	1.04 b	0.102	9.81
<i>P</i>	<i>0.0020</i>	<i>0.0057</i>	<i>0.1592</i>	<i>0.0295</i>	<i>0.2203</i>	<i>0.6319</i>



Şekil 1. Domates fidelerinde uygulamaların toplam yaş ve kuru ağırlık üzerine etkileri ($P_{Yaş\ Ağırlık}:0.0448$, $P_{Kuru\ Ağırlık}:0.0014$)

Klorofil ve Renk Değerleri

PAS uygulamalarının yaprak klorofil indeksi üzerine etkisi önemli bulunmuş, kontrol uygulamasında daha yüksek klorofil içeriği saptanmıştır. PAS uygulamasının yaprak klorofil içeriğini azalttığı saptanmıştır (Çizelge 3).

L, a*, b* ve C° değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu nedenle renk parlaklığı yada yaprağın açık-koyu olma düzeyi (L) ile ana renk tonunda (a ve b) ve rengin canlılığı (C) üzerine uygulamaların belirgin bir etkisi olmamıştır. Ancak PAS konusundaki fideler, daha az negatif a* değeri ile (-11.57) diğerlerinden **daha az yeşil bir renge sahip olmuştur**. a/b renk oranı en düşük PAS uygulamasından en yüksek kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Böylece klorofil değerleri ile paralel şekilde K

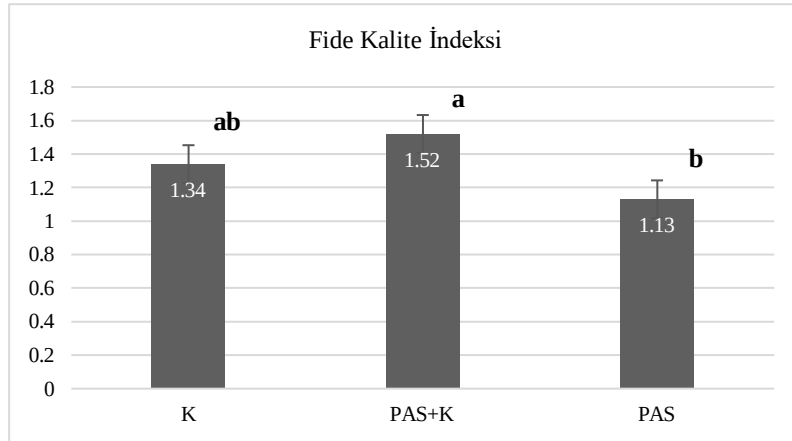
fidelerinin daha koyu yeşil renge sahip olduğu belirlenmiştir. PAS uygulamaları ile yaprak renginde açılma görülmüştür. K gurubu fideleri yüksek h° değeri ile daha saf yeşil renge sahip olmuştur. PAS uygulaması ile h° değeri azalmış, klorofil içeriği ile paralellik göstermiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Domates fide yapraklarında klorofil indeksi ve renk değerleri üzerine uygulamaların etkileri

Konular	Klorofil İndeksi (SPAD)	Yaprak Renk Değerleri					
		L	a*	b*	a*/b*	h°	C°
K	37.08 a	37.70	-13.32	22.30	-0.60 b	120.85 a	25.98
PAS+K	34.53 b	41.24	-13.61	23.75	-0.57 ab	119.81 ab	27.37
PAS	34.42 b	38.40	-11.57	21.50	-0.54 a	118.19 b	24.42
<i>P</i>	0.0465	0.6502	0.4328	0.6682	0.0235	0.0249	0.6157

Fide Kalite İndeksi

Fide kalite indeksi 1.13 ile 1.52 arasında değişmiş, en düşük kalite sadece PAS kullanımından elde edilirken, rutin fide yetiştiriciliğine ilaveten PAS uygulamasının (PAS+K) fide kalitesini arttırdığı saptanmıştır. Bu artış kontrol fideleri ile kıyaslandığında %13.4 oranında olmuştur. Yine kontrol konusuna kıyasla sadece PAS uygulamasının ise fide kalitesini %11.8 oranında azalttığı belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Domateste fide kalite indeksi üzerine uygulamaların etkileri (P:0.0232)

Korelasyon Değerleri

Elde edilen bulgulara ortalamalar arasında istatistiksel farkların görüldüğü 12 parametrede korelasyon analizi yapılmış ve parametreler arasında negatif ve pozitif korelasyonların olduğu görülmüştür. Fide kalite indeksi gövde yaş ve kuru ağırlığı ile yüksek korelasyon oluşturmuş; yaprak kalınlığı ve klorofil indeksi ile düşük korelasyon oluşturmuştur. Gövde yaş ağırlığı da yaprak kalınlığı ve klorofil indeksi ile ve renk değerleri ile düşük korelasyon oluşturmuştur. Yaprak kalınlığı ve klorofil indeksi arasındaki yüksek korelasyon dikkat çekmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Önemli bulunan parametrelere ait korelasyon analizi

Parametre	GOVC AP	YAPK AL	GOV YA	GOV KA	KOK YA	TOPL YA	TOPL KA	KLOIN DX	A/B	HUE	FKI
GOVCA P	1	-0,272	0,862	0,762	0,882	0,913	0,825	-0,498	-0,070	0,078	0,782
YAPKAL	-0,272	1	0,166	0,305	0,127	-0,347	0,267	0,918	-0,827	0,823	0,324
GOVYA	0,862	0,166	1	0,982	0,932	0,794	0,983	-0,138	-0,507	0,513	0,951
GOVKA	0,762	0,305	0,982	1	0,898	0,707	0,973	-0,016	-0,613	0,618	0,949
KOKYA	0,882	0,127	0,932	0,898	1	0,752	0,940	-0,185	-0,461	0,468	0,902
TOPLYA	0,913	-0,347	0,794	0,707	0,752	1	0,770	-0,519	-0,049	0,057	0,724
TOPLKA	0,825	0,267	0,983	0,973	0,940	0,770	1	-0,014	-0,581	0,586	0,962
KLOIND X	-0,498	0,918	-0,138	-0,016	-0,185	-0,519	-0,014	1	-0,609	0,603	0,033
A/B	-0,070	-0,827	-0,507	-0,613	-0,461	-0,049	-0,581	-0,609	1	-1,000	-0,634
HUE	0,078	0,823	0,513	0,618	0,468	0,057	0,586	0,603	-1,000	1	0,640
FKI	0,782	0,324	0,951	0,949	0,902	0,724	0,962	0,033	-0,634	0,640	1

JMP paket programında kısıtlı maksimum olabilirlik (REML) yöntemi ile tahminlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma, peyniraltı suyu (PAS) tozu uygulamasının domates fidelerinde fide kalitesine etkilerini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, PAS uygulamasının fide gelişimi ve kalitesi üzerinde uygulama konularına göre değişen boyutlarda etkiler yarattığını göstermiştir.

Morfolojik özellikler değerlendirildiğinde, özellikle PAS+K uygulaması daha kalın gövde çapı oluştururken, sadece PAS uygulaması hem gövde çapını hem de yaprak kalınlığını azaltmıştır. Uygulamalar arasında en düşük gövde ve yaprak kalınlığı değerleri beslemede sadece PAS uygulanan fidelerde görülmüştür. Fide biyokütlesine ilişkin bulgular da, PAS+K uygulamasının hem yaş hem kuru vejetatif ağırlık bakımından en yüksek değerlere ulaştığını, yalnız PAS uygulamasının ise en düşük biyokütleyi oluşturduğunu göstermiştir. Bu durum, fide beslemede ilaveten PAS uygulamasının fide gelişimini arttırdığı önceki çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur (Öztekin ve ark., 2025). Bu durum PAS uygulamalarının bitki gelişimi ve verimi arttırdığı çalışmalar ile de paralellik göstermektedir (Sienkiewicz ve Riedel, 1990; Özrenk ve ark., 2023). Ancak tek başına PAS tozu uygulamasının düşük kalitede fidelere neden olması, PAS tozunun fidenin gelişimi üzerinde sınırlayıcı bir etki oluşturduğuna işaret etmiştir.

Kalite için önemli bir kriter olan yaprak renk değerleri kontrol gurubu fidelerde daha canlı ve doygun koyu yeşil renkte olmuştur. Paralel şekilde klorofil değerleri de PAS uygulanmayan fidelerde daha yüksek olmuştur. PAS uygulaması ile yaprak renginde açılma ve yeşil tonunda zayıflama meydana gelmesi, klorofil indekslerindeki düşüş ile uyum göstermektedir. Benzer durum domates fidelerinde yapraktan ve yetiştirme ortamından uygulanan PAS tozu dozu denemesi çalışmasından da elde edilmiştir (Öztekin ve ark., 2025).

Fide kalite indeksi açısından uygulamalar arasında belirgin farklar gözlenmiş; PAS+K uygulaması fide kalitesini artırırken, sadece PAS uygulaması kalite indeksini düşürmüştür. Dolayısıyla, bu sonuç peyniraltı suyunun **tek başına uygulanmasının domates fidelerinde klorofil içeriğini, yaprak rengini ve özellikle biyokütleyi olumsuz etkileyerek fide kalitesini düşürdüğü**; buna karşın PAS'ın fideliklerde yapılan standart bir gübreleme ile birlikte uygulanmasının (PAS+K), fide morfolojisi ve biyokütlesi üzerinde olumlu etkiler yaratarak fide kalitesini arttırdığını ortaya koymuştur. Araştırma sonucunda fide üretiminde peyniraltı suyu tozunun doğrudan değil, dengeli besleme programlarıyla birlikte değerlendirildiğinde fide gelişimi açısından daha yararlı olabileceğini sonucuna varılmıştır. Elde edilen bu sonuç **atık-tarım entegrasyonu yaklaşımlarına önemli bir katkı sunmaktadır. PAS'ın toz veya sıvı halde tarımın herhangi bir aşamasında kullanımı** hem sürdürülebilir tarım hedefine katkı sağlayacak hem de doğal kaynakların verimli kullanılmasına, atık yönetiminin iyileştirilmesine ve döngüsel ekonomi anlayışına hizmet edecektir. Bu doğrultuda gerçekleştirilecek farklı araştırmaların ise peyniraltı suyu tozunun fideler/bitkiler üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı biçimde ortaya koyacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdelbacki, A.M., Taha, S.M., Sitohy, M.Z., Abou Dawood, AI., Add-El Hamid, M.M., Rezk, A.A., (2010). Inhibition of Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV) using whey proteins. *Virology Journal* 7 (26), 1-6.
- Bai, Y., Shi, W., Xing, X., Wang, Y., Jin, Y., Zhang, L. (2014). Study on tobacco vigorous seedling indexes model. *Agricultural Science in China*, 6, pp. 1086–1098.
- Bekiş, P., (2019.) Peynir Altı Suyunun Kefirde Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Sivas.
- Bettiol, W., Silva, H.S.A., Reis, R.C., (2008). Effectiveness of whey against zucchini squash and cucumber powdery mildew. *Scientia Horticulture*, 17,82-84.
- Crips, P., Wicks, T.J., Troup, G., Scott, E.S., (2006). Mode of action of milk and whey in the control of grapevine powdery mildew. *Australasia Plant Path*, 35(5), 487-493.
- Çelik, K., (2016). *Süt Sektöründe Atık Değerlendirme ve Çevresel Etkilerinin Yenilikçi Yaklaşımlar*, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Demirci, M., Şimşek, O., Kurultay, Ş., (2000). Sütçülük yan ürünleri ve gıda sanayinde kullanımları. *Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri*, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Tekirdağ.
- Ocak, E., Demir, S. (2012). Toprak verimliliği ve bitki gelişiminde peyniraltı suyu ve arbusküler mikorhizal fungus (AMF)'un önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), pp. 48-55.
- Özrenk E., Demir S., Tüfenkçi Ş., (2003). Peyniraltı suyu uygulaması ile *Glomus intraradices* ve *Rhizobium cicer* inokulasyonlarının nohut bitkisinde bazı gelişim parametrelerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üni., Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(2): 127-132.
- Sienkiewicz, T., Riedel, C.L., (1990). *Whey and Whey Utilization*. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer, Germany.
- Sonnleitner, R., Lorbeer, E., Schinner, F., (2003a). Monitoring of changes in physical and microbiological properties of a Chernozem amended with different organic substrates. *Plant Soil*, 253, 391-402.
- Sonnleitner, R., Lorbeer, E., Schinner, F., (2003b). Effects of straw, vegetable oil, and whey on physical and microbiological properties of a chernozem. *Applied Soil Ecology*, 22, 195-204.
- Tarakçı, Z., Küçüköner, E., (2003). Peyniraltı suyu proteinleri, fonksiyonel özellikleri ve gıdalarda kullanımı. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu*, 22-23 Mayıs 2003, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir, s. 329-334.
- Watson, K.S., (1978). Continuing impact of the environmental area on the dairy industry. *Proceedings Whey Products Conference*, Minneapolis-Minnesota pp: 30-52.
- Zadow, J.G., (1994). *Utilization of milk components: Whey*. In: Vol. 1, *Advances in milk processing (Modern Dairy Technology)*, R.K. Robinson (Ed.), 2nd Edition, Chapman & Hall, London, pp: 313-331.

FARKLI YÖN AÇILARI VE İLERLEME HIZLARININ DISKLI TIRMIKLARIN ÇALIŞMA PERFORMANSLARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Bsc., Süleyman ÖZDEMİR

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Bölümü, Diyarbakır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-0408-6534>

BSc., Mintas ADIGÜZEL

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

Prof. Dr., Songül GÜRSOY

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Bölümü, Diyarbakır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6145-0684>

**Bu çalışma, TÜBİTAK'ın Lisans Öğrencilerine Yönelik 2209-A Araştırma Proje
Destek Programı (1919B012414651) kapsamında desteklenmiştir.**

ÖZET

Tarımsal üretiminde tohum yatağı hazırlığı için hem birinci hem de ikinci sınıf toprak işleme aletleri olarak yaygın olarak kullanılan diskli tırmıkların performansı, disk tasarım parametreleri (disklerin şekli ve boyutu, çatıdaki yerleşimi, makine ağırlığı, disk eğimi ve disk açıları vb.), çalışma koşulları (çalışma derinliği ve hızı) ve toprak özellikleri (toprak tekstürü, sertliği, nemi ve toprak yüzeyindeki bitki atıkları miktarı) dahil olmak üzere birçok faktörden etkilenmektedir. Bu proje, diskli tırmıkların farklı yön açıları ve çalışma hızlarının toprağı işleme derinliği, toprak yüzeyindeki anız miktarı ve toprağı parçalama üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla, bölünmüş parseller deneme deseni kullanılarak tarla denemesi yürütülmüştür. Çekilir tip ofset diskli tırmık dört farklı yön açısı (5, 15, 25 ve 35°) ve üç farklı çalışma hızında (6, 8 ve 10 km/h) test edilmiştir. Bu uygulamaların toprak işleme derinliği, toprak yüzeyindeki anız miktarı, toprağın parçalanma düzeyi üzerindeki etkileri üç tekrarlı denemede belirlenmiştir. Denemeden elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, diskli tırmığının yön açısı ve çalışma hızının, toprağın işleme derinliği, toprak yüzeyindeki anız miktarı ve toprağın parçalanma boyutunu önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Yön açısı ve çalışma hızı artıkça, toprağın işleme derinliğinin arttığı; toprak yüzeyindeki anız miktarının ise azaldığı görülürken; toprağın parçalanma düzeyi 25° yön açısında en yüksek ve 35° yön açısında ise en düşük olmuş; ve çalışma hızının artması toprağın parçalanma düzeyini artırdığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diskli Tırmık; Yön Açısı; Anızı Gömme Oranı; Toprağın Parçalama Oranı

EFFECT OF ADJUSTMENT PARAMETERS OF V-TYPE PRESSURE WHEELS IN PRECISION (SINGLE GRAIN) PLANTING MACHINES ON SOIL PENETRATION RESISTANCE AND PLANT EMERGENCE RATE

ABSTRACT

The performance of disc harrows, widely used as both first- and second-class soil tillage tools for seedbed preparation in crop production, is affected by many factors, including disc design parameters (shape and size of discs, their placement on the roof, machine weight, disc tilt and disc angles, etc.), operating conditions (working depth and speed), and soil properties (soil texture, hardness, moisture, and amount of crop residue). This project investigated the effects of different disc angles and forward speeds of disc harrows on stubble amount and clod size on the soil surface. For this purpose, field trials will be conducted using a split-plot design. Four different disc angles (5, 15, 25, and 35°) of an offset disc harrow were tested at three different working speeds (6, 8, and 10 km/h). The effects of these applications on soil tillage depth, surface stubble amount, soil clod size were determined in three replicate trials. The data obtained in the experiment were evaluated statistically. The disc angle and working speed of disc harrow significantly affected the tillage depth, the stubble amount on soil surface and soil clod size. The tillage depth increased with disc angle and working speed; and stubble amount on the soil surface was lower at the higher disc angle and forward speed than that at the lower disc angle and forward speed. Mean weight diameter of soil was the lowest at the 25°-disc angle and the highest at the 35-disc angle. Increased working speed reduced mean weight diameter of soil. However, there was not statistically difference between 8 and 10 km/h.

Keywords: Disc Harrow; Disc Angle; Stubble Amount; Soil Clod Size.

GİRİŞ

Toprak işleme, bitkisel üretimde tohum yatağının hazırlanması ve toprağın fiziksel yapısının iyileştirilmesi için gerçekleştirilen temel tarımsal faaliyetlerden biridir. Uygun şekilde yapılan toprak işleme; toprağın havalanmasını, organik artıkların parçalanarak toprağa karışmasını, su tutma kapasitesinin artırılmasını ve kök gelişiminin kolaylaştırılmasını sağlamaktadır. Bu süreçte kullanılan alet ve ekipmanların doğru seçilmesi ve uygun ayarlarla çalıştırılması, hem toprak sağlığı hem de üretim verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır (Dursun, 2015).

Diskli tırmıklar (diskaro), hem birinci hem ikinci sınıf toprak işleme amacıyla yaygın kullanılan ekipmanlardır. Özellikle hasat sonrası anızın parçalanması ve toprağa karıştırılmasında etkin olmaları nedeniyle tarlada sık tercih edilirler. Diskli tırmıkların performansı; disk tasarım özellikleri, yön açısı, çalışma hızı, iş derinliği ve toprak tipi gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Bu nedenle, diskli tırmıkların doğru ayarlanması, hem toprağın işlenme kalitesinin artırılması hem de yakıt ve zaman tasarrufu için kritik bir öneme sahiptir (Dursun, 2015).

Traktöre bağlantı şekline göre diskli tırmıklar çekilir ve asılır olarak ikiye guruba ayrılırken, disk bataryalarının dizilişine göre ise tandem (X) ve yan (offset) tırmıklar olarak isimlendirilmektedir. Diskli tırmıklarda, diskler genellikle yön açısı ile bataryalar halinde çatıya yerleştirilmektedir. Kesme, parçalama ve karıştırma etkisini birlikte gösteren diskli tırmıklarda iş derinliği, disklerin çapına, yön açlarına ve aletin genel

olarak ağırlığına bağlı olarak değişmektedir. Standart bir diskli tırmıkta durum açısı yoktur. Daha çok 600 mm çapındaki disklerle verilen yön açısı ile toprak kesilmekte ve kısmen devrilmektedir. Yön açıları 0-35° arasında ayarlanabilen diskli tırmıklarda, toprağın işleme derinliği yön açısında artışla arttığı görülmektedir. Diskli tırmıklarda yön açısı küçük olursa disk tam devirme yapamaz, büyük olursa iş genişliği artar ve fazla çeki gücüne ihtiyaç duyulur (Afify ve ark., 2001; Dursun, 2015).

Toprak verimliliği, fiziksel, kimyasal ve biyolojik göstergelere ve toprak işleme sonrası oluşan toprak agregatlarının boyutlarıyla tanımlanabilen işlenebilirliğine bağlıdır (Dursun, 2015). Toprağın iyi agregasyonu, yani agregat boyutu, ekim ve bitki gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Dolayısıyla tohumlarının çimlenmesi için uygun bir tohum yatağı oluşturması açısından önemlidir. Aynı şekilde, özellikle yüksekten biçilen tahıllarda, hasat sonrası çok miktarda bitki kalıntısı, anız ve büyük kök kütlesi toprak yüzeyinde bırakılmaktadır; bu da toprak işleme kalitesi açısından sorunlara yol açar.

Diskli tırmığın optimum çalışması, diskin geometrik özellikleri, durum ve yön açısı, boyutuna ve ağırlığına, çalışma hızına, ayarlanan derinliğe, toprak tipine, nemine, yoğunluğuna ve artık miktarına bağlıdır. Çarman ve Konak (1996), ağır tip diskli tırmıkla yaptıkları çalışmada, farklı yön açısı ve ilerleme hızının yüzey artıklarının gömülme oranına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, anızı gömülme oranını % 54 ile % 88 arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. ilerleme hızındaki artışın gömme oranın % 3 oranında artırdığını, yön açısındaki artışın ise %62 oranında artırdığını tespit etmişlerdir.

Diskli tırmıklarda yön açısı toprak işleme kalitesi üzerinde oldukça önemli etkiye sahiptir. Yön açısının artmasının diskin ilerleme yönüne göre dikleşmesini diğer deyişle diskin toprakla temas yüzeyinin artmasıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu da daha iyi parçalanması ve anızın gömülmesi anlamına gelebilmektedir. Fakat, literatür taramalarında benzer sonuçlara ulaşmak her zaman mümkün değildir. Çünkü disk yön açısı dışında toprak tipi, disk çapı ve ilerleme hızı gibi bir çok faktör de sonuçlar üzerinde etkili olmaktadır. Diskli toprak işleme makinelerinin toprağı parçalama etkinliği çalışma hızı ile doğru orantılıdır. Çalışma hızının artması disklerin çevre hızını artırdığından dolayı toprağı parçalama etkinliğini de artırmaktadır. Smith ve Wilkes (1986), diskli tırmığın genellikle ikincil toprak işleme uygulamalarında kesekleri parçalamada, kesmede, ürün fazlalıklarını karıştırmada, zemini düzeltmede ve yabancı ot kontrolünde kullanıldığını belirtmişlerdir. Diskli tırmıkların derinliğine ve penetrasyona etkili parametrelerini; tırmık ağırlığı, disklerin keskinliği, disklerin boyutu, disklerin konkavitesi, disk durum ve yön açısı, çalışma hızı ve derinliği, toprağın tipi ve koşulları olarak sıralamışlardır.

Diskli tırmıklarda yön açısı ve çalışma hızının toprak işleme kalitesi üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Ancak literatürde, bu iki faktörün birlikte ele alındığı çalışmalar sınırlıdır. Çoğu araştırma yalnızca tek bir açıyı, tek bir hızı veya laboratuvar şartlarını incelemiştir. Ayrıca, bu faktörlerin etkisi farklı toprak ve çalışma koşullarında farklı olabilmektedir.

Bu araştırmanın temel amacı, diskli tırmıklarda farklı yön açıları (5°, 15°, 25°, 35°) ve farklı çalışma hızlarının (6, 8, 10 km/h) toprak işleme performansı üzerindeki etkilerini belirlemektir. Çalışmada, farklı yön açıları ve çalışma hızlarının:

- Toprağın parçalanma düzeyi,
- Anızın toprağa karıştırılma oranı,
- Toprak yüzeyi pürüzlülüğü,
- İşleme derinliği,
- Çalışma genişliği,

- Teorik ve gerçek iş kapasitesi üzerinde nasıl bir değişim yarattığı ortaya konulacaktır.

Bu kapsamda elde edilen sonuçlar, hem çiftçilere pratik kullanım önerileri sunacak hem de tarım makineleri tasarımında optimizasyon çalışmaları için bilimsel veri sağlayacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Diyarbakır ilinde buğday hasadı sonrası anızın bulunduğu çiftçi arazisinde 2025 yılında Temmuz ayında yürütülmüştür. Toprak tipi, bölgenin tipik tarla koşullarını temsil etmektedir. Deneme alanı çiftçi arazisinde seçilmiştir. Bir önceki yıl buğday yetiştiriciliğinin yapıldığı deneme alanı biçer-döver ile hasat edilmiş olup, hasat sonrası sapların tarladan uzaklaştırılması sonrasında tarla yüzeyinde kalan m²'deki anız miktarı 250 g olarak belirlenmiştir. Deneme öncesi toprağın 0-20 cm derinliğinde alınan toprak bünyesinin killi (kum:%16, kil: %61.52; silt: %24.48) yapıda, 0-10 cm derinliğindeki gravimetrik nem içeriğinin %9.85 ve penetrasyon direncinin 735 kPa olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, güç kaynağı olarak Kubota 90 bg (90hp) marka dört tekerleği tahrikli standart tip bir traktör kullanılmıştır.

Araştırmada, “ÖZDUMAN Tarım Makinaları San. Ve Tic. A.Ş.” tarafından imal edilen çekilir tip, hidrolikli, her bir bataryada 14 disk olan toplamda 24 diskli, bir çift lastik tekerlek üzerinde taşınabilen V tipi offset diskli tırmık kullanılmıştır.

Kullanılan Makine ve Ekipman

- Çalışmada V tipi offset diskli tırmık kullanılmıştır.
- Disk yön açısı dört seviyede uygulanmıştır: 5°, 15°, 25°, 35°
- Traktör çalışma hızları üç seviyede uygulanmıştır: 6, 8, 10 km/h

Araştırma bölünmüş parseller (split-plot) deneme desenine göre kurulmuştur.

- Ana parseller Disk yön açıları (5°, 15°, 25° ve 35°)
- Alt parseller: Çalışma hızları (6, 8, 10 km/h)
- Her kombinasyon 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır.

Çalışmada ön disklerin yön açısı 5° sabit olarak tutulmuş, arka diskler ise tırmık üzerinde bulunan ayar kolu yardımıyla en düşük, düşük, orta ve en yüksek yön açıları olacak şekilde 5°, 15°, 25° ve 35° dört farklı kademede ayarlanmıştır.

Uygulama Akışı

1. Parseller oluşturulmuş ve ön ölçümler yapılmıştır.
2. Her açı düzeyinde üç farklı hız uygulanmıştır.
3. Makine, her kombinasyon için ayrı ayrı tarlada çalıştırılmıştır.
4. İşlem sonrası toprak örnekleri ve performans ölçümleri alınmıştır.

Ölçülen Parametreler

Toprak işleme derinliği (cm), Farklı yön açısı ve çalışma hızlarının diskli tırmığın iş derinliğine etkisini belirlemek amacıyla her parselin tesadüfi olarak seçilen 5 farklı noktasında toprağın işleme derinliği cetvel ile ölçülmüştür. Bu noktalardaki işleme derinliklerinin ortalaması alınarak, parseldeki ortalama işleme derinliği cm olarak hesaplanmıştır.

Toprak yüzeyindeki anız miktarı (g/m²): Farklı yön açısı ve çalışma hızlarının toprak yüzeyindeki anız miktarına etkisini belirlemek amacıyla uygulamalar sonrası her parselde

0.5x0.5 m ölçülerindeki çerçeve 4 defa atılarak çerçeve içerisinde bulunan toprak yüzeyindeki anız toplanarak tartılmış, her parseldeki anız miktarı g/m² olarak hesaplanmıştır.

Toprağın parçalanma düzeyi (elek analizi): Diskli tırmığın Farklı yön açısı ve çalışma hızlarının toprağı parçalama derecesini belirlemek için ortalama ağırlık çapları (AOÇ) saptanmıştır. Bu amaçla uygulamalar sonrası her parselden toprağın 0-10 cm derinliğinden ayrı ayrı alınan örnekler, 50, 25 ve 10 cm delik çapına sahip eleklerden geçirilerek 4 ayrı fraksiyon elde edilmiştir. Fraksiyonlar ayrı ayrı tartılarak % değerleri bulunmuştur. Ağırlıklı ortalama çapın bulunmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Çıtıl ve Marakoğlu, 2023).

$$AOÇ = \sum (Xi * Wi)$$

Burada; AOÇ, ortalama ağırlık çapı (mm); Xi- her bir toprak parçacığının ortalama çapı (mm); Wi - boyut aralığındaki parçacıkların ağırlığının toplam materyal örneği ağırlığına oranıdır.

Ölçümler sonucunda elde edilen veriler, Jump İstatistik Paket programı (SAS, 2002, Cary, NC, USA) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve istatistiki açıdan önemli değişkenlerdeki uygulamaların ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Diskli tırmıklarda farklı yön açısı ve çalışma hızlarının toprak işleme derinliğine etkisi Tablo 1’de verilmiştir. Yapılan istatistik sonuçlara göre hem yön açılarının hem de çalışma hızlarının diskli tırmığın toprağı işleme derinliğine etkisi $\alpha : 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Yön açısı arttıkça diskli tırmığın toprağı işleme derinliğinin de arttığı görülmüştür. Diskli tırmığın en küçük disk yön açısı olan 5° ’de iş derinliği 5,27 cm ölçülürken, en büyük disk açısı olan 35° ’de diskli tırmığın iş derinliğinin 9.36 cm’e çıkmıştır. Çalışma hızının artışı, diskli tırmığın toprağı işleme derinliğini artırmıştır. Fakat 8 ile 10 km/h çalışma hızları arasındaki fark istatistiki anlamda önemli olmamıştır. Benzer şekilde literatürde de yön açısı ve çalışma hızının artması ile iş derinliğinde de bir artış meydana geldiği ifade edilmiştir (Dilmaç, 1984; Öztekin, 2006, Alamin, 2017). Fakat, Varol ve Akbolat (2024) literatür bildirışinin aksine disk yön açısı artışı ile iş derinliğinde azalış meydana geldiği belirlemişlerdir. Araştırmacılar, bunun nedenini toprak koşulları (esas sürüm, tohum yatağı hazırlığı) ile açıklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Tablo 1. Diskli tırmıklarda farklı yön açısı ve çalışma hızlarının toprak işleme derinliğine (cm) etkisi

Yön açısı°	Çalışma hızı, km/h			Ortalama (Yön açıları)
	6	8	10	
5	4.47	5.73	5.60	5.27 b
15	5.27	7.07	6.67	6.33 b
25	7.27	7.20	6.93	7.13 ab
35	8.87	9.33	9.87	9.36 a
Ortalama (Çalışma hızı)	6.46 b	7.33 a	7.26 a	
Varyans Analizi				
Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması		
Yön açısı (A)	3	27.03**		
Çalışma hızı (B)	2	2.69**		
AxB	6	0.71 ns		
Hata	15	0.386		
Genel	34			
Değişim katsayısı (%)		8.57		

*. %5 Seviyesinde Önemli; **. %1 Seviyesinde Önemli; ns. Önemli Değil.

Diskli tırmıklarda farklı yön açısı ve çalışma hızlarının toprak yüzeyindeki anız miktarına (g/m^2) etkisi Tablo 2’de verilmiştir. Diskli tırmığın hem yön açısı hem de çalışma hızının artışıyla toprak yüzeyindeki anız miktarının azaldığı görülmüştür. Benzer şekilde Dursun ve ark. (1999) diskli tırmıkların yön açısının artması anız gömme oranını arttırdığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, yön açısının 16, 20 ve 24°’lik değerlerinde anız gömme oranlarını sırasıyla% 50, % 56.3 ve % 62.7 olarak bulmuşlardır. Çalışma hızının artması toprağı daha iyi karıştırdığı için anızı gömme oranı da artmaktadır.

Tablo 2. Diskli tırmıklarda farklı yön açısı ve çalışma hızlarının toprak yüzeyindeki anız miktarına (g/m^2) etkisi

Yön açısı°	Çalışma hızı, km/h			Ortalama (Yön açıları)
	6	8	10	
5	261.33	176.80	166.67	201.60 a
15	210.00	165.33	130.67	168.67 ab
25	132.00	133.33	166.67	144.00 bc
35	105.33	132.00	103.13	113.49 c
Ortalama (Çalışma hızı)	177.17a	151.87 ab	141.78 b	
Varyans Analizi				
Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması		
Yön açısı (A)	3	12562.40**		
Çalışma hızı (B)	2	3987.49*		
AxB	6	3598.32ns		
Hata	16	0.386		
Genel	35			
Değişim katsayısı (%)		23.48		

*. %5 Seviyesinde Önemli; **. %1 Seviyesinde Önemli; ns. Önemli Değil.

Diskli tırmıklarda farklı yön açısı ve çalışma hızlarının 0-5 cm derinliğindeki toprağın ağırlıklı ortalama çap boyutuna (mm) etkisi Tablo 3'te görülmektedir. Yön açısı, toprağın ağırlıklı ortalama çapını çok önemli düzeyde etkilerden, çalışma hızının etkisi % 5 düzeyinde önemli olmuştur. Toprağın 0-5 cm derinliğindeki ağırlıklı ortalama çap boyutu (mm), diskli tırmıkların 25° yön açısında çalıştırıldığında en düşük, 35° yön açısında ise en yüksek olduğu görülmüştür. Öztekin (2006) disk yön açısının artışıyla karıştırma ve ufalama etkisi nedeniyle agregat boyutlarının küçüleceği ifade etmektedir. Fakat bu çalışmada, en yüksek yön açısındaki toprağın ağırlıklı ortalama çap boyutu daha yüksek olmuştur. Yön açısının toprağın parçalanmasına etkisi, toprağın nem içeriği, tekstürü, sertliği, belirli bir süre önceden arazinin pulluk ile işlenmiş olup-olmamasına bağlı olarak değişebilmektedir. Varol ve Akbolat'ın kulaklı pullukla işlenmiş alanlarda ikinci toprak işlemede kullanılan diskli pullukların 14°, 17° ve 20° yön açılarında çalıştırılması ve diskli tırmığın kullanılmadığı kontrol uygulamalarının toprağı parçalamaya etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, yön açısının artışıyla toprağın ağırlıklı ortalama çap boyutunun arttığı ve aralarında istatistiksel anlamda farklı olmadığı görülmüştür.

Diskli tırmığın çalışma hızı artıkça, toprağın ağırlıklı ortalama çap boyutunun azaldığı görülmüştür. Diskli tırmığın 8 ve 10 km/h çalışma hızlarının toprağın ağırlıklı ortalama çap boyutları arasındaki fark, istatistiki olarak önemsiz görülmüştür. Diskli toprak işleme makinelerinin toprağı parçalama etkinliği çalışma hızı ile doğru orantılıdır. Çalışma hızının artması disklerin çevre hızını artırdığından dolayı toprağı parçalama etkinliğini de artırmaktadır.

Tablo 3. Diskli tırmıklarda farklı yön açısı ve çalışma hızlarının 0-5 cm derinliğindeki toprağın ağırlıklı ortalama çap boyutuna (mm) etkisi

Yön açısı°	Çalışma hızı, km/h			Ortalama (Yön açıları)
	6	8	10	
5	39.97	19.95	17.13	25.68 ab
15	29.02	13.42	12.53	18.32 b
25	12.24	9.23	9.93	10.47 b
35	49.22	29.77	22.18	33.73 a
Ortalama (Çalışma hızı)	32.61a	18.09 b	15.44 b	
Varyans Analizi				
Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması		
Yön açısı (A)	3	892.51*		
Çalışma hızı (B)	2	1025.39**		
AxB	6	96.37*		
Hata	16	34.12		
Genel	35			
Değişim katsayısı (%)		26.48		

*. %5 Seviyesinde Önemli; **. %1 Seviyesinde Önemli; ns. Önemli Değil.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, çekilir tip offset diskli bir tırmığın ön disklerinin 5°, arka disklerinin, 5°, 15°, 25° ve 35° disk yön açıları ve 6,8,10 km/h çalışma hızlarındaki toprağı işleme derinliği, toprak yüzeyindeki anız miktarı ve toprağı parçalamaya olan etkisi belirlenmiştir.

Diskli tırmığın toprak işleme derinliği, disk yön açısındaki artışla arttığı, fakat toprak işleme derinliğine etkisi bakımından 5, 15 ve 25° yön açıları arasında farkın istatistiksel anlamda önemsiz olduğu görülmüştür. Traktörün ilerleme hızı arttıkça toprak işleme derinliğinde artış olmuştur. Makinanın en düşük toprağı işleme derinliği, 4.47 cm ile diskli tırmık 5° yön açısı ve 6 km/h ilerleme hızında çalıştırılırken görülmüş; maksimum yön açısı ve ilerleme hızında toprak işleme derinliği 9.87 cm olmuştur.

Toprak yüzeyi üzerindeki anız miktarının diskli tırmığın yön açısı ve çalışma hızının artmasıyla önemli derecede azaldığı görülmüştür.

Diskli tırmıklarda 8 ve 10 km/h çalışma hızları arasındaki fark istatistiki anlamda önemli olmamasına rağmen çalışma hızının artışıyla toprağın ağırlıklı ortalama çap boyutu azalmıştır. Yön açısının artmasıyla toprağın ağırlıklı ortalama çap boyutu azalmış, Fakat toprağın ağırlıklı ortalama çap boyutu 25° sonra önemli derecede artmıştır.

KAYNAKÇA

- Afify, M.T., Kushwaha, R.L., Gerein, M.A., (2001), "Effect of combined disc angles on soil forces of discs", ASAE Meeting Paper No. 01-1059, St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Alamin, M.A.A. (2017). Bireysel Yataklarılmış Yaylı Goble Diskaroda Disk Yön ve Durum Açılarının İşletme Parametreleri Üzerindeki Etkisi ve Boyutsal Analiz Yöntemiyle Modellemesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı
- Çarman, K., & Konak, M. (1996). Anızda kullanılabilen ağır tip diskli tırmığın bazı işletme karakteristiklerinin toprak özelliklerine etkisi. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 502-509.
- Çıtıl, E. & Marakoğlu, T. (2023). Kuyruk milinden hareketli tek etkili diskli tırmığın toprağın bazı özelliklerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 217-227.
- Dılmaç, M. (1984). Toprak İşleme Aletlerinin, Teori Hesap ve Konstrüksiyonu. Türkiye Ziraî Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, No: 36., Zonguldak.
- Dursun E., & Karaçalı, O. (1999). Diskli Pulluklarda Disk Temel Parametreleri ilerleme Hızı ve İş Derinliğinin Toprağın Karıştırılmasına Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 5 (2) 10-14
- Dursun İ. (2015). Toprak İşleme Alet ve Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1644.
- Dursun, E., Güner, M., & Erdoğan D. (1999) Kulaklı ve Diskli Pullukların Anızı Toprağa Gömme Oranlarının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 5 (1), 45-50
- Öztekin, S. (2006). Toprak işleme makinaları. Editör Serdar Öztekin. Tarım Makinaları 2. Nobel kitabevi. Adana. ss: 13-53
- Smith, H. P. & Wilkes, L. H. (1986). Farm machinery and equipment. Published by TATA Mc Graw-Hill Company LDT. New Delhi.
- Varol, H.T. & Akbolat D. (2024). Diskli Tırmık Yön Açısı Değişiminin Çeki Gücü Gereksinimi ve Bazı Toprak Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisinin Saptanması. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, 19, 7-12.

**HASSAS (TEK TANE) EKİM MAKİNALARINDA V-TİPİ BASKI
TEKERLEKLERİNİN AYAR PARAMETRELERİNİN TOPRAĞIN
SIKIŞTIRILMASI VE BİTKİ ÇIKIŞ ORANINA ETKİSİ**

Bsc., Cihat YILDIZ

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Bölümü, Diyarbakır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-1083-3581>

BSc., Sefa Enes TEKİN

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

Prof. Dr., Songül GÜRSOY

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Bölümü, Diyarbakır, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6145-0684>

**Bu çalışma, TÜBİTAK'ın Lisans Öğrencilerine Yönelik 2209-A Araştırma Proje
Destek Programı (1919B012426837) kapsamında desteklenmiştir.**

ÖZET

Hassas (tek taneli) tohum ekme makinalarında iyi bir tohum-toprak teması sağlamak için yaygın olarak baskı tekerlekleri kullanılmaktadır. Bu tekerlekler, ekici ayakların hemen arkasında çalışır ve tohum üzerindeki toprağı sıkıştırarak tohum-toprak temasını sağlamaktadır. Aynı zamanda, ekim makinalarındaki baskı tekerlekleri toprak sıkıştırma, nem kaybını önlemektedir. Baskı tekerlekleri ayrıca ekim derinliği üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Bu amaçla birçok farklı tipte baskı tekerleği geliştirilmiştir. Bu baskı tekerlekleri metal, yarı pnömatik veya katı kauçuk tekerleklerden oluşabilir. Genellikle Türkiye'de üretilen çift diskli ekici ayaklara sahip pnömatik ekim makinalarında, V tipi baskı tekerlekleri kullanılmaktadır. Bu baskı tekerleklerinin performansı, tasarım parametreleri (tekerlek şekli ve boyutu, tekerlekler arasındaki açı, tekerleğe uygulanan baskı kuvveti vb.), çalışma koşulları (hız) ve toprak özellikleri (toprak tekstürü, sertliği, nemi ve bitki kalıntısı miktarı) dahil olmak üzere birçok faktörden etkilenir. Bu projenin amacı, hassas ekim makinelerinde farklı V tipi baskı tekerleği ayar parametrelerinin (tekerlek üzerindeki baskı kuvveti: 56, 170 ve 225 N ve tekerlek aralığı: 6 cm, 9 cm ve 12 cm) çizi içerisindeki toprağın penetrasyon direnci, ekim derinliği ve bitki çıkış oranı üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Bu amaçla, ana parselleri V tipi tekerlekleri arasındaki mesafe, alt parselleri ise tekerlek üzerindeki baskı kuvveti değerleri olan bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı bir tarla denemesi yürütülmüştür. Denemeden elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Tekerlek üzerindeki baskı kuvveti, toprağın 5 ve 10 cm derinliğindeki penetrasyon direnci, ekim derinliği, açıkta kalan tohum sayısı ve bitki çıkış oranı üzerinde önemli bir etkiye sahipken, V tipi tekerlekler arasındaki mesafe sadece çıkış oranı üzerinde istatistiki anlamda etkili olduğu görülmüştür. V tipi tekerlekler arasındaki mesafenin artırılması çıkış oranını düşürürken, tekerlek üzerindeki baskı kuvvetinin artırılması daha yüksek bitki çıkışına neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ekim Makinası, Baskı Tekerleği, Penetrasyon Direnci, Çıkış Oranı

EFFECT OF ADJUSTMENT PARAMETERS OF V-TYPE PRESSURE WHEELS IN PRECISION (SINGLE GRAIN) PLANTING MACHINES ON SOIL PENETRATION RESISTANCE AND PLANT EMERGENCE RATE

ABSTRACT

Precision (single-grain) seed drills utilize a press wheel to ensure good seed-soil contact. This wheel operates immediately behind the furrow opener and pushes the seed into the soil. The press wheels cover the seed with soil and compress the soil, ensuring seed-soil contact. Soil compaction with press wheels in seed drills prevents moisture loss. Press wheels also have a significant impact on seeding depth. Many different types of press wheels have been developed for this purpose. These press wheels can consist of metal, semi-pneumatic, or solid rubber wheels. Pneumatic seed drills, commonly manufactured in Turkey and equipped with double-disc furrow opener, generally use V-type press wheels. The performance of these press wheels is affected by many factors, including design parameters (wheel shape and size, angle between wheels, press force on the wheel, etc.), operating conditions (speed), and soil properties (soil texture, hardness, moisture, and amount of crop residue). The aim of this project is to evaluate the effects of different V-type press wheel adjustment parameters (press force on the wheel: 56, 170, and 225 N and wheel spacing: 6 cm, 9 cm, and 12 cm) on soil properties within the furrow, planting depth, and plant emergence rate for precision planting machines. For this purpose, an experiment was conducted in three replicates according to a split-plot design, which had the main plots as V-twin wheel spacings, and the subplots as press force values. The data obtained from the experiment were statistically evaluated. While the pressure force on the wheel had a significant effect on the penetration resistance of the soil at depths of 5 and 10 cm, the planting depth, the number of seeds uncovered with soil, and the plant emergence rate, the distance between the V-shaped wheels was found to have a statistically significant effect only on the emergence rate. Increasing the distance between the V-shaped wheels decreased the emergence rate, while increasing the pressure force on the wheel resulted in higher plant emergence.

Keywords: Planting Machines, Press Wheel, Penetration Resistance, Emergence Rate.

GİRİŞ

Tarımsal üretiminde yüksek verimliliğin ilk koşulu, iyi çimlenme ve çıkışın sağlanmasıdır. Bu nedenle, ekim işleminde her tohum, çimlenme ve gelişme koşullarına uygun olarak toprağa yerleştirilmesi, toprakla örtülmesi ve tohum-toprak temasının uygun basınçta sağlanmalıdır. Tekdüze bitki çıkışının elde etmek için, sadece tohumun toprağa yerleştirilmesi yeterli değildir; aynı zamanda tohum-toprak temasının ve topraktaki nem içeriğinin yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Bu nedenle, çoğu hassas ekim makinalarında, tohumun etrafındaki toprağın sıkıştırılması amacıyla ekici ayakları takip eden baskı tekerlekleri kullanılmaktadır. Toprağın üst katmanının ekim derinliğinde uygun miktarda sıkıştırılması, tohumun toprakla daha iyi temasına katkı sağlayarak, çimlenme ve çıkış oranında artış meydana getirmektedir. İyi bir ürün verimi elde etmek için, ekim sırasında iyi bir tohum-toprak teması sağlanması oldukça önemli hususlar arasında yer almaktadır. Sıraya ekim makinalarında baskı tekerleğinin kullanılması, ekim derinliğini, tohumun yerleştirildiği çizi içerisindeki toprağın sıklığı ve nem içeriğini, tohumun üzerine yerleştirilen toprak derinliğini, tohum-toprak

temasını ve tohumun üzerindeki toprağın yoğunluğunu etkiledikleri için tohum çimlenmesini ve ürün verimini etkilemektedir. Özellikle pnömatik hassas ekim makinalarında baskı tekerleklerinin tasarımı ve ayarlanabilirliği, ekim kalitesini belirleyen temel faktörlerdendir (Dursun & Erol, 2015; Gürsoy & Türk, 2019; Kara & Bilgili, 2020).

Günümüzde toprak, iklim ve bitki özelliklerine göre farklı tipte çok sayıda baskı tekerlek tipi geliştirilmiştir. Özellikle Hassas ekim makinalarında yaygın bir şekilde kullanılan V tipi baskı tekerlekleri, tohum-toprak temasını sağlamak ve çizi üzerini kapatmak amacıyla önemli bir görev üstlenmektedir. Bu baskı tekerleklerinin performansları, disk tasarım parametreleri (disklerin şekli ve boyutu, diskler arasındaki açı, diskler üzerindeki baskı kuvveti vb.), çalışma koşulları (ekim makinasının hızı) ve toprak özellikleri (toprak bünyesi, sertliği, nemi ve ürün artıklarının miktarı) gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Lu ve ark., 2024; Morrison, 2002). V tipi baskı tekerleklerine sahip hassas ekim makinalarının performansını önemli derecede etkileyen ayar parametrelerinden tekerlekler arasındaki mesafe ve tekerleğin üzerindeki baskı kuvveti, tohumun üzerini sıkıştırarak çimlenme için gerekli ortamın oluşturulmasını sağlar. Ancak uygulanan baskı kuvvetinin aşırı veya yetersiz olması, toprak yapısında bozulmalara ve çıkış oranında düşüslere neden olabilmektedir. Bu ayar parametrelerinin tohum üzerindeki toprak özellikleri ve bitki çıkışına etkileri, toprağın özellikleri ve çalışma koşullarından önemli düzeyde etkilenmektedir (Way ve ark., 2018; Drewry ve ark., 2021).

Literatürde farklı baskı seviyelerinin toprak sıkışması ve bitki çıkışı üzerinde önemli etkileri olduğu belirtilmektedir (Gürsoy ve Türk, 2019; Kara ve Bilgili, 2020; Kayışoğlu, 1993). Bu nedenle baskı tekerleklerinin çalışma koşullarına göre doğru ayarlanması büyük önem taşımaktadır. Kayışoğlu (1993), ayçiçeği ekiminde kullanılan baskı tekerleklerinin 0.42 kgcm^{-2} basınç uygulayacak şekilde yapılan tarla denemesinde, çizi tabanında uygulanan basınçta % 92.5'lik çimlenme yüzdesi, yüzeyde uygulanan basınçta ise %59'luk çimlenme yüzdesi elde edilmiştir. Kara ve Bilgili (2020) pnömatik ekim makinasında kullanılan baskı tekerleğinin üzerine konulan yükler yardımıyla oluşturulan farklı basınç yükü uygulamalarının soya anızlı sırta doğrudan ana ürün mısır ekiminde toprak tohum temasının iyi sağlanarak tarla filiz çıkış derecesi (%) ile ürünlerin dane verimlerindeki artış meydana getirdiğini ifade etmişlerdir. Gürsoy ve Türk (2019), Diyarbakır ili iklim koşullarında nohut ekiminden sonra kullanılan silindir baskı seviyelerinin toprağın nem içeriği, sıcaklığı, penetrasyon direnci ve bitki çıkış oranına etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, 20-26 kPa'lık baskı seviyelerindeki bitki çıkış oranının en yüksek olduğunu, 26 kPa'dan daha yüksek baskı seviyelerinin bitki çıkış oranında azalış meydana getirdiğini gözlemlemişlerdir. Gemtos ve Lellis (1997)'in yürüttükleri bir çalışmada pamuk bitkisinde 150 ile 250 kPa, şekerpancarında ise 50 ile 200 kPa baskı düzeyinin bitki gelişimi ve verimi için en uygun sıkıştırma düzeyi olduğunu belirlemişlerdir. Bu literatür verileri, ekim makinalarındaki baskı tekerleklerinin ayar parametrelerinin bitki gelişimi üzerine olan etkisinin, bitki türü, iklim koşulları ve toprak özelliklerine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Bu çalışmada, diskli ekici ayağa sahip pnömatik hassas ekim makinalarında V tipi baskı tekerleklerinin farklı baskı kuvvetleri ve tekerlek arası mesafelerde çalıştırılmasının toprağın penetrasyon direnci, ekim derinliği, açıkta kalan tohum sayısı ve bitki çıkış oranına etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Diyarbakır ili çınar ilçesi özyar köyü çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Bir önceki yıl buğday yetiştiriciliğinin gerçekleştirildiği deneme alanının 0-20 cm

derinliğindeki toprakları, killi (kum:18.00, kil:63.52, silt:18.48) bünyeye sahip olup, ekim öncesi toprağın 10 cm derinliğinde Aquaterr - Model T300 (Aquaterr Instruments & Automation, LLC) toprak nem ölçüm cihazı ile belirlenen volumetrik nem içeriği, %20 olarak belirlenmiştir. Çep penetrometresi ile ölçülen toprağın 0-10 cm derinliğindeki penetrasyon direnci ise, 450 kPa olarak ölçülmüştür.

Denemede tohum yatağı hazırlığı, buğday hasadı sonrası 15-20 cm derinlikte kulaklı pulluk ile işlendikten sonra ekim öncesi 5-10 cm işleme derinliğinde kültivatör kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Denemede diskli ekici ayağa ve V baskı tekerleğine sahip pnömatik hassas ekim makinası kullanılmıştır. Ekim derinliği, ekim makinasının yan tarafından bulunan derinlik ayar tekerlekleri yardımıyla 4-5 cm olarak ayarlanmıştır.

Ekim makinasının V tipi baskı tekerlekleri arasındaki mesafe, ayak üzerindeki ayar kolu yardımıyla 6, 9, 12 cm'ye ayarlanmıştır. Tekerlek üzerine uygulanan baskı kuvveti ise baskı kuvveti ayar kolu üzerindeki yayın sıkıştırılmasıyla 56, 170, 225 N olacak şekilde ayarlanmıştır.

Baskı tekerleği üzerine etki eden baskı kuvveti aşağıdaki denklem hesaplanmıştır.

$$F=k*x$$

Burada;

F=Yay kuvveti, N; k=Yay katsayısı, N/mm; x=Yay boyundaki değişim, mm

Yay katsayısı ise yayın özellikleri gözönünde bulundurularak aşağıdaki eşitlikler yardımıyla 11315 N/m olarak hesaplanmış, Yay 5, 15, 20 mm sıkıştırılarak tekerlek üzerindeki baskı kuvveti 56, 170, 225 N olarak hesaplanmıştır.

$$k = \frac{(G * d)}{8 * na * C^3}$$

$$C=D/d$$

G=Kayma modülü, ıslah edilmiş çelikler için, 70000 MPa

D=Sarmal yay çapı, m

d=Yayın tel çapı,m

na=Aktif halka sayısı

Araştırma bölünmüş parseller (split-plot) deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede Ana Parselleri, baskı tekerlekleri arasındaki mesafe (6, 9, 12 cm); Alt parselleri ise, baskı kuvvetleri (56, 170, 225 N) oluşturmuştur. Her bir parselin uzunluğu 30 m, genişliği ise 3 m olarak ayarlanmıştır. Denemede ekim makinasının çalıştırılmasında New Holland TD75D traktör 12 km/h hızda çalıştırılmıştır.

Ölçülen Parametreler

Toprağın penetrasyon direnci (kPa), ekim işleminden hemen sonra toprağın 5, 10 ve 15 cm derinliğinde çep penetrometresiyle kg/cm² olarak ölçülmüştür. Her parselden 3 noktadan alınan ölçüm değerlerinin ortalaması alındıktan sonra kPa'a dönüştürülmüştür.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan cep penetrometresi

Ekim derinliği (cm), ekimden 10 gün sonra her parselden 5 bitki çıkarılarak, bitkinin tohumu ile toprak yüzeyi arasındaki mesafe ölçülerek belirlenmiştir.



Şekil 2. Ekim derinliğinin ölçülmesi

Açıktaki kalan tohum sayısı (adet/dekar), ekimden hemen sonra her parseldeki açıktaki kalan tohumlar sayılmış, elde edilen veriler, dekarda açıktaki kalan tohum sayısı olarak hesaplanmıştır.



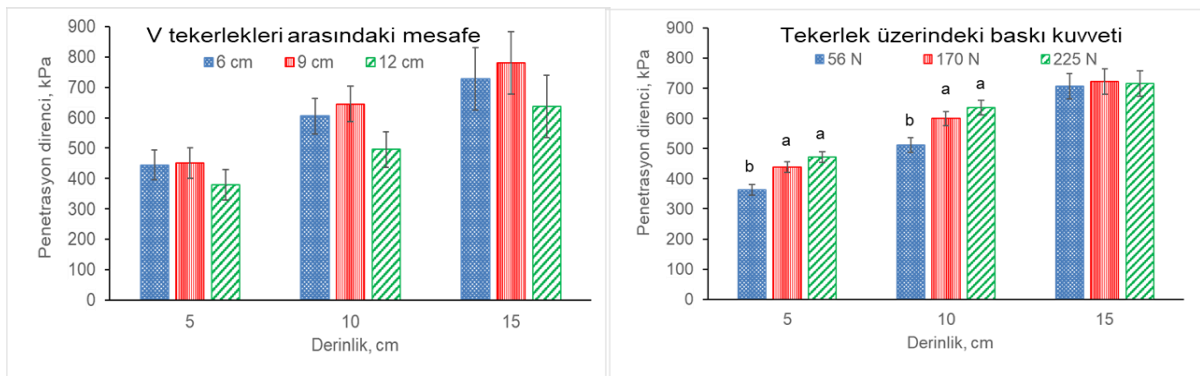
Şekil 3. Açıktaki kalan tohum

Bitki çıkış oranı (%), metre karedeki bitki sayısının, metrekareye ekilen tohum sayısına oranlanmasıyla belirlenmiştir. Bütün ölçümler, her parselden 3 tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

Ölçümler sonucunda elde edilen veriler, Jump İstatistik Paket programı (SAS, 2002, Cary, NC, USA) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve istatistiki açıdan önemli değişkenlerdeki uygulamaların ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Hassas (tek tane) ekim makinalarındaki baskı tekerleklerinin farklı tekerlek arası mesafe ve baskı kuvvetlerinin toprağın 0-5, 5-10, 10-15 cm derinliklerindeki penetrasyon direnci (kPa) değerlerine etkisi Şekil 4'te görülmektedir. V tekerlekleri arasındaki mesafe 12 cm olarak ayarlandığında, tüm derinliklerdeki penetrasyon direnci değerlerinin daha düşük olduğu, başka bir anlamda 12 cm'lik tekerlekler arasındaki mesafede çizi içerisindeki toprağın daha düşük oranda sıkıştırılabildiği gözlemlenmiştir. Tekerlek üzerindeki baskı kuvvetinin artmasıyla 0-5 cm ve 5-10 cm derinliklerindeki penetrasyon direnci değerleri de önemli düzeyde artmıştır. Penetrasyon direncine etkisi yönünden 170 ve 225 N baskı kuvvetleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemli olmamıştır. Uygulanan baskı kuvveti değerlerinin 10-15 derinlikteki penetrasyon direnci üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.



Şekil 4. Hassas (tek tane) ekim makinalarındaki baskı tekerleklerinin farklı tekerlek arası mesafe ve baskı kuvvetlerinin toprağın penetrasyon direncine (kPa) etkisi

Hassas (tek tane) ekim makinalarındaki V tipi baskı tekerleklerinin tekerlek arası mesafe ekim derinliği üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz iken, baskı kuvvetlerinin ekim derinliğini önemli düzeyde etkilediği Tablo 1'de görülmektedir. Baskı tekerleği üzerindeki baskı yayı kuvvetinin 56 N'dan 170 N'a yükseltilmesi durumunda ekim derinliğinin %66 oranında arttığı gözlemlenmiştir. Baskı yayı kuvvetinin 170 ve 225 N olması durumunda ekim derinlikleri arasındaki farkın istatistiki anlamda önemli olmadığı görülmüştür. Ekim derinliği bitki çıkışı ve gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Hassas ekim makinalarında baskı tekerleklerinin geometrik özellikleri ve toprak yüzeyine uyguladıkları baskı kuvvetlerinin ekim derinliği üzerinde önemli etkiye sahip olduğu literatürde belirtilmektedir. Önceki araştırmalar, aşırı yük uygulanmasının mısırın ekim derinliği ve çıkışı üzerindeki olumsuz etkilerini göstermiştir. Aşırı yük ile ekim, toprağı aşırı sıkıştırabilir (Hanna, 2009), yeterli yük uygulanmaması ise daha sık bir ekim derinliğine neden olabilir (Karayel ve ark., 2011) ve her iki durum da zayıf kök gelişimine ve düzensiz bitki çıkışına (Karayel ve ark., 2011, Hanna ve ark., 2010 ve Gratton ve ark., 2003) yol açabilir. Janelle ve ark. (1993), çift diskli ekici ayağına sahip ekim makinalarında farklı seviyelerde aşağı doğru baskı kuvvetleri kullanarak tohum yerleştirme üzerine etkilerini araştırmaya yönelik bir çalışma yürütmüşlerdir. Sonuçlar, en küçük aşağı doğru kuvvette yetersiz ekim derinliğinin elde edildiğini ve bunun da bitki çıkışını olumsuz

etkilediğini göstermiştir. Benzer şekilde, Neto ve ark. (2012), baskı tekerleklerine uygulanan ağırlıkların ekim derinliği ve mısırdaki bitki çıkışı üzerindeki etkisine ilişkin yürüttükleri çalışmada, baskı tekerleklerine uygulanan statik yükün çıkış süresi ve ekim derinliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Tablo 1. Hassas (tek tane) ekim makinalarındaki V tipi baskı tekerleklerinin farklı tekerlek arası mesafe ve baskı kuvvetlerinin ekim derinliğine (cm) etkisi

 Baskı tekerlekleri arası mesafe, mm	Baskı Kuvveti, N			Ortalama (Baskı tekerlekleri arası mesafe)
	56	170	225	
60	3,67	7,00	7,07	5,91
90	4,83	6,03	6,93	5,93
120	3,43	6,77	7,13	5,78
Ortalama (Baskı kuvveti)	3,98 b	6,6 a	7,044 a	
Varyans Analizi				
Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi		Kareler ortalaması	
Baskı tekerlekleri arası mesafe (A)	2		0.063ns	
Baskı kuvveti (B)	2		24.71**	
AxB	4		0.63ns	
Hata	12		1.47	
Genel	26			
Değişim katsayısı (%)			20.78	

*, %5 Seviyesinde Önemli; **, %1 Seviyesinde Önemli; ns. Önemli Değil.

Hassas (tek tane) ekim makinalarındaki V tipi baskı tekerleklerinin farklı tekerlek arası mesafe ve baskı kuvvetlerinin açıkta kalan tohum sayısına (adet/dekar) etkisi Tablo 2’de görülmektedir. Baskı tekerlekleri arasındaki mesafenin 60 mm ve 90 mm olması durumunda açıkta kalan tohum sayıları arasında herhangi bir fark görülmezken, mesafenin 120 cm olması durumunda açıkta kalan tohum sayısının %20 oranında arttığı görülmüştür. Fakat, aradaki bu fark istatistiki anlamda önemli olmamıştır. Baskı tekerleği üzerine uygulanan yay kuvvetinin, açıkta kalan tohum sayısı üzerinde etkisi istatistiki anlamda önemli olmuş, baskı kuvvetinin artması açıkta kalan tohum sayısını önemli düzeyde azaltmıştır.

Tablo 2. Hassas (tek tane) ekim makinalarındaki V tipi baskı tekerleklerinin farklı tekerlek arası mesafe ve baskı kuvvetlerinin açıkta kalan tohum sayısına (adet/dekar) etkisi

 Baskı tekerlekleri arası mesafe, mm	Baskı Kuvveti, N			Ortalama (Baskı tekerlekleri arası mesafe)
	56	170	225	
60	101.19	160.71	148.81	136.91
90	178.57	125.00	101.19	134.92
120	114.28	160.71	119.05	164.68
Ortalama (Baskı kuvveti)	164.68 a	148.81 ab	123.02 b	
Varyans Analizi				
Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi		Kareler ortalaması	
Baskı tekerlekleri arası mesafe (A)	2		2491.97 ns	
Baskı kuvveti (B)	2		3980.06 *	
AxB	4		5273.29 **	
Hata	12		714.52	
Genel	26			
Değişim katsayısı (%)			18.30	

*. %5 Seviyesinde Önemli; **. %1 Seviyesinde Önemli; ns. Önemli Değil.

Hassas (tek tane) ekim makinalarındaki V tipi baskı tekerleklerinin farklı tekerlek arası mesafe ve baskı kuvvetlerinin bitki çıkış oranına (%) etkisi Tablo 3'te görülmektedir. V tipi baskı tekerlekleri arasındaki mesafe arttıkça, bitki çıkış oranının önemli düzeyde azaldığı görülmüştür. Tekerlekler üzerindeki baskı yayı kuvvetinin artması, bitki çıkış oranını önemli artış meydana getirdiği Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3. Hassas (tek tane) ekim makinalarındaki V tipi baskı tekerleklerinin farklı tekerlek arası mesafe ve baskı kuvvetlerinin bitki çıkış oranına (%) etkisi

 Baskı tekerlekleri arası mesafe, mm	Baskı Kuvveti, N			Ortalama (Baskı tekerlekleri arası mesafe)
	56	170	225	
60	0.67	0.75	0.91	0.76 a
90	0.65	0.55	0.72	0.64 ab
120	0.39	0.55	0.59	0.52 b
Ortalama (Baskı kuvveti)	0.57 b	0.62 ab	0.74 a	
Varyans Analizi				
Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi		Kareler ortalaması	
Baskı tekerlekleri arası mesafe (A)	2		0.15683*	
Baskı kuvveti (B)	2		0.07219*	
AxB	4		0.01501	
Hata	12		0,019368	
Genel	26			
Değişim katsayısı (%)			30.52	

*. %5 Seviyesinde Önemli; **. %1 Seviyesinde Önemli; ns. Önemli Değil.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Diskli ekici ayağa sahip hassas ekim makinalarında V tipi baskı tekerleklerinin ayar parametrelerinin ekim performansının üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmanın sonucunda, baskı tekerleklerinin ayar parametrelerinin ekim başarısını önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.

Baskı tekerlekleri arasında mesafenin artırılmasıyla açıkta kalan bitki sayısı artmış, bitki çıkış oranı önemli düzeyde azalmıştır.

Baskı kuvvetinin artmasıyla ekim derinliğinde artış, açıkta kalan tohum sayısında azalış, bitki çıkış oranında ise artış meydana gelmiştir.

Baskı tekerlekleri, ekim makinalarında ekim kalitesini doğrudan etkileyen kritik bir bileşendir. Doğru tipte, uygun baskı kuvvetine sahip ve ayarlanabilir baskı tekerleklerinin kullanımı; farklı toprak ve iklim koşullarında yüksek çıkış başarısı sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

Drewry, J.L., Arriaga, F.J., & Luck, B.D. (2021). Closing wheel type and row unit downforce can affect corn germination in no-tillage production systems. *Agron. J.* 113, 4037–4046.

Dursun İ., & Erol M.A. (2015). Ekim, Bakım ve Gübreleme Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1628.

Gemtos, T.A., & Lellis, T. (1997). Effects of Soil Compaction, Water and Organic Matter Contents on Emergence and Initial Plant Growth of Cotton and Sugar Beet. *Journal of Agricultural Engineering Research.* 66(2): 121-134.

Gratton, J., Chen, Y., & Tessier, S.(2003). Design of a spring-loaded downforce system for a no-till seed opener. *Canadian Biosystems Engineering,* 45, 2.29.

Gürsoy, S., & Türk, Z. (2019). Nohut tarımında ekim sonrası uygulanan farklı silindir baskı seviyelerinin toprağın fiziksel özellikleri ve bitki çıkış oranına etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi,* 22(6), 859–864.

Hanna, H.M. (2009). Planter Set-up and Adjustments for Accurate Seeding of Corn and Soybean.

www.agry.purdue.edu/CCA/2009/CCA%202009/Proceedings/Hanna%20CCA%20Proceedings%2020092%20Final%20Version%2011-24.pdf. Accessed 22 July 2017.

Hanna, H.M., Steward, B.L., & Aldinger, L. (2010). Soil Loading Effects of Planter Depth-Gauge Wheels on Early Corn Growth. *Applied Engineering in Agriculture,* 26 (4):551-556.

Janelle, L., Tessier, S. & C. Laguë. (1993). Seeding tool design for no-tillage conditions in North-East. American Society of Agricultural Engineers paper No. 93-1561. St. Joseph, MI: ASAE.

- Kara, O., & Bilgili, M.E. (2020). Doğrudan ekimde farklı sıkıştırma basıncının toprak fiziksel özellikleri ve bitki gelişimine etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 16(3), 1–11.
- Karayel, D., & Sarauskis, E. (2011). Effect of downforce on the performance of no-till disc furrow openers for clay-loam and loamy soils. *Agricultural Engineering*, 43(3), 16-24.
- Kayısoğlu, B. (1993). Ayçiçeği ekiminde baskı tekerleklerinin farklı basınç noktalarının çimlenme ve gelişime etkileri. *Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2), 101–108
- Lu, Q., Zhao, J., Liu, L., Liu, Z., & Wang, C. (2024). Design and Experiment of a Soil-Covering and –Pressing Device for Planters. *Agriculture*, 14, 1040. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071040>
- Morrison Jr., J. E. (2002). Compatibility among three tillage systems and types of planter presswheels and furrow openers for vertisol clay soils. *Applied Eng. Agric.*, 18(3), 293-295.
- Way, T.R., Kornecki, T.S., & Tewolde, H. (2018). Planter closing wheel effects on cotton emergence in a conservation tillage system. *Appl.Eng. Agric.*, 34, 177–186.

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION AND FUNCTIONAL HYDROGEL POTENTIAL OF PECTIN EXTRACTED FROM POMEGRANATE SEEDS

Kamile BAYRAK AKAY

Harran University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Şanlıurfa,
Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7976-377X>

Assoc. Prof. Dr. Bülent BAŞYİĞİT

Harran University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Şanlıurfa,
Turkey ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6617-1836>

Prof. Dr. Mehmet KARAASLAN

Harran University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Şanlıurfa,
Turkey ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8097-9535>

ABSTRACT

The valorization of agro-industrial by-products has become a key strategy to fulfill the increasing demand for sustainable, functional food ingredients. While pectin is widely obtained from various plant sources, pomegranate seeds—often thrown away as processing waste—are an underused source for extracting pectin with unique functional properties. This study centered on extracting pectin from pomegranate seeds and subsequently assessing its physicochemical, structural, and hydrogel-forming properties. Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy confirmed the structural identity by identifying characteristic polysaccharide features, including broad O–H stretching and carbonyl bands, indicating that the extraction process preserved the biopolymer's molecular integrity. Physicochemical profiling showed excellent storage stability and microbial spoilage resistance, indicated by low moisture (4.08%), ash (3.30%), and water activity (0.22). Further characterization of the powder properties revealed a Hausner ratio of 1.21 and a Carr index of 20.37, along with specific colorimetric parameters (L^* : 76.64, a^* : 0.96, b^* : 11.93). Functionally, pomegranate seed pectin showed significant potential as a stabilizer, with a high oil binding capacity of 245.54% and notable emulsifying activity of 28.68 m²/g. When incorporated into hydrogels, the material exhibited strong fluid interaction, with a swelling ratio of 4.35% and a water holding capacity of 10.78%, indicating the creation of a stable, cohesive network. These findings confirm pomegranate seed pectin as a premium raw material for biopolymer production. Furthermore, the effective creation of pectin-based hydrogels showcases an innovative and environmentally friendly approach for developing natural additives used in the food sector and related industries.

Key Words: Pomegranate seed; Pectin; FTIR; Hydrogel; Functional properties

COMPARATIVE ANALYSIS OF ECO-FRIENDLY EDIBLE FILMS MADE FROM PLANT-BASED PROTEINS

Kamile BAYRAK AKAY

Harran University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Şanlıurfa,
Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7976-377X>

Assoc. Prof. Dr. Bülent BAŞYİĞİT

Harran University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Şanlıurfa,
Turkey ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6617-1836>

Prof. Dr. Mehmet KARAASLAN

Harran University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Şanlıurfa,
Turkey ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8097-9535>

ABSTRACT

Recently, edible films and coatings have attracted considerable interest as potential alternatives to synthetic films, offering a way to decrease packaging waste and reduce environmental pollution. This study aimed to develop biodegradable films from plant proteins of various origins and to examine the influence of these proteins on the films' structural and functional characteristics. Three types of plant proteins—pea, soy, and brown rice—were utilized. Although pea and soy proteins successfully formed integrated and stable film matrices, brown rice protein could not form a cohesive structure and was consequently excluded from further physicochemical analyses. FTIR Spectroscopy was used to study the molecular interactions that govern the film structure. Films made with pea protein measured 0.05 mm in thickness, while those produced with soy protein were thicker at 0.07 mm. Moisture content analysis revealed that the pea film had a higher moisture level (23.42%) than the soy film (19.69%). The color analysis expressed that the pea protein film was lighter, giving it a brighter appearance compared to the soy film. The soy film (3.80%) had greater opacity than the pea film (3.62%), indicating it was less transparent. Barrier assessments demonstrated that pea protein-based films (0.35 g.mm/m².h.kPa) exhibited superior resistance to oxygen and water vapor transmission in comparison to soy protein films (0.41 g.mm/m².h.kPa). Soy protein films exhibited a higher tensile strength (9.40 MPa) than pea protein films (7.90 MPa). The pea protein films showed notably greater elongation at break, reaching 117.96%, indicating greater flexibility and superior film-forming properties. In conclusion, the origin of the protein significantly influences the film's performance. These results highlight the potential for specific plant proteins to act as effective biopolymers in developing innovative, eco-friendly food packaging options.

Key Words: Edible film; Pea protein; Soy protein; Barrier properties; FTIR ectroscopy

TÜRKİYE’DE ÜRETİLEN MANDALINANIN YÜKSEK MEKANSAL VE ZAMANSAL ÇÖZÜNÜRLÜK İLE SU AYAK İZİNİN HESAPLANMASI

Serhat YILMAZ

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı,
Erzurum, Türkiye

ORCID ID: 0009-0006-1697-926X

Prof. Dr. Bahar KOCAMAN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı,
Erzurum, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-7109-6666

Prof. Dr. İlker ANGIN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı,
Erzurum, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-2002-2392

ÖZET

Dünya’da küresel ısınmanın etkileri arasında yer alan ve bölgesel olarak artan su stresleri suyun sürdürülebilirliği ve yönetimi üzerine çalışmaları yoğunlaştırmıştır. Küresel ısınma ve artan nüfusun etkileri su üzerindeki baskıyı daha da arttırmıştır. Küresel olarak suyun en fazla kullanıldığı tarım sektöründe (%70) (M. Rosergrant, 2009) kullanılan suyun hacmini belirlemek önemli bir husus olmuştur. Türkiye’de suyun sektörlere göre kullanım dağılımı Dünya’ya kıyasla daha farklı olmuş ve tarım sektöründe kullanılan su %89, evsel %7 ve endüstriyel alan da ise %4 olarak hesaplanmıştır (Bakanlığı T. T., 2014). Tarımsal su ayak izi oranının yüksek olması su yönetiminde odak noktasını tarıma çevirmiştir. Tarımda suyun etkin kullanımı, yeşil ve mavi su ayak izi hacmini düşürmek amacı ile su ayak izi üzerine yapılan araştırmaları arttırmıştır. Yapılan araştırmaların genelde uzun yıllar iklim verisine göre yapılmış olması dikkat çekmiştir. Bu çalışmada su ayak izi hesaplamalarında uzun yıllar ortalama iklim verileri yerine yıllara özgü iklim verileri kullanılarak gerçeğe daha yakın sonuçlar alınması hedeflenmiştir. 2019-2023 yılları arası iklim verileri kullanılarak verilerin yıllık bazda karşılaştırılması ve iklim bölgelerine göre çıkan verilerin bölgesel olarak karşılaştırılarak su yönetimi ve planlanması üzerine veriler çıkması hedeflenmiştir. Bu çalışmada iklim bölgelerine göre verimin farklı çıkması su ayak izi miktarını değiştirdiği görülmüştür. Aynı ilde farklı iklim özelliklerine ve farklı yağış rejimine sahip ilçelerin farklı ürün verimi çıkmasını sağladığı görülmüştür. Aynı ilde farklı yıllarda iklim parametrelerinin değiştiği durumda da ürünün su muhtevalarında farklı sonuçlar çıktığını göstermiştir.

Key Words: Water Footprint; Water Footprint of Agriculture; Green and Blue Water Footprint

GİRİŞ

Su canlıları hayatlarını idame ettirmeleri için temel unsurlardandır. Bu insanlığın varoluşundan itibaren kurulan medeniyetlerin su kaynaklarına yakın kurulmasını sağlamıştır. Su kaynağının yeterliliği ve kalitesi nüfusu ve tarımın yapılma miktarını etkilemiştir. Kaliteli ve yeterli suyun bulunması Dünya'nın büyük çoğunluğunun sularla çevrilmiş olmasına rağmen zordur. Çünkü var olan suyun %97'si tuzlu olup kullanılmaya elverişli değildir. Sadece %3'lük kısmı tatlı sulardan oluşur ancak bununda yaklaşık %69'u buzullarda ve kutuplarda saklı ve yaklaşık %30'un da yeraltı suları oluşturmaktadır (C.Cassardo, 2011). Geriye kalan kullanılabilir durumda olan suyun coğrafi dağılışı artan Dünya nüfusu ile birlikte bazı bölgelerin suya erişimini zorlaştırmaktadır. Suya erişim etkileyen nedenlerden biri de ekonomik koşullar olup suyun insanların kullanımına sunmak için gerekli altyapı ve teknoloji ekonomik durumla bağlantılıdır (Modi, 2022).

Küresel olarak nüfusun son yüzyılda yaklaşık 4 kat artış göstermesi suya olan talebi çeşitli faktörlerle birlikte yaklaşık 8 kat arttırmıştır (Veldkamp, 2017). Artan nüfusun etkisiyle gıda tüketimi de artmış ve küresel ortalama tarımda çekilen su yaklaşık %70, endüstriyel alanda %19 ve evsel tüketimde %11 olmuştur (Flörke, 2013). Türkiye'de ise çekilen su oranları tarımda %89, evsel %7 ve endüstriyel alanda %4 olmuştur (Bakanlığı T. T., 2014).

Falkenmark indeksine göre Türkiye'nin 2010 yılında kişi başına düşen su miktarı 1553 m^3 , bu durum 2022 yılında 1322 m^3 değerine düştüğünü görülmekte ve Türkiye'nin 'su stresi' yaşayan ülkelerden biri olduğunu göstermektedir (E.ŞİLTU, 2023). Küresel ısınmanın etkileri, sanayinin gelişmesi, nüfusun artması, tarımsal üretimin artması ve su kullanma alışkanlıklarının değişmesiyle beraber kişi başına düşen su miktarının yıllara göre değişimi endişe verici olmaktadır (E.ŞİLTU, 2023). Suyun sürdürülebilir ve etkin kullanımı için yeşil suyu (yağmur suyu) mavi suya (yüzey ve yeraltı suları) oranla daha fazla kullanılması önerilmektedir (R.ILGAR, 2020).

Hidrolojik döngüye göre tatlı su depolama şekilleri yeşil ve mavi su olarak ikiye ayrılmakta ve bunların insanlar tarafından tüketilmesini ve tüketilen miktarın hesaplanmasını A.Hoekstra tarafından geliştirilen su ayak izi kavramı ile ifade edilmektedir (Rodrigues, 2014). Su kullanımı ve bulunabilirliği belirlemek için A.Hoekstra tarafından geliştirilen su ayak izi kavramı üzerinde çalışmaların çok eskiye dayanmadığı bilinmektedir. Bu su ayak izi kavramı üzerine yapılan çalışmaların henüz istenilen seviyede olmadığı görülmekte ve detaylı hesaplamalar kısmen yapılmıştır. Bu çalışmada yüksek mekânsal ve zamansal çözünürlük ile Türkiye'de üretilen mandalınanın yeşil su ayak izi ve mavi su ayak izini bu kadar yüksek çözünürlükte ilk kez tartışıldı. Yapılan çalışma ile mandalina üretiminde Dünya 3.sü olan Türkiye'de ise meyve grubunda en fazla net ihraç edilen ürünlerden biri olan mandalınanın 29 farklı iklim bölgesine göre ve illere göre ayrı ayrı yeşil ve mavi su ayak izini tartışıldı. Yapılan tartışma ile gelecekte Falkenmark indeksine göre su stresi seviyesinden su kıtlığı seviyesine düşmesi muhtemel Türkiye için suyun sürdürülebilirliği ve yeterliliği değerlendirildi.

Bu çalışma yapılırken Türkiye Meteoroloji genel Müdürlüğünden (MGM) alınan iklim parametreleri kullanıldı (MGM, 2024) ve 259 istasyondan alınan veriler 81 il 922 ilçe için ayrı ayrı hesaplandı. Yapılan hesaplamalar 29 farklı iklim bölgesine dönüştürüldü (G.MIZRAK, 2012). Hesaplamaların iklim bölgelerine göre yapılarak iklim değişikliğine bağlı değişen yağış rejimi üzerinden ürün verimi ve ürünün birim başına su muhtevalarını hesaplanması amaçlandı. İklim bölgelerine göre çıkan sonuçların politika üreticileri tarafından daha rahat yorumlanması ve sorunlar üzerine daha kapsamlı çalışma yapılarak çözümlerin üretilmesi öngörülmektedir. Doğru çözümlerin bulunması gelecek nesillerin "su kıtlığına" maruz kalmaması için önemlidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

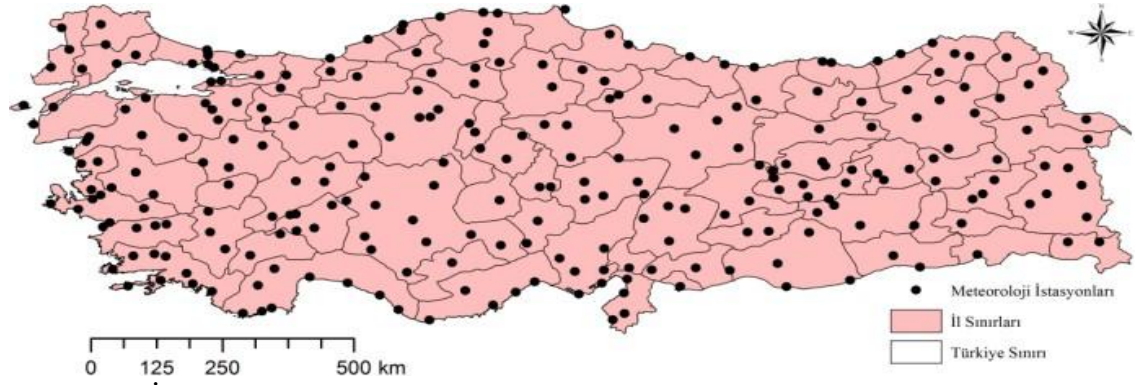
Mevcut çalışma Asya ile Avrupa kıtaları arasında kalan ve topraklarının büyük çoğunluğu Batı Asya'da yer alan 783.562 km² alana sahip Türkiye'nin 81 ili üzerinden yapılmıştır. (Şekil 1)



Şekil 1: Çalışma Alanı (Türkiye)

Veri Toplama

MGM' den alınan 259 adet istasyona ait günlük iklim verileri 10'ar günlük verilere dönüştürülerek Climwat ve Cropwat yazılımlarına aktarılmıştır (FAO, <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/climwat-for-cropwat/en/>, 2024). Cropwat yazılımında yağışlar efektif yağışa dönüştürülmüş alınan veriler ile ArcGIS programı (CBS programı olup veri hazırlama ve haritalandırma yapılmaktadır) üzerinden alansal yağışa haritalarına dönüştürülmüştür (Z.AVANOZ, 2020). ArcGIS programı ile 2019-2023 yılları arası aylık olarak alansal yağış haritaları (60 Adet) oluşturulmuştur.



Şekil 2: 259 Adet İstasyon Yerleri Haritası

Cropwat yazılımından $K_{c(dev)}$ değerleri hesaplanmış geriye kalan $K_{c(ini,mid,late)}$ değerleri ve ET_0 değerleri Tarım ve Orman Bakanlığının 2017 yılında yayımlanmış olan Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri kitabından alınmıştır (Bakanlığı T. V., 2017). Cropwat üzerinden etkili yağışa dönüştürülen veriler için USDA-SCS metodu kullanılmıştır (FAO, 2024). Etkili yağış (P_{eff}) bitkinin gelişimi için doğrudan veya dolaylı olarak kullandığı toplam yağışı ifade etmektedir (I.ANGIN, 2023).

$$P_{eff} = P(125 - 0.2P) / 125; P \leq 250 \text{ mm}$$

$$P_{eff} = 125 + 0.1P; P > 250 \text{ mm}$$

Ürün seçimi yapılırken (TUİK, 2024) tarafından yayımlanan veriler kullanılarak Türkiye’nin net ihraç ettiği (İhracat miktarı-İthalat miktarı) meyve ürünlerinden olan ve 5 yıllık ortalama net ihracatı 825.446 ton olan mandalina seçilmiştir. (Şekil 3)

Ürün Products	Piyasa yılı Marketing year	Üretim (Ton)	Ekilen alan (Hektar)	İthalat (Ton)		İhracat (Ton)	İHRACAT-İTHALAT	ORTALAMA İHRACAT- İTHALAT FARKI
		Production (Tonnes)	Area sown (Ha)	Imports (Tonnes)	Exports (Tonnes)			
Mandalina	2022/23	1 865 000	.	56 466	907 229	850 763		825 446
Mandarin	2021/22	1 819 000	.	52 900	997 084	944 184		
	2020/21	1 585 629	.	39 054	908 208	869 154		
	2019/20	1 400 000	.	42 475	832 246	789 771		
	2018/19	1 650 000	.	33 001	706 361	673 360		

Şekil 3: Mandalina Verileri (TUİK)

Tarımsal Su Ayak İzi Yöntemi

Bitki su tüketimi hesaplanmasında farklı eşitlikler kullanılsa da bu çalışmada Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım örgütü (FAO) tarafından kabul gören Penman-Monteith yöntemi olacaktır (FAO, 2024) .

$$ET_c = K_c \times ET_0$$

Bu formülde ET_c , bitki su tüketimini; K_c , bitki katsayısını; ET_0 , referans bitki su tüketimini ifade etmektedir.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{C_n}{T + 273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + C_d \mu_2)}$$

Denklemden;

R_n = Bitki yüzeyi için hesaplanan net radyasyon (MJ m⁻² g⁻¹),

G = Toprak ısı akısı (MJ m⁻² g⁻¹),

T = Günlük ortalama hava sıcaklığı, 1,5 ile 2,5m arasında yükseklikte ölçülmüş, (°C),

U_2 = Günlük ortalama rüzgâr hızı, 2,0 m yükseklikte ölçülmüş, (m s⁻¹),

e_s = Doygun buhar basıncı, 1,5 ile 2,5m arasında yükseklik için hesaplanmış, (kPa),

e_a = Gerçek buhar basıncı, 1,5 ile 2,5m arasında yükseklik için hesaplanmış, (kPa),

Δ = Doygun buhar basıncı-sıcaklık eğrisinin eğimi (kPa, 0C-1),

C_n = Referans bitki tipi ve hesaplamanın yapıldığı zaman dilimi için sabit pay katsayısı, (kısa boylu bitki ve günlük hesaplama için $C_n = 900,0$)

C_d = Referans bitki tipi ve hesaplamanın yapıldığı zaman dilimi için sabit payda katsayısı, (kısa boylu bitki ve günlük hesaplama için $C_n = 0,34$) ifadeleri kullanılır.

Sulama suyu ihtiyacı olan (IR) bitkinin su ihtiyacının hepsini Etkili yağış (P_{eff}) ile karşılaşırsa bitkinin su ihtiyacının 0 olduğu kabul edilir fakat bitkinin terlemesi ET_c Etkili yağıştan fazla ise bitki su ihtiyacı ET_c ile P_{eff} farkı olarak kabul edilebilir (A.MURATOGLU, 2019).

$$IR = \begin{cases} 0; P_{eff} \geq ET_c \\ ET_c - P_{eff}; P_{eff} < ET_c \end{cases}$$

Burada, IR sulama suyu ihtiyacı (mm), ET_c ise bitkinin terleme miktarını (mm) göstermektedir ve bu yaklaşımlara göre yeşil su buharlaşması (ET_{green}) ve mavi su buharlaşma (ET_{blue}) oranları aşağıdaki gibi olur.

$$ET_{blue} = \max(0, ET_c - P_{eff})$$

$$ET_{green} = \min(ET_c, P_{eff})$$

Tarımsal üretimde harcanan su bitkinin terleme ve buharlaşma ile kaybettiği suyun toplamına eşittir.

$$CWU_{blue} \left(\frac{m^3}{ha} \right) = 10 \sum ET_{blue} (mm)$$

$$CWU_{green} \left(\frac{m^3}{ha} \right) = 10 \sum ET_{green}(mm)$$

$$WF_{blue}(m^3) = CWU_{blue} \left(\frac{m^3}{ha} \right) A(ha)$$

$$WF_{green}(m^3) = CWU_{green} \left(\frac{m^3}{ha} \right) A(ha)$$

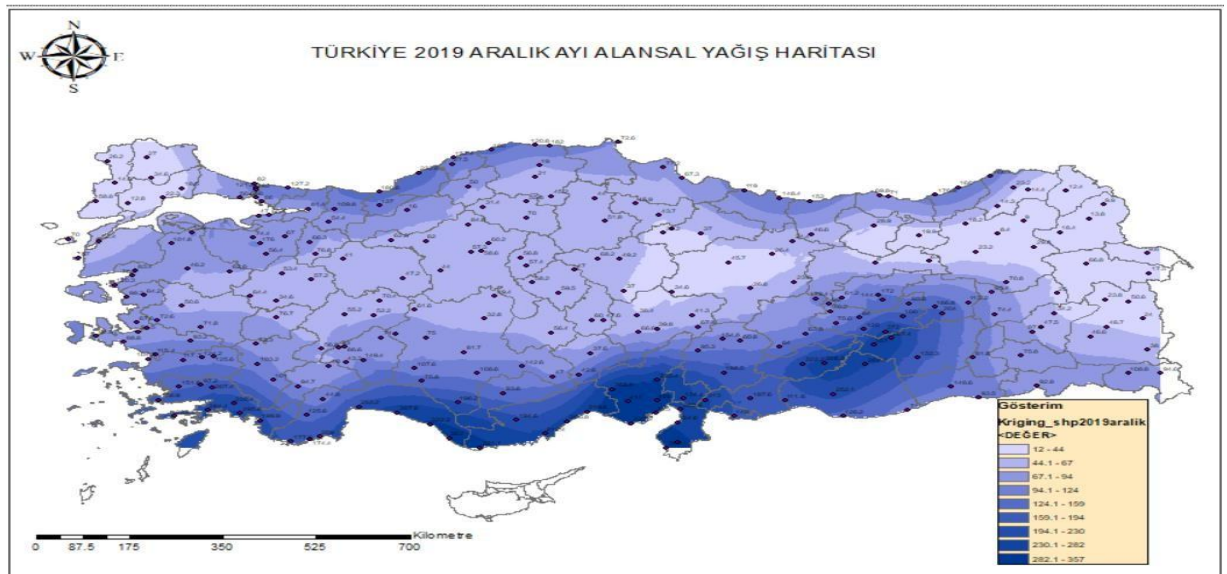
$$WF(m^3) = WF_{blue}(m^3) + WF_{green}(m^3)$$

$$VWC \left[\frac{m^3}{ton} \right] = \frac{WF}{P}$$

Denklemlerde; CWU_{blue} yüzey suyu ve yer altı su kaynaklarının toplamı, CWU_{green} yağmur suyuna, WF_{blue} ve WF_{green} mavi ve yeşil su ayak izini, $WF(m^3)$ ise toplam su ayak izi olarak ifade edilmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

MGM' den alınan 259 adet istasyon verilerini ArcGIS programına aktararak elde edilen alansal yağış (Kriging Yöntemi) haritaları 60 adet oluşturulmuştur. Oluşturulan haritalara örnek olarak 3 adet alansal yağış haritası aşağıda verilmiştir. (Şekil 3, 4, 5)



Şekil 3: 2019 Yılı Aralık Ayı Alansal Yağış Haritası





Şekil 6: İklim Bölgeleri Haritası ((Bakanlığı T. V., 2017)

Su ayak izi çalışmaları yapılırken (MGM, 2024) tarafından kullanılan (G.MIZRAK, 2012) haritası kullanılmış olup Şekil 6’da verilen iklim bölgelerine göre hesaplamalar yapılmıştır. 29 farklı iklim bölgesine göre hesaplanmaların yapılması farklı iklim bölgesinde farklı yağış rejimleri, K_c değerleri, ET_0 değerleri ve farklı ekim-dikim dönemleri gibi etkenler göz önüne alınmıştır (Bakanlığı T. V., 2017).

İKLİM BÖLGELERİ	SUAYAK MAVİ (Mm3)	İZİ SUAYAK YEŞİL(Mm3)	TOPLAM SUAYAK İZİ(Mm3)	VERİM
AKDENİZ BÖLGESİ	64.609	54.918	118.720	76.90
AKDENİZ ARDI-1 BÖLGESİ	2.128	2.096	4.224	76.60
AKDENİZ ARDI-2 BÖLGESİ	2.796	1.134	3.930	27.15
İLKBAHARİ FAZLA YAĞIŞLI AKDENİZ BÖLGESİ	0.829	0.322	1.151	60.49
DOĞU KARADENİZ-2 BÖLGESİ	0.044	0.546	0.590	17.73
ILIK KARADENİZ BÖLGESİ	0.116	0.242	0.359	15.94
AKDENİZ- GÜNEYDOĞU GEÇİT BÖLGESİ	0.238	0.095	0.333	65.33
MARMARA BÖLGESİ	0.092	0.048	0.140	41.41
DOĞU KARADENİZ - 1 BÖLGESİ	0.018	0.071	0.088	16.56
SERİN KARADENİZ 1 BÖLGESİ	0.002	0.003	0.005	14.35

Tablo 1: İklim bölgelerine göre 2019 Yılı Mandalina Verileri

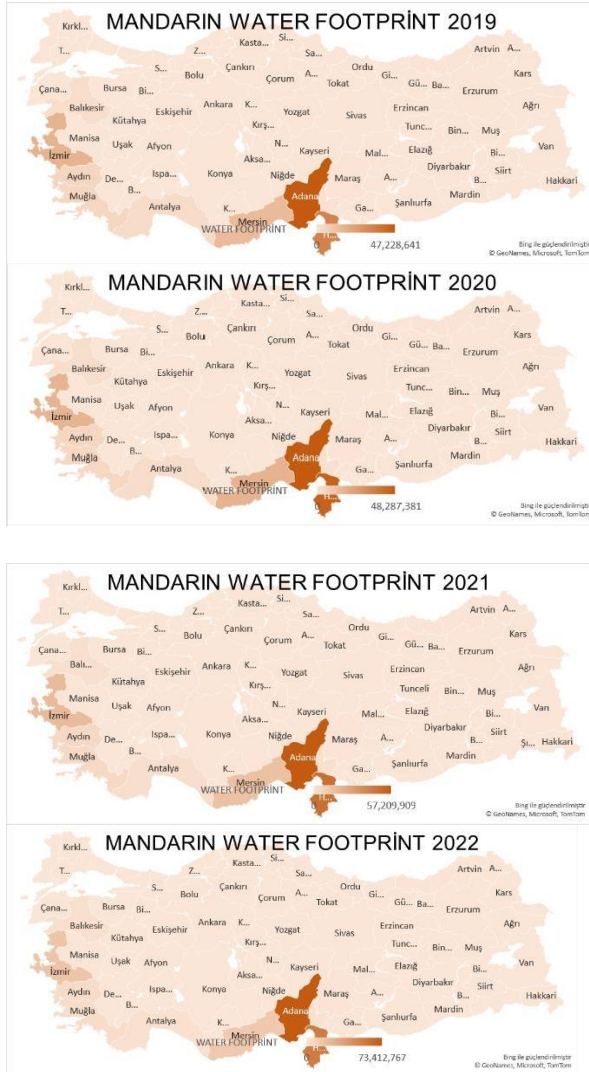
ŞEHİR İSİMLERİ	TOPLAM SUAYAK İZİ(Mm3)	SUAYAK MAVİ(Mm3)	İZİ SUAYAK YEŞİL(Mm3)	VERİM
Adana	47.229	26.191	21.844	75.03
Hatay	33.128	12.725	20.404	100.50
İzmir	16.945	11.793	5.153	37.18
Mersin	14.245	9.013	5.232	83.27
Aydın	5.056	3.445	1.611	34.95
Muğla	4.767	3.062	1.705	41.12
Antalya	2.902	1.696	1.206	73.55
Balıkesir	2.522	1.780	0.742	26.40
Osmaniye	1.231	0.658	0.574	72.54
Rize	0.415	0.026	0.388	16.61
Maraş	0.333	0.238	0.095	65.33
Trabzon	0.316	0.109	0.207	16.43
Artvin	0.175	0.018	0.157	20.83
Çanakkale	0.140	0.092	0.048	41.41
Giresun	0.088	0.018	0.071	16.56
Ordu	0.042	0.008	0.035	12.15
Bartın	0.005	0.002	0.003	14.35
Kastamonu	0.001	0.000	0.000	12.15

Tablo 2: İllere göre 2019 Yılı Mandalina verileri

Mandalinanın büyük çoğunluğunun üretildiği iklim bölgesinin Akdeniz iklimi olması ve en çok üretilen illerin Adana, Hatay, İzmir ve Mersin olması iklime uygun ürün seçimiyle birlikte verimin yüksek olmasını sağladığını göstermektedir.

Yıllar	TOPLAM İZİ(Mm3)	SUAYAK	SUAYAK MAVİ(Mm3)	İZİ	SUAYAK YEŞİL(Mm3)	İZİ	VERİM
2019	130.35		70.87		59.47		26.64
2020	146.60		103.49		43.10		60.65
2021	156.01		112.52		43.49		47.26
2022	179.20		130.09		49.11		54.05
2023	184.04		133.83		50.21		81.02

Tablo 3: Yıllara Göre Türkiye Geneli Mandalina Verileri Üretim miktarına bağlı olarak yıllara göre çekilen su hacimleri gösterilmiştir. Akdeniz İklim Bölgesine yıllara göre en fazla alansal yağışın düştüğü 2019 yılında verimin düşük çıktığı gözlemlenmiştir. Mavi su hacminin yeşil sudan fazla kullanılması mandalina üretiminin de mavi suya bağımlı olduğunu göstermiş ve alansal yağış miktarının fazla düştüğü 2019 yılında çekilen yeşil su hacminin mavi suya nispeten diğer yıllara göre daha yakın olduğu görülmüştür.

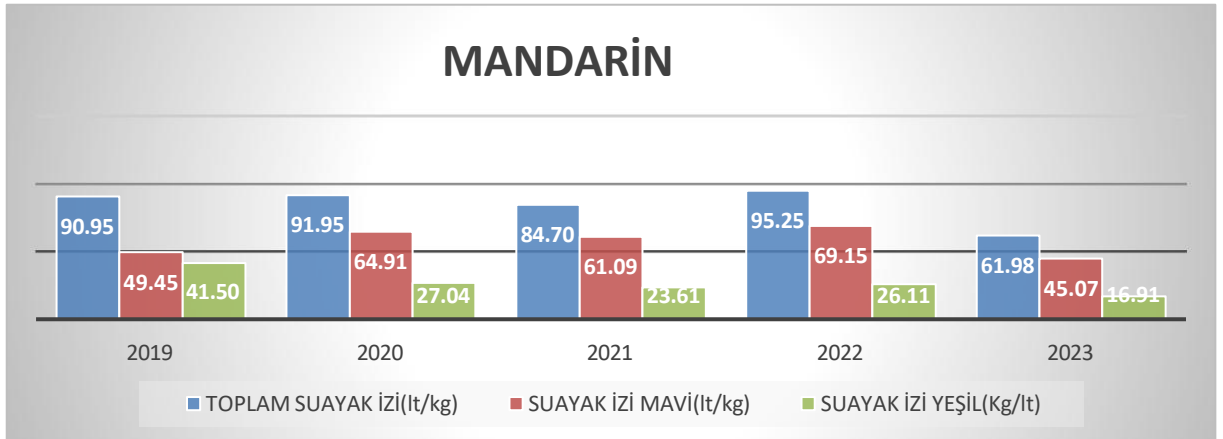




Görseller: 2019-2023 Yıllara Göre Su Ayak İzi Haritaları

Yıllara göre toplam su ayak izi haritaları oluşturulmuş ve yukarıda verilmiştir. Haritalar incelendiğinde en fazla üretim yapan illerin değişmediği ancak üretim sürecinde çekilen su miktarlarının üretim miktarı ve verimle ilişkili olarak değiştiği görülmektedir. En fazla üretimin olduğu ilk 7 ilin ve ilçelerin Akdeniz iklim bölgesi ve Akdeniz Ardı 1-2 iklim bölgelerinde bulunduğu tespit edilmiştir. Bu illerin mandalina su ayak izinde %96'dan fazla kısmı karşıladığı görülmüştür.

Yıllara göre iklim bölgelerinde verimin farklılık göstermesinde iklim parametrelerinin (yağış, minimum- maksimum sıcaklık, nem, radyasyon, gün uzunluğu, rüzgâr hızı vb. çevresel faktörler) etkili olduğu görülmektedir (ALTAN, 2020). Mandalina verimi hesaplanırken (TUIK, 2024) ten alınan veriler kullanılmıştır. Mandalina ağaçlarının tümü yerine sadece meyve veren yaştaki ağaçlar hesaba katılarak yıllık üretilen mandalinaların gerçek su ayak izi hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu nedenle verim değerleri yüksek çıkmıştır. Verimin yüksek çıkması su ayak izi hacmini azaltmıştır. Mandalinaların hesaplanan su muhtevalarını bazı gelişmiş ülkelerle kıyaslar (Mekonnen, 2011) alınan veriler kullanılmıştır. Mandalinaların bazı ülkelerdeki yeşil ve mavi su muhtevaları (m^3/ton) olarak sırasıyla Çin'de 708-34, Almanya 304-115, İtalya 290-52, Birleşik Krallık 333-137, ABD 256-57 olarak hesaplanmıştır (Mekonnen, 2011). Mandalinaların Dünya'da üretimde ki yeşil su muhtevaları $407 m^3/ton$, mavi su muhtevaları ise $112 m^3/ton$ olarak 2011 yılında hesaplanmıştır. Türkiye'de ise durum aşağıdaki Tablo 4'te verilmiştir.



Tablo 4: 2019-2023 Yıllara Göre Mandalinaların Su Muhtevaları

Dünya'dan bazı örneklerin verildiği ve Türkiye'nin mandalina üretiminde ki yeşil ve mavi su muhtevaları karşılaştırıldığında Türkiye'de mandalınanın mavi suya bağımlı olduğu görülmektedir. Diğer ülkelerde ise ağırlıklı yeşil su kullanılmıştır. Bu durum Türkiye'de mandalina üretiminin ağırlıklı sulama ile gerçekleştirildiğini göstermektedir. Küresel olarak incelendiğinde yeşil su ile beslenen tarımın su yönetimi ve suyun verimli kullanımı ile ilgili olarak yeterince keşfedilmemiştir (Hoekstra, 2010). Küresel olarak incelendiğinde tarım arazilerinin %80'ni, küresel olarak üretilen gıdaların %60-70'i yeşil su ile (yağmur suyu) ile beslenmektedir ve bitkinin optimum büyümesi için yeşil suyun yeterli olmadığı durumlarda mavi su kullanımı gerçekleşmektedir (Rost, 2008). Gelecekte küresel ısınma ile beraber oluşacak olan tarımsal su kıtlığının etkilerini azaltabilmek için tarım arazilerinde yeşil suyun kullanılması gerekliliği oluşmaktadır (Liu, 2022). Değişen iklim koşulları altında yeşil suya güvenmenin de bir sınırı olsa da mavi su kullanımının yüzey ve yer altı sularının aşırı sömürülmeye eğilimi vardır (Geng, 2019).

EKLER

İKLİM BÖLGELERİ	SUAYAK İZİ MAVİ(Mm3)	SUAYAK İZİ YEŞİL(Mm3)	TOPLAM SUAYAK İZİ(Mm3)	VERİM
AKDENİZ BÖLGESİ	97.342	39.232	135.736	83.75
AKDENİZ ARDI-2 BÖLGESİ	2.799	1.055	3.854	28.06
AKDENİZ ARDI-1 BÖLGESİ	2.191	1.428	3.619	58.35
İLKBAHARI FAZLA YAĞIŞLI AKDENİZ BÖLGESİ	0.702	0.389	1.091	37
DOĞU KARADENİZ-2 BÖLGESİ	0.042	0.551	0.593	18.4
ILIK KARADENİZ BÖLGESİ	0.105	0.260	0.365	16.42
AKDENİZ-GÜNEYDOĞU GEÇİT BÖLGESİ	0.251	0.087	0.337	72.9
DOĞU KARADENİZ -1 BÖLGESİ	0.012	0.075	0.087	16.55
MARMARA BÖLGESİ	0.046	0.023	0.069	52.7
SERİN KARADENİZ 2 BÖLGESİ	0.002	0.003	0.005	15.38
DAĞ YAMAÇ BÖLGESİ	0.002	0.001	0.003	49.03

EK 1: İklim bölgelerine göre 2020 Yılı Mandalına Verileri

İKLİM BÖLGELERİ	SUAYAK İZİ MAVİ(Mm3)	SUAYAK İZİ YEŞİL(Mm3)	TOPLAM SUAYAK İZİ(Mm3)	VERİM
AKDENİZ BÖLGESİ	106.398	39.542	144.936	89.91
AKDENİZ ARDI-2 BÖLGESİ	2.750	1.096	3.846	21.07
AKDENİZ ARDI-1 BÖLGESİ	2.175	1.462	3.637	65.71
İLKBAHARI FAZLA YAĞIŞLI AKDENİZ BÖLGESİ	0.776	0.315	1.091	62.08
DOĞU KARADENİZ-2 BÖLGESİ	0.107	0.529	0.636	18.52
ILIK KARADENİZ BÖLGESİ	0.095	0.275	0.370	16.51
AKDENİZ-GÜNEYDOĞU GEÇİT BÖLGESİ	0.159	0.178	0.337	79.49
DOĞU KARADENİZ -1 BÖLGESİ	0.017	0.072	0.089	16.91
MARMARA BÖLGESİ	0.038	0.020	0.058	47.7
SERİN KARADENİZ 2 BÖLGESİ	0.001	0.004	0.005	16.1
DAĞ YAMAÇ BÖLGESİ	0.002	0.001	0.003	46.53

EK 2: İklim bölgelerine göre 2021 Yılı Mandalına Verileri

İKLİM BÖLGELERİ	SUAYAK İZİ MAVİ(Mm3)	SUAYAK İZİ YEŞİL(Mm3)	TOPLAM SUAYAK İZİ(Mm3)	VERİM
AKDENİZ BÖLGESİ	123.045	45.232	166.979	76.76
AKDENİZ ARDI-2 BÖLGESİ	3.379	0.828	4.208	71.07
AKDENİZ ARDI-1 BÖLGESİ	2.452	1.736	4.188	118.52
İLKBAHARI FAZLA YAĞIŞLI AKDENİZ BÖLGESİ	0.692	0.344	1.036	75.98
DOĞU KARADENİZ-2 BÖLGESİ	0.090	0.535	0.625	20.49
ILIK KARADENİZ BÖLGESİ	0.128	0.246	0.374	16.62
AKDENİZ-GÜNEYDOĞU GEÇİT BÖLGESİ	0.240	0.097	0.337	89.1
DOĞU KARADENİZ -1 BÖLGESİ	0.018	0.073	0.092	16.52
MARMARA BÖLGESİ	0.041	0.016	0.057	52.65
SERİN KARADENİZ 2 BÖLGESİ	0.001	0.004	0.005	14.91
DAĞ YAMAÇ BÖLGESİ	0.002	0.001	0.003	53.38

EK 3: İklim bölgelerine göre 2022 Yılı Mandalına Verileri

İKLİM BÖLGELERİ	SUAYAK İZİ MAVİ(m3)	SUAYAK İZİ YEŞİL(m3)	TOPLAM SUAYAK İZİ(m3)	VERİM
AKDENİZ BÖLGESİ	127.132	45.952	171.725	121.5
AKDENİZ ARDI-1 BÖLGESİ	2.504	1.772	4.276	126.86
AKDENİZ ARDI-2 BÖLGESİ	3.108	1.134	4.243	35.15
İLKBAHARİ FAZLA YAĞIŞLI AKDENİZ BÖLGESİ	0.671	0.269	0.941	74.82
DOĞU KARADENİZ-2 BÖLGESİ	0.040	0.579	0.620	21.38
ILIK KARADENİZ BÖLGESİ	0.096	0.287	0.383	16.47
AKDENİZ-GÜNEYDOĞU GEÇİT BÖLGESİ	0.227	0.110	0.337	97.2
DOĞU KARADENİZ -1 BÖLGESİ	0.013	0.081	0.094	18.37
MARMARA BÖLGESİ	0.039	0.018	0.057	52.72
SERİN KARADENİZ 2 BÖLGESİ	0.001	0.004	0.005	15.8
DAĞ YAMAÇ BÖLGESİ	0.001	0.001	0.003	57.48

EK 4: İklim bölgelerine göre 2023 Yılı Mandalına Verileri**KAYNAKÇA**

A.MURATOGLU. (2019). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105467>.

ALTAN, A. T. (2020). <https://doi.org/10.17482/uumfd.787493>.

Bakanlığı, T. T. (2014). TÜRKİYE’NİN SU AYAK İZİ RAPORU.

Bakanlığı, T. V. (2017). TÜRKİYE’DE SULANAN BİTKİLERİN BİTKİ SU TÜKETİMLERİ.

C.Cassardo, A. (2011). <https://doi.org/10.3390/w3020618>.

E.ŞILTU, L. (2023). CLIMATE CHANGE AND GROUNDWATER AND SURFACE WATER RESOURCES OF TÜRKİYE DOI: 10.53478/TUBA.978-625-8352-56-6.ch01.

FAO. (2024). <https://www.fao.org/home/en>.

FAO. (2024). <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/climwat-for-cropwat/en/>.

- Flörke, M. K. (2013). Domestic and industrial water uses of the past 60 years as a mirror of socio-economic development: A global simulation study. *Global Environmental Change*.
- G.MIZRAK. (2012). Türkiye İklim Bölgeleri ve Haritası.
- Geng, Q. R. (2019). Çin'in tarımsal su kullanım verimliliğinin yeşil-mavi su perspektifinde değerlendirilmesi: Veri zarflama analizine dayalı bir çalışma. *Ekolojik göstergeler* , 96 , 329-335.
- Hoekstra, M. M. (2010). Strategic importance of green water in international crop trade. *Ecological Economics*, 69(4),.
- İ. Hüseyin, M. I. (2020). <https://doi.org/10.1002/jsfa.11044>.
- I.ANGIN. (2023). <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120011>.
- Liu, X. L. (2022). Global agricultural water scarcity assessment incorporating blue and green water availability under future climate change. *Earth's Future*.
- M. Rosergrant, C. R. (2009). <https://doi.org/10.1146/annurev.environ.030308.090351>.
- Mekonnen, M. &. (2011). National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, volume 2: appendices.
- MGM. (2024). <https://mgm.gov.tr/>.
- Modi, P. H. (2022). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00475-w>.
- Modi, P. H. (2022). Su kıtlığının küresel değerlendirmesine göre sosyoekonomik koşulların alt bölgesel dağılımının duyarlılığı. *Commun Earth Environ* 3 , 144 (2022). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00475-w>.
- R.ILGAR. (2020). APPROACHES ON WATER LITERACY AND WATER FOOTPRINT . *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi / The Journal of International Social Research*.
- Rodrigues, D. ,. (2014). A blue/green water-based accounting framework for assessment of water security, *Water Resour. Res.*, 50, 7187–7205, doi:10.1002/2013WR014274.
- Rost, S. G. (2008). Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system. *Water Resources Research*, 44(9).
- TUIK, T. İ. (2024). <https://www.tuik.gov.tr/>.
- TUIK, T. İ. (2024). <https://www.tuik.gov.tr/>.
- Veldkamp, . W. (2017). <https://doi.org/10.1038/ncomms15697>.
- Z.AVANOZ. (2020). TÜRKİYE'DE TARIMSAL ÜRETİMİN SU AYAK İZİNİN HESAPLANMASI.

ASPİR (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.) BİTKİSİNDE BİOÇAR VE MİKROALG GÜBRE UYGULAMALARININ BAZI VERİM PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Beyza DOĞAN BAZ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-1927-7794>

Doç. Dr. Cevher İlhan CEVHERİ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7070-2652>

ÖZET

Aspir bitkisi (*Carthamus tinctorius* L.) ($2n = 24$) 3000 yıl önce Orta Doğu'da kültüre alınmaya başlamış eski bir kültür bitkisidir. Aspirin özellikle soğuğa ve sıcağa olan yüksek toleransı nedeniyle kuru tarım alanlarında, tuzluluğa ve yabancı otlara olan toleransı ile de sulu tarım alanlarında değerlendirilebilecek alternatif ürünlerden birisidir. Aspir tohumlarında %13-46 arasında yağ bulunmakta, bu yağın yaklaşık %90'ı doymamış yağ asitlerinden (oleik ve linoleik asit) oluştuğu bildirilmektedir. Bu çalışmada amaç; Aspir bitkisinde mineral gübrelere ilave olarak mikrobiyal gübre uygulamalarının verim parametrelerine olan etkisini tespit etmek ve bu konuda yapılacak çalışmalara referans olmaktır. Çalışmada Aspir çeşitlerinden olan Safir olarak adlandırılan varyeteye Bioçar ve Mikro alg gübre uygulamalarının verim parametrelerine etkisi incelenmiştir. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada gübrenin uygulanmadığı kontrol uygulaması ve standart taban gübresi olan NPK'ya ilave olarak bioçar ve mikroalg gübrelerinin değişik dozları uygulanmıştır. Araştırmada; Bitki boyu (cm), Yan dal sayısı (adet/bitki), Bitki başına tabla sayısı (adet/bitki), Tabla başına tohum sayısı (adet/tabla), Bin tane ağırlığı (g) ve Dekara tohum verimi (kg/da) değerleri incelenmiştir. İncelenen özelliklerden elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur. Buna göre en önemli verim parametrelerinden biri olan Dekara tohum verimi (kg/da) parametresinde uygulanan gübre uygulamaları yönünden istatistiki yönden 0.01 düzeyinde farklılık bulunmuştur. Buna tohum verimi 180 kg/da (Kontrol Uygulaması) ile en düşük ve 359.44 kg/da (Biocar +Mikroalg-100g) ile en yüksek değerde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Aspir, Bioçar, Mikroalg, Verim.

ABSTRACT

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) (2n = 24) is an ancient cultivated plant that was first domesticated in the Middle East over 3,000 years ago. Safflower is an alternative crop that can be utilised in dry farming areas due to its high tolerance to cold and heat, and in irrigated farming areas due to its tolerance to salinity and weeds. Safflower seeds contain 13-46% oil, approximately 90% of which is reported to consist of unsaturated fatty acids (oleic and linoleic acids). The aim of this study was to determine the effect of microbial fertiliser applications, in addition to mineral fertilisers, on yield parameters in safflower and to serve as a reference for future studies on this topic. The study examined the effect of Biochar and Microalgae fertiliser applications on yield parameters in the Safir variety of Aspir. The research was conducted in triplicate according to a randomised block design. In addition to the control treatment where no fertiliser was applied and the standard base fertiliser NPK, different doses of biochar and microalgae fertilisers were applied. The study examined the following parameters: plant height (cm), number of side shoots (number/plant), number of heads per plant (number/plant), number of seeds per head (number/head), thousand-seed weight (g), and seed yield per decare (kg/da). The data obtained from the examined characteristics were subjected to variance analysis. According to this, a statistically significant difference at the 0.01 level was found in the seed yield per decare (kg/da) parameter, one of the most important yield parameters, in terms of the fertiliser applications used. Seed yield was found to be lowest at 180 kg/da (Control Application) and highest at 359.44 kg/da (Biocar + Microalgae-100g).

Keywords: Safflower, Biochar, Microalgae, Yield.

Giriş

GAP Bölgesi yağlı tohumlu bitkiler üretimi, ciddi bir potansiyele sahip olmasına rağmen, yağlı tohum üretimi ile uğraşan çiftçilerin karşılaştıkları sorunlar, uygulanan tarım politikaları ve desteklemelerdeki yanlış uygulamalar sebebiyle bölgede üretim giderek azalarak yok olma noktasına gelmiştir. Yağlı tohumlu bitkilerin yeterince yetiştirilmemesi ithalatı arttırmakta, yağlı tohum, ham yağ ve küspe kalemlerinden döviz kaybımız giderek artmaktadır.

GAP Bölgesinde daha çok buğday-mısır veya tek ürün pamuk tarımı yapılmaktadır. Bu da sürekli ve aynı ürünlerin üst üste ekilmesinden toprakta bitki besin elementlerinin azalmasına, hastalık ve zararlıların direnç kazanmasına neden olmaktadır. Bölge, sulama imkânı olmayan yerlerde dahi Aspir üretiminde yüksek verimin alınması açısından verimli topraklara sahiptir. Bölge için önemli ve toprak koşullarına uygun olan yağlı tohumlu bitkilerin alternatif ürün olarak ekilmesi sağlanarak münavebe GAP Bölgesi yağlı tohumlu bitkiler üretimi, ciddi bir potansiyele sahip olmasına rağmen, yağlı tohum üretimi ile uğraşan çiftçilerin karşılaştıkları sorunlar, uygulanan tarım politikaları ve desteklemelerdeki yanlış uygulamalar sebebiyle bölgede üretim giderek azalarak yok olma noktasına gelmiştir. Yağlı tohumlu bitkilerin yeterince yetiştirilmemesi ithalatı arttırmakta, yağlı tohum, ham yağ ve küspe kalemlerinden döviz kaybımız giderek artmaktadır.

GAP Bölgesinde daha çok buğday-mısır veya tek ürün pamuk tarımı yapılmaktadır. Bu da sürekli ve aynı ürünlerin üst üste ekilmesinden toprakta bitki besin elementlerinin azalmasına, hastalık ve zararlıların direnç kazanmasına neden olmaktadır. Bölge, sulama imkânı olmayan yerlerde dahi Aspir üretiminde yüksek verimin alınması

açısından verimli topraklara sahiptir. Bölge için önemli ve toprak koşullarına uygun olan yağlı tohumlu bitkilerin alternatif ürün olarak ekilmesi sağlanarak münavebe sayısı artırılmalıdır.

Tarımın sürdürülebilirliği için organik madde önemlidir. Türkiye topraklarının organik madde açısından durumu ise yeteri derecede zengin değildir. Buda yaklaşık ülkenin tamamı için geçerlidir. Organik gübre toprağı zenginleştirip aynı zamanda bitkilerin besin ihtiyacını karşılamaktadır ve olumsuz durumların ortadan kalkması için çok daha önemli bir duruma gelmiştir (Aygün ve Acar, 2004).

Yeni bir biyo gübre olarak alg biyokütlesi, içerdiği mikro besinlerin yanı sıra makro besinler, bazı büyüme düzenleyicileri, poliaminler doğal enzimler karbonhidratlar, proteinler ve vitaminler sayesinde vejetatif büyümeyi iyileştirmek için ve verim artışı için önem arz etmektedir (Uysal ve ark., 2015). Verimli toprak, bitki gelişimini engelleyebilecek herhangi bir toksik elemente sahip olmadan bitki büyümesi için gerekli besinleri ve suyu tedarik edebilme yeteneğine sahiptir. Zira toprak verimliliği toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri tarafından kontrol edilmektedir ve tarımsal üretimde sürdürülebilirliği sağlamak için bu özellikler kritik bir öneme sahiptir (El-Naggar ve ark., 2019). Fiziksel kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri iyileştirilerek toprakların üretkenlik kapasitelerini arttırmak için toprakların doğru bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Yapılan birçok araştırmada organik gübrelerin (hayvan gübresi, yeşil gübre, organik atıklar, kompost, biyoçar) toprakların organik madde kapsamalarını arttırdığı ve sonuçta fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özelliklerini iyileştirdiği rapor edilmiştir (İgalavithana ve ark., 2015; Martinez ve ark., 2018). Bu yüzden son zamanlarda toprak kalitesini arttıran, ürün verimini iyileştiren ve iyi bir karbon tutucu olan biyoçara olan ilgi artmıştır. Son 20 yıldır organik atıkların piroliz edilmesiyle elde edilen biyoçarın toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek toprak verimliliğini arttırdığı rapor edilmiştir (Li ve ark., 2019; Günal, 2018; Günal ve Erdem, 2018; Wang ve ark., 2018; Jin ve Ark., 2019).

Biyoçar organik materyallerin kısıtlı oksijen koşullarında termal bozunması ile üretilen karbon bakımından zengin, kararlı ve gözenekli bir maddedir (Lehmann ve Joseph, 2009). Biyoçar üretiminde orman endüstrisi atıkları, tarımsal ve hayvansal kökenli atıklar, kentsel atıklar (arıtma çamuru vb.) gibi birçok farklı kaynak kullanılabilir. Biyoçarın organik kısmı karbonca zenginken, inorganik kısmı hammadde türüne bağlı olarak Ca, Mg, K ve inorganik karbonatlar gibi mineraller içerir (Lehmann ve Joseph, 2015). Yapılan birçok çalışma topraklara organik atık ilavesiyle organik C içeriğinin artırılması sonucu fiziksel, kimyasal biyolojik toprak özelliklerinin ve dolayısıyla toprak kalitesinin iyileştirildiğini göstermiştir (Candemir ve Gülser, 2011; Demir ve Gülser 2015; 2021; Gülser ve Candemir 2012; 2015; Gülser ve ark, 2015a; 2015b; 2017). Biyoçarın toprakta besin elementi döngüsünde rol almasında yüzey alanı ve yüzey yükü gibi özellikleri önemli olmaktadır, fakat bunlar genellikle yeni üretilmiş (taze) biyoçarda düşüktür (Mia, ve ark. 2017). Bundan dolayı yeni üretilen biyoçarların topraklara uygulandığı ilk dönemde toprak verimliliği ve bitkisel üretime katkısı düşük olmaktadır. Biyoçarın toprağı uygulandığında okside olması ve katyon tutma özelliğinin artması çok uzun süre almaktadır. Bu süreç fiziksel, kimyasal ve biyolojik uygulamalarla hızlandırılabilir. Kimyasal uygulamalar etkisi diğerlerine göre çok daha fazladır (Cheng ve Lehmann 2009; Mia ve ark. 2017). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), günümüzde tarımsal üretim açısından önemli bir yağ bitkisi olup, özellikle soğuk ve sıcak iklimlerde yüksek verim potansiyeline sahip olması ile öne çıkmaktadır. Ancak bu bitkinin verimliliği ve yağ içeriği, uygulanan gübreleme yöntemleri ile doğrudan ilişkilidir. Biyogübre ve kimyasal gübrelerin Aspir bitkisine uygulanması, hem çevresel

sürdürülebilirlik açısından hem de verimlilik ve kalite iyileştirmeleri bakımından büyük bir özgün değere sahiptir. Biyogübreler, doğal mikroorganizmalar içerdiğinden, toprağın biyolojik dengesini koruyarak uzun vadede toprak sağlığını iyileştirir. Aspir bitkisine biyogübre uygulamaları, toprak mikroflora ve faunasının desteklenmesine, azot gibi besin elementlerinin biyolojik yollarla daha verimli kullanılmasına olanak tanır. Ayrıca, biyogübrelerin kullanımı, kimyasal gübrelerin olumsuz etkilerini azaltarak toprağın asidikleşmesini engeller ve ekosistem üzerindeki zararlı etkileri minimize eder.

Aspir bitkisinde biyogübre ve kimyasal gübrelerin birlikte kullanılması, her iki gübreleme türünün avantajlarından yararlanmayı mümkün kılar. Biyogübreler, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirirken, kimyasal gübreler hızlı besin temini sağlar. Bu kombinasyon, hem çevre dostu bir yaklaşımı hem de ekonomik açıdan verimli bir tarımı destekler. Ayrıca, biyogübrelerin mikrobiyal aktiviteyi artırarak, kimyasal gübrelerin verimliliğini artırması da mümkündür. Bu şekilde, Aspir bitkisi daha yüksek yağ oranlarına ve kaliteye ulaşabilir.

MATERYAL VE METOD

Bu araştırma; Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Osmanbey Yerleşkesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Alanında 2024 yılı güz döneminde yürütülmüştür. Materyal olarak; SAFİR çeşidi kullanılmıştır.

Bu aspir çeşidinin hastalık toleransı oldukça yüksektir, toprak seçiciliği yoktur. Hızlı yaprak gelişimi sayesinde de geç ekimlerde de rahatlıkla ekilebilir. Orta boylu bitki yapısı, hastalıklara toleransının yüksek olması ve yüksek verimi sebebiyle üreticiler tarafından tercih edilen bir çeşittir. Safir aspir tohumu seçeneklerinden kullanarak, harnup açılma ve dane dökmeye bağlı verim kaybını minimuma düşürebiliriz.

Deneme Yerinin Özellikleri

Toprak özelliği: Denemeyi kuracağımız yerin toprak özellikleri 0-20 cm arasında derinliğe sahip, %1,04 oranında organik madde miktarına sahip, PH seviyesi 8,06 olup %25,8 oranında kireçlidir. Deneme yeri düz ve düze yakın özelliğinde olup çok kireçli ve organik maddece fakirdir.

İklim Özellikleri: Denemeyi kuracağımız yerin kışları nispeten soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak olduğu karasal iklime sahiptir.

Denemede Kullanılacak Safir adlı aspir çeşidinin özellikleri:

Safir: GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından ıslah edilmiştir. Turuncu renkli, dikenli bir bitki olup tane rengi beyazdır. Bitki boyu (cm) kışlık ekimlerde 150, yazlık ekimlerde 70 cm'dir. Çiçeklenme Gün Sayısı (gün) kışlık ekimlerde 180, yazlık ekimlerde 66'dır. Tohum verimi (kg/da) kışlık ekimlerde 350-400, yazlık ekimlerde 150-200, yağ oranı (%) kışlık ekimlerde 38, yazlık ekimlerde 36, bin tohum ağırlığı (g) kışlık ekimlerde 42, yazlık ekimlerde 40, iç oranı (%) kışlık ekimlerde 60, yazlık ekimlerde 58 ve kabuk oranı (%) kışlık ekimlerde 40, yazlık ekimlerde 42'dir (Tarım Orman Bakanlığı, 2019).

Bu araştırma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nün deneme alanında kurulmuştur. Deneme alanı Tesadüf Blokları Deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulacaktır. Deneme parselleri 1.2 m x 5.0 m = 6 m² ebadında, 4 sıra olacak şekilde düzenlenmiştir. Denemenin yapılacağı yerde toprak, öncelikli olarak pullukla sürülüp sonrasında diskaro çekilip deneme kurulmaya

hazır hale getirilmiştir. Ekim öncesi dekara 20 kg NPK (18-46-0) gübresi ve üst gübre olarak 15 kg/da Üre gübresi uygulanmıştır.

Ekim; Toprak hazırlığı yapıldıktan sonra tarlada parselasyon çalışması yapılmış ve parseller temizlendikten sonra el markörü ile 4 sıra olacak şekilde çiziler açılmıştır. Ekim tavlı toprağa 30 cm sıra aralığında, 10 cm sıra üzeri olacak şekilde (seyreltme yapılarak) 3-4 cm derinliğinde açılan sıralara el ile yapılmıştır. El ile tohum ekimi yapıldıktan sonra toprakla tohumlar kapatılmıştır.

Mikro Alg (*Cladophora glomerata*) Genel Özellikleri:

Cladophora, sığ göllerde ve akarsularda su altında kalmış kayalara veya kerestelere bağlı olarak büyüyen yeşil alg cinsi (*Cladophoraceae* familyası); bazı deniz türleri de vardır. Birkaç tür, *Cladophora glomerata*, rekreasyonel su kütlelerinde bir rahatsızlık olarak kabul edilir. Kuzey Amerika'nın Büyük Gölleri'nde, bu alglerin aşırı büyümesi, istilacı türlerin artışıyla ilişkilendirilmiştir

Cladophora, 220'den fazla taksonu olan bir makroskobik yeşil alg grubudur. Müsilajlı bir kılıfı olmayan kalın duvarlara, dar uçlu ve pürüzlü dokuya sahip dikotom dallı tallusa sahip filamentli bir algdır. Morfolojik ve fenotipik plastisite nedeniyle, çoğu ipliksi algleri tespit etmek zordur (Starmach 1972; Van den Hoek ve ark. 1995). *Cladophora* cinsi filamentli yeşil algleri içerir, bol, seyrek veya yoğun dallanmış ve genellikle gür, yastık benzeri veya küresel formdadır (Kelly ve ark. 2007; Messiasz ve ark., 2015; Messiasz ve ark., 2018). Durgun rezervuarlardan toplanan *Cladophora glomerata* tallinin çok sayıda dalı vardır ve yaklaşık 20 cm uzunluğa ulaşırlar. Akan sulardan toplanan thallus ile birkaç dalı vardır 1 m uzunluğa kadar ulaşabilir. *C. glomerata* tallinin tamamına bakıldığında yoğun dallanma te görülmektedir (Michalak and Messyas, 2021).

Biochar(Biyokömür) kullanım amacı:

Toprak iyileştirilmesi, Bitki gübresi olarak toprakta karbon depolanması, Toprağın veriminin artırılması, İklim değişikliğinin azaltılmasıdır. Toprağa karıştırıldığında kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi besinleri tutar, özellikle asitli toprakların pH değerlerini artırarak toprak pH'ını düzenlerler. Yüksek oksijen içeriğine sahiptir, tarımsal üretim verimini artırır. Biochar, gözenekli yapıdadırlar, yüzey alanı büyüktür su tutma kapasiteleri yüksektir. Biochar toprakta kendi ağırlığının 6 katı kadar su tutar, topraktan fosfor ve azot gibi elementlerin bitkiler tarafından daha kolay alınabilmesini sağlayarak toprak için iyi birer besin maddesi olur (<https://biorfe.com>, 2024).

Verilerin Analizi

Elde edilecek verilerin varyans analizi tesadüf blokları deneme desenine göre JMP 13.2.0 istatistik programında yapıldı ve ortalamalar LSD testine ($p<0.05$) göre gruplandırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

1.Bitki boyu (cm): Bitkinin hasat olgunluğuna ulaştığı devrede, her parselden tesadüfen seçilecek 10 adet bitkinin boyu ölçülerek ortalaması alınmıştır. Bitki boyu olarak ana gövde üzerinde en tepede bulunan çiçek tablasının toprak yüzeyine olan yüksekliği ölçülmüştür.

2.Yan dal sayısı (adet/bitki): Her parselden tesadüfi seçilecek 10 bitkideki ana gövdeye bağlı 1. derecedeki yan dallar sayılıp ortalaması alınmıştır.

3.Bitki başına tabla sayısı (adet/bitki): Bitkinin hasat olgunluğuna ulaştığı devrede her parselde tesadüfi seçilecek 10 adet bitkinin tablaları sayılarak ortalaması alınmıştır.

4.Tabla başına tohum sayısı (adet/tabla): Her parselden tesadüfi seçilecek 10 adet bitkideki tablaların tamamının tohumları çıkarılıp, elde edilen tohumlar sayılıp tabla sayısına bölünmesiyle belirlenmiştir.

Tablo 1. Bitki Boyu(cm), Yan Dal Sayısı(adet/bitki), Bitki Başına Tabla Sayısı(adet/bitki) ve Tabla Başına Tohum Sayısı parametrelerine ait ortalamalar ve LSD(Gübre) sonuçları.

Gübre Uygulamaları	1.Bitki Boyu(cm)	2. Yan Dal Sayısı (adet/bitki)	3.Bitki başına tabla sayısı (adet/bitki)	4. Tabla Başına Tohum Sayısı
1.Kontrol	94.50d	8.40c	10.53e	18.56e
2.NPK+Üre	108.86c	9.03bc	11.50e	28.76d
3.NPK+Üre+Mikroalg (100 g)	117.46a	9.36b	12.63cd	37.86ab
4. NPK+Üre+Mikroalg(200 g)	112.76bc	9.60b	13.40abc	33.76abcd
5. NPK+Üre+Mikroalg(300 g)	118.06a	10.56a	14.43ab	31.66cd
6.NPK+Üre+ Biocar	108.50c	9.70b	12.66cd	32.80bcd
7. NPK+Üre+ Biocar+Mikroalg(100 g)	116.26ab	9.66b	12.83bcd	32.40cd
8.NPK+Üre+ Biocar+Mikroalg(200 g)	109.26c	6.78d	14.86a	34.76abc
9.NPK+Üre+ Biocar+Mikroalg(300 g)	117.53a	6.63d	14.50ab	38.50a
Ortalama	111.47	8.86	13.04	32.12
LSD(Gübre):	4.24	0.675	1.73	5.40

5.Bin tane ağırlığı (g): Her parselde ait tohumlardan 4 adet 100 tohum sayılacak, tartılarak ortalaması alınıp, elde edilen sonuç 10 ile çarpılarak belirlenmiştir.

6.Dekara tohum verimi (kg/da): Her parselden kenar tesiri atıldıktan sonra (yanlardan 1'er sıra ve başlarından 0.5 m) geriye kalan bütün bitkilerin tablaları elle makas kullanılarak kesilerek, elde edilecek tablalar dövuıldıktan sonra tohumlarından ayrılıp temizlenip tartılmıştır. Bulunan değerler dekara çevrilerek tohum verimleri hesaplanmıştır.

Tablo 2. Bin Tane Ağırlığı(g) ve Dekara Tohum Verimi parametrelerine ait ortalamalar ve LSD(Gübre) sonuçları.

Gübre Uygulamaları	5.Bin Tane Ağırlığı	6.Dekara Tohum Verimi
1.Kontrol	25.66d	1 0.00c
2.NPK+Üre	30.00c	275.55b
3.NPK+Üre+Mikroalg (1)	32.59bc	357.77a
4. NPK+Üre+Mikroalg(2)	36.10ab	356.66a
5. NPK+Üre+Mikroalg(3)	35.16ab	347.77a
6.NPK+Üre+ Biocar	34.61ab	358.33a
7. NPK+Üre+ Biocar+Mikroalg(1)	37.99a	359.44a
8.NPK+Üre+ Biocar+Mikroalg(2)	36.74a	281.10b
9.NPK+Üre+ Biocar+Mikroalg(3)	34.39ab	255.55b
Ortalama	33.69	30.80
LSD(Gübre):	4.030	38.21

SONUÇLAR

Deneme sonucunda; bitki boyu, yandal sayısı, tabla sayısı, bin tane ağırlığı, dekara tohum verimi, yağ oranı, yağ verimi parametreleri incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre;

1. Bitki boyu; kullanılan gübre çeşitleri yönünden NPK+Üre+Mikroalg(3) uygulamasından en yüksek değer elde edilmiştir.
2. Yandal sayısı; kullanılan gübre çeşitleri yönünden NPK+Üre+Mikroalg(3) uygulamasından en yüksek değer elde edilmiştir.
3. Bitki başına tabla sayısı;kullanılan gübre çeşitleri yönünden NPK+Üre+Biocar+Mikroalg(2) uygulamasından en yüksek değer elde edilmiştir.
4. Tablada Tohum Sayısı; NPK+Üre+ Biocar+Mikroalg(3) uygulamasından en yüksek değer elde edilmiştir.
5. Bin tane ağırlığı; Kullanılan gübre çeşitleri yönünden NPK+Üre+Biocar+Mikroalg(1) uygulamasından en yüksek değer elde edilmiştir.
6. 5. Dekara tohum verimi; Kullanılan gübre çeşitleri yönünden NPK+Üre+Biocar+Mikroalg(1) uygulamasından en yüksek değer elde edilmiştir.

ÖNERİLER

Bulgularımıza göre en önemli bitkisel parametrelerden olan Tohum verimi (kg/da) değerine baktığımızda NPK gübresi yanında Üre ve Mikroalg gübresinin uygulandığı durumda en iyi sonuç alınmıştır. Diğer bitkisel parametrelere baktığımız zaman mikroalg ve biocar uygulamalarının gelişimi arttırdığı sonucuna varılmıştır. Benzer araştırmacılarda aynı sonuçları bulmuşlardır. Bu sonuçlara verim artışı ve bitki gelişimi için DAP ve üre gübresinin yanında mikroalg gübresi önerilir.

*Bu çalışma, “Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinde Biyogübre ve İnorganik Gübre Uygulamalarının Bazı Verim Parametreleri ve Yağ Oranına Etkisi” başlıklı Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

KAYNAKÇA

- Anonim, <https://biorfe.com/urunler/toprak-iyilestirme/biorfe-biochar-5kg/>.
- Aygün, Y., & Acar, M. (2004). Organic fertilizers and their importance. *Journal of Harvest*, 228, 68-72.
- Candemir F, Gülser C. 2011. Effects of different agricultural wastes on some soil quality indexes at clay and loamy sand fields. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 42(1): 13-28.
- Cheng C H, Lehmann J. 2009. Ageing of black carbon along a temperature gradient. *Chemosphere*, 75(8), 1021-1027.
- Dinlersöz, E. (1996). *Bazı Aspir (Carthamus tinctorius L.) çeşitlerinde farklı ekim sıklığının verim ve verim öğelerine etkisi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Demir Z, Gülser C. 2015. Effects of rice husk compost application on soil quality parameters in greenhouse conditions. *Eurasian Journal of Soil Science* 4(3):185-190.
- Demir Z, Gülser C. 2021. Effects of Rice Husk Compost on Some Soil Properties, Water Use Efficiency and Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Yield under Greenhouse and Field Conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, pp.1-18.
- El-Naggar, A., Lee, S. S., Rinklebe, J., Farooq, M., Song, H., Sarmah, A. K., ... & Ok, Y. S. (2019). Biochar application to low fertility soils: A review of current status, and future prospects. *Geoderma*, 337, 536-554.
- Gülser C, Candemir F. 2012. Changes in penetration resistance of a clay field with organic waste applications. *Eurasian Journal of Soil Science*, 1(1), pp.16-21.
- Gülser C, Candemir F. 2015. Effects of agricultural wastes on the hydraulic properties of a loamy sand cropland in Turkey. *Soil Science and Plant Nutrition*, 61(3), 384-391.
- Gülser C, Candemir F, Kanel Y, Demirkaya S. 2015a. Effect of manure on organic carbon content and fractal dimensions of aggregates. *Eurasian Journal of Soil Science*, 4(1), 1.
- Gülser C, Kızılkaya R, Askın T, Ekberli I. 2015b. Changes in soil quality by compost and hazelnut husk applications in a hazelnut orchard. *Compost Science & Utilization*, 23(3), pp.135-141.
- Gülser C, Minkina T, Sushkova S, Kızılkaya R. 2017. Changes of soil hydraulic properties during the decomposition of organic waste in a coarse textured soil. *Journal of Geochemical Exploration*, 174, pp.66-69.
- Günel, E. (2018). Sıvı Hayvan Gübresi ile Zenginleştirilmiş Biyoçarların Ekmeklik Buğdayın Gelişimi, Besin Elementi Alımı ve Toprak Kalitesine Etkileri. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, (s 345).
- Günel, E., & Erdem, H. (2018). Biyokömür; tanımı, kullanımı ve tarım topraklarındaki etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 87-93.

<https://biorfe.com>, 2024

- Igalavithana, A. D., Shaheen, S. M., Park, J. N., Lee, S. S., & Ok, Y. S. (2015). Potentially toxic element contamination and its impact on soil biological quality in urban agriculture: a critical review. *Heavy Metal Contamination of Soils: Monitoring and Remediation*, 81-101.
- Kelly, M., King, L. & Pentecost, A. (2007). Freshwater macroalgae of Britain and Ireland. Macroalgae ID Guide North-South-Share Training course, Derrygonnelly, Co Fermanagh.
- Jin, Z., Chen, C., Chen, X., Hopkins, I., Zhang, X., Han, Z., ... & Billy, G. (2019). The crucial factors of soil fertility and rapeseed yield-A five year field trial with biochar addition in upland red soil, China. *Science of the Total Environment*, 649, 1467-1480.
- Lehmann J, Joseph S. 2009. Biochar for environmental management: an introduction. In *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*; Lehmann, J., Joseph, S., Eds.; Earthscan: London, pp 1-10
- Lehmann J, Joseph S. 2015. Biochar for environmental management: an introduction. In *Biochar for environmental management* (pp. 1-13). Routledge.
- Li, M., Wang, J., Guo, D., Yang, R., & Fu, H. (2019). Effect of land management practices on the concentration of dissolved organic matter in soil: A meta-analysis. *Geoderma*, 344, 74-81.
- Martínez, J. M., Galantini, J. A., & Duval, M. E. (2018). Contribution of nitrogen mineralization indices, labile organic matter and soil properties in predicting nitrogen mineralization. *Journal of soil science and plant nutrition*, 18(1), 73-89.
- Mia S, Dijkstra F A, Singh B. 2017. Long-term aging of biochar: a molecular understanding with agricultural and environmental implications. *Advances in agronomy*, 141, 1-51.
- Michalak, I. & Messyasz, B. (2021). Concise review of *Cladophora* spp.: macroalgae of commercial interest. *Journal of Applied phycology*, 33(1), 133-166.
- Starmach, K. (1972). Filamentous green algae: Ulotrichales, Ulvales, Prasiolales, Sphawroaleales, Cladophorales, Chaetophorales, Trentepohliales, Siphonales, Dichotomosiphonales. *Flora słodkowodna Polski*, 10.
- Tarım Orman Bakanlığı, 2019
- Uysal, O., Uysal, F. O. & Ekinici, K. (2015). Evaluation of microalgae as microbial fertilizer. *European Journal of Sustainable Development*, 4(2), 77-77.
- Wang, C., Liu, J., Shen, J., Chen, D., Li, Y., Jiang, B., & Wu, J. (2018). Effects of biochar amendment on net greenhouse gas emissions and soil fertility in a double rice cropping system: A 4-year field experiment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 262, 83-96.

EVALUATION OF REKOMBINANT INBRIDING LINE (RIL) GENOTYPES DERIVED FROM WILD × CULTIVATED CHICKPEA CROSSES FOR RESISTANCE TO FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. CICERIS RACES 0 AND RACE 2

Agricultural Engineer Eylem MÜDÜROĞLU

Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-9052-8978>

Assist Prof. Eray ŞİMŞEK

Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4984-4223>

Assoc Prof. Sertan ÇEVİK

Harran University, Department of Molecular Biology and Genetics, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1259-7863>

Prof.Dr. Abdullah KAHRAMAN

Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Şanlıurfa, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8829-3797>

Prof.Dr. Canan CAN

Gaziantep University, Faculty of Science and Letters, Department of Biology, Gaziantep, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0473-1914>

ABSTRACT

Fusarium wilt, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (*Foc*), is a major biotic constraint limiting chickpea production globally. Developing resistant cultivars with high agronomic value is the most effective management strategy. This study aimed to evaluate the resistance levels of hybrid populations derived from a cross between cv. Gökçe (a high-yielding, commercially valuable, but susceptible cultivar) and 'Karabahçe' (a wild-type *Cicer reticulatum* genotype with low market value but high disease tolerance). Eleven hybrid populations (F₁-733-006, F₁-733-022, F₁-733-029, F₁-733-068, F₁-733-071, F₁-733-108, F₁-733-122, F₁-733-124, F₁-733-170, 17-5908-1, and 17-5908-3) were screened alongside parental lines and differential checks, WR-315 (resistant) and JG-62 (susceptible). The genotypes were artificially inoculated with *Foc* Race 0 (yellowing phenotype) and Race 2 (wilting phenotype) under controlled conditions. Results indicated significant variation in disease reaction among the populations. As expected, the susceptible check JG-62 and the cv. Gökçe exhibited severe disease symptoms, while WR-315 and the wild parent 'Karabahçe' maintained high tolerance. Notably, several hybrid lines demonstrated superior tolerance to both *Foc* races compared to cv. Gökçe, successfully inheriting resistance traits from 'Karabahçe' while showing potential for higher commercial quality. These findings suggest that introgressing resistance from wild genotypes into cultivated backgrounds is a viable strategy. The identified promising lines serve as valuable genetic resources for breeding programs aiming to combine Fusarium resistance with market-preferred traits.

Key Words: Chickpea, *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*, Resistance Breeding, Wild Genotypes, Biotic Stress

Note: This study was produced from a portion of the first author's master's thesis and was supported by TÜBİTAK under project number 123O870.

YAĞLI TOHUM PİYASASINDA GELİŞMELER VE DEVLET TEŞVİKLERİ

Ph.D., Vefa DİLER

Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı,
Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-9129-6530>

Prof. Dr. Vedat BEYYAVAŞ

Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı,
Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6516-9403>

Doç. Dr. Hüseyin ARSLAN

Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı,
Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7221-7952>

ÖZET

Yağlı tohumlu bitkiler, enerji, ana yağ asitleri ve A, D, K, E vitaminleri bakımından zengin olup insan beslenmesinde önemli bir yer tutar. Kalp sağlığına olumlu etkileri ile bilinen bitkisel yağlar aynı zamanda protein, mineral ve antioksidan açısından da zengindir. Türkiye, yaklaşık 20 yağlı tohum türünü yetiştirme potansiyeline sahip olup, 24 milyon hektarlık tarım alanının yaklaşık 1,5 milyon hektarı bu bitkilere ayrılmıştır. Son beş yılda dünya yağlı tohum üretimi artış göstermiş, ancak savaş ve iklim koşulları özellikle ayçiçeği üretimini etkilemiş ve 2021–2022 döneminde bitkisel yağ fiyatları zirve yapmıştır. Küresel pazarda palm yağı önemli bir paya sahip olup, gıda, yem ve biyodizel talebi ile iklim değişikliği baskısı üretim ve stoklar üzerinde olumsuz etki yaratmıştır. Ayçiçeği üretimi 1,9–2,3 milyon ton, kendine yeterlilik %50, yıllık 1,25 milyon ton ham yağ ithal edilmektedir. Soya %4–6 yeterlilikle yıllık 1,4 milyon ton soya yağı ithal edilmektedir. Kolza üretimi 100-150 bin ton olup net ithalatçıdır; aspir 30-40 bin ton, susam 16-19 bin ton (%20–25 kendine yeterlilik) ve yer fıstığı 185–245 bin ton (%30–50 kendine yeterlilik) üretilmekte, pamuk/çiğit ise 1–1,3 milyon ton ve %80–90 yeterlilik göstermektedir. 2015–2025 döneminde ayçiçeği ekim alanı 6,5 milyon dekardan 8,2 milyon dekara çıkarak %26 artmış, soya ekim alanı azalmış, kanola yükselmiş, aspir yatay seyredirken kütlü pamuk ekim alanı ve üretimi dalgalı kalmıştır. Son yıllarda Türkiye’de üretim artsa da iç talebi karşılamamaktadır. Genel olarak ayçiçeği üretimi artarken diğer yağlı tohumlarda sınırlı büyüme gözlenmiştir. Yağlı tohum Sektöründe %70–75 düzeyinde yüksek dışa bağımlılık bulunmaktadır. Yıllık yaklaşık 2,778 milyar dolar değerinde ham yağ ithalat edilmektedir. Devlet destekleri üretimi artırmayı, kalite ve verimliliği yükseltmeyi, yerli üretimi geliştirmeyi, sürdürülebilir tarım ve piyasa istikrarını sağlamayı, ithalat bağımlılığını azaltmayı ve stratejik ürün arz güvenliğini temin etmeyi hedeflemektedir. Devlet destekleri; mazot ve gübre,

tarsim sigortası, sertifikalı tohum, prim ve kırsal kalkınma yatırımlarının desteklenmesi programı (KKYDP) uygulamalarını kapsamaktadır.

Anahtar Kelimeler; Yağlı Tohum, Piyasa, Destekler, Teşvikler

GİRİŞ

Yağlar, insan beslenmesinde temel bir enerji kaynağı olup hayvansal ve bitkisel kökenli olarak sınıflandırılmaktadır. Sağlık açısından daha elverişli olmaları ve hayvansal yağlara kıyasla görece daha düşük maliyetleri nedeniyle, insan beslenmesinde tüketilen yağların büyük bölümü (%91,7) bitkisel kaynaklı yağlardan karşılanmaktadır (Arioğlu, 1999). İnsan beslenmesinin ana besin maddelerinden bir gram yağ yaklaşık 9 kalori enerji sağlarken, bir gram karbonhidrat veya protein yaklaşık 4 kalori enerji sağladığı ve bu durum, aynı miktarda enerji almak için yağdan iki kat daha fazla karbonhidrat veya protein tüketilmesi gerektiği anlamına gelmektedir (Atakişi, 1999). Yetişkin ve sağlıklı bir insan günlük 2500- 300 kaloriye ihtiyaç duymaktadır. Sağlıklı beslenmek için ise bu kalorinin 650- 900 kadarı yağlardan sağlanmalıdır (Kolsarıcı ve ark., 2005). Bununla birlikte bitkisel yağlar yalnızca gıda sektöründe değil; yem, kimya ve enerji (biyodizel) sanayileri açısından da stratejik öneme sahip ham maddeler arasında yer almaktadır.

Günümüzde sanayide yağ elde edilen başlıca bitkiler; soya, ayçiçeği, pamuk (çiğit), kolza, yer fıstığı, susam, aspir, hintyağı, haşhaş, keten, kenevir, jojoba, mısır (özünden), zeytin, hurma ve hindistan cevizidir. Bu bitkilerden pamuk, haşhaş, keten, kenevir ve mısır, esas olarak yağ amacıyla yetiştirilmeyip yan ürün olarak tohumlarından yağ elde edilen türlerdir. Ayrıca jojoba, zeytin, hurma ve hindistan cevizi çok yıllık, diğer yağlı tohumlu bitkiler ise tek yıllık tarım sistemleri içerisinde yer almaktadır.

Yağlı tohumların işlenmesi sonucunda ortaya çıkan küspe, yüksek ham protein içeriği sayesinde hayvan beslenmesinde önemli bir girdi oluşturmaktadır (Arioğlu, 2016). Özellikle soya ve yer fıstığı, baklagiller familyasına ait olmaları nedeniyle atmosferik azotu toprağa bağlayarak toprak verimliliğinin artırılmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca hayvan yemlerinde, ayçiçeği tohumları yüksek protein, yağ ve lif içeriği sayesinde, hayvanların beslenmesinde önemli bir bileşen olarak kullanıldığı bilinmektedir. Özellikle kümes hayvanları ve sığırlar için değerli bir yem kaynağı olarak tercih edilmektedir (İlkdoğan, 2008).

Yağlı tohumlu bitkiler insan ve hayvan beslenmesindeki öneminin yanında sanayi sektörlerince çok yönlü kullanım alanına sahip olmasından dolayı önemli bir ürün grubunu oluşturmaktadır (Yazıcı, 2024). Bu özellikleriyle yağlı tohumlu bitkiler, yalnızca ekonomik değil aynı zamanda ekolojik sürdürülebilirlik açısından da önem taşımaktadır. Türkiye yaklaşık 24 milyon hektar işlenebilir tarım alanına sahip olup, bunun yaklaşık 1,5 milyon hektarında yağlı tohumlu bitkilerin ekimi yapılmaktadır. Toplam işlenen tarım alanı içerisinde yağlı tohumların payı %6,3 düzeyindedir (Tüik 2024). Bu oran, bitkisel yağların gıda güvenliği, sanayi ve enerji politikaları açısından taşıdığı stratejik önemi göstermektedir.

DÜNYA YAĞLI TOHUM PİYASASININ SON 3 YILI (2021-2023)

Küresel yağlı tohum piyasasında üretim artışı sürmekle birlikte, bu artış piyasanın talebini karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Palm yağı, bitkisel yağ üretimindeki %30–40’lık payıyla küresel arzda belirleyici konumunu korurken, ayçiçeği üretimi savaş ve olumsuz iklim koşulları nedeniyle dalgalı bir seyir izlemiştir.

2021–2022 döneminde bitkisel yağ fiyatları hızla yükselmiş, artan gıda, yem ve biyodizel talebi piyasalar üzerindeki baskıyı artırmıştır. İklim değişikliğine bağlı verim kayıpları küresel stokların azalmasına yol açarken, Asya merkezli ticaretin güçlenmesi ve sağlıklı yağlara yönelik artan talep, küresel yağlı tohum piyasasının daha kırılgan bir yapıya bürünmesine neden olmuştur (USDA, 2024).

Tablo 1. Dünya Yağlı Tohumlu Bitkilerin Ekim Alanları (mil. ha) (2013–2022)

Yıllar	Ayçiçeği	Pamuk	Soya	Kolza	Yerfıstığı	Aspir	Susam	Palm	Toplam
2013	25,3	31,9	111,1	36,5	27,2	0,9	10,1	22,2	265,2
2014	24,3	34,4	117,7	36,4	27,3	0,9	11,2	22	274,2
2015	24,5	31,4	120,9	34,4	26,5	1,1	10,1	22,7	271,6
2016	26,3	30	122	32,8	28,3	1,2	10,9	23,5	275,0
2017	26,8	34,5	125,9	35,7	29,3	0,9	11,1	27,1	291,3
2018	26,7	32,7	124,1	37	29,8	0,7	11,7	27,8	290,5
2019	27,3	33,9	121,3	34,2	29,4	0,7	13,1	28,2	288,1
2020	27,5	32,1	127,4	34,8	30,2	0,8	14	28,6	295,4
2021	29,4	32,6	130,4	36,2	32,6	0,9	12,9	29,6	304,6
2022	29,2	31,4	133,7	39,9	30,5	1,2	12,8	30	308,7
Pay (%)	9,46	10,17	43,3	12,9	9,9	0,4	4,15	9,72	100
Artış (%)	15,4	-1,6	20,3	9,3	12,1	33	26,7	35,4	16,4

(FAO, 2024)

Tablo 1’e göre, 2013–2022 döneminde dünya yağ bitkileri ekim alanları %16,4 artarak 308,7 milyon hektara ulaşmıştır. Alan artışının yarısından fazlası soya fasulyesinden kaynaklanmış ve soya 2022 yılında toplam ekim alanlarının %43,3’ünü oluşturmuştur. Palm ekim alanları ikinci sırada yer alırken, ayçiçeği ekim alanlarında artış olmasına rağmen küresel payı yaklaşık %9,5 düzeyinde kalmıştır. Kolza ve yerfıstığı ayçiçeği ile benzer paylara sahip olurken, susam ve aspir yüksek oransal artışlara karşın toplam alan içinde sınırlı bir yer tutmuştur. Pamuk ekim alanlarında ise herhangi azalma olmamasına rağmen çığit üretiminde belirgin düşüşler olmuştur. Bu durum muhtemelen yüksek randımanlı pamuk çeşitlerinin üretime dahil olmasından kaynaklanmaktadır. Aslında pamuk bir yağlı tohumlu bitki olmaktan ziyade lif bitkisi olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla pamuk bitkisi için ekim alanlarında ve verimde düşüşler olmadan çığit üretiminde düşüklüğün yaşanması arzu edilen bir durumdur.

Tablo 2. Dünya Yağlı Tohumlu Bitkilerin Üretim Miktarı ((mil. ton) 2013–2022)

Yıllar	Ayçiçeği	Çiğit	Soya	Kolza	Yerfıstığı	Aspir	Susam	Palm	Toplam
2013	43,5	72,3	277,7	73,2	47,1	0,7	5,5	325,6	845,7
2014	40,6	76,1	306,3	74,5	46,3	0,7	6,1	327,5	878,1
2015	42,3	65,9	323,3	70,3	45,2	0,8	5,7	336,1	889,6
2016	47,5	67,8	335,9	68,2	46,4	0,9	5,8	334,1	906,6
2017	48,6	74	359,5	76,6	48,8	0,7	6	407,8	1022
2018	51,9	72,3	344,8	75,6	51,9	0,6	6,1	412,9	1016,1
2019	56	83,7	335,9	71,8	49,2	0,6	6,8	416,1	1020,1
2020	50,1	71,5	355,9	72,4	54,4	0,7	6,7	416,2	1027,9
2021	58	74,3	372,8	72	54,5	0,6	6,7	415,6	1054,5
2022	54,3	69,7	348,9	87,2	54,3	1,0	6,7	424,6	1046,7
Pay (%)	5,2	6,7	33,3	8,3	5,2	0,1	0,6	40,6	100
Artış (%)	24,8	-3,6	25,6	19,1	15,3	42,9	21,8	30,4	23,8

(FAO, 2024)

Tablo 2. verilerine göre, 2013–2022 döneminde dünya yağlı tohumlu bitkiler üretimi %23,8 artarak 1046,7 milyon tona ulaşmıştır. Bu artış büyük ölçüde palm yağı ve soya üretimindeki genişlemeden kaynaklanmıştır; palm yağı %40,6, soya ise %33,3 pay ile küresel üretimde baskın konuma gelmiştir. Ayçiçeği ve kolza üretimleri artmasına rağmen, toplam üretim içindeki payları sınırlı kalmıştır. Aspir ve susam gibi ürünler yüksek oransal artışlar göstermiş olsa da küresel üretimde belirleyici bir etki yaratamamıştır. Genel olarak, küresel yağlı tohum üretiminin giderek palm ve soya etrafında yoğunlaştığı görülmektedir.

TÜRKİYE YAĞLI TOHURLU BİTKİLER PİYASASININ SON 5 YILI (2020-2024)

Türkiye’de yağlı tohumlu bitkiler üretimi son beş yılda artış göstermesine rağmen, iç talebi karşılamada yetersiz kalmıştır. Ayçiçeği üretimindeki dalgalanmalar ve soya üretiminin sınırlı düzeyi, arz güvenliğini zayıflatmaktadır. Dünya üzerinde en fazla üretimi yapılan yağ bitkisi soya fasulyesi ve kanola olurken ülkemizde ise yağ bitkisi olarak en fazla üretimi yapılan bitki ayçiçeğidir (Yılmaz ve ark., 2021). Yağlı tohumlar ve bitkisel yağlarda %70–75 düzeyindeki ithalat bağımlılığı, 2023–2024 döneminde 2,8 milyar ABD doları döviz çıkışına yol açarak yapısal açığın ekonomik boyutunu ortaya koymaktadır. Fiyatlardaki görece normalleşmeye rağmen ithalat bağımlılığı devam etmiş; artan girdi maliyetleri üretim kararlarını olumsuz etkilemiştir. Son yıllarda artırılan destekler üretimi teşvik etmiş olsa da, dışa bağımlılığı azaltmada sınırlı etki yaratmıştır (Tüik, 2024).

Tablo 3. Türkiye’de Yağlı Tohumlu Bitkilerin Ekim Alanları (bin da) (2014-2023)

Yıl	Ayçiçeği	Pamuk	Soya	Yerfıstığı	Kolza	Susam	Aspir	Toplam
2014	5496	4668	343	333	321	263	439	11911
2015	5689	4334	365	378	348	281	428	11838
2016	6153	4160	382	422	354	289	393	12172
2017	6813	5014	316	419	165	280	273	13288
2018	6486	5186	328	443	378	259	247	13332
2019	6752	4778	353	462	525	249	158	13248
2020	6503	3592	351	549	349	255	151	11757
2021	8109	4323	439	579	376	252	144	14773
2022	8992	5732	380	457	411	243	262	16490
2023	8646	4774	326	460	323	218	321	15072
Pay (%)	57,37	31,67	2,16	3,05	2,14	1,45	2,13	100
Artış (%)	56,51	1,98	-4,76	38,05	0,5	-16,43	-27,48	26,55

(Tüik, 2024)

Tablo 3. incelendiğinde Türkiye’de 2014–2023 dönemlerinde yağlı tohumlu bitkiler ekim alanı 11,91 milyon dekardan 15,07 milyon dekara yükselmiş ve toplam alan %26,6 oranında artmıştır. Ancak bu artış ürünler arasında dengeli dağılmamıştır. Ayçiçeği ekim alanları aynı dönemde %57,4 oranında artarak 8,65 milyon dekara ulaşmış ve 2023 yılında toplam yağlı tohumlu bitkiler alanının %57,4’ünü oluşturmuştur. Bu durum, Türkiye’de yağlı tohumlu bitkiler üretim deseninin belirgin biçimde ayçiçeği ağırlıklı olduğunu göstermektedir. Çiğit ekim alanları sınırlı bir artış göstermesine rağmen %31,7 pay ile ikinci sıradaki yerini korumuştur. Böylece ayçiçeği ve çiğit birlikte toplam alanın yaklaşık %89’unu oluşturmaktadır. Soya ekim alanları %5’e yakın azalmış ve toplam alan içindeki payı %2,2 düzeyinde kalmıştır. Kolza ekim alanlarında belirgin bir artış görülmemiştir. Yerfıstığı ekim alanları %38’in üzerinde artış göstermesine rağmen toplam alan içindeki payı %3 civarında kalmıştır. Susam ve Aspir ekim alanları ise belirgin biçimde daraldığını göstermektedir.

Tablo 4. Türkiye’de Yağlı Tohumlu Bitkilerin Üretim Miktarları (2014-2023)

Yıl	Ayçiçeği	Çiğit	Soya	Yerfıstığı	Kolza	Susam	Aspir	Toplam (bin ton)
2014	1480	1391	150	123	110	18	62	3350
2015	1500	1213	161	147	120	18	70	3261
2016	1500	1260	165	164	125	19	58	3309
2017	1800	1470	140	165	60	18	50	3719
2018	1800	1542	140	173	125	17	35	3860
2019	1950	1320	150	169	180	17	22	3835
2020	1900	1064	155	216	121	18	21	3517
2021	2215	1350	182	234	140	17	16	4176
2022	2350	1650	155	236	150	17	30	4551
2023	1960	1260	137	185	120	16	39	3726
Pay (%)	52,61	33,82	3,69	4,97	3,22	0,43	1,05	100
Artış (%)	32,43	-9,42	-8,67	50,4	9,09	-11,1	-37,1	11,22

(Tüik, 2024)

Tablo 4. incelendiğinde 2014–2023 döneminde Türkiye’de yağlı tohumlu bitkiler

toplam üretimi %11 artarak 3,73 milyon tona ulaşmış, ancak bu artış iç talebi karşılamada yetersiz kalmıştır. Üretim büyük ölçüde ayçiçeğine yoğunlaşmış; ayçiçeği %52,6 pay ile temel ürün konumunu güçlendirmiştir. Buna karşılık çığıt üretimi gerilemiş, yerfıstığı ve kolza üretimleri sınırlı katkı sağlamış, soya, susam ve aspir üretimlerinde düşüşler yaşanmıştır. Özellikle soya üretimindeki gerileme, yem sanayisinin artan talebi dikkate alındığında Türkiye açısından önemlidir.

Tablo 5. Türkiye’de Yağlı Tohumlu Bitkilerin Üretim Bölgeleri

Bitki	2024 Üretim (bin ton)	Başlıca Üretim Bölgeleri	Açıklama
Ayçiçeği (yağlık+ çerezlik)	2.1 milyon	Trakya, Konya, Kayseri, Şanlıurfa	En fazla destek alan ürün
Soya fasulyesi	180	Adana, Mersin, Osmaniye	İthalata bağımlılık yüksek
Kanola (kolza)	201	Trakya, Eskişehir, Konya	Son yıllarda artışta
Aspir	29	İç Anadolu, Şanlıurfa, Kayseri	Alternatif yağ kaynağı
Pamuk tohumu	1.3 milyon	Güneydoğu, Ege	Yan ürün olarak yağlık değerlendirilir

(TEPGE, 2024)

Tablo 5. incelendiğinde 2024 yılında Türkiye’de yağlı tohum üretiminin ürün bazında Ayçiçeği üretimde açık ara ilk sırada yer alarak stratejik ve en fazla desteklenen ürün konumunu korurken, pamuk tohumu yüksek üretim oranıyla yan ürün olarak yağ sanayisinde önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Soya ve kanola üretimi sınırlı düzeyde kalmış, aspir ise düşük üretim hacmine rağmen alternatif yağ kaynağı olarak potansiyel taşımaktadır. Genel olarak tablo, Türkiye’de yağlı tohum üretiminin birkaç ürün ve belirli bölgelerde yoğunlaştığını, çeşitlenmenin ise hâlen sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)Türkiye’de ayçiçeği üretimi son yıllarda 1,9–2,3 milyon ton aralığında dalgalanmakta, bu durum kendine yeterlilik oranının yaklaşık %50 düzeyine gerilemesine yol açmaktadır. Mevcut üretim, bitkisel yağ sanayisinin ham madde ihtiyacını karşılamada yetersiz kalmakta ve ithalat bağımlılığını artırmaktadır (TÜP, 2024).

Son iki yılda (2023–2024) 1,25 milyon ton ham ayçiçek yağı ithalatı için yaklaşık 3,7 milyar doları harcanırken, aynı dönemlerde rafine ayçiçek yağı ihracatıyla yaklaşık 3,3 milyar doları gelir elde edilmiştir. Bu yapı, Türkiye’nin ham madde ithalatına dayalı, katma değerli ürün ihracatına yönelen bir ticaret modeline sahip olduğunu göstermektedir. Ancak yüksek ithalat faturası dış ticaret dengesi açısından kırılganlık yaratmaktadır.

İthalatta Rusya, Ukrayna ve Bulgaristan’a yoğunlaşılması arz güvenliği riskini artırmaktadır. Nitekim 2020/21 kuraklığı, 2022/23 Rusya–Ukrayna savaşı ve son yıllarda ham yağ ithalatındaki artış, ayçiçeği piyasasında dalgalanmaların temel nedenleri olarak öne çıkmaktadır. Bu bulgular, ayçiçeği üretiminde arz istikrarını ve dışa bağımlılığın azaltılmasını hedefleyen uzun vadeli politikalara ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır (Tüik 2024, TEPGE 2024).

Soya (*Glycine max*)

Türkiye’de soya üretimi son yıllarda 137–182 bin ton aralığında gerçekleşmekte olup, kendine yeterlilik oranı yalnızca %4–6 düzeyindedir. Üretim Adana, Osmaniye ve Mersin illerinde yoğunlaşmasına rağmen, artan yem ve yağ sanayisi talebini karşılamaktan uzaktır. Bu nedenle Türkiye net soya ve soya yağı ithalatçısı konumundadır. 2023–2024 dönemlerinde ortalama 1,4 milyon ton ham soya yağı ithalatı için yaklaşık 4,8 milyar doları döviz harcanmış, buna karşılık 512 bin ton ihracattan 1,8 milyar doları gelir elde edilmiştir. Bu durum, soya piyasasında ham madde ithalatına dayalı bir üretim ve ticaret modelinin sürdüğünü ve arz güvenliğini güçlendirecek uzun vadeli üretim ve destekleme politikalarına ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Tüik 2024, TEPGE 2024).

Kolza/Kanola (*Brassica napus*)Türkiye’de kolza üretimi yıllık 100–150 bin ton aralığında dalgalı bir seyir izlemekte ve ağırlıklı olarak Marmara, Trakya ve Ege bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Çok yönlü kullanım alanlarına rağmen iç üretim talebi karşılamakta yetersiz kalmış, Türkiye kolza ve kolza yağı piyasasında net ithalatçı konumunu sürdürmüştür. 2023–2024 döneminde ithalat, ihracatın üzerinde gerçekleşerek dış ticaret açığının devam ettiğini göstermiştir. Üretimdeki dalgalanma, kolzanın diğer ürünlerle rekabet gücünün sınırlı olmasından kaynaklanırken, son yıllarda uygulanan biyoyakıt ve ekim nöbeti odaklı desteklerin orta ve uzun vadede üretimi güçlendirmesi beklenmektedir (Tüik 2024, TEPGE 2024).

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)

Türkiye’de aspir üretimi 30–40 bin ton aralığında seyretmekte ve Konya, Eskişehir ile Kayseri’de yoğunlaşmaktadır. Kendine yeterlilik oranının %30–50 düzeyinde kalması ve aspir yağının sınırlı kullanım alanları, üretimin düşük ve dalgalı olmasına neden olmaktadır. 2023–2024 döneminde aspir ham yağı ithalatı 52,2 milyon dolarına ulaşırken, ihracat sınırlı kalmıştır. Zayıf pazar garantisi, istikrarsız talep ve iklim koşulları üretimi olumsuz etkilerken, aspir üretiminin sürdürülebilirliği uzun vadeli destek ve pazar güvencesine bağlıdır (Tüik 2024, TEPGE 2024).

Susam (*Sesamum indicum* L.)

Türkiye’de susam yağı üretimi 16–19 bin ton aralığında olup, küçük ölçekli ve değişken bir yapı sergilemektedir. Kendine yeterlilik oranının %25–35 düzeyinde kalması, artan gıda sanayisi talebinin büyük ölçüde ithalatla karşılanmasına neden olmaktadır. 2023 yılında susam ithalatı 215 bin tona ulaşmış ve yaklaşık 486 milyon doları döviz harcaması yapılmıştır. Üretim Manisa, Muğla, Antalya ve Şanlıurfa’da yoğunlaşırken, küresel fiyat dalgalanmaları, kuraklık ve lojistik sorunlar susam piyasasında istikrarsızlığı artırmaktadır. Uygulanan desteklere rağmen susamda ithalat bağımlılığı devam etmektedir (Tüik 2024, TEPGE 2024).

Yer Fıstığı (*Arachis hypogaea* L.)

Türkiye’de yerfıstığı üretimi 185–245 bin ton aralığında seyretmekte, üretim sınırlı bölgelerde yoğunlaşmakta ve ağırlıklı olarak çerezlik tüketilmektedir. Kendine yeterlilik oranının %30–50 düzeyinde kalması, Türkiye’yi kısmen ithalata bağımlı hâle getirmektedir. 2023–2024 döneminde yerfıstığı yağı ve türevleri için yapılan ithalat ihracatın oldukça üzerinde gerçekleşmiştir. Üretimdeki dalgalanmalar sulama

yetersizliği, yüksek maliyetler ve verim oynaklığından kaynaklanırken, sözleşmeli üretim modelleri üretimde istikrarın sağlanması açısından önemli görülmektedir (Tüik 2024, TEPGE 2024).

Pamuk-Çiğit (*Gossypium hirsutum* L. seed)

Türkiye’de çiğit üretimi, pamuk lif üretimine bağlı olarak yıllık 1,0–1,3 milyon ton aralığında gerçekleşmekte ve %80–90 düzeyindeki kendine yeterlilik oranı ile iç talebin büyük bölümünü karşılamaktadır. Dış ticaret sınırlı olup, ihracat ağırlıklı olarak işlenmiş ürünler üzerinden yapılmaktadır. Gıda, sanayi ve özellikle hayvan yemi amaçlı çok yönlü kullanım, çiğitin stratejik önemini artırmaktadır. Üretimdeki dalgalanmalar iklim, verim, küresel fiyatlar ve tekstil talebinden etkilenirken, sözleşmeli üretim ve destekleme politikaları üretimde istikrarı güçlendirmeyi hedeflemektedir (Tüik 2024, TEPGE 2024).

TARIMSAL DESTEK VE TEŞVİK POLİTİKALARININ TEMEL HEDEFLERİ

Tarım politikasının temel önceliklerini oluşturmaktadır. Üretimde artış ile birlikte kalite ve verimliliğin yükseltilmesi amaçlanırken, yerli üretimin güçlendirilmesi ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Piyasa istikrarının sağlanması ve ithalat bağımlılığının azaltılması, stratejik ürünlerde arz güvenliğini desteklerken; kırsal kalkınmanın güçlendirilmesi ise tarımsal üretimin sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır.

YAĞLI TOHUMLU BİTKİLERDE DEVLET DESTEKLERİNİN GELİŞİM SÜRECİ (2015-2025)

Devlet destekleri, tarımsal üretimde maliyetlerin azaltılması, verim ve kalite artışının sağlanması ile üretim risklerinin yönetilmesine yönelik temel politika araçlarıdır. Sertifikalı tohum ve prim destekleri üretimi teşvik ederken, mazot–gübre desteği girdi maliyetlerini hafifletmektedir. Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı (KKYDP), üretim ve işleme kapasitesini artırmayı hedeflerken, TARSİM ise üreticinin iklim ve piyasa kaynaklı risklere karşı korunmasını sağlamaktadır (TÜP 2024, TEPGE 2024).

Tablo 6. Yağlı Tohumların Destek Türleri Ve Gelişim Süreci (2021–2024)

Yıl	Destek Türü	Açıklama / Değişim
2015–2018	Fark ödemesi sistemi	Ayçiçeği 40–45 kuruş/kg, soya 60 kuruş/kg fark ödemesi.
2019–2021	Tohum, mazot ve gübre desteği	Ayçiçeği ve kanola ön planda.
2022/2023	Planlı üretim kavramı	Havza bazlı destek sistemi güncellendi.
2023/2024	Revizyon	Ayçiçeği fark ödemesi 70 kuruşa çıkarıldı.
2024/2025	Yeni destekleme modeli	Temel destek + planlı üretim + su kısıtı desteği açıklandı.
2025	Uygulama dönemi	Yağlık ayçiçeği için toplam destek ~930 TL/dekar.

(TEPGE, 2024)

Tablo 6. incelendiğinde Türkiye’de yağlı tohumlu bitkiler üretimindeki artışın büyük ölçüde ayçiçeği kaynaklı olduğunu göstermektedir. Ayçiçeği ekim alanlarının 2015–2024 döneminde 6,5 milyon dekardan 8,2 milyon dekara çıkarak %26 artması, üretimdeki genişlemenin bu üründe yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık, soya ekim alanlarının azalması ve aspir ekim alanlarının yatay seyretmesi, bu ürünlerde alan bazında büyüme sağlanamadığını göstermektedir. Kanola ekim alanlarında artış görülmekle birlikte, bu artış ayçiçeğindeki genişlemeye kıyasla sınırlı kalmıştır. Kütlü pamuk (çiğit) ekim alanı ve üretimindeki dalgalı yapı ise yağlı tohum arzına katkının yıllar itibarıyla istikrarsız olduğunu göstermektedir. Genel olarak, ayçiçeği dışındaki yağlı tohumlarda üretim artışı sınırlı kalmış ve üretim deseni belirgin biçimde ayçiçeği ağırlıklı bir yapı sergilemiştir.

Tablo 7. Yağlı Tohumlarda Devlet Desteklemeleri (2021–2024)

Yıl	Ürün	Mazot+Gübre (TL/da)	Prim (kr/kg)	Sertifikalı Tohum (TL/da)	Nadas (TL/da)	KKYDP (%)	TARSİM (%)
2021	Ayçiçeği	37	50	50	8	50	50
	Soya	38	60	22	8	50	50
	Kanola	28	80	20	8	50	50
	Aspir	28	55	5	8	50	50
	Pamuk	44	110		8	50	50
2022	Ayçiçeği	109	50	135	38	50	50
	Soya	109	60	45	38	50	50
	Kanola	109	80	30	38	50	50
	Aspir	109	55	10	38	50	50
	Pamuk	74	110		38	50	50
2023	Ayçiçeği	142	100	135	40	50	50
	Soya	193	60	58	40	50	50
	Kanola	142	100	40	40	50	50
	Aspir	142	55	15	40	50	50
	Pamuk	104	160		40	50	50
2024	Ayçiçeği	206	225	135	50	50	50
	Soya	206	80	58	50	50	50
	Kanola	206	110	40	50	50	50
	Aspir	206	70	15	50	50	50
	Pamuk	152	160		50	50	50

Tablo 7’ye göre, 2021–2024 döneminde yağlı tohumlu bitkilere yönelik mazot–gübre destekleri ve prim ödemelerinde belirgin artışlar yaşanmıştır. Özellikle 2023 ve 2024 yıllarında destek tutarları hızla yükselmiş, ayçiçeği ve soya en yüksek desteklenen ürünler olmuştur. Sertifikalı tohum destekleri ayçiçeği ve soya için görece yüksek seyrederken, aspir ve kanolada daha sınırlı kalmıştır. KKYDP ve TARSİM destek oranlarının tüm yıllarda ve ürünlerde %50 düzeyinde sabit tutulmuştur (TEPGE, 2024).

Tablo 8. Devlet Desteğinde 2025–2027 Modelinin Özellikleri

Destek Türü	Açıklama	Kategori / Ürün	2025 Temel Destek (TL/da)	Sertifikalı Tohum Katsayısı
Temel Destek	Ürünlerde kategori bazlı TL/da destek	3. Kategori (Ayçiçeği, Soya, Kanola, Aspir)	366	—
Temel Destek	Ürünlere kategori bazlı TL/da destek	4. Kategori (Pamuk)	549	—
Sertifikalı Tohum Kullanımı	Tohum kullanımına katsayı temelli destek	Ayçiçeği / Soya / Kanola / Aspir	366	0.40 – 0.60
Sertifikalı Tohum Kullanımı	Pamuk için tohum kullanım desteği katsayıdır	Pamuk	549	0.40 – 0.60
Planlı Üretim Desteği	Planlanan ürün ve havzalar için ek destek	Tüm yağlı tohumlar	Kategori bazlı	—

Tablo 8. incelendiğinde 2025–2027 dönemlerinde yağlı tohum desteklerinin kategori bazlı, sade ve planlamaya dayalı bir yapıya geçtiğini göstermektedir. Ayçiçeği, soya, kanola ve aspir için temel destek aynı kategoride belirlenirken, pamuk daha yüksek destekle stratejik bir ürün olarak ayrıştırılmıştır. Sertifikalı tohum kullanımına katsayı uygulanması, desteklerin verim ve kalite artırıcı girdilere yönlendirildiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak model, öngörülebilirlik, üretim planlaması ve arz güvenliği hedeflerini güçlendiren bir yaklaşımı yansıtmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, dünya ve Türkiye yağlı tohumlu bitkiler piyasasında arz güvenliğinin giderek kırılganlaştığını ortaya koymaktadır. Küresel üretim artışı soya ve palm yağına dayanırken, iklim ve jeopolitik gelişmeler ayçiçeği piyasasında dalgalanmaları artırmıştır. Türkiye’de üretim artışı ağırlıklı olarak ayçiçeğinde yoğunlaşmış, diğer yağlı tohumlarda yetersiz kalmıştır. Bu durum, bitkisel yağlarda ithalat bağımlılığının %70–75 düzeyinde sürmesine yol açmıştır. 2015–2025 dönemindeki destekler üretimi teşvik etmiş ancak ürün çeşitliliğini ve dışa bağımlılığın azaltılmasını sınırlı ölçüde sağlamıştır. Bulgular, arz güvenliği için ürün bazlı, çok yıllık ve pazar güvencesini esas alan bir destekleme modeline ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, Türkiye’ nin yağlı tohumlu bitkilerde dışa bağımlılığını azaltması ve üretim kapasitesini sürdürülebilir bir şekilde artırabilmesi için stratejik ve hedeflenmiş bir devlet desteği modeline ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

- Ürün bazlı desteklemeleri geliştirip iyileştirmek
- Sözleşmeli üretim ve pazar garantisi sunmak
- Çok yıllık destek politikaları sağlamak
- Yerli tohum geliştirme ve kullanımını teşvik etmek
- Tarım sigortası ve risk yönetim eğitimlerine ağırlık vermek

Bu model, yalnızca üretimi teşvik etmekle kalmayıp, aynı zamanda Türkiye’nin gıda güvenliği, sanayi ve enerji politikalarını da güçlendirecektir.

KAYNAKLAR

- Arıoğlu, H., 1999. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 220, 204 s, Adana.
- Arıoğlu, H., 2016. Türkiye’de yağlı tohum ve ham yağ üretimi, sorunlar ve çözüm önerileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 25(Özel Sayı2): 357-368
- Atakişi, İ., 1999. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 148, Ders Kitabı No: 10, Tekirdağ.
- FAO 2024, <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-statistical-yearbook-2024-reveals-critical-insights-on-the-sustainability-of-agriculture-food-security-and-the-importance-of-agrifood-in-employment/en>
- İlkdoğan, U., 2008, Dünya ve Avrupa Birliği’nde Yağlı Tohum Ticaretinde Gelişmeler Türkiye Bağlamında Değerlendirme, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara, 128.
- Kolsarıcı, Ö., Gür, A., Başalma, D., Kaya, M.D., ve İşler, N., 2005. Yağlı tohumlu bitkiler üretimi
- TEPGE Raporları 2024, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> TÜİK 2024, <https://www.tuik.gov.tr/> Türkiye İstatistik Kurumu.
- TÜP 2024, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Haber/188/Tarim-Urunleri-Piyasalari-2024-Yili-Temmuz-Raporlari-Sektor-Paydaslari-Ile-Bulusmaya-Hazir>
- USDA Raporları 2024 , <https://www.fas.usda.gov/data/turkiye-oilseeds-and-products-annual>
- Yazıcı, L., 2024. Yağlı tohumlu bitkiler: Dünya ve ülkemizde mevcut durumun değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Alanında Multidisipliner Güncel Çalışmalar IV (ss. 231–254). İKSAD Yayınları
- Yılmaz, A., Yılmaz, H., Arslan, Y., Çiftçi, V., ve ark., 2021. Ülkemizde alternatif yağ bitkilerinin durumu. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi (22): 93-100. <https://doi.org/10.31590/ejosat.843220>

TÜRKİYE'DE YAĞLI TOHURLU BİTKİLERİN MEVCUT DURUMU

Yüksek lisans, Sinan GÖZKIRAN

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3461-0736>

Doç. Dr. Hüseyin ARSLAN

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7221-7952>

Prof. Dr. Vedat BEYYAVAŞ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6516-9403>

ÖZET

Yağlar, insan beslenmesinde kritik bir enerji kaynağı olarak öne çıkmakta ve kaynaklarına göre hayvansal veya bitkisel kökenli olarak sınıflandırılmaktadır. Tüketilen yağların büyük çoğunluğu (%91.7), sağlık avantajları ve göreceli düşük maliyeti nedeniyle bitkisel kaynaklardan karşılanmaktadır. Yağlı tohumlar, sadece gıda sektörünün değil, aynı zamanda yem, kimya ve enerji sanayilerinin de temel hammadde girdisini oluşturmaktadır.

Endüstriyel yağ üretimi yapılan başlıca bitkiler soya, ayçiçeği, kolza, yerfıstığı ve zeytin iken; pamuk, mısır, haşhaş gibi bitkiler de yan ürün olarak yağ sağlamaktadır. Küresel düzeyde, 2022 verilerine göre 146.7 milyon tonluk dünya yağlı tohum üretiminin önemli bir kısmı (%56.1) soya tohumundan elde edilmiştir.

Türkiye, yaklaşık 24 milyon hektar işlenebilir tarım alanına sahip olmasına rağmen, 2023 yılında 3.726 bin ton yağlı tohum üretimi gerçekleştirmiştir. Bu üretim hacmi, bitkisel yağ sanayisinin hammadde temininde %60-70 oranında dışa bağımlı kalmasına neden olmaktadır. Yağlı tohumlar ve türevleri, bu durumun bir sonucu olarak, Türkiye'nin en yüksek döviz çıkışı yaratan ithalat kalemleri arasında yer almaktadır. Yağlı tohum üretimindeki düşüklük; bölgelerde buğday gibi öncelikli ve ekonomik getirisi daha yüksek ürünlerin tercih edilmesi, yağlı tohumların düşük ekonomik çekiciliği, yetiştirme tekniklerinde bilgi eksikliği ve mevcut destekleme/prim ödemelerinin yetersizliği gibi çoklu faktörlere bağlanmaktadır.

Bu çalışma, küresel ve ulusal yağlı tohum üretimi hakkında bilgi sunmayı, Türkiye'deki temel sorunları belirlemeyi ve dışa bağımlılığı azaltmak için alınacak politika önlemlerini saptamayı amaçlamaktadır. Ülkemizin, doğru bir tarım politikası ve planlama ile gerekli olan yağlı tohumları yetiştirme potansiyeline sahip olduğu vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yağlı tohum, Yağlı tohum üretimi, Yağlı tohum ekim alanı, Yağlı tohum ticareti.

1. GİRİŞ

Lipitler (yağlar), proteinler ve karbonhidratlarla birlikte, insan beslenmesinde yaşamsal değere sahip ve temel metabolik faaliyetlerin sürdürülmesinde kilit rol oynayan makro besin öğelerindendir. Lipitlerin hem insan hem de hayvan diyetinde özel bir konumu bulunmaktadır. Bu konum, esas olarak yağda çözünen vitaminler (A, D, E ve K) için biyoyararlılık sağlamalarından ve vücudun sentezleyemediği esansiyel yağ asitlerini (örneğin Omega-3 ve Omega-6) sağlamalarından kaynaklanır ki, bu da dengeli beslenme açısından kritik bir faydadır.

Yağlı tohumlar, birincil gıda kullanımının ötesinde, enerji, kimya, sağlık ve kozmetik sanayileri başta olmak üzere 300'ün üzerinde farklı ürünün üretiminde temel hammadde olarak kullanılmaktadır. Sağlıklı bir bireyin günlük bazal ve yaşamsal aktivitelerini yerine getirebilmesi için ortalama 2800 ila 3000 kalori (kcal) enerjiye gereksinimi vardır. İnsan beslenmesinde merkezi bir işlevi olan bitkisel yağlar, vücudun bu toplam enerji gereksiniminin %30 ila %35'ini (yaklaşık 850-900 kcal) sağlayarak metabolizmaya önemli ölçüde katkıda bulunur.

Tohumlarında yağ barındıran çok sayıda bitki türü mevcut olmakla birlikte, küresel ekonomide ticari olarak değerlendirilen kültür bitkisi sayısı yaklaşık 20 kadardır. Türkiye, sahip olduğu çeşitli iklim koşulları sayesinde, jojoba, hurma ve hindistan cevizi haricindeki tüm önemli yağlı tohumlu bitkileri başarıyla yetiştirme potansiyeline sahiptir. Dünya genelinde ve Türkiye'de meyvelerinden yağ elde edilen zeytin ve fındık, önemli bitkisel yağ kaynakları olarak öne çıkmaktadır. Özellikle zeytinyağı, Türkiye ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Örneğin, Türkiye 2022 yılı boyunca 93.240 ton zeytinyağı ihracatı gerçekleştirmiş ve bu

satışlardan ülke ekonomisine 338.355 bin dolar tutarında gelir elde etmiştir.

Bitkisel yağlar, oleik, linoleik ve linolenik asit gibi doymamış ve esansiyel yağ asitlerini yüksek konsantrasyonlarda içerirler. Bu yüksek doymamış yağ asidi içeriği sayesinde, bitkisel yağların insan beslenmesinde sağlık açısından kritik bir rolü bulunmaktadır. (Gül ve Ada, 2019).

Yağlı tohumlar, yüksek protein içerikleri sayesinde, önemli bir kısmı doğrudan (örneğin soya) karma yem üretiminde "fullfat" olarak kullanılmaktadır. Tohumlardan yağın ekstraksiyonu sonrasında geriye kalan küspe, sahip olduğu yüksek ham protein oranı nedeniyle hayvan beslenmesinde değerli bir bileşendir. Ayrıca, yerfıstığı ve soya gibi baklagil familyasına ait yağlı tohumlu bitkiler, atmosferdeki serbest azotu toprağa bağlayarak toprak verimliliğini artırmaya katkıda bulunur. İnsan beslenmesi için hayati önem taşıyan bitkisel yağlar, aynı zamanda biyodizel üretimi için de önemli bir hammadde kaynağıdır. Küresel petrol krizlerini takiben yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi artmış; bu bağlamda, Amerika'da soya ve kolza, Avrupa'da ise ağırlıklı olarak kolza bitkisi biyodizel yakıt üretiminde kullanılmaktadır. (Arioğlu ve ark. 2010).

Bu bildirinin kapsamı, Türkiye bitkisel yağ sektöründe ekim alanı ve üretim açısından önemli bir paya sahip olan ayçiçeği, soya, aspir, kolza, susam, yerfıstığı ve çığit (pamuk tohumu) bitkilerini ayrı incelemektir. Her bir tür için mevcut sorunlar belirlenmiş ve bu sorunlara yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

2. ARAŞTIRMA ve BULGULAR

2.1. Dünya Yağlı Tohum Ekim, Üretim ve Verimi ile Ham Yağ Üretim Değerleri

Dünyada yağ bitkilerinin 2019-2023 yılları arasında ekim alanları, Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Dünya Yağ Bitkileri Ekim Alanları (milyon ha)

Yıllar	Ayçiçeği	Çiğit	Soya	Kolza	Yerfıstığı	Aspir	Susam	Palm	Toplam
2019	27,3	33,9	121,3	34,2	29,4	0,7	13,1	28,2	288,1
2020	27,5	32,1	127,4	34,8	30,2	0,8	14,0	28,6	295,4
2021	29,4	32,6	130,4	36,2	32,6	0,9	12,9	29,6	304,6
2022	29,2	31,4	133,7	39,9	30,5	1,2	12,8	30,0	308,7
2023	30,1	32,2	136,9	43,4	30,9	0,9	13,0	28,9	316,3
Pay (%)	9,5	10,7	42,9	12,5	10,2	0,3	4,3	9,6	100
Artış (%)	10,3	-5	12,9	26,9	5,1	28,6	-0,8	2,5	9,8

FAOSTAT, 2025

Son 5 yıllık dönemde dünya yağ bitkileri ekim alanında %9,8’lik bir artış sağlanmıştır.

Yağ bitkileri ekim alanında en büyük artış sırasıyla aspir (%28,6), kolza (%26,9), soya (%12,9), ayçiçeği (%10,3) ve yerfıstığında (%5,1) olmuştur. 2023 yılı dünya yağ bitkilerinin ekim alanları verileri incelendiğinde 136,9 milyon ha ile soya ilk sırada yer alırken, bunu kolza (43,4 milyon ha), çiğit (32,2 milyon ha), yerfıstığı (30,9 milyon ha), ayçiçeği (30,1 milyon ha), ve palm (28,9 milyon ha) izlemiştir (Çizelge 1).

Çizelge 2. Dünya Yağ Bitkileri Üretim Miktarları (milyon ton)

Yıllar	Ayçiçeği	Çiğit	Soya	Kolza	Yerfıstığı	Aspir	Susam	Palm	Toplam
2019	56,0	83,7	335,9	71,8	49,2	0,6	6,8	416,1	1020,1
2020	50,1	71,5	355,9	72,4	54,4	0,7	6,7	416,2	1027,9
2021	58,0	74,3	372,8	72,0	54,5	0,6	6,7	415,6	1054,5
2022	54,3	69,7	348,9	87,2	54,3	1,0	6,7	424,6	1046,7
2023	58,5	74,2	371,1	91,8	54,2	0,7	6,7	426,1	1083,3
Pay (%)	5,29	7,14	34,11	7,55	5,1	0,07	0,64	40,11	100
Artış (%)	4,46	11,35	10,48	27,86	10,16	16,67	-1,47	2,4	6,2

FAOSTAT, 2025

2023 yılı değerlerine göre dünya yağlı tohum üretimi 1083,3 milyon ton olmuştur.

Dünya yağlı tohum üretim miktarı 2019 yılında 1020,1 milyon ton iken, 2023 yılında 1083,3 milyon tona yükselmiştir. Son 5 yıllık dönemde dünya yağ bitkileri üretiminde %6,2 lik bir artış sağlanmıştır. Yağ bitkileri üretim miktarlarında en büyük artışın kolza (%27,86), aspir (%16,67), çiğit (%11,45), soya (%10,48) ve yerfıstığında (%10,16) olduğu gözlenmiştir. 2023 yılı ürün cinslerine göre dünya yağ bitkilerinin üretimine bakıldığında, 426,1 milyon ton ile palm ilk sırada yer almış bunu sırasıyla, 371,1 milyon ton ile soya, 91,8 milyon ton ile kolza, 74,2 milyon ton ile çiğit, 58,5 milyon ton ile ayçiçeği ve 54,2 milyon ton ile yerfıstığı izlemiştir (Çizelge 2).

Çizelge 3. Dünya Yağ Bitkileri Tohum Verimleri (kg/ha)

Yıllar	Ayçiçeği	Çiğit	Soya	Kolza	Yerfıstığı	Aspir	Palm	Susam
2019	2049,9	2462,9	2768,1	2094,7	1673,1	902,5	14753,0	521,0
2020	1818,4	2223,7	2792,1	2078,7	1797,1	839,2	14555,9	476,9
2021	1969,8	2276,1	2857,6	1984,7	1668,8	731,1	14032,7	514,3
2022	1855,4	2216,8	2607,5	2182,4	1776,2	829,5	14145,1	525,2
2023	1942,8	2304,7	2711,2	2114,4	1755,2	794,7	14128,5	520,1
Artış (%)	-5,22	-6,42	-2,06	0,94	4,91	-11,94	-4,23	-0,17

FAOSTAT, 2025

Dünya yağlı tohumlu bitkiler verimleri incelendiğinde yerfıstığı (%4,91) ve kolzada (%0,94) verim artışı gözlenirken, aspir (-%11,94), çığit (-%6,42), ayçiçeği (-%5,22) ve palm (-%4,23) verimlerinde düşüş olmuştur. Dünya yağ bitkileri verimlerinin 2023 yılına ait verileri incelendiğinde, 14128,5 kg/ha ile palm ilk sırada yer almış ve bunu sırasıyla, soya, çığit, kolza, ayçiçeği, yerfıstığı, aspir ve susam izlemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 4. Dünya Ürün Cinslerine Göre Bitkisel Ham Yağ Üretimi (milyon ton)

Yıllar	Ayçiçeği	Çığit	Soya	Kolza	Yerfıstığı	Aspir	Susam	Palm	Toplam
2018	18,4	4,4	57,3	24,7	4,6	0,10	1,0	72,2	182,7
2019	20,1	4,3	59,9	24,8	4,1	0,07	1,0	79,1	193,5
2020	20,5	4,3	59,1	25,2	4,6	0,07	1,0	76,1	190,7
2021	18,5	4,3	61,6	26,6	4,8	0,06	1,0	80,6	197,4
2022	20,2	4,0	58,0	26,6	5,1	0,75	0,99	82,9	198,5
Pay (%)	10,15	2,21	30,73	13,28	2,41	0,11	0,52	40,59	100
Artış (%)	9,78	-9,09	1,22	7,69	10,87	9,1	-1	14,82	8,6

FAOSTAT, 2025

Dünya bitkisel ham yağ üretiminde 2018-2022 yılları arasında %14,8’lık artışla palm ilk sırada yer almıştır. Bunu %10,8’lik artış oranı ile yerfıstığı, %9,7 ile ayçiçeği izlemiştir. Dünyada 2022 yılında en fazla yağ elde edilen bitkiler incelendiğinde palm 82,9 milyon ton ile ilk sırada, soya 58 milyon ton ile ikinci sırada yer almaktadır. Üretim alanlarındaki artış ile palm ve soya üretiminin artması sonucunda 2018-2022 yılları arasında palm yağı %14,8’lık artış ile 72,2 milyon tondan 82,9 milyon tona ve soya yağı %1,22’lik artış ile 57,3 milyon tondan 58 milyon tona yükseldiği görülmektedir (Çizelge 4).

2.2. Yağlı Tohum Dış Ticareti

Çizelge 5. Dünya Yağlı Tohum İthalat Miktarı (milyon ton)

Yıllar	Soya	Palm	Ayçiçeği	Kolza	Yerfıstığı	Susam	Çığit	Aspir	Toplam
2019	152,8	52,4	7,1	22,2	2,6	2,1	0,8	0,11	242,7
2020	167,5	47,8	7,0	25,3	3,0	2,5	1,0	0,12	256,6
2021	163,2	47,6	5,2	23,4	3,0	2,4	1,1	0,12	248,7
2022	153,4	45,1	8,1	22,6	3,0	2,2	1,3	0,20	238,8
2023	169,4	47,8	6,4	27,4	3,1	2,2	1,5	0,38	258,1

Nüfus artışına bağlı olarak dünyada yağlı tohumların dış ticareti de yıllar itibariyle artış göstermektedir. 2019 yılında dünya toplam yağlı tohum ithalatı 242,7 milyon ton iken, 2023 yılında 258,1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya yağlı tohum ticaretinde de en çok talep edilen ürün soya'dır. 2023 yılı dünya yağlı tohum ithalat miktarları incelendiğinde ilk sırayı %64,7 oran ile soya, ikinci sırayı ise %19,3'lük pay ile palm yağı almıştır (Çizelge 5).

Çizelge 6. Dünya Yağlı Tohum İhracat Miktarı (milyon ton)

Yıllar	Soya	Palm	Ayçiçeği	Kolza	Yerfıstığı	Susam	Çiğit	Aspir	Toplam
2019	156,0	49,6	7,2	20,9	2,5	1,9	1,0	0,10	241,8
2020	173,3	47,4	6,9	25,0	3,1	2,3	1,0	0,14	261,6
2021	161,1	46,3	5,0	23,0	3,1	2,1	1,1	0,15	244,4
2022	157,6	45,6	8,3	22,5	3,0	1,9	1,4	0,19	243,8
2023	173,4	47,6	6,2	26,4	3,0	2,0	1,4	0,40	260,4

FAOSTAT, 2025

İhracat miktarları da yıllar bazında değişiklik göstermiştir. 2019 yılında dünya toplam yağlı tohum ihracatı yaklaşık 241,8 milyon ton iken, 2023 yılında 260,4 milyon tona ulaşmıştır. 2023 yılı dünya yağlı tohum ihracat miktarları incelendiğinde ilk sırayı %65,6 oran ile soya, ikinci sırayı ise %18,8'lik pay ile palm yağı, üçüncü sırayı da %9,4 pay ile kolza almıştır. (Çizelge 6)

Dünya'da yağlı tohumlu bitkilerin ithalat değeri 2022 yılında 194 milyar doların üzerinde gerçekleşmiştir. İthalat değeri bakımından en yüksek değer 102 milyar dolarla ile soyada olmuştur. Dünya yağlı tohumlu bitkilerin ihracat değeri 2022 yılı verilerine göre, 179 milyar dolardır. Soya ihracat değeri 94 milyar dolar ile yağlı tohumların %50'sinden fazlasını oluşturmaktadır. Soyayı sırasıyla; palm (55 milyar dolar), kolza (17 milyar dolar) ve ayçiçeği (6 milyar dolar) takip etmektedir (FAOSTAT, 2025).

Ülkelerin yağlı tohumların üretim durumu ekolojik farklılıklara ve tüketicilerin damak tadına göre talepleri doğrultusunda değişiklik göstermektedir. Türkiye'de uzun yıllardan beri bitkisel yağ kullanımında tüketicilerin damak tadı ayçiçeği yağı üzerine yoğunlaşmıştır. Buna bağlı olarak bitkisel sıvı yağ tüketiminin önemli bir kısmını ayçiçeği yağı oluşturmaktadır.

Türkiye bitkisel yağ sanayisinin temel sorunu; bitkisel yağ hammadde temini bakımından %60-70 oranında dışa bağımlı bir sektör olmasıdır. Türkiye’de yağlı tohum üretiminin tüketimi karşılayamaması nedeniyle, her yıl artarak yurt dışından önemli miktarda yağlı tohum ithal edilmiş ve yurt dışına yüksek miktarda döviz ödenmiştir.

Çizelge 7. Türkiye Yağlı Tohum ve Türevleri İthalatı

Ürün Cinsleri	Yıllar ve Miktarlar (milyon ton)								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Toplam	5,9	6,2	6,4	6,3	6,9	8,5	6,8	8,9	9,0

Anonim, 2025a

2015-2023 yılları arasında 5,9-9,0 milyon ton arasında yağlı tohum (ayçiçeği, soya, pamuk, kolza, susam, yarfıstığı ve aspir tohumu) ve türevleri ithal edilmiştir. (Çizelge 7).

Çizelge 8. Türkiye Yağlı Tohum ve Türevleri İthalatı İçin Ödenen Döviz Miktarı

Ürün Cinsleri	Yıllar ve Miktarlar (Milyar Dolar)								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Toplam	3.500	3.468	3.269	2.947	2.900	3.960	4.856	7.660	6.115

Anonim, 2025a

Yağlı tohum ve türevleri ithalatı için toplamda yıllık 3.500-6.115 milyar dolar arasında yurt dışına döviz ödenmiştir (Çizelge 8).

Yıllara göre değişmekle birlikte yağlı tohumlar ve türevleri, Türkiye’nin ithalat kalemleri sıralamasında ilk 10 içerisinde yer alan tek tarımsal ürün grubudur. Türkiye, yağlı tohum ve türevleri için 2024 yılında 5.593 milyar \$ döviz ödemiştir. 2024 yılı Türkiye ihracat miktarları incelendiğinde; 3.541 milyar \$ şeklinde gerçekleşmiştir. Dolayısıyla net dış ticaret açığımız 2.051 milyar dolar olmaktadır. Bu demek oluyor ki ithal ettiğimiz yağlı tohumlu bitkilerin önemli bir kısmını işleyip katma değeri yüksek ürünler şeklinde satarak ekonomimize geri kazandırmaktayız. Fakat yine de küçümsenmeyecek bir dış ticaret açığımız bulunmaktadır.

Yağlı tohum ithalatında ilk sırayı %87,63 oran ile soya, ham yağ ithalatında da %67.85 ile ayçiçeği ham yağı almıştır (Anonim 2025a).

2023 yılında ithal edilen yağlı tohum (3,8 milyon ton) ve ham yağın (2,6 milyon ton) toplamı 6,5 milyon ton olup, bunun tamamı iç tüketimde kullanılmayıp, rafine edilip sıvı ve margarin halinde dışarıya ihraç edilmiştir. 2023 yılı yağlı tohum, ham yağ ve küspe toplam ihracat miktarı 2,8 milyon ton olup, bunun 287 tonunu ham soya yağı, 1,0 milyon tonu ayçiçeği tohumu yağları ve Margarin (sıvı) + margarin olarak 111 bin ton ihracat yapılmıştır. Toplam ihracat değeri 2.932 milyar \$ olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2025a).

Türkiye, 2023 yılı toplam yağlı tohum ve türevleri ithalatı 6.366 milyar dolar şeklinde gerçekleşmiştir. Toplam ihracat ise 3.577 milyar dolar olmuştur. Net ithalat değeri ise 2.788 milyar dolar olmuştur (TÜİK 2025).

Yağlı tohum üretimi bakımından büyük bir potansiyele sahip olan Türkiye’de bitkisel ham yağ ve türevlerinin ithal edilmesi ülke ekonomisi için büyük bir kayıptır. Ülkemizde yeterli miktarda yağlı tohum üretilmemesinin ortaya çıkardığı tek sorun, ithalat yoluyla dışarıya ödediğimiz dövizle de sınırlı kalmamaktadır. Ülkemizdeki yağ fabrikalarının atıl kapasite çalışmasının önlenebilmesi, ham yağ ve rafine yağ tesislerinin korunabilmesi için; yağ açığının ham yağ ithal ederek değil, yağlı tohum üreterek veya yağlı tohum ithal edilmesi ile karşılanması uygundur (Arioğlu 2016).

2.3. Türkiye Yağlı Tohum Ekim, Üretim Ve Verimi İle Ham Yağ Üretim Değerleri

Çizelge 9. Türkiye’de Yağlı Tohum Ekim Alanları (bin da)

Yıllar	Ayçiçeği	Çiğit	Soya	Yerfıstığı	Kolza	Susam	Aspir	Toplam
2015	5.689	4.340	365	378	348	281	428	11.838
2016	6.153	4.160	382	422	354	289	393	12.172
2017	6.813	5.014	316	419	165	280	273	13.288
2018	6.486	5.186	328	443	378	259	247	13.332
2019	6.752	4.778	353	422	525	249	158	13.248
2020	6.503	3.592	351	548	349	255	151	11.757
2021	8.109	4.323	439	579	376	252	144	14.730
2022	8.992	5.732	380	457	411	243	262	16.490
2023	8.646	4.774	326	460	323	218	321	15.072
2024	8.549	4.669	437	576	295	204	254	14.984
Pay (%)	53,3	34,1	2,7	3,4	2,5	1,8	1,9	100
Artış (%)	50,2	7,5	19,7	52,3	-15,2	-27,4	-40,6	26,67

TÜİK 2025

Türkiye’de en fazla ekim alanına sahip yağlı tohumlu bitki ayçiçeği olup 2024 verilerine göre 8.549 bin da ekim alanına sahip olmuştur. Ayçiçeği ekim alanının ikinci sırada çiğit takip etmekte

ve bunu sırasıyla yerfıstığı, soya, kolza, aspir ve susam izlemektedir. Türkiye’de yağlı tohum ekilen tarım alanı 2015 yılında 11.838 bin ha iken %26.67 artış ile 2024 yılında 14.984 bin ha olmuştur (Çizelge 9). Türkiye’de toplam işlenen tarım alanları içerisinde (23.971.231

ha) yağlı tohumlu bitkilerinin payı %6.29’dur (TUIK 2025).

Çizelge 10. Türkiye’de Yağlı Tohum Üretim Miktarı (bin ton)

Yıllar	Ayçiçeği	Çiğit	Soya	Yerfıstığı	Kolza	Susam	Aspir	Toplam
2015	1.500	1.213	161	147	120	18	70	3.261
2016	1.500	1.260	165	164	125	19	58	3.309
2017	1.800	1.470	140	165	60	18	50	3.719
2018	1.800	1.542	140	173	125	17	35	3.860
2019	1.950	1.320	150	169	180	17	22	3.835
2020	1.900	1.064	155	216	121	18	21	3.517
2021	2.215	1.350	182	234	140	17	16	4.176
2022	2.350	1.650	155	186	150	17	30	4.551
2023	1.960	1.260	137	185	120	16	39	3.726
2024	1.855	1.345	180	246	101	14	29	3.770
Pay (%)	49,9	35,7	4,1	5,0	3,2	0,45	0,98	100
Artış (%)	23,6	10,8	11,8	67,3	-15,8	-22,2	-58,5	15,6

TÜİK 2025

2024 yılı değerlerine göre Türkiye yağlı tohum üretimi 3.770 bin ton olarak gerçekleşmiştir.

Türkiye’de ekim alanlarındaki artışa bağlı olarak son 10 yılda yağlı tohum üretim miktarı %15,6 artmıştır. Ayçiçeği, yerfıstığı ve soya üretiminde artış gözlenirken, diğer yağlı tohumların üretiminde azalma gözlenmiştir. Yağ üretiminde öne çıkan iki bitki ayçiçeği ve pamuk (çiğit) olmuştur. Bu iki ürün toplam üretiminin %85,6’sını oluşturmaktadır. Diğer bitkilerde ortaya çıkan üretim miktarı artışı istenilen düzeyde olmamıştır (Çizelge 10),

Türkiye’de döviz kurunda ortaya çıkan artışlar yağlı tohumlu bitkilerde üretim girdi (tohum, gübre, tarımsal ilaç, mazot) maliyetlerinde artışa yol açmaktadır. Özellikle mazotta meydana gelen artışlar üretimi olumsuz etkilemektedir.

Çizelge 11. Türkiye’de Yağlı Tohum Verim Miktarı (kg/da)

Yıllar	Ayçiçeği	Çiğit	Soya	Yerfıstığı	Kolza	Susam	Aspir
2015	264	280	440	391	344	66	164
2016	244	303	432	389	353	68	147
2017	264	293	442	394	364	66	183
2018	277	297	426	392	330	67	142
2019	289	276	425	401	343	68	138
2020	292	296	442	394	347	73	141
2021	273	312	415	404	372	70	112
2022	261	288	408	408	365	72	114
2023	227	264	421	402	372	74	121
2024	218	288	412	428	348	71	114
Artış (%)	-17,4	2,8	-6,3	9,4	1,1	7,5	-30,4

TÜİK 2025

Yağlık ayçiçeği veriminde 218 kg/da ile 2024 yılında son 10 yılın en düşük verimi gözlenmiş olup Ayçiçeği verimindeki azalma 2015 yılına kıyasla %17,4 olmuştur. Verimdeki azalma 2024 yılı ayçiçeği üretiminde düşmeye neden olmuştur. Yerfıstığı, kolza ve çiğit veriminde artış gözlenmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 12. Türkiye Ürün Cinslerine Göre Bitkisel Ham Yağ Üretimi (bin ton)

Yıllar	Ayçiçeği	Çiğit	Soya	Kolza	Yerfıstığı	Susam	Toplam
2013	745	171	96	104	0,11	21	1.139
2014	721	177	156	160	0,11	20	1.236
2015	816	194	217	190	0,14	27	1.446
2016	731	173	181	146	0,14	29	1.262
2017	928	189	190	48	0,15	31	1.388
2018	990	208	266	43	0,15	33	1.541
2019	1.099	201	229	61	0,15	38	1.630
2020	1.147	171	306	59	0,20	47	1.732
2021	940	160	290	51	0,85	43	1.486
2022	900	191	334	65	0,56	40	1.531
Pay (%)	62,6	12,7	15,7	6,4	0,00	2,3	100.00
Artış (%)	20,7	11,4	246,9	-37,7	385,4	90,5	34,4

FAOSTAT 2025

2022 yılı Türkiye’de en fazla bitkisel ham yağ üretimi incelendiğinde ayçiçeği 900 bin tonla ton ile ilk sırada, soya 334 bin ton ile ikinci sıradadır. 2022 yılları ham yağ üretiminde ayçiçeği %62.6, soya %15.7 ve çiğit %12.7 bir pay almaktadır (Çizelge 12).

2.3.1. Ayçiçeği Bitkisinin Türkiye’de Ekim Alanı, Üretim ve Verim ile Dış Ticaret Değerleri

Çizelge 13. Türkiye’de İller Bazlı Yağlık Ayçiçeği Ekim Alanı, Verim ve Üretim Değerleri

		2019	2020	2021	2022	2023
Edirne	Ekim alanı (da)	950.498	909.155	1.073.508	1.260.318	1.294.200
	Verim (kg/da)	263	264	266	259	199
	Üretim (ton)	249.569	240.434	285.286	325.812	257.651
Adana	Ekim alanı (da)	844.022	603.060	651.733	737.777	746.169
	Verim (kg/da)	314	324	309	302	323
	Üretim (ton)	264.852	195.429	201.366	222.682	241.016
Tekirdağ	Ekim alanı (da)	1.365.350	1.424.669	1.663.007	1.709.256	1.746.150
	Verim (kg/da)	251	248	240	196	115
	Üretim (ton)	342.299	353.982	399.531	335.561	201.200
Kırklareli	Ekim alanı (da)	740.511	778.064	911.619	977.300	969.540
	Verim (kg/da)	285	291	248	235	195
	Üretim (ton)	210.930	226.320	226.163	227.791	190.308
Konya	Ekim alanı (da)	718.679	668.054	852.100	673.875	455.014
	Verim (kg/da)	416	417	381	378	363
	Üretim (ton)	298.674	278.546	324.790	254.571	165.285
Çorum	Ekim alanı (da)	307.440	347.144	448.130	548.345	487.893
	Verim (kg/da)	255	252	210	290	275
	Üretim (ton)	78.307	87.522	94.293	159.004	134.222

TÜİK 2025a

Türkiye yağlık ayçiçeği üretiminin 2023 yılında %36.9'u Trakya'da gerçekleşmiştir. Çorum, Tokat, Samsun ve Amasya'yı içine alan Orta Karadeniz Bölgesi'nin üretime katkısı %16.5, Adana ve Mersin illeri %12.57, Konya ve Karaman illeri üretime katkısı %10.19 olmuştur. Ülkemizin hemen hemen her ilinde tarımı yapılabilen ayçiçeği bitkisinden yağlık tohum üretimi 10 bin tonun üzerinde olan 28 ilimiz bulunmaktadır (Çizelge 13).

En fazla yağlık ayçiçeği ekim alanı Tekirdağ'da (1.746 bin da) olmasına karşılık 2023 yılında yaşanan kuraklık, aşırı sıcaklıklar verim üzerinde olumsuz etki yapmıştır. Bu verim kaybını daha düşük oranda yaşayan Edirne ilinde 2023 yılında en yüksek üretim (257 bin ton) gerçekleşmiştir. Bu ili çoğunlukla sulu tarım yapılan Adana izlemiştir. Kırklareli yağlık ayçiçeği üretimi Tekirdağ'dan sonra dördüncü sırada olmuştur. En yüksek verim ise Konya (363 kg/da) ilimizde gerçekleşmiştir. (Çizelge 13).

TÜİK verilerine göre 2021 ve 2022 yıllarındaki ekim alanı artışı ile 2022 yılında 2.350 bin tona ulaşan ülkemiz yağlık ayçiçeği üretimi, 2024 yılında verim düşmesiyle birlikte üretim 1.855 bin tona gerilemiştir (Çizelge 10).

Çizelge 14. Türkiye 2023-2024 Yıllarına Ait Ayçiçeği ve Türevleri Dış Ticaret Değerleri

	Ayçiçeği ve Türevleri		
Yıl	Toplam İthalat (milyon \$)	Toplam İhracat (milyon \$)	Net İthalat (milyon \$)
2023	2.167	1.641	526
2024	1.540	1.629	-88

TÜİK 2025

2024 yılında ayçiçeği ürün gruplarının (tohum + ham yağ + küspe vb.) ithalatı için ödenen toplam döviz miktarı 1.54 milyar \$ olmuştur. Aynı yıl ayçiçeği ürün grupları ihracatı 1.62 milyar \$ olarak gerçekleşmiştir. Böylelikle Türkiye'nin ihracattan net 88 milyon dolar \$ kazancı olmuştur (Çizelge 14).

2.3.2. Soya Bitkisinin Türkiye’de Ekim Alanı, Verim ve Üretim ile Dış Ticaret Değerleri
Çizelge 15. Türkiye İller Bazlı Soya Ekim Alanı, Verim ve Üretim Değerleri

		2019	2020	2021	2022	2023
Adana	Ekim alanı (da)	203.249	210.400	245.296	194.180	193.655
	Verim (kg/da)	441	469	466	453	463
	Üretim (ton)	89.594	98.596	114.285	87.915	89.747
Mersin	Ekim alanı (da)	88.647	74.938	86.776	56.423	44.363
	Verim (kg/da)	452	448	353	363	359
	Üretim (ton)	40.094	33.580	30.649	20.516	15.921
Samsun	Ekim alanı (da)	17.033	18.018	19.044	20.472	13.575
	Verim (kg/da)	299	338	333	339	269
	Üretim (ton)	5.093	6.100	6.353	6.942	3.653
Osmaniye	Ekim alanı (da)	24.991	23.154	27.375	33.568	18.300
	Verim (kg/da)	377	378	388	396	394
	Üretim (ton)	9.433	8.764	10.638	13.301	7.218
	Ekim alanı (da)	14.338	13.813	36.890	58.400	38.222

Kahramanmaraş	Verim (kg/da)	307	354	351	352	376
	Üretim (ton)	4.399	4.886	12.948	20.519	14.382
Hatay	Ekim alanı (da)	110	673	6.086	6.675	7.232
	Verim (kg/da)	400	395	378	386	398
	Üretim (ton)	44	266	2.299	2.576	2.879

TUİK 2025

2022/2023 döneminde ülkemizin soyadaki kendine yeterlilik oranı %5.2 olmuştur. Günümüzde soya tarımında ağırlıklı olarak özellikle Adana ve Mersin illeri Türkiye soya üretiminin %77'sini karşılamaktadır. Bu iki il dışında Samsun, Osmaniye, Kahramanmaraş, Hatay, Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Aydın illerinde soya üretim alanları mevcuttur (Çizelge 15).

Türkiye’de, 2024 yılı verilerine göre 437 bin da (Çizelge 9) alanda soya üretimi yapılmış ve 180 bin ton (Çizelge 10) ürün elde edilmiştir Ortalama tohum verimi ise 412 kg/da (Çizelge 11) olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 16. Türkiye 2023-2024 Yıllarına Ait Soya ve Türevleri Dış Ticaret Değerleri

	Soya ve Türevleri		
Yıl	Toplam İthalat (milyar \$)	Toplam İhracat (milyon \$)	Net İthalat (milyar \$)
2023	2.449	859	1.589
2024	2.436	928	1.508

TUİK 2025

2024 yılında soya ürün gruplarının (tohum + ham yağ + küspe vb.) ithalatı için ödenen toplam döviz miktarı 2.43 milyar \$ olmuştur. Aynı yıl soya ürün grupları ihracatı 928 milyon \$ olarak gerçekleşmiştir. Net ithalat değerimiz 1.50 milyar \$ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 16).

Türkiye’de soya üretimi için gerekli ekolojik ve iklimsel şartlar mevcut olmasına rağmen; soya aynı şartlarda yetiştirilen diğer alternatif ürünler (mısır) ile ekonomik olarak rekabet edemediği için üretimi sınırlı düzeyde kalmaktadır. Ayrıca, dünya soya fiyatlarının yurtiçi fiyatlardan düşük

gerçekleştiği yıllarda üreticiler pazarlama problemi yaşadığından, daha kolay pazarlayacağı ürünleri tercih etmektedirler. Soya alım fiyatlarının hasattan çok sonra açıklanması, maliyetlerin dünyadaki rakiplere göre çok daha yüksek olması ve hasat döneminde ithal ürünün piyasaya girmesi gibi sebepler ülkemizde soya tarımının istenilen seviyeye ulaşmasını engellemektedir. Soya, şekerpancarı üretim bölgelerinde de ekim nöbetinde kullanılabilecek bir bitki olmasına rağmen bu bölgelerde değerlendirilmemektedir.

2.3.3. Susam Bitkisinin Türkiye’de Ekim Alanı, Üretim ve Verim ile Dış Ticaret Değerleri

Çizelge 17. Susam Üretiminde Önemli İllerde 2023 Yılı Ekim Alanı, Üretim ve Verim

	Antalya	Uşak	Manisa	Muğla	Adana	Osmaniye	Konya	Denizli	Diğer
Ekiliş (da)	57.463	37.540	40.678	14.689	16.953	11.610	11.627	5.430	16.392
Üretim (ton)	4.953	2.878	1.638	1.638	1.205	346	467	376	768
Verim (kg/da)	86	77	65	112	81	30	40	69	69

TÜİK 2025

Türkiye’de başta Akdeniz ikliminin etkisi altında kalan Manisa, Antalya, Uşak, Adana, Muğla Balıkesir Osmaniye ve Konya olmak üzere toplam 30 ilde hem ana ürün (%65) hem de ikinci ürün (%35) olarak yetiştirilir (Çizelge 17).

Çizelge 18. Türkiye 2023-2024 Yıllarına Ait Susam ve Türevleri Dış Ticaret Değerleri

	Susam ve Türevleri		
Yıl	Toplam İthalat (milyon \$)	Toplam İhracat (milyon \$)	Net İthalat (milyon \$)
2023	486	124	361
2024	449	133	316

TÜİK 2025

2024 yılında susam ürün gruplarının (tohum + ham yağ + küspe vb.) ithalatı için ödenen toplam döviz miktarı 449 milyon \$ olmuştur. Aynı yıl susam ürün grupları ihracatı 133 milyon \$ olarak gerçekleşmiştir. Net ithalat değerimiz 316 milyon \$ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 18).

Oldukça eski ve köklü bir susam kültürü olan Türkiye’de 1980’li yıllarda 100 bin hektarın üzerinde ekiliş alanı varken, bu alan 2023 yıllarda 25 bin hektarın altına düşmüştür. Türkiye’de susam ekiliş alanları ve üretim miktarlarının giderek azalış göstermesinin en önemli nedeni, hasat ve harman işlemlerinin el emeğine ve iş gücüne dayalı olmasıdır. Giderek azalan susam ekiliş alanı ve üretim miktarı nedeniyle susam tohumu ihtiyacımızın %90’ı ithalat yaparak karşılamaktayız. Yıllık 200 bin tondan fazla susam tohumu ihtiyacının ancak %10’u yerli üretimden sağlanmakta, her yıl 400 milyon doların üzerinde susam tohumu ithal edilmektedir.

2.3.4. Yerfıstığı Bitkisinin Türkiye’de Ekim Alanı, Verim ve Üretim ile Dış Ticaret Değerleri

Çizelge 19. Türkiye’de 2023 Yılında Yerfıstığı Üretiminde Önemli İllerin Ekim, Üretim ve Verimleri

	Adana	Osmaniye	Şırnak	Antalya	Gaziantep	K.Maraş	Diğer
Ekiliş (da)	208.442	113.238	68.150	17.592	13.800	13.905	24.329
Üretim(ton)	89.011	44.060	24.150	7.040	5.989	5.177	9.467
Verim (kg/da)	427	389	354	400	434	372	384

TUİK 2025

Türkiye yerfıstığı 2024 yılında ekim alanı 576 bin da (Çizelge 9), üretim 246 bin ton (Çizelge 10) ve dekara verim 428 kg/da (Çizelge 11) olarak gerçekleşmiştir. Neredeyse dünya verim ortalamasının 2.5 katıdır. Türkiye’de en fazla Adana, Osmaniye, Şırnak, Antalya ve Hatay olmak üzere 13 ilimizde yoğunlaşmıştır (Çizelge 19). Türkiye’nin güney ve güneybatı kıyı bölgeleri ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ticari anlamda üretimi yapılan yerfıstığı hem verim potansiyeli hem de pazarlama olanakları sebebiyle bölge için en uygun alternatif bitkilerdendir.

Çizelge 20. Türkiye 2023-2024 Yıllarına Ait Yerfıstığı ve Türevleri Dış Ticaret Değerleri

	Yerfıstığı ve Türevleri		
Yıl	Toplam İthalat (milyon \$)	Toplam İhracat (milyon \$)	Net İthalat (milyon \$)
2023	53	9	44
2024	45	11	33

TUİK 2025

2024 yılında yerfıstığı ürün gruplarının (tohum + ham yağ + küspe vb.) ithalatı için ödenen toplam döviz miktarı 45 milyon \$ olmuştur. Aynı yıl susam ürün grupları ihracatı 11 milyon \$ olarak gerçekleşmiştir. Net ithalat değerimiz 33 milyon \$ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 20).

2.3.5. Aspir Bitkisinin Türkiye’de Ekim Alanı, Üretim ve Verim ile Dış Ticaret Değerleri

Çizelge 21. Aspir Üretiminde Önemli İllerin 2023 Yılı Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri

	Aksaray	Ankara	Isparta	Kayseri	Konya	Kırşehir	Yozgat	Diğer
Ekiliş (da)	17.195	31.321	40.700	100.735	33.375	22.303	6.539	15.535
Üretim (ton)	2.304	2.411	5.115	11.518	4.822	3.639	714	1912
Verim (kg/da)	134	77	126	114	144	163	109	125,2

TÜİK 2025

Türkiye’nin aspir üretim miktarına baktığımızda 2024 yılında üretim miktarı 29 bin ton (Çizelge 10) , ekim alanı 254 bin da (Çizelge 9), Ortalama aspir verimi ise 114 kg/da olmuştur (Çizelge 11). Ekim alanı azalış göstermiştir. Türkiye genelinde, aspir yetiştiriciliğinde sulama ve gübreleme genellikle yapılmamaktadır. Fakat yapılan ıslah çalışmaları başta olmak üzere sulama gibi diğer zirai uygulamalarla aspiden dekara 300 ila 400 kg. ürün alınabilmektedir.

Türkiye’de aspir üretimine il temelinde baktığımızda göze çarpan iller Kayseri, Isparta, Kırşehir ve Konya olmaktadır. Bu iller arasında ortalama verim en fazla 163 kg/da ile Kırşehir ilinde olmuştur. Bunu sırasıyla; Konya (144 kg/da), Aksaray (134 kg/da) ve Isparta (126 kg/da) takip etmiştir (Çizelge 21).

Çizelge 22. Türkiye 2023-2024 Yıllarına Ait Aspir ve Türevleri Dış Ticaret Değerleri

Yıl	Aspir ve Türevleri		
	Toplam İthalat (milyon \$)	Toplam İhracat (milyon \$)	Net İthalat (milyon \$)
2023	41	6	35
2024	11	8	3

2024 yılında aspir ürün gruplarının (tohum + ham yağ + küspe vb.) ithalatı için ödenen toplam döviz miktarı 11 milyon \$ olmuştur. Aynı yıl aspir ürün grupları ihracatı 8 milyon \$ olarak gerçekleşmiştir. Net ithalat değerimiz 3 milyon \$ olarak hesaplanmıştır. Türkiye'nin ithalatı 2023 yılına kıyasla önemli düzeyde azalmış, ihracatı artmıştır (Çizelge 22).

2.3.6. Kolza Bitkisinin Türkiye’de Ekim Alanı, Verim ve Üretim Değerleri

Çizelge 23. Kolza Üretiminde Önemli İllerin 2023 yılı Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri

	Tekirdağ	Konya	Edirne	İstanbul	Kırklareli	Çanakkale	Ankara	Diğer
Ekiliş (da)	53.460	55.498	48.013	27.239	33.771	30.115	38.650	36.164
Üretim (Ton)	16.125	27.708	16.454	8.243	11.750	9.111	18.315	12.294
Verim (kg/da)	302	499	343	303	348	303	474	339

Bölgeler çapında 2023 verileri incelendiğinde Marmara Bölgesi’nde kolza ekim alanlarının %67.7’si yer almaktadır. Kolza üretim miktarının %59.2’si ekim alanlarına bağlı olarak Marmara Bölgesi’nde gerçekleşmektedir (TUİK 2025). Konya ili son yıllarda kolza ekim ve üretiminde Marmara Bölgesi’nde yer alan iller dışında önemli paya sahiptir.

Üretim miktarı incelendiğinde 2023 yılında Konya’nın önde olduğu ve Türkiye toplam üretiminin %23.1’ini karşıladığı görülmektedir. Verim açısından değerlendirildiğinde yine Konya 499 kg/da ile ilk sırada yer almakta bunu 474 kg/da ile Ankara takip etmektedir (Çizelge 23).

Çizelge 24. Türkiye 2023-2024 Yıllarına Ait Kolza ve Türevleri Dış Ticaret Değerleri

	Kolza ve Türevleri		
Yıl	Toplam İthalat (milyon \$)	Toplam İhracat (milyon \$)	Net İthalat (milyon \$)
2023	60	22	38
2024	8	15	-6

2024 yılında kolza ürün gruplarının (tohum + ham yağ + küspe vb.) ithalatı için ödenen toplam döviz miktarı 8 milyon \$ olmuştur. Aynı yıl kolza ürün grupları ihracatı 15 milyon \$ olarak gerçekleşmiştir. Böylelikle Türkiye'nin ihracattan net 6 milyon dolar \$ kazancı olmuştur. 2023 yılına kıyasla ithalat değeri önemli düzeyde azalmış, ihracat ise artmıştır (Çizelge 24).

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye'de yağlı tohum üretiminin tüketimi karşılayamaması nedeniyle, her yıl artarak yurt dışından önemli miktarda yağlı tohum ve türevleri ithal edilmiş ve bunun karşılığında yurt dışına yüksek miktarda döviz ödenmiştir.

Yağlı tohumlu bitkilerin ekim oranlarının ve üretimlerinin düşük olması nedenleri olarak bölgelerde buğday, şekerpancarı, mısır gibi öncelikli ürünlerin olması, yağlı tohumlu bitkilerin ekonomik getirisinin az olması, yetiştirme tekniği ile ilgili bilgi ve deneyim eksikliği, yüksek kaliteli tohumluk üretiminin yetersiz olması, yağlı tohumlu bitkilerin üretilmesi için mevcut destek ve prim ödemelerinin düşük olması ve susam gibi yağ bitkilerinin mekanizasyon sorunu ve verim düşüklüğü sayılabilir.

Türkiye'de bitkisel yağ sanayinin temel sorunu, hammaddede dışa bağımlılıktır. Bitkisel yağ sektöründe hedef, gelecek yıllarda dışa bağımlılığın azaltılmasıdır. Bu amaçla;

- ✓ Tarımsal destekleme kapsamında, arz açığı olan yağlı tohum bitkilerine prim desteklerini arttırılmalıdır. Destekleme, yağlı tohumlar lehine olacak şekilde verim ve parite göz önüne alınarak belirlenmeli,
- ✓ Ürün desteklemeleri belirlenirken uluslararası piyasalardaki fiyat pariteleri ve alternatif ürünlerdeki fiyatlar, gümrük vergisi politikaları, girdi maliyetleri birlikte ele alınarak değerlendirilmeli,
- ✓ Yağ oranları yüksek çeşitlerin kullanımı arttırılmalı, ekolojik koşullara, bölgelere uygun olarak üretilmeleri sağlanmalı ve üreticilerin söz konusu tohumlara erişimi kolaylaştırılmalı,
- ✓ Sulama yatırımlarına hız verilmeli ve yeni sulanabilir ekim alanlarında yağlı tohumlu bitki ekimine ağırlık verilmeli,
- ✓ Yetiştirme tekniği, ıslah, gen kaynakları, kalite, zirai mücadele konularında Türkiye şartlarına uygun Ar-Ge ve inovasyon çalışmalarına devam edilmeli,

- ✓ Türkiye’de soya üretilmesi için gerekli ekolojik ve iklimsel şartlar mevcut olmasına rağmen, aynı şartlarda yetiştirilen diğer alternatif ürünler (özellikle mısır) ile ekonomik olarak rekabet edemediği için üreticiler tarafından istenilen düzeyde rağbet görmemektedir. Bunun için gümrük vergileri ve fiyat politikalarının üreticiler için avantajlı hale getirilmeli,
- ✓ Orta Anadolu Bölgesi’nin kıraç alanlarında aspir üretimi yaygınlaştırılmalı,
- ✓ Sulu tarımın gün geçtikçe çeşitlendiği GAP bölgesinde yağlı tohumlu bitkiler üretimi ve yağ endüstrisi desteklenmeli ve geliştirilmeli,
- ✓ İnsan ve hayvan beslenmesi açısından önemli bir yeri olan bitkisel yağların üretiminden işlenmesine ve pazarlanmasına kadar bütün aşamalarının birlikte ele alındığı, üretici ile sanayicinin planlı bir şekilde organize olduğu örgütlü bir yapı oluşturulmalı,
- ✓ Yağlı tohum ithalatında uygulanan vergiler ve kotalar gözden geçirilerek yerli üretimi destekleyecek şekilde düzenlenmelidir.

KAYNAKÇA

- Anonim. 2025a. Yağlı tohum ve ham yağ dış ticaret verileri. Türkiye Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği. <http://www.bysd.org.tr> (Erişim Tarihi 18.10.2025).
- Arioğlu H. 2016. Türkiye’de Yağlı Tohum ve Ham Yağ Üretimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 25 (Özel sayı-2):357-368.
- Arioğlu H.H., Kolsarıcı Ö., Göksoy A.T., Güllüoğlu L., Arslan M., Çalışkan S., Söğüt T., Kurt C., Arslanoğlu F. 2010. Yağ bitkileri üretiminin artırılması olanakları. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, s. 361-376.
- FAOSTAT, 2025. Food and Agriculture Organization Statistics. <https://www.fao.org/faostat/>: (Alınma Tarihi: 15.10.2025).
- Gül A. Ada R.. 2019. Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) farklı sıra üzeri mesafelerinin verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi. 8(2): 289-298.
- TUİK, 2025. Tarım istatistikleri özeti. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi 02.10.2025).
- TUİK, 2025a. Ürün denge tabloları. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi 02.10.2025).
- Türkiye Ziraat Mühendisliği X. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1. Ocak 2025. Ankara. (<https://api2.zmo.org.tr/uploads/publicationFiles/2025-01-29-16-24-06-158305.pdf>)

EVALUATION OF MAJOR ESSENTIAL OIL COMPONENTS AS ALTERNATIVE BIOCIDES AGAINST ECONOMICALLY IMPORTANT BACTERIAL PLANT PATHOGENS

Asst. Prof. Dr. SERKAN TOKGÖZ

Kahramanmaraş Sütcü İmam University, Department of Plant Protection, 46100, Kahramanmaraş, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9478-2901>

SALİH ÇELEN

Kahramanmaraş Sütcü İmam University, Department of Plant Protection, 46100, Kahramanmaraş, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-7738-4469>

ABSTRACT

Essential oils (EOs) are natural hydrophobic compounds characterized by considerable complexity, typically containing 20 to 60 constituents. Two or three principal components generally account for 20% to 95% of their total composition, with additional minor constituents present. The potent antibacterial properties of EOs and their primary components have been well established. To evaluate their efficacy, Nutmeg oil and seven major components—safrole, toscanol, safraleine, cinnamaldehyde, carvacrol, carvone, and thymol—were tested against four economically important bacterial pathogens: *Clavibacter michiganensis* subs. *nebraskensis*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000, and GFP-tagged *P. syringae* pv. *tomato*. In vitro assays were performed to assess the inhibitory effects of selected EOs and their major components on bacterial growth, as well as to determine the Minimum Inhibition Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) of these compounds. Among the tested components, carvacrol, carvone, cinnamaldehyde, safraleine, and thymol exhibited significant inhibition of pathogen growth. These five components were subsequently evaluated on tomato seedlings infected with *P. syringae* pv. *tomato* to determine their effects on disease severity and agronomic traits. The in vitro screening demonstrated variable efficacy of the main EO components against bacterial pathogens, depending on the specific component, its concentration, and the pathogen. Cinnamaldehyde, carvacrol, and thymol showed the strongest inhibitory activity, with MIC and MBC values ranging from 0.25 mg/mL to 5 mg/mL. Furthermore, application of cinnamaldehyde and thymol significantly reduced chlorotic leaf areas and the incidence of bacterial speck lesions in tomato seedlings. The evaluation of major EO components provides a basis for developing novel alternative biocides for the control of bacterial diseases.

Keywords: Essential oils (EOs), major components, bacterial pathogens, MBC, bacterial speck

INSECTICIDAL EFFECT OF MICRONIZED DIATOMACEOUS EARTH ON *Sitophilus oryzae* (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IN LABORATORY TESTS FOR ORGANIC STORAGE STRATEGIES

Res. Asst. Songül HENTEŞ

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection

Entomology, Kahramanmaraş, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9468-4356>

Dr. Hüseyin BOZKURT

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection

Entomology, Kahramanmaraş, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1922-7550>

Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection

Entomology, Kahramanmaraş, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1213-3532>

ABSTRACT

Sitophilus oryzae (L.) is a major primary pest of stored grains, causing significant economic losses worldwide. Its control is particularly important in organic farming and storage systems, where the use of chemical pesticides is limited. In this study, the insecticidal activity of local diatomaceous earth (DE) mixtures with different diatom compositions against *S. oryzae* was evaluated under laboratory conditions. DE mixtures and the original DE, with particle sizes of $\leq 20 \mu\text{m}$ and $20\text{--}75 \mu\text{m}$, were applied to wheat at concentrations of 500 and 1000 ppm (mg DE/kg wheat). Experiments were conducted at $26 \pm 1^\circ\text{C}$ and $65 \pm 5\%$ relative humidity, with adult mortality recorded on day 14 and F1 progeny emergence assessed on day 45.

The study examined both the direct effects of DE on adult mortality and its impact on the next generation. Mortality and F1 progeny data were analyzed using ANOVA and Tukey's HSD test, with Abbott's correction and Dunnett's test applied where appropriate ($p < 0.05$). The results showed that particle size and application concentration significantly influenced both adult mortality and F1 progeny numbers. At 500 ppm, the highest mortality was observed in the $\leq 20 \mu\text{m}$ DE treatment. Similarly, the greatest reduction in F1 progeny occurred in the $\leq 20 \mu\text{m}$ DE treatment at both concentrations.

In conclusion, micronized DE mixtures, particularly those with $\leq 20 \mu\text{m}$ particle size, were highly effective in controlling *S. oryzae*. These findings suggest that DE can serve as a natural, environmentally friendly alternative to chemical pesticides in organic grain storage. Moreover, DE's ability to reduce adult populations and limit the emergence of the next generation provides a significant advantage for long-term pest management in storage systems.

Key Words: Stored grain pests, *sitophilus oryzae*, diatomaceous earth, and particle size.

**LABORATORY EVALUATION OF THE INSECTICIDAL EFFICACY OF THE
NATURAL MINERAL-BASED DIATOMACEOUS EARTH (DETECH®) AGAINST THE
BLACK CHERRY APHID *Myzus cerasi* (F.) (Homoptera: Aphididae)**

Res. Asst. Songül HENTEŞ

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection
Entomology, Kahramanmaraş, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9468-4356>

Celalettin Elvan Arısu

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection
Entomology, Kahramanmaraş, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-7884-650X>

Salih ÇELEN

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection
Entomology, Kahramanmaraş, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-7738-4469>

Ali KIYIK

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection
Entomology, Kahramanmaraş, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-1015-4112>

ABSTRACT

The black cherry aphid (*Myzus cerasi* Fabricius, 1775) (Homoptera: Aphididae) is a widespread and highly destructive pest, causing significant economic losses in cherry and other fruit production worldwide. The control of this pest has traditionally relied on chemical pesticides; however, prolonged and repeated use of these chemicals often leads to the development of resistance in pest populations and can have detrimental effects on human health, non-target beneficial organisms, and the environment. Consequently, there is an increasing need to develop environmentally friendly and sustainable alternatives within integrated pest management (IPM) strategies. In this study, the insecticidal efficacy of a natural mineral-based product, Detech® preparation, against *M. cerasi* was evaluated under controlled laboratory conditions. Experiments were conducted in a climate-controlled chamber at 25 ± 1 °C, $65 \pm 5\%$ relative humidity, and a 16:8 h (light:dark) photoperiod to simulate optimal environmental conditions for aphid activity. *M. cerasi* individuals were treated with three concentrations of Detech® (10%, 15%, and 20%), with each treatment replicated six times. The experiments were repeated twice to ensure reliability and reproducibility of the results. Mortality rates were recorded daily over a 7-day period following application, and the resulting data were subjected to rigorous statistical analysis. The results demonstrated that 100% mortality was achieved for *M. cerasi* across all concentrations by the 7th day. This indicates that Detech® exhibits strong insecticidal activity against *M. cerasi*, even at the lowest concentration tested. These findings suggest that Detech® can serve as an effective, residue-free, and environmentally sustainable alternative to chemical pesticides. Its use could contribute to reduced pesticide resistance development, safer agricultural practices, and improved protection of beneficial organisms in fruit production systems.

Keywords: *Myzus cerasi*, Detech® preparation, integrated pest management (IPM), environmentally safe insecticide

EVOLUTION OF AGRICULTURAL MECHANIZATION IN TURKEY: MACHINERY INVENTORY DYNAMICS, TECHNOLOGICAL ADAPTATION AND POLICY IMPACTS IN THE PERIOD 2015–2025

Assoc. Prof. Dr. Hasan ŞAHİN

Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering. Şanlıurfa, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3977-4252>

ABSTRACT

Using data from the Turkish Statistical Institute (TÜİK) and the Ministry of Agriculture, the study analyzed changes in agricultural machinery inventory in Turkey over the last decade. The impact of sectoral trends, structural transformations, and agricultural policies on these changes was assessed. The mechanization level of the agricultural sector, which is critical for sustainability, production efficiency, and the impact of agricultural policies on these changes were discussed. The findings of the study indicate different trends in key machinery groups such as tractors, combine harvesters, planting machines, and harvesting auxiliary equipment. While a limited increase was observed in the number of tractors, a more cautious growth trend emerged in high-cost, specialized machinery. Conversely, an increase in the use of equipment supporting precision agriculture technologies was also observed. This reflects farmers' shift towards technology in line with their goals of reducing production costs and increasing productivity. The study also evaluated changes in the regional distribution of agricultural machinery demand. While a more significant increase in mechanization was observed in regions where irrigation investments were concentrated, the increase was limited in areas dominated by small-scale enterprises. Between 2015 and 2025, there was a 27% increase in tractors, a 30% increase in combine harvesters, and a 67% increase in drip irrigation systems. Overall, it can be said that changes in the number of agricultural machineries in Turkey are sensitive to economic conditions, technological costs, and agricultural support policies. The results highlight the importance of strengthening agricultural policies to facilitate access to technology for the sustainable development of agricultural mechanization.

Key Words: Agricultural Machinery, Technological Adaptation, Sustainable Agriculture, Agricultural Policies.

COMPARİSON OF GROWTH PERFORMANCE OF *NEOSCYTALIDIUM DIMIDIATUM* ISOLATES FROM DIFFERENT HOSTS UNDER DIFFERENT TEMPERATURE CONDITIONS

Agricultural Engineer Ayşe ÇİÇEK

Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-9404-8103>

Prof.Dr. Murat DİKİLİTAS

Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7399-4750>

Agricultural Engineer Şahimerdan TÜRKÖLMEZ

GAP Agricultural Research Institute, 63040, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8775-5470>

Research Assistant Ümmühan KAŞIKCI ŞİMŞEK

Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2606-4646>

ABSTRACT

Global climate change and rising temperatures are altering the effects of biotic stress factors on agricultural production and causing some opportunistic pathogens to become more aggressive. One such pathogen, *Neoscytalidium dimidiatum*, belongs to the Botryosphaeriaceae family, has a wide host range, and causes serious symptoms in plants such as canker, dieback, root and fruit rot. It has been observed that the damage caused by this pathogen has increased, especially in Şanlıurfa and its surroundings, in economically important plants such as pistachio, olive, pine, and tomato.

The aim of this study is to examine *Neoscytalidium dimidiatum* isolates obtained from different hosts (pistachio, tomato, pine, and olive) in the Southeastern Anatolia Region in terms of mycelial diameter and growth. Within the scope of the study, isolates obtained and purified from the relevant hosts were incubated at different temperature conditions (+4° C, +12° C, +25° C, +40° C). When the findings were evaluated visually and quantitatively, no mycelial growth was observed in any host isolate at the low temperature condition of +4°C. At +12°C, growth differences emerged among the isolates; specifically, olive and tomato isolates exhibited faster and more intense colony growth at low temperatures compared to pine and pistachio isolates. At +25°C, it was determined that all isolates completely covered the surface of the Petri dish and fully exhibited their characteristic dark pigmentation (melanization). Under high temperature stress conditions of +40°C, overall growth was severely suppressed in all isolates; however, isolate from tomato showed the highest tolerance to heat stress compared to other host isolates (pine, pistachio, olive) and was able to form a distinct colony diameter. In conclusion, it was found that the temperature requirements of *N. dimidiatum* isolates can vary depending on the host origin, and that the tomato isolate in particular exhibits a more resistant structure under high temperature conditions.

Keywords: *Neoscytalidium dimidiatum*, Heat stress, Mycelial growth, Climate change

THE ANTIMICROBIAL, IMMUNOMODULATORY, AND DETOXIFYING EFFECTS OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS IN BEEKEEPING

Assoc. Prof. Dr. Doğan ARSLAN

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7156-5269>

Assoc. Prof. Dr. Mustafa KİBAR

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Siirt, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1895-019X>

ABSTRACT

This study aimed to understand the role of medicinal and aromatic plants and the natural compounds derived from them in developing sustainable beekeeping approaches and to evaluate and understand their contributions to bee health. Integrating medicinal and aromatic plants into beekeeping practices is considered an important approach to support the sustainability and overall health of honeybee colonies. These plants are rich in bioactive phytochemicals, such as essential oils, flavonoids, and phenolic compounds. These compounds provide natural support for protecting bee health because of their potent antimicrobial and immunomodulatory properties. The use of these substances has the potential to develop a more environmentally friendly beekeeping model by reducing the need for synthetic pesticides in honey and other bee product production. Medicinal and aromatic plants containing natural compounds, such as thymol, oxalic acid, hesperidin, and garlic oil, strengthen bee immunity and help reduce pathogens, such as the *Varroa destructor* virus and Deformed Wing Virus. The chemical profiles of medicinal and aromatic plants, which are rich in essential oils, phenolic compounds, and flavonoids, also offer significant advantages for improving colony performance. These compounds contribute to the resistance of colonies to environmental stresses by supporting antioxidant enzyme activity in bee physiology. The integration of medicinal and aromatic plants into beekeeping not only improves bee health but also reduces the negative effects of synthetic chemicals on the environment. Therefore, production models based on medicinal and aromatic plants are a strong alternative for sustainable beekeeping. However, to utilise these benefits most efficiently, research must continue to determine the effects of bioactive compounds, their appropriate dosages, and methods of application. These studies will contribute to a better understanding of the role of medicinal and aromatic plants in colony resilience and environmental stress management and support the long-term sustainability of beekeeping.

Keywords: *Varroa destructor*, Flavonoids, Phenolic Compounds, Essential Oils

INTRODUCTION

Integrating medicinal aromatic plants (MAPs) into beekeeping practices is a promising approach to enhance the sustainability and overall health of honeybee colonies. These plants are rich in various bioactive phytochemicals, including essential oils, flavonoids, and phenolic compounds, all of which exhibit significant antimicrobial and immunomodulatory properties (Ayad et al., 2025; Ghorbanpour et al., 2017; Greff et al., 2023; Mohamed & Alotaibi, 2022; Nieto, 2017). By effectively utilising these natural substances in medicinal and aromatic plants, it is possible to significantly reduce the use of synthetic pesticides and other similar products in the production of honey and other bee products. Natural compounds such as thymol, oxalic acid, hesperidin, and garlic oil reduce pathogens and parasites, such as *Varroa Destructor* Virus (VDV) and Deformed Wing Virus (DWV), while also supporting bee immunity. Therefore, the long-term persistence of synthetic pesticides and *Varroa* species in hives, their bioaccumulation, and the risk of environmental pollution are directing beekeepers towards natural solutions. Thus, the risks associated with chemical residues can be minimised in both bee products and nature. The rich chemical profiles of these plants, including essential oils, phenolic compounds, flavonoids, and other secondary metabolites, offer noteworthy opportunities for supporting bee health, reducing pathogen load, and improving colony performance. The evaluation of these natural compounds in beekeeping through controlled and scientifically based approaches will minimise residue risks in bee products and make a significant contribution to environmental protection. Therefore, the development of production models based on natural compounds in beekeeping is critical for the sustainability of modern beekeeping (Bargańska et al., 2015; Boncristiani et al., 2021; Nowak & Nowak, 2021; Tauber et al., 2019).

2APPLICATIONS OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS IN BEE HEALTH

Antimicrobial and Anti-parasitic Effects

Numerous MAPs synthesise volatile oils and a wide range of phytochemicals that exhibit high efficacy against various pathogens and parasites commonly found in honeybees. Among these target organisms, *Nosema* species, which cause microsporidiosis in honeybees, and *Varroa destructor*, a parasitic mite responsible for significant colony losses worldwide, are noteworthy. The bioactive components of medicinal and aromatic plants offer effective solutions against microbial infections and parasitic infestations that threaten colony health, providing promising alternatives to traditional chemical treatments (Bava et al., 2023a; Blenau et al., 2011; Conti et al., 2020; Damiani et al., 2014; Hazam et al., 2023; Stanimirović et al., 2017; Tutun et al., 2018).

For example, thymol, one of the main components of the essential oils of thyme species and varieties, has been extensively studied because of its acaricidal properties. Research shows that Thymol significantly disrupts the reproductive cycle of *Varroa* mites and reduces their survival rates, which is crucial for effectively controlling the mite population within the hive. The mechanism of action of this compound is to disrupt the mite's nervous system and metabolic pathways, causing the death of these mites or inhibiting their reproduction, thereby eliminating the destructive effect of *Varroa* on bee colonies. In addition to thymol, many other essential oils produce bioactive compounds with potent antimicrobial activity. These compounds have been found to be effective in preventing bacterial infections by suppressing the growth and spread of *Paenibacillus* larvae. Antimicrobial effects are an important factor in enhancing the overall disease resistance of honeybee colonies, extending to a broad range of pathogens, including bacteria, fungi, and viruses (Ariana et al., 2002; Damiani et al., 2009; Gabel et al., 2023; Giacomelli et al.,

2015; Gregory et al., 2005; Grindrod & Martin, 2021; Hazam et al., 2023; Higes et al., 2020; M. D. Maggi et al., 2010).

The multifaceted nature of phytochemicals in MAPs enables them to exert simultaneous effects on various pathogens. Thus, they offer an alternative approach to combating diseases and pests in beekeeping. This also reduces the risk of resistance development, a common problem associated with synthetic chemicals that typically target a single biological pathway. Moreover, the synergistic effects of combining different plant extracts can enhance therapeutic outcomes. Such combinations can increase antimicrobial potency, broaden the spectrum of action, and minimise potential adverse effects on bees. This will support the development of effective and environmentally compatible formulations, enabling the successful implementation of sustainable beekeeping practices (Alshehri et al., 2022; Borges et al., 2015; Iriti & Vitalini, 2020; Khare et al., 2021; Mansoori et al., 2020; Nikolic et al., 2024; Shala & Gururani, 2021; Teneva & Denev, 2023; Thiviya et al., 2022).

In addition to their direct antimicrobial and anti-parasitic effects, MAP-derived compounds possess immunomodulatory properties (immune system harmonising or immune system regulating) that generally enhance the natural immunity of honeybees. These phytochemicals increase resistance to infections and infestations by supporting the natural defense systems of bees. This dual effect, combining pathogen suppression and immune support, makes medicinal and aromatic plants valuable components in integrated pest and disease management strategies. Continuing research into the identification, standardisation, and application of these bioactive compounds is critical to fully exploit their potential, optimise dosage regimens, and ensure safety for both bees and hive products (Bava et al. 2023b; Palmer-Young 2018; Cornara et al., 2017).

Regulation of the Immune System

In addition to their direct antimicrobial and anti-parasitic effects, some MAPs play a key role in enhancing the overall health and resilience of honeybees by regulating their innate immune system. These plants are rich in a wide variety of bioactive molecules, including flavonoids, phenolic compounds, and other potent antioxidants, which contribute to increased endogenous antioxidant enzyme activity in bee physiology. The presence of these compounds helps reduce oxidative stress, which is often triggered by external environmental stress factors, such as pesticide exposure, pathogen invasion, and climatic variability. Oxidative stress weakens immune function, accelerates cellular damage, and shortens the lifespan of individual bees. By stimulating and supporting the antioxidant defences of bees, cellular homeostasis is maintained, vital tissues are protected from oxidative damage, and the resistance of bees to infections and their capacity to adapt to environmental stresses are enhanced (Ali Reza et al., 2021; Farooqui, 2012; Hassan et al., 2017; Hernandez et al., 2004; Hu et al., 2017; Kocot et al., 2018; Larson, 1995; Viteri et al., 2021; Zullkiflee et al., 2022).

Plants such as rosemary (*Salvia rosmarinus*) and sage (*Salvia officinalis*) stand out for their high concentrations of immunomodulatory components, and it has also been experimentally proven that these plants are associated with beneficial effects on bee vitality, lifespan, and colony resilience. The antioxidant properties of rosemary and sage not only neutralise reactive oxygen species but also enhance the natural defense mechanisms of bees by promoting the positive regulation of immunity-related genes and enzymes. This immunostimulatory effect means that MAPs are considered not only as therapeutic agents following disease or infestation but also as preventive supplements that support the physiological conditions of bee populations. Therefore, integrating these plants into beekeeping practices can provide a protective approach to maintaining bee health by reducing sensitivity to stress factors, increasing resilience, and strengthening resistance to multiple threats (Barroso-Arévalo et al., 2019; Erler & Moritz, 2015; Ho et al., 2000; Narciso et al., 2024; Saito et al., 2004; Schaefer et al., 2020).

Additionally, the immunomodulatory potential of MAPs creates a multidimensional effect in protecting bee health and combating diseases and pests by complementing their antimicrobial and anti-parasitic effects. These plants, which suppress pathogen load while simultaneously strengthening host immunity, provide a synergistic benefit that can reduce the frequency and severity of disease and pest outbreaks. Further research is needed to elucidate the specific molecular pathways affected by MAP-derived compounds and to optimise dosage and application methods to fully exploit these immunomodulatory capabilities (Damiani et al., 2014; Hariprasath et al., 2025; Nainu et al., 2021; Negri et al., 2019; Simone-Finstrom & Spivak, 2010; Urcan et al., 2024). Such advances will pave the way for the development of sustainable beekeeping approaches that prioritise bee health and colony stability on a global scale.

Reducing Colony Stress and Detoxification

Bee colonies are constantly exposed to numerous environmental toxins, including pesticides, heavy metals, and other human-induced pollutants. These harmful agents seriously threaten the health, lifespan, and overall productivity of bees. These harmful and hazardous substances can accumulate in the bodies of bees and in the hive environment, resulting in physiological stress, weakened immunity, and, consequently, sensitivities that can lead to colony collapse in the face of both disease and pests. Many MAPs have been identified as valuable natural resources with potent detoxifying properties that can mitigate these adverse effects. These plants activate endogenous detoxification pathways, facilitating the biotransformation, neutralisation, and excretion of harmful substances, thereby helping to reduce the toxic load for both individual bees within the colony and the colony as a whole (Barascou et al., 2021; Bartling et al., 2021; Branchicella et al., 2019; Ghorri et al., 2019; Murawska et al., 2021; Sadia et al., 2024; Simon-Delso et al., 2014; Sytar et al., 2012; Zaluski et al., 2020).

The inclusion of extracts or essential oils obtained from MAPs in bee feeding regimes or hive treatments has shown promising results in enhancing the detoxification capacity of honey bees. These plant compounds stimulate enzymatic systems, such as cytochrome P450 monooxygenases, glutathione S-transferases, and other phase I and phase II detoxification enzymes, which play a key role in the metabolism of xenobiotics. By strengthening these physiological defence mechanisms, MAPs help alleviate oxidative damage and cellular stress resulting from prolonged exposure to environmental pollutants. This detoxification support is particularly critical in agricultural areas heavily contaminated by pesticides and chemical fertilisers, where chemical residues are widespread and often unavoidable (Bava et al., 2023a; Carvalho et al., 2013; Chaimanee & Pettis, 2019; Cunningham et al., 2022; Gong & Diao, 2016; Hýbl et al., 2021; Liao et al., 2017; Niu et al., 2011; Prata & Martins Da Costa, 2024; Sadia et al., 2024).

Furthermore, the use of MAPs for detoxification is an environmentally friendly alternative in beekeeping. This is because, as is well known, synthetic chemicals can cause environmental pollution and negatively affect bee health. The integration of these plants into beekeeping not only protects honey bees from the harmful effects of chemicals but also promotes the restoration of hive homeostasis and functional integrity. Enhanced detoxification mechanisms strengthen colony resilience, thereby improving the ability of bees to withstand multiple stress factors, including pathogen pressure, nutritional deficiencies, and climatic fluctuations. Ongoing research is needed to identify the specific bioactive compounds responsible for these detoxifying effects, along with optimal dosages and application methods, to maximise the benefits of MAPs in reducing environmental stress and supporting the long-term sustainability of beekeeping. (Anderson et al., 2011; Aronica et al., 2022; Bartling et al., 2021; Cunningham et al., 2022; Erler & Moritz, 2015; Hariprasath et al., 2025; Horn et al., 2015; Mancuso et al., 2020; Poquet et al., 2016; Smriti et al., 2024).

CONCLUSION

This study demonstrates that medicinal and aromatic plants are vital resources for safeguarding bee health and fostering sustainable beekeeping practices. The antimicrobial, immunomodulatory, and detoxifying effects of bioactive compounds, such as essential oils, phenolic compounds, and flavonoids, provide colonies with a distinct advantage by enabling them to build resistance to diseases and environmental stresses. Reducing pathogen load, strengthening immunity, and alleviating pesticide-induced toxicity show that these plant-based approaches are not just a complementary choice in beekeeping but an increasingly necessary strategy.

Given the accumulation of residues, development of resistance, and environmental risks posed by synthetic chemicals, methods based on natural compounds provide a powerful alternative for mitigating the threats to modern honey bee breeding. Therefore, the effects of MAPs on bee health, dosage requirements, and application methods must be clarified scientifically.

Overall, the findings indicate that medicinal and aromatic plants provide an environmentally friendly approach to enhance the resilience of bee colonies and support ecosystem health. Therefore, consciously and scientifically integrating these plants into beekeeping systems is considered a strategic necessity for the sustainability of bee populations and the future of agricultural ecosystems.

Disclosure of AI usage

During the preparation of this work, the authors utilised artificial intelligence for purposes such as generating text, checking grammar, analysing data and assisting with literature research. After using artificial intelligence, the authors reviewed and edited the content as necessary and take full responsibility for the published work.

REFERENCES

- Ali Reza, A. S. M., Nasrin, M. S., Hossen, M. A., Rahman, M. A., Jantan, I., Haque, M. A., & Sobarzo-Sánchez, E. (2021). Mechanistic insight into immunomodulatory effects of food-functioned plant secondary metabolites. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, ahead-of-print(ahead-of-print), 5546–5576. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.2021138>
- Alshehri, M. M., Ertani, A., Calina, D., Tutuncu, S., Cho, W. C., Mertdinc, Z., Semwal, P., Kumar, N. V. A., Kumar, M., Daştan, S. D., Ozcelik, B., Painuli, S., Butnariu, M., Bagiu, R. V., Martorell, M., Rajkovic, J., Herrera-Bravo, J., Lapava, N., Sharifi-Rad, J., ... Quispe, C. (2022). A Review of Recent Studies on the Antioxidant and Anti-Infectious Properties of Senna Plants. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022(1), 1–38. <https://doi.org/10.1155/2022/6025900>

- Anderson, K. E., Mott, B. M., Degrandi-Hoffman, G., Eckholm, B. J., & Sheehan, T. H. (2011). An emerging paradigm of colony health: microbial balance of the honey bee and hive (*Apis mellifera*). *Insectes Sociaux*, 58(4), 431–444. <https://doi.org/10.1007/s00040-011-0194-6>
- Ariana, A., Tahmasebi, G., & Ebadi, R. (2002). Laboratory evaluation of some plant essences to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Experimental & Applied Acarology*, 27(4), 319–327. <https://doi.org/10.1023/a:1023342118549>
- Aronica, L., Lamb, J. J., Ordovas, J. M., Metti, D., Contractor, N., Volkov, A., Leary, M., Class, M., Minich, D., Stone, P. M., Eck, B., Larson, I. A., & Bland, J. S. (2022). Genetic Biomarkers of Metabolic Detoxification for Personalized Lifestyle Medicine. *Nutrients*, 14(4), 768. <https://doi.org/10.3390/nu14040768>
- Ayad, A. S., Benchaabane, S., Daas, T., Smagghe, G., & Loucif-Ayad, W. (2025). Propolis Stands out as a Multifaceted Natural Product: Meta-Analysis on Its Sources, Bioactivities, Applications, and Future Perspectives. *Life (Basel, Switzerland)*, 15(5), 764. <https://doi.org/10.3390/life15050764>
- Barascou, L., Lefebvre, V., Medrzycki, P., Sene, D., Di Prisco, G., Michez, D., Alaux, C., Barraud, A., Yañez, O., Neumann, P., Le Conte, Y., & Strobl, V. (2021). Pollen nutrition fosters honeybee tolerance to pesticides. *Royal Society Open Science*, 8(9), 210818. <https://doi.org/10.1098/rsos.210818>
- Bargańska, Ż., Ślebioda, M., & Namieśnik, J. (2015). Honey bees and their products: Bioindicators of environmental contamination. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 46(3), 235–248. <https://doi.org/10.1080/10643389.2015.1078220>
- Barroso-Arévalo, S., Vicente-Rubiano, M., Puerta, F., Molero, F., & Sánchez-Vizcaíno, J. M. (2019). Immune related genes as markers for monitoring health status of honey bee colonies. *BMC Veterinary Research*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1823-y>
- Bartling, M. T., Thümecke, S., Russert, J. H., Vilcinskas, A., & Lee, K.-Z. (2021). Exposure to low doses of pesticides induces an immune response and the production of nitric oxide in honeybees. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86293-0>
- Bava, R., Bulotta, R. M., Castagna, F., Palma, E., Ruga, S., Caminiti, R., Nucera, S., Britti, D., Naccari, C., & Mollace, V. (2023a). Protective Role of Bergamot Polyphenolic Fraction (BPF) against Deltamethrin Toxicity in Honeybees (*Apis mellifera*). *Animals*, 13(24), 3764. <https://doi.org/10.3390/ani13243764>
- Bava, R., Statti, G., Biondi, V., Poerio, G., Lupia, C., Palma, E., Bulotta, R. M., Britti, D., Lombardi, R., Castagna, F., Liguori, G., Naturale, M. D., & Passantino, A. (2024). Hive Products: Composition, Pharmacological Properties, and Therapeutic Applications. *Pharmaceuticals*, 17(5), 646. <https://doi.org/10.3390/ph17050646>
- Bava, R., Tilocca, B., Marrelli, M., Palma, E., Castagna, F., Ceniti, C., Britti, D., Conforti, F., Lupia, C., Musella, V., Carresi, C., Musolino, V., & Roncada, P. (2023b). Essential Oils for a Sustainable Control of Honeybee Varroosis. *Veterinary Sciences*, 10(5), 308. <https://doi.org/10.3390/vetsci10050308>
- Bava, R., Castagna, F., Ruga, S., Nucera, S., & Caminiti, R. (2023c). Plants and their derivatives as promising therapeutics for sustainable control of honeybee (*Apis mellifera*) pathogens. *Pathogens*, 12(10), 1260. <https://doi.org/10.3390/pathogens12101260>
- Blenau, W., Rademacher, E., & Baumann, A. (2011). Plant essential oils and formamidines as insecticides/acaricides: what are the molecular targets? *Apidologie*, 43(3), 334–347. <https://doi.org/10.1007/s13592-011-0108-7>
- Boncristiani, D. L., Oh, S., Lopez, J. A., Zamora, H., Meinhardt, L. W., Palmer-Young, E. C., Evans, J. D., Tauber, J. P., Chen, Y., Peterson, R. J., Nguyen, V., Cao, L., Collins, W., & Grubbs, K. (2021). Impacts of Diverse Natural Products on Honey Bee Viral Loads and Health. *Applied Sciences*, 11(22), 10732. <https://doi.org/10.3390/app112210732>

- Borges, A., Simoes, M., & Saavedra, M. (2015). Insights on antimicrobial resistance, biofilms and the use of phytochemicals as new antimicrobial agents. *Current Medicinal Chemistry*, 22(21), 2590–2614. <https://doi.org/10.2174/0929867322666150530210522>
- Branchiccela, B., Antúnez, K., Santos, E., Mendoza, Y., Castelli, L., Díaz-Cetti, S., Silva, C., Invernizzi, C., Corona, M., Martínez De La Escalera, G., & Zunino, P. (2019). Impact of nutritional stress on the honeybee colony health. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46453-9>
- Carvalho, S. M., Carvalho, G. A., Badiou-Beneteau, A., Belzunces, L. P., & Brunet, J.-L. (2013). Enzymatic biomarkers as tools to assess environmental quality: A case study of exposure of the honeybee *Apis mellifera* to insecticides. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 32(9), 2117–2124. <https://doi.org/10.1002/etc.2288>
- Chaimanee, V., & Pettis, J. S. (2019). Gene expression, sperm viability, and queen (*Apis mellifera*) loss following pesticide exposure under laboratory and field conditions. *Apidologie*, 50(3), 304–316. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00645-4>
- Chaimanee, V., Pettis, J. S., Thongtue, U., Songsri, S., & Sornmai, N. (2017). Antimicrobial activity of plant extracts against the honeybee pathogens, *Paenibacillus* larvae and *Ascosphaera apis* and their topical toxicity to *Apis mellifera* adults. *Journal of Applied Microbiology*, 123(5), 1160–1167. <https://doi.org/10.1111/jam.13579>
- Conti, B., Bocchino, R., Cosci, F., Ascrizzi, R., Flamini, G., & Bedini, S. (2020). Essential oils against *Varroa destructor*: a soft way to fight the parasitic mite of *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 59(5), 774–782. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1790790>
- Cornara, L., Burlando, B., Xiao, J., & Biagi, M. (2017). Therapeutic Properties of Bioactive Compounds from Different Honeybee Products. *Frontiers in Pharmacology*, 8(672643). <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00412>
- Cunningham, M. M., Tran, L., Mckee, C. G., Ortega Polo, R., Newman, T., Lansing, L., Griffiths, J. S., Bilodeau, G. J., Rott, M., & Marta Guarna, M. (2022). Honey bees as biomonitors of environmental contaminants, pathogens, and climate change. *Ecological Indicators*, 134, 108457. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108457>
- Damiani, N., Fernández, N. J., Gende, L. B., Porrini, M. P., Eguaras, M. J., Brasesco, C., Álvarez, E., Buffa, F., Maggi, M. D., & Marcangeli, J. A. (2014). Laurel leaf extracts for honeybee pest and disease management: antimicrobial, microsporidial, and acaricidal activity. *Parasitology Research*, 113(2), 701–709. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3698-3>
- Damiani, N., Marcangeli, J. A., Bailac, P., Eguaras, M. J., & Gende, L. B. (2009). Acaricidal and insecticidal activity of essential oils on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Parasitology Research*, 106(1), 145–152. <https://doi.org/10.1007/s00436-009-1639-y>
- Erlar, S., & Moritz, R. F. A. (2015). Pharmacophagy and pharmacophory: mechanisms of self-medication and disease prevention in the honeybee colony (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 47(3), 389–411. <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0400-z>
- Farooqui, T. (2012). Beneficial effects of propolis on human health and neurological diseases. *Frontiers in Bioscience*, E4(1), 779. <https://doi.org/10.2741/418>
- Gabel, M., Scheiner, R., Steffan-Dewenter, I., & Büchler, R. (2023). Reproduction of *Varroa destructor* depends on well-timed host cell recapping and seasonal patterns. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49688-9>
- Ghorbanpour, M., Nikabadi, S., Hadian, J., & Varma, A. (2017). Importance of Medicinal and Aromatic Plants in Human Life (pp. 1–23). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68717-9_1

- Ghori, N.-H., Ozturk, M., Hayat, M. Q., Gul, A., Imadi, S. R., Ghori, T., & Altay, V. (2019). Heavy metal stress and responses in plants. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(3), 1807–1828. <https://doi.org/10.1007/s13762-019-02215-8>
- Giacomelli, A., Iacoponi, F., Formato, G., Pietropaoli, M., & Carvelli, A. (2015). Combination of thymol treatment (Apiguard®) and caging the queen technique to fight Varroa destructor. *Apidologie*, 47(4), 606–616. <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0408-4>
- Gong, Y., & Diao, Q. (2016). Current knowledge of detoxification mechanisms of xenobiotic in honey bees. *Ecotoxicology*, 26(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10646-016-1742-7>
- Greff, B., Sáhó, A., Lakatos, E., & Varga, L. (2023). Biocontrol Activity of Aromatic and Medicinal Plants and Their Bioactive Components against Soil-Borne Pathogens. *Plants (Basel, Switzerland)*, 12(4), 706. <https://doi.org/10.3390/plants12040706>
- Gregory, P. G., Evans, J. D., Rinderer, T., & De Guzman, L. (2005). Conditional immune-gene suppression of honeybees parasitized by Varroa mites. *Journal of Insect Science*, 5(1). <https://doi.org/10.1093/jis/5.1.7>
- Grindrod, I., & Martin, S. J. (2021). Parallel evolution of Varroa resistance in honey bees: a common mechanism across continents? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288(1956), 20211375. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.1375>
- Hariprasath, K., Saranya, N., Saminathan, V. R., Mohankumar, S., & Sudha, M. (2025). The Role of Honeybee Gut and Honey Microbiome in Sustainable Bee and Human Health. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 19(1), 19–33. <https://doi.org/10.22207/jpam.19.1.03>
- Hassan, W., Gul, S., Amjad Kamal, M., Rehman, S., B.T Da Rocha, J., Zaman, B., Paul Kamdem, J., & Noreen, H. (2017). Oxidative Stress and Antioxidant Potential of One Hundred Medicinal Plants. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 17(12), 1336–1370. <https://doi.org/10.2174/1568026617666170102125648>
- Hazam, S., Khedidji, H., Saher, L., Touati, S., Touati, L., Ait Kaki, S., & Chemat, S. (2023). Promising Algerian essential oils as natural acaricides against the honey bee mite Varroa destructor (Acari: Varroidae). *Experimental and Applied Acarology*, 92(1), 87–107. <https://doi.org/10.1007/s10493-023-00866-4>
- Hernandez, I., Alegre, L., & Munne-Bosch, S. (2004). Drought-induced changes in flavonoids and other low molecular weight antioxidants in *Cistus clusii* grown under Mediterranean field conditions. *Tree Physiology*, 24(11), 1303–1311. <https://doi.org/10.1093/treephys/24.11.1303>
- Higes, M., Martín-Hernández, R., González-Cabrera, J., & Hernández-Rodríguez, C. S. (2020). Assessing the resistance to acaricides in Varroa destructor from several Spanish locations. *Parasitology Research*, 119(11), 3595–3601. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06879-x>
- Ho, C., Huang, M., Wei, G., Wang, M., & Huang, T. (2000). Chemistry and antioxidative factors in rosemary and sage. *BioFactors*, 13(1–4), 161–166. <https://doi.org/10.1002/biof.5520130126>
- Horn, J., Osborne, J. L., Grimm, V., Becher, M. A., & Kennedy, P. J. (2015). Multiple stressors: using the honeybee model BEEHAVE to explore how spatial and temporal forage stress affects colony resilience. *Oikos*, 125(7), 1001–1016. <https://doi.org/10.1111/oik.02636>
- Hu, Y.-T., Wu, T.-C., Yang, E.-C., Wu, P.-C., Lin, P.-T., & Wu, Y.-L. (2017). Regulation of genes related to immune signaling and detoxification in *Apis mellifera* by an inhibitor of histone deacetylation. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/srep41255>
- Hýbl, M., Čurn, V., Šipoš, J., Hoštičková, I., Mráz, P., Kopec, T., & Bohatá, A. (2021). Polyphenols as Food Supplement Improved Food Consumption and Longevity of Honey Bees (*Apis mellifera*) Intoxicated by Pesticide Thiocloprid. *Insects*, 12(7), 572. <https://doi.org/10.3390/insects12070572>

- Iriti, M., & Vitalini, S. (2020). Sustainable Crop Protection, Global Climate Change, Food Security and Safety—Plant Immunity at the Crossroads. *Vaccines*, 8(1), 42. <https://doi.org/10.3390/vaccines8010042>
- Khare, T., Chen, Z.-S., Liu, Z., Anand, U., Assaraf, Y. G., Dey, A., & Kumar, V. (2021). Exploring Phytochemicals for Combating Antibiotic Resistance in Microbial Pathogens. *Frontiers in Pharmacology*, 12(2). <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.720726>
- Kocot, J., Musik, I., Luchowska-Kocot, D., Kurzepa, J., & Kielczykowska, M. (2018). Antioxidant Potential of Propolis, Bee Pollen, and Royal Jelly: Possible Medical Application. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018(13), 1–29. <https://doi.org/10.1155/2018/7074209>
- Larson, R. A. (1995). Plant defenses against oxidative stress. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 29(2), 175–186. <https://doi.org/10.1002/arch.940290207>
- Liao, L.-H., Wu, W.-Y., & Berenbaum, M. R. (2017). Behavioral responses of honey bees (*Apis mellifera*) to natural and synthetic xenobiotics in food. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15066-5>
- Maggi, M. D., Ramallo, G., Floris, I., Ruffinengo, S. R., Eguaras, M. J., Ojeda, P., & Mendoza, Y. (2010). Susceptibility of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) to synthetic acaricides in Uruguay: *Varroa mites'* potential to develop acaricide resistance. *Parasitology Research*, 108(4), 815–821. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2122-5>
- Mancuso, T., Croce, L., & Vercelli, M. (2020). Total Brood Removal and Other Biotechniques for the Sustainable Control of *Varroa* Mites in Honey Bee Colonies: Economic Impact in Beekeeping Farm Case Studies in Northwestern Italy. *Sustainability*, 12(6), 2302. <https://doi.org/10.3390/su12062302>
- Mansoori, A., Dubey, S. K., Singh, N., Das, S. N., Alkan, N., Kumar, A., & Thakur, T. K. (2020). Phytochemical Characterization and Assessment of Crude Extracts From *Lantana camara* L. for Antioxidant and Antimicrobial Activity. *Frontiers in Agronomy*, 2. <https://doi.org/10.3389/fagro.2020.582268>
- Mohamed, A. A., & Alotaibi, B. M. (2022). Essential oils of some medicinal plants and their biological activities: a mini review. *Journal of Umm Al-Qura University for Applied Sciences*, 9(1), 40–49. <https://doi.org/10.1007/s43994-022-00018-1>
- Murawska, A., Migdał, P., & Roman, A. (2021). Effects of Plant Protection Products on Biochemical Markers in Honey Bees. *Agriculture*, 11(7), 648. <https://doi.org/10.3390/agriculture11070648>
- Nainu, F., Prova, S. R., Simal-Gandara, J., Masyita, A., Bahar, M. A., Mitra, S., Raihan, M., & Emran, T. B. (2021). Pharmaceutical Prospects of Bee Products: Special Focus on Anticancer, Antibacterial, Antiviral, and Antiparasitic Properties. *Antibiotics*, 10(7), 822. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10070822>
- Narciso, L., Topini, M., Ferraiuolo, S., Ianiro, G., & Marianelli, C. (2024). Effects of natural treatments on the varroa mite infestation levels and overall health of honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *PLOS ONE*, 19(5), e0302846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302846>
- Negri, P., Garrido, M., Lamattina, L., Eguaras, M., Villalobos, E., Gende, L., Quintana, S., Damiani, N., Maggi, M., & Szawarski, N. (2019). Towards Precision Nutrition: A Novel Concept Linking Phytochemicals, Immune Response and Honey Bee Health. *Insects*, 10(11), 401. <https://doi.org/10.3390/insects10110401>
- Nieto, G. (2017). Biological Activities of Three Essential Oils of the Lamiaceae Family. *Medicines*, 4(3), 63. <https://doi.org/10.3390/medicines4030063>
- Nikolic, I., Aleksic Sabo, V., Gavric, D., & Knezevic, P. (2024). Anti-Staphylococcus aureus Activity of Volatile Phytochemicals and Their Combinations with Conventional Antibiotics Against Methicillin-Susceptible *S. aureus* (MSSA) and Methicillin-Resistant *S. aureus* (MRSA) Strains. *Antibiotics* (Basel, Switzerland), 13(11), 1030. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13111030>

- Niu, G., Johnson, R. M., & Berenbaum, M. R. (2011). Toxicity of mycotoxins to honeybees and its amelioration by propolis. *Apidologie*, 42(1), 79–87. <https://doi.org/10.1051/apido/2010039>
- Nowak, A., & Nowak, I. (2021). Review of harmful chemical pollutants of environmental origin in honey and bee products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(21), 5094–5116. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.2012752>
- Pettis, J. S., Chaimanee, V., & Rose, R. (2017). Chemical and cultural control of *Tropilaelaps mercedesae* mites in honeybee (*Apis mellifera*) colonies in Northern Thailand. *PLOS ONE*, 12(11), e0188063. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188063>
- Poquet, Y., Vidau, C., & Alaux, C. (2016). Modulation of pesticide response in honeybees. *Apidologie*, 47(3), 412–426. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0429-7>
- Prata, J. C., & Martins Da Costa, P. (2024). Honeybees and the One Health Approach. *Environments*, 11(8), 161. <https://doi.org/10.3390/environments11080161>
- Sadia, H., Afroz, M., Khan, H. I., Hossain, Md. M., Rahman, Md. M., & Karki, P. R. (2024). The Exposure of Pesticides to Honeybees: A Global Threat to Food Security. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 24(2), 232–243. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2024.232.243>
- Saito, Y., Shiga, A., Furuhashi, T., Fujita, Y., Niki, E., & Yoshida, Y. (2004). Effects of a novel gaseous antioxidative system containing a rosemary extract on the oxidation induced by nitrogen dioxide and ultraviolet radiation. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 68(4), 781–786. <https://doi.org/10.1271/bbb.68.781>
- Schaefer, J., Velamuri, R., Fagan, J., & Sharma, Y. (2020). Application of UHPLC-ESI-QTOF-MS in Phytochemical Profiling of Sage (*Salvia officinalis*) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis*). *Planta Medica International Open*, 07(04), e133–e144. <https://doi.org/10.1055/a-1272-2903>
- Shala, A. Y., & Gururani, M. A. (2021). Phytochemical Properties and Diverse Beneficial Roles of *Eucalyptus globulus* Labill.: A Review. *Horticulturae*, 7(11), 450. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7110450>
- Simon-Delso, N., San Martin, G., Bruneau, E., Minsart, L.-A., Mouret, C., & Hautier, L. (2014). Honeybee Colony Disorder in Crop Areas: The Role of Pesticides and Viruses. *PLoS ONE*, 9(7), e103073. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103073>
- Simone-Finstrom, M., & Spivak, M. (2010). Propolis and bee health: the natural history and significance of resin use by honey bees. *Apidologie*, 41(3), 295–311. <https://doi.org/10.1051/apido/2010016>
- Smriti, S., Rana, A., Singh, G., & Gupta, G. (2024). Prospects of probiotics in beekeeping: a review for sustainable approach to boost honeybee health. *Archives of Microbiology*, 206(5). <https://doi.org/10.1007/s00203-024-03926-4>
- Stanimirović, Z., Lakić, N., Glavinić, U., Stevanović, J., Radović, D., Ristanić, M., & Tarić, E. (2017). Efficacy of plant-derived formulation “Argus Ras” in *Varroa destructor* control. *Acta Veterinaria*, 67(2), 191–200. <https://doi.org/10.1515/acve-2017-0017>
- Sytar, O., Latowski, D., Kumar, A., Kuczynska, P., Prasad, M. N. V., & Strzałka, K. (2012). Heavy metal-induced oxidative damage, defense reactions, and detoxification mechanisms in plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(4), 985–999. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1169-6>
- Tauber, J. P., Collins, W. R., Schwarz, R. S., Chen, Y., Grubbs, K., Huang, Q., Lopez, D., Peterson, R., & Evans, J. D. (2019). Natural Product Medicines for Honey Bees: Perspective and Protocols. *Insects*, 10(10), 356. <https://doi.org/10.3390/insects10100356>

- Teneva, D., & Denev, P. (2023). Biologically Active Compounds from Probiotic Microorganisms and Plant Extracts Used as Biopreservatives. *Microorganisms*, 11(8), 1896. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11081896>
- Thiviya, P., Merah, O., Madhujith, T., Gamage, A., & Gunawardena, N. (2022). Apiaceae Family as a Valuable Source of Biocidal Components and their Potential Uses in Agriculture. *Horticulturae*, 8(7), 614. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070614>
- Tutun, H., Kart, A., & Koç, N. (2018). Plant Essential Oils Used Against Some Bee Diseases. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(1), 34–45. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i1.34-45.1502>
- Urcan, A. C., Criste, A. D., Giurgiu, A.-I., Cornea-Cipcigan, M., Dezmirean, D. S., & Bobiş, O. (2024). Evaluation of Functional Properties of Some Lactic Acid Bacteria Strains for Probiotic Applications in Apiculture. *Microorganisms*, 12(6), 1249. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12061249>
- Viteri, R., Giordano, A., Montenegro, G., & Zacconi, F. (2021). Bioactive compounds in *Apis mellifera* monofloral honeys. *Journal of Food Science*, 86(5), 1552–1582. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15706>
- Zaluski, R., Bittarello, A. C., Vieira, J. C. S., Braga, C. P., Padilha, P. D. M., Fernandes, M. D. S., Bovi, T. D. S., & Orsi, R. D. O. (2020). Modification of the head proteome of nurse honeybees (*Apis mellifera*) exposed to field-relevant doses of pesticides. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59070-8>
- Zullkiflee, N., Taha, H., & Usman, A. (2022). Propolis: Its Role and Efficacy in Human Health and Diseases. *Molecules*, 27(18), 6120. <https://doi.org/10.3390/molecules27186120>

THE SUSTAINABLE USE OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS IN BEEKEEPING: POTENTIAL AND CHALLENGES

Assoc. Prof. Dr. Doğan ARSLAN

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7156-5269>

Assoc. Prof. Dr. Mustafa KİBAR

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Siirt, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1895-019X>

ABSTRACT

Interest in the sustainable use of medicinal and aromatic plants (MAP) in beekeeping is growing, as this approach offers a natural, environmentally friendly, and feasible solution to problems arising from the increasing resistance to chemical treatments. These plants create synergistic effects against pathogens and pests owing to their rich secondary metabolite content, which targets numerous biological pathways. Thus, they enable a safer and more sustainable approach that serves as an alternative to synthetic chemicals for disease and pest control in the beekeeping industry. In addition to their direct therapeutic effects, medicinal and aromatic plants increase the physiological resilience and behavioural stability of honeybee colonies, mitigating the adverse effects of stress factors arising from pesticide exposure, pathogen infestations, and climate variability. In this respect, MAPs make a significant contribution to protecting the health of the colony and sustainably improving its performance. The integration of MAPs into beekeeping practices also supports the conservation of biodiversity in agricultural ecosystems by reducing dependence on synthetic chemical inputs. However, various challenges must be overcome to translate this potential into large-scale applications. These challenges include the standardisation of plant extracts, complete identification of active components, and comprehensive study of long-term effects on colony health and product quality. Furthermore, elucidating the molecular mechanisms of MAPs and evaluating the synergistic potential of different plant species will increase the reliability and effectiveness of natural compound-based strategies for beekeeping. In this context, strengthening interdisciplinary collaboration and targeted research will enable the full potential of medicinal and aromatic plants in beekeeping to be realised. Such progress will significantly contribute to improving colony health and increasing the sustainability of beekeeping practices.

Keywords: Secondary Metabolites, Integrated Pest Management, Colony Health, Sustainability.

INTRODUCTION

The rich and varied composition of compounds derived from medicinal and aromatic plants is important for overcoming the resistance that diseases and pests often develop to traditional chemical treatments. Unlike synthetic pesticides and similar chemical products, the secondary metabolites found in MAPs work synergistically to target multiple biological pathways in pathogens and pests. This makes them a more environmentally friendly, economical, and sustainable method for controlling diseases and pests in beekeeping (Boncristiani et al., 2021; Erler & Moritz, 2015; Iqbal et al., 2024; Jack & Ellis, 2021; Rinkevich et al., 2017). This approach controls existing diseases and pests and contributes to the long-term sustainability of bee health by reducing the likelihood of resistance to MAP-derived biopesticides. Therefore, incorporating MAPs into beekeeping practices aligns with the principles of integrated pest management and promotes the development of sustainable and healthier beekeeping systems (Anjaria & Vaghela, 2024; Lamichhane et al., 2018; Prodanović et al., 2024; Zhou et al., 2024).

MAPs play a vital role in enhancing the overall resilience of honeybee colonies through both their direct therapeutic benefits and their positive impact on physiological and behavioural health. The many secondary metabolites found in these plants, particularly those with anti-inflammatory and antioxidant properties, can effectively alleviate stress in bees caused by environmental pressures (Cornara et al., 2017; Feknous & Boumendjel, 2022; Khalifa et al., 2021; Nazzi et al., 2012; Sadia et al., 2024; Viteri et al., 2021). Such stressors include pathogen invasions, exposure to harmful pesticides, and climate-related fluctuations, all of which have a serious negative impact on colony viability. MAPs alleviate these stress factors, thereby helping to preserve bee health and capacity. This is vital for the survival and productivity of bees (Arechavaleta-Velasco et al., 2012; Boecking & Genersch, 2008; Colin et al., 2021; Erdem et al., 2024; Hernández-Rodríguez et al., 2021; Moritz et al., 2010; Nganso et al., 2025; Reeves et al., 2018; Simone-Finstrom & Spivak, 2010).

In addition, the inclusion of MAPs in beekeeping practices is important for broader ecological and sustainable agriculture. Using these plants reduces dependence on synthetic chemicals that harm non-target organisms, other pollinators, and beneficial insects, thereby contributing to the development and conservation of biodiversity in agricultural ecosystems. This not only protects honey bees but also has a positive effect on the health of the surrounding flora and fauna and contributes to the conservation of natural flora. It is crucial to continue scientific research to reveal the full potential and benefits of MAPs for sustainable beekeeping. Future studies should focus on the precise identification of bioactive compounds, optimisation of extraction techniques, and development of effective application methods for different beekeeping conditions. Such studies will play a key role in maximising the effectiveness of MAP-based applications and ultimately contribute to creating and sustaining healthier honey bee colonies. Furthermore, the continuity of the contribution of bees to flora will be ensured by protecting bee health (Christaki et al., 2012; Cuesta-Maté et al., 2021; Damiani et al., 2014; Feknous & Boumendjel, 2022; Furlan & Bren, 2023; Kapadia et al., 2022; Kumar et al., 2018; Olate-Olave et al., 2021; Pinto et al., 2021; Richardson, 2023; Sadia et al., 2024).

Integrated Application Models in Beekeeping

To effectively integrate MAP-based treatments into beekeeping practices, it is essential to comprehensively understand the most suitable application methods. This will maximise therapeutic outcomes while minimising potential adverse effects on honeybee behaviour and health. Various application methods have been investigated to optimise the use of bioactive compounds derived from MAP in hive environments. These include supplementation via sugar syrup feeders, fumigation with essential oil vapours, and impregnation of hive materials, such as wax foundations or wooden components, with plant extracts (Cornara et al., 2017; Cuesta-Maté et al., 2021; Fratellone et al., 2016; Mohamed & Alotaibi, 2022; Moritz et al., 2010; Végh et al., 2021). Each method has its own advantages and challenges in terms of dosage, timing, and formulation, which require careful consideration.

Using sugar syrup feeders for supplementation enables the direct and controlled delivery of bioactive compounds to the bees. This approach allows for precise adjustment of concentration levels and facilitates the systemic absorption of the compounds through ingestion. However, to ensure that the syrup is palatable to bees and to maintain the chemical stability and bioavailability of the active ingredients over time, an appropriate formulation is required. Furthermore, the therapeutic efficacy of these compounds must be guaranteed, despite any metabolic transformations that may occur in the bee digestive system. In contrast, fumigation with volatile oil vapours ensures the direct exposure of hive pathogens and parasites to volatile phytochemicals. These vapours can also penetrate deep into the hive, reaching areas such as crevices and brood cells that are inaccessible to other treatment methods. With this method, the vapour concentration and application time must be carefully controlled to prevent adverse effects that could disrupt bee behaviour or cause toxicity. Excessive doses may negatively affect bee foraging activities or colony integrity (Bava et al., 2024; Castagna et al., 2022; Ebert et al., 2007; Geldert et al., 2020).

Impregnating hive materials, such as beeswax or wooden components, with MAP extracts creates a slow-release mechanism, ensuring prolonged exposure of bees and pathogens to the bioactive compounds. This technique can reduce the frequency of interventions by providing continuous low-level treatment. However, the stability of the compounds in the lower layers of the hive, the kinetics of gradual release, and the potential impact on hive structural integrity should be thoroughly evaluated. Current research focuses on optimising these application systems by developing standardised formulations that balance therapeutic efficacy, bee safety, and ease of application. Such advances are critical for facilitating the seamless integration of MAP-based treatments into daily beekeeping management protocols, thereby promoting sustainable disease and pest control strategies that are compatible with ecological and economic considerations (Damiani et al., 2013; Gregorc & Sampson, 2019; Mullin et al., 2010; Saelao et al., 2020; Simone-Finstrom & Spivak, 2010).

Challenges in Implementation and Opportunities for Development

Although they hold significant potential as natural alternatives that support honeybee health, several fundamental challenges hinder the widespread adoption of MAPs in beekeeping systems and their effective and practical implementation. One of the main obstacles is the standardisation of plant extracts. The phytochemical composition of MAPs can vary considerably depending on factors such as species differences, environmental and cultivation conditions, seasonal changes, and harvesting and extraction techniques. This variability directly affects the biological efficacy,

potency, and reproducibility of MAP-based treatments, complicating efforts to establish consistent therapeutic protocols and dosage guidelines. Without standardised formulations, it is difficult to compare results obtained in different beekeeping contexts or guarantee consistent efficacy (Arcanjo et al., 2012; Chaimanee et al., 2017; Cornara et al., 2017; Durazzo et al., 2021; Rasoanaivo et al., 2011; Shompa et al., 2024; Teixeira et al., 2013; Maggi et al., 2016).

However, a significant limitation is the lack of comprehensive, long-term studies evaluating the chronic effects of MAP applications on honey bee colony dynamics, the physiology of individual bees, and the quality and safety of hive products, such as honey and beeswax. Understanding these effects is essential for colony behaviour, reproductive success, and product marketability in relation to MAP applications. To ensure the safe and effective use of MAPs in bee health, it is imperative to conduct rigorous, long-term field studies that cover various beekeeping practices and are conducted under different ecological conditions to establish a robust evidence base that supports their safe and effective use in beekeeping (Erdoğan & Cengiz, 2020; Topal et al., 2020; Bava et al., 2023c; Yamani, 2024).

Another key research priority is the precise identification and characterisation of effective plant species and their bioactive components. This also involves elucidating the molecular mechanisms underlying the antimicrobial, antiparasitic, immunomodulatory, and detoxifying effects. In parallel, optimising application systems adapted to specific diseases, pest pressures, and environmental conditions remains a fundamental challenge. Effective application strategies must be balanced to maximise bioavailability and therapeutic efficacy while minimising potential adverse effects on bee behaviour or colony function. The inclusion of MAP-based treatments within broader integrated pest management (IPM) frameworks offers a promising strategic pathway towards sustainable beekeeping. Such integration can combine the benefits of natural plant-based treatments with traditional methods, creating synergistic effects that enhance disease and pest control while reducing the dependence on synthetic chemicals. This approach is consistent with ecological and economic sustainability goals and supports the resilience of honeybee populations and agricultural ecosystems. Advances in phytochemical analysis techniques, formulation science, and field validation studies will significantly contribute to overcoming these limitations. These scientific and technological developments will facilitate the translation of MAP research from experimental studies into practical and scalable solutions. Ultimately, addressing these challenges through interdisciplinary collaboration and targeted research will enable the full potential of MAPs to be realised, leading to the development of healthier, more resilient honeybee colonies and supporting global pollination services (Ansaloni et al., 2025; Damiani et al., 2013; Dhama et al., 2021; Furlan & Bren, 2023; Gherman et al., 2014; Nainu et al., 2021; Masondo & Makunga, 2019; Singh et al., 2024; Tauber et al., 2019; Wintermantel et al., 2019).

CONCLUSION

The use of medicinal and aromatic plants in beekeeping is an approach that strongly contributes to both protecting colony health and developing sustainable production models. These plants suppress pathogens and pests through multiple biological targets owing to their versatile secondary metabolite content. Thus, they provide a natural, safe, and feasible alternative to synthetic chemical treatments, which are increasingly associated with resistance issues. Additionally, their antioxidant, anti-inflammatory, and immune-supporting effects enhance bee resilience to environmental stressors and strengthen the long-term performance of colonies.

Incorporating MAPs into beekeeping practices not only improves colony health but also reduces chemical loads in agricultural ecosystems and preserves biological diversity. Different application methods, such as fumigation, syrup supplementation, or impregnation of hive materials, are important tools for adapting the therapeutic potential of these plants to practical beekeeping management. However, the safe and effective use of these methods requires a delicate balance of variables, such as correct dosage, appropriate formulation, and compatibility with bee behaviour.

However, there are significant challenges in scaling up the use of MAP as a reliable beekeeping practice. The highly variable phytochemical structures of plant extracts make their standardisation difficult. Studies evaluating the long-term effects on bee physiology, colony behaviour, and hive products are still insufficient. Closing this gap will depend on extensive field research, molecular-level mechanism analyses, and the development of application protocols suitable for different climates and production conditions.

In conclusion, the use of MAPs in beekeeping offers significant opportunities from both ecological and economic perspectives. The application of plant-derived compounds in conjunction with integrated pest management approaches is an effective strategy that reduces chemical dependency, increases colony resilience, and creates a sustainable beekeeping model. However, fully realising this potential depends on strengthening interdisciplinary research, developing standardised formulations, and promoting long-term impact assessments. Conducting these efforts in a holistic manner will significantly contribute to protecting honeybee colonies and ensuring the continuity of global pollination services in the future.

Disclosure of AI usage

During the preparation of this work, the authors utilised artificial intelligence for purposes such as generating text, checking grammar, analysing data and assisting with literature research. After using artificial intelligence, the authors reviewed and edited the content as necessary and take full responsibility for the published work.

REFERENCES

- Anjaria, P., & Vaghela, S. (2024). Toxicity of agrochemicals: Impact on environment and human health. *Journal of Toxicological Studies*, 2(1), 250. <https://doi.org/10.59400/jts.v2i1.250>
- Ansaloni, L. S., Kristl, J., Domingues, C. E. C., & Gregorc, A. (2025). An Overview of the Nutritional Requirements of Honey Bees (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758). *Insects*, 16(1), 97. <https://doi.org/10.3390/insects16010097>
- Arcanjo, D., Albuquerque, A., Citó, A., Melo-Neto, B., Medeiros, M., & Santana, L. (2012). Bioactivity evaluation against *Artemia salina* Leach of medicinal plants used in Brazilian Northeastern folk medicine. *Brazilian Journal of Biology*, 72(3), 505–509. <https://doi.org/10.1590/s1519-69842012000300013>
- Arechavaleta-Velasco, M. E., Alcala-Escamilla, K., Hunt, G. J., Robles-Rios, C., & Tsuruda, J. M. (2012). Fine-scale linkage mapping reveals a small set of candidate genes influencing honey bee grooming behavior in response to Varroa mites. *PLoS ONE*, 7(11), e47269. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047269>
- Bava, R., Bulotta, R. M., Castagna, F., Palma, E., Ruga, S., Caminiti, R., Nucera, S., Britti, D., Naccari, C., & Mollace, V. (2023a). Protective Role of Bergamot Polyphenolic Fraction (BPF) against Deltamethrin Toxicity in Honeybees (*Apis mellifera*). *Animals*, 13(24), 3764. <https://doi.org/10.3390/ani13243764>
- Bava, R., Statti, G., Biondi, V., Poerio, G., Lupia, C., Palma, E., Bulotta, R. M., Britti, D., Lombardi, R., Castagna, F., Liguori, G., Naturale, M. D., & Passantino, A. (2024). Hive Products: Composition, Pharmacological Properties, and Therapeutic Applications. *Pharmaceuticals*, 17(5), 646. <https://doi.org/10.3390/ph17050646>
- Bava, R., Tilocca, B., Marrelli, M., Palma, E., Castagna, F., Ceniti, C., Britti, D., Conforti, F., Lupia, C., Musella, V., Carresi, C., Musolino, V., & Roncada, P. (2023b). Essential Oils for a Sustainable Control of Honeybee Varroosis. *Veterinary Sciences*, 10(5), 308. <https://doi.org/10.3390/vetsci10050308>
- Bava, R., Castagna, F., Ruga, S., Nucera, S., & Caminiti, R. (2023c). Plants and their derivatives as promising therapeutics for sustainable control of honeybee (*Apis mellifera*) pathogens. *Pathogens*, 12(10), 1260. <https://doi.org/10.3390/pathogens12101260>
- Boecking, O., & Genersch, E. (2008). Varroosis – the Ongoing Crisis in Bee Keeping. *Journal Für Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, 3(2), 221–228. <https://doi.org/10.1007/s00003-008-0331-y>
- Boncrisiani, D. L., Oh, S., Lopez, J. A., Zamora, H., Meinhardt, L. W., Palmer-Young, E. C., Evans, J. D., Tauber, J. P., Chen, Y., Peterson, R. J., Nguyen, V., Cao, L., Collins, W., & Grubbs, K. (2021). Impacts of Diverse Natural Products on Honey Bee Viral Loads and Health. *Applied Sciences*, 11(22), 10732. <https://doi.org/10.3390/app112210732>
- Castagna, F., Bava, R., Piras, C., Carresi, C., Musolino, V., Lupia, C., Marrelli, M., Conforti, F., Palma, E., Britti, D., & Musella, V. (2022). Green Veterinary Pharmacology for Honey Bee Welfare and Health: *Origanum heracleoticum* L. (Lamiaceae) Essential Oil for the Control of the *Apis mellifera* Varroaosis. *Veterinary Sciences*, 9(3), 124. <https://doi.org/10.3390/vetsci9030124>
- Chaimanee, V., Pettis, J. S., Thongtue, U., Songsri, S., & Sornmai, N. (2017). Antimicrobial activity of plant extracts against the honeybee pathogens, *Paenibacillus* larvae and *Ascosphaera apis* and their topical toxicity to *Apis mellifera* adults. *Journal of Applied Microbiology*, 123(5), 1160–1167. <https://doi.org/10.1111/jam.13579>
- Christaki, E., Bonos, E., Giannenas, I., & Florou-Paneri, P. (2012). Aromatic Plants as a Source of Bioactive Compounds. *Agriculture*, 2(3), 228–243. <https://doi.org/10.3390/agriculture2030228>
- Colin, T., Wu, X., Westacott, J., Forster, C. C., Barron, A. B., & Meikle, W. G. (2021). Effects of late miticide treatments on foraging and colony productivity of European honey bees (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 52(2), 474–492. <https://doi.org/10.1007/s13592-020-00837-3>

- Cornara, L., Burlando, B., Xiao, J., & Biagi, M. (2017). Therapeutic Properties of Bioactive Compounds from Different Honeybee Products. *Frontiers in Pharmacology*, 8(672643). <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00412>
- Cuesta-Maté, A., Renelies-Hamilton, J., Kryger, P., Jensen, A. B., Sinotte, V. M., & Poulsen, M. (2021). Resistance and Vulnerability of Honeybee (*Apis mellifera*) Gut Bacteria to Commonly Used Pesticides. *Frontiers in Microbiology*, 12(e0178546). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.717990>
- Damiani, N., Fernández, N. J., Gende, L. B., Porrini, M. P., Eguaras, M. J., Brasesco, C., Álvarez, E., Buffa, F., Maggi, M. D., & Marcangeli, J. A. (2014). Laurel leaf extracts for honeybee pest and disease management: antimicrobial, microsporidial, and acaricidal activity. *Parasitology Research*, 113(2), 701–709. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3698-3>
- Dhama, K., Sharun, K., Gugjoo, M. B., Tiwari, R., Alagawany, M., Iqbal Yatoo, M., Thakur, P., Iqbal, H. M. N., Chaicumpa, W., Michalak, I., Elnesr, S. S., & Farag, M. R. (2021). A Comprehensive Review on Chemical Profile and Pharmacological Activities of *Ocimum basilicum*. *Food Reviews International*, 39(1), 119–147. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1900230>
- Durazzo, A., Lucini, L., Plutino, M., Lucarini, M., Pignatti, G., Martinelli, E., Karabagias, I. K., Souto, E. B., & Santini, A. (2021). Antioxidant Properties of Bee Products Derived from Medicinal Plants as Beekeeping Sources. *Agriculture*, 11(11), 1136. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111136>
- Ebert, T. A., Kevan, P. G., Bishop, B. L., Kevan, S. D., & Downer, R. A. (2007). Oral toxicity of essential oils and organic acids fed to honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Apicultural Research*, 46(4), 220–224. <https://doi.org/10.1080/00218839.2007.11101398>
- Erdem, E., İnak, E., Rüstemoğlu, M., & Koç-İnak, N. (2024). Geographical distribution of pyrethroid resistance mutations in *Varroa destructor* across Türkiye and a European overview. *Experimental & Applied Acarology*, 92(3), 309–321. <https://doi.org/10.1007/s10493-023-00879-z>
- Erdoğan, Y., & Cengiz, M. M. (2020). The effects of medical and aromatic plant extracts on some physiological characteristics of honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20(1), 23–31. <https://dergipark.org.tr/en/doi/10.31467/uluaricilik.720548>
- Erler, S., & Moritz, R. F. A. (2015). Pharmacophagy and pharmacophory: mechanisms of self-medication and disease prevention in the honeybee colony (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 47(3), 389–411. <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0400-z>
- Feknous, N., & Boumendjel, M. (2022). Natural bioactive compounds of honey and their antimicrobial activity. *Czech Journal of Food Sciences*, 40(3), 163–178. <https://doi.org/10.17221/247/2021-cjfs>
- Fratellone, P. M., Fratellone, G., & Tsimis, F. (2016). Apitherapy Products for Medicinal Use. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 22(12), 1020–1022. <https://doi.org/10.1089/acm.2015.0346>
- Furlan, V., & Bren, U. (2023). *Helichrysum italicum*: From Extraction, Distillation, and Encapsulation Techniques to Beneficial Health Effects. *Foods*, 12(4), 802. <https://doi.org/10.3390/foods12040802>
- Geldert, C., H.S, A., Abdo, Z., & Stewart, J. E. (2020). Dietary supplementation with phytochemicals improves diversity and abundance of honey bee gut microbiota. *Journal of Applied Microbiology*, 130(5), 1705–1720. <https://doi.org/10.1111/jam.14897>
- Gherman, B. I., Schlüns, H., Dezmarean, D. S., Mărghitaş, L. A., Moritz, R. F. A., Bobiş, O., Erler, S., & Denner, A. (2014). Pathogen-associated self-medication behavior in the honeybee *Apis mellifera*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 68(11), 1777–1784. <https://doi.org/10.1007/s00265-014-1786-8>
- Gregorc, A., & Sampson, B. (2019). Diagnosis of *Varroa* Mite (*Varroa destructor*) and Sustainable Control in Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies—A Review. *Diversity*, 11(12), 243. <https://doi.org/10.3390/d11120243>

- Hernández-Rodríguez, C. S., Marín, Ó., Calatayud, F., Mahiques, M. J., Mompó, A., Segura, I., Simó, E., & González-Cabrera, J. (2021). Large-Scale Monitoring of Resistance to Coumaphos, Amitraz, and Pyrethroids in *Varroa destructor*. *Insects*, 12(1), 27. <https://doi.org/10.3390/insects12010027>
- Iqbal, S., Zhuo, Z., Iqbal, J., Xu, D., Niaz, Y., Bodlah, M. A., Zaheer, M. S., Almoallim, H. S., Nawaz, M., Ali, H., Ali, B., Buttar, N. A., Shah, A. N., & Ansari, M. J. (2024). Exploring the synergistic toxicity of synthetic pesticides and their impact on development and behavior of Honeybee (*Apis mellifera* L.). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 36, 1–7. <https://doi.org/10.3897/ejfa.2024.122884>
- Jack, C. J., & Ellis, J. D. (2021). Integrated Pest Management Control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), the Most Damaging Pest of (*Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)) Colonies. *Journal of Insect Science*, 21(5). <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieab058>
- Kapadia, P., Newell, A. S., Cunningham, J., Roberts, M. R., & Hardy, J. G. (2022). Extraction of High-Value Chemicals from Plants for Technical and Medical Applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(18), 10334. <https://doi.org/10.3390/ijms231810334>
- Khalifa, S. A. M., El-Seedi, H. R., Nahar, L., Sarker, S. D., Hegazy, M.-E. F., Zou, X., Du, M., Abd El-Wahed, A. A., Guo, Z., Musharraf, S. G., Cao, W., Omar, H. A., Yosri, N., Elashal, M. H., & Xiao, J. (2021). Bee Pollen: Current Status and Therapeutic Potential. *Nutrients*, 13(6), 1876. <https://doi.org/10.3390/nu13061876>
- Kumar, Y., Semwal, M., Lal, R. K., Darokar, M. P., Prakash, O., Gupta, M. M., Rahman, L.-U., Tripathi, H., Khan, F., & Tandon, S. (2018). AromaDb: A Database of Medicinal and Aromatic Plant's Aroma Molecules With Phytochemistry and Therapeutic Potentials. *Frontiers in Plant Science*, 9(2031). <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01081>
- Lamichhane, J. R., Boonekamp, P., Mesterhazy, A., Sosnowska, D., Messéan, A., Korbin, M., Enjalbert, J., Decroocq, V., Czembor, J., Finckh, M. R., Zimnoch-Guzowska, E., Kudsk, P., Koppel, M., & Arseniuk, E. (2018). Advocating a need for suitable breeding approaches to boost integrated pest management: a European perspective. *Pest Management Science*, 74(6), 1219–1227. <https://doi.org/10.1002/ps.4818>
- Maggi, M., Brasesco, C., Invernizzi, C., Ruffinengo, S., Aldea, P., Da Silva, R. R., Principal, J., Negri, P., Barrios, C., Teixeira, E. W., Message, D., Vargas, M., Antúñez, K., De Jong, D., & Eguaras, M. (2016). Honeybee health in South America. *Apidologie*, 47(6), 835–854. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0445-7>
- Masondo, N. A., & Makunga, N. P. (2019). Advancement of analytical techniques in some South African commercialized medicinal plants: Current and future perspectives. *South African Journal of Botany*, 126, 40–57. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.06.037>
- Mohamed, A. A., & Alotaibi, B. M. (2022). Essential oils of some medicinal plants and their biological activities: a mini review. *Journal of Umm Al-Qura University for Applied Sciences*, 9(1), 40–49. <https://doi.org/10.1007/s43994-022-00018-1>
- Moritz, R. F. A., Neumann, P., Paxton, R. J., Le Conte, Y., De Miranda, J., & Fries, I. (2010). Research strategies to improve honeybee health in Europe. *Apidologie*, 41(3), 227–242. <https://doi.org/10.1051/apido/2010010>
- Mullin, C. A., Pettis, J. S., Simonds, R., Frazier, M., Frazier, J. L., Ashcraft, S., & Vanengelsdorp, D. (2010). High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health. *PLoS ONE*, 5(3), e9754. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009754>
- Nainu, F., Prova, S. R., Simal-Gandara, J., Masyita, A., Bahar, M. A., Mitra, S., Raihan, M., & Emran, T. B. (2021). Pharmaceutical Prospects of Bee Products: Special Focus on Anticancer, Antibacterial, Antiviral, and Antiparasitic Properties. *Antibiotics*, 10(7), 822. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10070822>
- Nazzi, F., Brown, S. P., Annoscia, D., Del Piccolo, F., Di Prisco, G., Varricchio, P., Della Vedova, G., Cattonaro, F., Caprio, E., & Pennacchio, F. (2012). Synergistic Parasite-Pathogen Interactions Mediated by

Host Immunity Can Drive the Collapse of Honeybee Colonies. *PLoS Pathogens*, 8(6), e1002735. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002735>

Nganso, B. T., Ayalew, W., Wubie, A. J., Assefa, F., Belayhun, L., Ndungu, N. N., Toroitich, D., Otieno-Ayayo, Z. N., Wambua, M. B., Oyieyo, Y. O., Elie, N., Sikirou, R., Idrissou, S. B., Mwiza, W., Turner, S., Bobadoye, B. O., Fameni, S. T., Gaboe, S., Agbodzavu, M. K., ... Subramanian, S. (2025). Honey bee colony losses and causes during the active beekeeping season 2022/2023 in nine Sub-Saharan African countries. *PloS One*, 20(5), e0322489. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0322489>

Olate-Olave, V. R., Verde, M., Vallejos, L., Perez Raymonda, L., Cortese, M. C., & Doorn, M. (2021). Bee Health and Productivity in *Apis mellifera*, a Consequence of Multiple Factors. *Veterinary Sciences*, 8(5), 76. <https://doi.org/10.3390/vetsci8050076>

Pinto, T., Gonçalves, B., Cosme, F., Aires, A., Vilela, A., Morais, M. C., Anjos, R., Bacelar, E., Oliveira, I., & Ferreira-Cardoso, J. (2021). Bioactive (Poly)phenols, Volatile Compounds from Vegetables, Medicinal and Aromatic Plants. *Foods*, 10(1), 106. <https://doi.org/10.3390/foods10010106>

Prodanović, R., Soleša, K., Pelić, M., Brkić, I., Bursić, V., Ljubojević Pelić, D., & Vapa Tankosić, J. (2024). Beekeeping as a Tool for Sustainable Rural Development. *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management (JATEM)*, 7(2), 1054–1066. <https://doi.org/10.55817/ixvm2800>

Rasoanaivo, P., Wright, C. W., Gilbert, B., & Willcox, M. L. (2011). Whole plant extracts versus single compounds for the treatment of malaria: synergy and positive interactions. *Malaria Journal*, 10(Suppl 1). <https://doi.org/10.1186/1475-2875-10-s1-s4>

Reeves, A. M., O’Neal, S. T., Fell, R. D., Brewster, C. C., & Anderson, T. D. (2018). In-Hive Acaricides Alter Biochemical and Morphological Indicators of Honey Bee Nutrition, Immunity, and Development. *Journal of Insect Science*, 18(5). <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey086>

Richardson, K. (2023). Beekeeping role in enhancing food security and environmental public health. *Health Economics and Management Review*, 4(4), 69–79. <https://doi.org/10.61093/hem.2023.4-06>

Rinkevich, F. D., Danko, R. G., & Healy, K. B. (2017). Influence of Varroa Mite (*Varroa destructor*) Management Practices on Insecticide Sensitivity in the Honey Bee (*Apis mellifera*). *Insects*, 8(1), 9. <https://doi.org/10.3390/insects8010009>

Sadia, H., Afroz, M., Khan, H. I., Hossain, Md. M., Rahman, Md. M., & Karki, P. R. (2024). The Exposure of Pesticides to Honeybees: A Global Threat to Food Security. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 24(2), 232–243. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2024.232.243>

Saelao, P., Borba, R. S., Simone-Finstrom, M., Spivak, M., & Ricigliano, V. (2020). Honeybee microbiome is stabilized in the presence of propolis. *Biology Letters*, 16(5), 20200003. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0003>

Shompa, S. A., Riti, S. J., Wang, S., Mamun, A. A., Shao, C., Alam, S., Geng, P., Hasnat, H., Nur, F., & Islam, M. M. (2024). Phyto-pharmacological evaluation and characterization of the methanolic extract of the *Baccaurea motleyana* Müll. Arg. seed: promising insights into its therapeutic uses. *Frontiers in Pharmacology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1359815>

Simone-Finstrom, M., & Spivak, M. (2010). Propolis and bee health: the natural history and significance of resin use by honey bees. *Apidologie*, 41(3), 295–311. <https://doi.org/10.1051/apido/2010016>

Singh, K., Shinde, M. G., Alshahrani, A. M., Jain, D., Almarhoon, Z. M., Calina, D., Chanchal, D. K., Tripathi, A., Gupta, J. K., Sharifi-Rad, J., & Kumar, S. (2024). Natural products as drug leads: exploring their potential in drug discovery and development. *Naunyn-Schmiedeberg’s Archives of Pharmacology*, 398(5), 4673–4687. <https://doi.org/10.1007/s00210-024-03622-6>

- Tauber, J. P., Collins, W. R., Schwarz, R. S., Chen, Y., Grubbs, K., Huang, Q., Lopez, D., Peterson, R., & Evans, J. D. (2019). Natural Product Medicines for Honey Bees: Perspective and Protocols. *Insects*, 10(10), 356. <https://doi.org/10.3390/insects10100356>
- Teixeira, B., Nunes, M. L., Marques, A., Saraiva, J. A., Neng, N. R., Matos, O., Serrano, C., Ramos, C., & Nogueira, J. M. F. (2013). Chemical composition and bioactivity of different oregano (*Origanum vulgare*) extracts and essential oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(11), 2707–2714. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6089>
- Topal, E., Cıpcıgan, M. C., Tunca, R. İ., & Kösoğlu, M. (2020). The use of medicinal aromatic plants against bee diseases and pests. *Bee Studies*, 12(2), 80–90. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bst/issue/56349/724879>
- Végh, R., Csóka, M., Sörös, C., & Sipos, L. (2021). Food safety hazards of bee pollen – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 490–509. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.016>
- Viteri, R., Giordano, A., Montenegro, G., & Zacconi, F. (2021). Bioactive compounds in *Apis mellifera* monofloral honeys. *Journal of Food Science*, 86(5), 1552–1582. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15706>
- Wintermantel, D., Odoux, J., Bretagnolle, V., & Chadœuf, J. (2019). Organic farming positively affects honeybee colonies in a flower-poor period in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 56(8), 1960–1969. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13447>
- Zhou, W., Arcot, Y., Medina, R. F., Bernal, J., Cisneros-Zevallos, L., & Akbulut, M. E. S. (2024). Integrated Pest Management: An Update on the Sustainability Approach to Crop Protection. *ACS Omega*, 9(40), 41130–41147. <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c06628>
- Yamani, H. (2024). Production of bioactive honey from medicinal plants using alternative and conventional production methods [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. RMIT University. https://research-repository.rmit.edu.au/articles/thesis/Production_of_bioactive_honey_from_medicinal_plants_using_alternative_and_conventional_production_methods/27579981

GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARINDAKİ HASTALIK OLGULARINDAN *LACTOCOCCUS GARVIEAE* İZOLASYONU, MOLEKÜLER İDENTİFİKASYONU VE ANTİBAKTERİYEL DUYARLILIĞININ BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Murat SAYTEKİN

Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı
Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7486-8054>

ÖZET

Lactococcus garvieae, alabalıklarda enfeksiyonlara yol açarak çiftliklerde verim kayıplarına sebep olan bakteriyel bir patojendir. Etkenin son yıllarda yükselen bir zoonotik önemi de vardır. Bu sebeple, gıda güvenliği ve antibiyotik dirençliliği açısından da dikkatle izlenmesi gerekir. Bu çalışmada, hastalık semptomları göstererek ölen alabalıklardan *Lactococcus garvieae* izolasyonu, moleküler identifikasyonu ve izolatların antibakteriyel hassasiyetlerinin belirlenmesi amaçlandı. Bunun için Şanlıurfa-Birecik ilçesindeki Karkamış baraj gölünde faaliyet gösteren iki işletmeden, hastalık semptomları göstererek ölen 20 adet balık nekropsi için Harran üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı laboratuvarına getirildi. Lezyonlu doku ve organlardan inceleme örnekleri kanlı agar ekildi. Aerobik şartlarda, 37 °C’de 48 saat inkübe edildi. Üreyen kolonilere Gram boyama uygulandı. Kültür ve bireysel morfolojileri incelendi. Safılaştırma ekimleri yapıldı. Şüpheli olanlara katalaz, oksidaz, O/F besiyerinde üreme testleri yapılarak MALDITOF-MS analizine tabi tutuldu ve tür seviyesinde tanımlandı. Moleküler tanı için 1100 bp band oluşturan, tür spesifik pLG-1: CATAACAATGAGAATCGC ve pLG-2: GCACCCTCGCGGGTTG primerleri kullanıldı. Kirby-bauer disk difüzyon tekniği ile antibakteriyel duyarlılıklar belirlendi. Sonuçlar, Clinical and Laboratory Standards Institute standartlarına göre değerlendirildi. Nekropsi sonunda deride, kas dokuda peteşiyel kanamalar, solungaç ve yüzgeç uçlarında çürümeler ve iç organlarda kanama odakları görüldü. Ekimlerden 24-48 saat sonra, mat-beyaz renkte koloniler üredi. Boyamada yuvarlağımsı, Gram (+) bakteriler görüldü. Bakterilerin fermentatif karakterde, kanlı agar da hemoliz yapan özellikte olduğu gözlemlendi. Katalaz ve oksidaz testleri (-) sonuç verdi. MALDITOF-MS analizi sonunda 14 adet *Lactococcus garvieae* tanımlandı. İzolatların tamamı PCR ile doğrulandı. Antibakteriyel duyarlılıklarına göre, izolatların %100’ü Gentamisine, %92,85’i Trimethoprim/Sulphamethoxazole, %88,71’i Amoxicilline, %50 si Oksitetrasikline, % 21,42’si Penisiline ve %14,28’i Kloramfenikole dirençli bulundu. Sonuç olarak çiftliklerdeki hastalık olgularından *Lactococcus garvieae* izolasyonu yapıldı. Enfeksiyonlardan kaçınmak için bakım besleme şartlarının düzeltilmesi ve koruyucu tedbirlerin alınması tavsiye edildi. Hastalık olgularında uygulanacak antibiyotiklerin antibiyogram sonuçlarına göre belirlenmesinin önemi vurgulandı.

Anahtar Kelimeler: *Lactococcus garvieae*; Alabalık; İzolasyon; PCR; Antibiyogram

ISOLATION, MOLECULAR IDENTIFICATION AND DETERMINATION OF ANTIBACTERIAL SENSITIVITY OF *LACTOCOCCUS GARVIEAE* FROM DISEASE CASES IN RAINBOW TROUT

Assist. Prof. Dr. Ahmet Murat SAYTEKİN

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Microbiology,
Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7486-8054>

ABSTRACT

Lactococcus garvieae causes infections in trout, leading to productivity losses on farms. The bacteria have also shown increasing zoonotic significance in recent years. Therefore, careful monitoring is necessary to ensure food safety and prevent the development of antibiotic resistance. This study aimed to isolate *Lactococcus garvieae* from trout exhibiting disease symptoms, to identify it molecularly, and to determine the antibacterial susceptibility of the isolates. For this purpose, 20 fish that died with disease symptoms from two farms operating in the Karkamış Dam Lake in the Birecik district of Şanlıurfa were brought to the Microbiology Department Laboratory of Harran University's Faculty of Veterinary Medicine for necropsy. Lesions from tissues and organs were inoculated onto blood agar and incubated at 37°C for 48 hours under aerobic conditions. Gram staining was performed on the growing colonies. Culture and individual morphology were analysed. Purification passages were carried out. Suspicious bacteria were subjected to catalase and oxidase tests, growth tests in O/F media, and MALDITOF-MS analysis, and identified to the species level. Primers, pLG-1: CATAACAATGAGAATCGC and pLG-2: GCACCCTCGCGGGTTG, generating a 1100 bp band, were used for molecular diagnosis. Antibacterial susceptibilities were determined using the Kirby-Bauer disk diffusion technique. The results were evaluated according to Clinical and Laboratory Standards Institute's standards. At the end of necropsy, petechial hemorrhages were observed in the skin and muscle tissue, decay on the gill and fin tips, and hemorrhagic foci in the internal organs. 24-48 hours after inoculation, dull-white colonies grew. Staining revealed rounded, Gram (+) bacteria. The bacteria were observed to be fermentative, and hemolytic on blood agar. Catalase and oxidase tests were negative. MALDITOF-MS analysis identified 14 *Lactococcus garvieae* strains. All isolates were confirmed by PCR. Based on their antibacterial susceptibilities, 100% of the isolates were resistant to Gentamicin, 92.85% to Trimethoprim/Sulphamethoxazole, 88.71% to Amoxicillin, 50% to Oxytetracycline, 21.42% to Penicillin, and 14.28% to Chloramphenicol. Consequently, *Lactococcus garvieae* was isolated from disease cases on the farms. To avoid infection, it was recommended that care and feeding conditions be improved and preventive measures be implemented. The importance of determining which antibiotics to administer in disease cases based on antibiogram results was emphasized.

Key Words: *Lactococcus garvieae*; Trout; Isolation; PCR; Antibiogram

NUTRITION, HEALTH AND PRACTICES IN ANCIENT MEDICINE

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Afyon Kocatepe University/ Faculty of Engineering/ Department of Food Engineering/
Department of Food Technology Afyon, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5429-5882>

ABSTRACT

Nutrition is the most important human need for survival. What we eat and drink contains essential nutrients such as carbohydrates (starch/sugar), fat, protein, and water, as well as vitamins, minerals, active compounds, and substances such as flavor, fragrance, and more. They can even contain beneficial and unhelpful substances such as fibers and resins, as well as harmful (toxic) compounds such as heavy metals and residues of various drugs and fertilizers.

Digestive products (metabolites) are formed from consumed foods after metabolism. Some of these metabolites are used for bodily needs, while others are eliminated through various means. While a normal, healthy body can eliminate post-digestive waste products without any problems, some substances can be detrimental to health due to factors such as a weakened immune system, genetic factors, colds, fatigue, sadness, stress, and air pollution. Solutions to health problems have been sought in the past, as they are today.

This article explains the ways and effects of foods, beverages and certain foodstuffs against various diseases. In short, the content of the article primarily addresses the relationship between nutrition and health. In addition to what we eat and drink daily to maintain health, it focuses on certain treatments such as diet, inducing vomiting, diarrhea, and bloodletting. The information in this article is summarized primarily from the books *Al-Qanun Fit Tıb* (Ibn Sina), *Muntehabı Şifa* (Hızır Pasha), and *Edviyei Müfrede* (Ishak Bin Murad).

To find solutions to health problems stemming from nutrition today, we have sought to utilize the information in ancient books. We consider it a national duty and a duty to our country to incorporate this knowledge, applied for centuries, into the solution of today's diseases. We will also strive to contribute similar works to our national science. I hope this study will be beneficial to our country and our people.

Keywords: Nutrition, Health, Ancient Medicine,

BESLENME, SAĞLIK ve KADİM TIPTAKİ UYGULAMALAR

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Müh. Bölümü, Afyonkarahisar

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5429-5882>

ÖZET

İnsanın hayatını devam ettirebilmesi için en önemli ihtiyacı beslenmedir. Yediklerimiz ve içtiklerimiz vücudun ihtiyacı olan karbonhidrat (nişasta/ şeker), yağ, protein ve su gibi temel besin öğeleri yanında vitamin, mineral, aktif bileşikler ile tat, koku vb. maddeleri de içermektedir. Hatta lifler ve reçineler gibi faydalı/ faydasız maddeler ile ağır metaller, çeşitli ilaç ve gübre kalıntıları gibi zararlı (toksik) bileşenleri de bulundurabilirler.

Tüketilen gıdalardan metabolizma sonrası sindirim ürünleri (metabolitler) meydana gelir. Bu metabolitlerin bazıları vücut ihtiyaçları için kullanılırken bazıları çeşitli yollarla bünyeden atılır. Normal sağlıklı bir bünye sindirim sonrası ortaya çıkan atıkları sorunsuz atabilirken bağışıklık sisteminin zayıflaması, genetik sebepler, üşütme, yorgunluk, üzüntüler, stres ve hava kirliliği gibi sebeplerden dolayı bazı maddeler sağlığa zarar verebilmektedir. Bugün olduğu gibi geçmişte de sağlık sorunlarına çözümler aranmıştır.

Bu makalede yiyeceklerin, içeceklerin ve bazı gıda maddelerinin çeşitli hastalıklara karşı kullanım şekilleri ve etkileri anlatılmıştır. Kısacası makalenin içeriği ağırlıklı olarak beslenme ve sağlık ilişkilerini ele almaktadır. Sağlığı korumada günlük yediklerimiz, içtiklerimiz yanında perhiz, kusturma, ishal yapma ve kan aldırma gibi bazı tedaviler üzerinde durulmaktadır. Bu makaledeki bilgiler özellikle El-kanun Fit Tıb (İbni Sina), Müntehabı Şifa (Hızır Paşa) ve Edviyei Müfrede (İshak Bin Murad) kitaplarından özetlenmiştir.

Günümüzde beslenmeden kaynaklanan sağlık sorunlarına çözüm bulabilmek için kadim kitaplardaki bilgilerden yararlanılmaya çalışılmıştır. Yüzlerce yıl uygulanmış bu bilgilerin günümüz hastalıklarının çözümüne kazandırılmasını bir milli görev ve ülkemize karşı bir borç olarak gördük. Yine benzer eserleri de ülkemiz bilimine kazandırmaya çalışacağız. Çalışmanın Ülkemize ve Milletimize faydalı olmasını temenni ederim.

Anahtar kelimeler: Beslenme, Sağlık, Kadim Tıp.

ÖZET

İnsanın hayatını devam ettirebilmesi için en önemli ihtiyacı beslenmedir. Yediklerimiz ve içtiklerimiz vücudun ihtiyacı olan karbonhidrat (nişasta/ şeker), yağ, protein ve su gibi temel besin öğeleri yanında vitamin, mineral, aktif bileşikler ile tat, koku vb. maddeleri de içermektedir. Hatta lifler ve reçineler gibi faydalı/ faydasız maddeler ile ağır metaller, çeşitli ilaç ve gübre kalıntıları gibi zararlı (toksik) bileşenleri de bulundurabilirler.

Tüketilen gıdalardan metabolizma sonrası sindirim ürünleri (metabolitler) meydana gelir. Bu metabolitlerin bazıları vücut ihtiyaçları için kullanılırken bazıları çeşitli yollarla bünyeden atılır. Normal sağlıklı bir bünye sindirim sonrası ortaya çıkan atıkları sorunsuz atabilirken bağışıklık sisteminin zayıflaması, genetik sebepler, üşütme, yorgunluk, üzüntüler, stres ve hava kirliliği gibi sebeplerden dolayı bazı maddeler sağlığa zarar verebilmektedir. Bugün olduğu gibi geçmişte de sağlık sorunlarına çözümler aranmıştır.

Bu makalede yiyeceklerin, içeceklerin ve bazı gıda maddelerinin çeşitli hastalıklara karşı kullanım şekilleri ve etkileri anlatılmıştır. Kısacası makalenin içeriği ağırlıklı olarak beslenme ve sağlık ilişkilerini ele almaktadır. Sağlığı korumada günlük yediklerimiz, içtiklerimiz yanında perhiz, kusturma, ishal yapma ve kan aldırma gibi bazı tedaviler üzerinde durulmaktadır. Bu makaledeki bilgiler özellikle El-kanun Fit Tıb (İbni Sina), Müntehabı Şifa (Hızır Paşa) ve Edviyei Müfrede (İshak Bin Murad) kitaplarından özetlenmiştir.

Günümüzde beslenmeden kaynaklanan sağlık sorunlarına çözüm bulabilmek için kadim kitaplardaki bilgilerden yararlanılmaya çalışılmıştır. Yüzlerce yıl uygulanmış bu bilgilerin günümüz hastalıklarının çözümüne kazandırılmasını bir milli görev ve ülkemize karşı bir borç olarak gördük. Yine benzer eserleri de ülkemiz bilimine kazandırmaya çalışacağız. Çalışmanın Ülkemize ve Milletimize faydalı olmasını temenni ederim.

Anahtar kelimeler: Beslenme, Sağlık, Kadim Tıp.

GİRİŞ

İnsan hayatı hem beden hem de ruhen değerlidir. Yaşama hakkı ve inanç özgürlüğü bunun için uluslararası hukukta ve bütün dinlerde kutsaldır. İnsanın beden ve ruh sağlığını devam ettirebilmesi için en önemli ihtiyacı beslenmedir. Bilimin ve teknolojinin ilerlemesi ile gıdalarda çeşitli besin maddelerinin (nişasta/ şeker, yağ, protein ve su gibi temel besin öğeleri, vitamin, mineral, fenolikler, tat, koku maddeleri, lifler ve reçineler gibi faydalı/ faydasız maddeler ile ağır metaller, çeşitli ilaç ve gübre kalıntıları gibi zararlı bileşenler) bulunduğu belirlenmiştir.

Besin maddelerinin içeriklerinin bilinmediği dönemlerde gıdalardan yararlanma ve metabolizma sonrası meydana gelen sindirim ürünleri (metabolitler) gibi konular bazı gözlemler ve mantıklı yaklaşımlarla açıklanmaya çalışılmıştır. Beslenme ve sağlık ilişkileri bugün de gıda, beslenme, fizyoloji ve sağlık bilimcileri meşgul etmeye devam etmektedir. Günümüzde beslenme kaynaklı ve diğer sağlık sorunlarına çözüm bulabilmek için çeşitli analiz ve görüntüleme yöntemlerinden yararlanılmasına rağmen bazı teşhislerde zorluklar çekilmektedir. Geçmiş dönemlerde de insanlar karşılaştıkları sağlık problemlerine çözümler aramışlar ve sağlığı korumada günlük yediklerimiz, içtiklerimiz yanında çeşitli diyet önerileri, perhiz, kusturma, ishal yapma ve kan aldırma gibi çeşitli tedaviler üzerinde durmuşlardır. Beslenme sağlık ilişkileri konularında kadim kitaplarda yüzlerce yıl uygulanmış koruyucu hekimlik yöntemleri ve gıdaların fonksiyonel özelliklerinden başarılı şekilde yararlanıldığı görülmektedir. Kadim kitaplarda tedaviden önce koruyucu hekimliğin insanların hastalanmalarını önlemeye çalıştığı bir yaklaşım içinde olduğu anlaşılmaktadır. Bunun için öncelik sağlığın beslenme gibi doğal yollardan

korunması üzerinde durulmuştur. Hatta hastaların mümkün olduğu kadar ilaç ile tedavilerinden kaçınılmaya çalışılmış ve ilaç kullanmanın insan vücudunda doğal işleyişte şaşkınlık yapacağı belirtilmiştir. Böylece temel amacın hastalığa yol açan nedenlerin düzeltilmesi uygulamaları benimsenmiştir.

Bu makalede yiyeceklerin, içeceklerin ve bazı gıda maddelerinin çeşitli hastalıklara karşı kullanım şekilleri ve etkileri anlatılmıştır. Kısacası makalenin içeriği ağırlıklı olarak beslenme ve sağlık ilişkilerini ele almaktadır. Sağlığı korumada günlük yediklerimiz, içtiklerimiz yanında koruyucu hekimlik gibi bazı tedaviler üzerinde durulmaktadır. Günümüzde de bazı kronik ve beslenme hastalıklarının çözümüne katkı olması amacı ile makaledeki bilgiler özellikle El-kanun Fit Tıb (İbni Sina), Müntehabı Şifa (Hızır / Hacı Paşa) ve Edviyei Müfrede (İshak Bin Murad) kitaplarından özetlenmiştir.

Tarihteki Ünlü Hekimlerden bazı sağlık önerileri:

Lokman Hekim, oğluna dedi ki: Oğlum! Hayatında üç şeyden taviz verme;

1. En iyi yemeği yemekten, 2. En konforlu yatakta uyumaktan, 3. En lüks evde oturmaktan...

Oğlu, "Babacığım, biz fakiriz, peki ben bunu nasıl gerçekleştireceğim?" deyince, Hekim şöyle cevapladı; -Sadece acıktığında yemek yersen, en iyi yemeği yemiş olursun, - Çok çalışıp yorgun bir vaziyette uyursan, en konforlu yatakta yatmış olursun, -İnsanlara iyi muamele yaparsan, onların kalbinde yer edersin; Böylece de en lüks evde oturmuş olursun.

Hipokratın Tavsiyesi: Yiyecekler ilacınız, ilacınız yiyecekleriniz olsun.

Galen'in Perhiz ve Tedavi Önerisi; Galenos der ki: İlaçların etkisiz kaldığı eski ve müzmin (kronik) bütün hastalıklar perhiz ve latif (iyi) tedbirler (uygulamalar) ile yok edilir (iyileşir).

Öğrencilerinin Galenos'tan kendisi öldükten sonra tüm hastalıkları kısa yoldan tedavi edebilmelerini öğretmesini istemeleri üzerine "‘Kanı demirle, safrayı sikencübinle (bal + sirke), kara safrayı aftimon (küsküt) ile ve balgamı ayaric ile tedavi et.' dediği rivayet edilir.

Şeyhlerin Reisi İbni Sina Der ki: Bütün vasiyetimi ezberleyin ve onu uygulayın çünkü tıbbın özeti sözlerimde toplanmıştır.

Çok sık cinsel ilişkiye girmeyin çünkü rahimlere dökülen hayat suyudur.

Günde bir kez yemek yiyin ve sindirilmemiş yemek üzerine yemek yemekten sakının.

Basit bir hastalığı hafife almayın çünkü (o hastalık) yanarken büyüyüp yayılan ateşe benzer.

Yemeğin üzerine hemen içecek içmeyin veya bir şey içince hemen üzerine yemek yemeyin.

Nitekim yemekler vücut sağlığına destek olur, dertlerin ve hastalıkların şifasıdır.

Sakın kendinizi sadece tek bir şey yemeye zorlamayın yoksa kendiniz kontrolü kaybedersiniz.

Kadim tıptaki Mizaçlar (İnsan vücudunun özellikleri):

Demevi (sıcak ve nemli): Gıdaların sindirim ürünlerinden (metabolitlerden) kanın çok oluşmasıdır.

Balgami/ mukozal (soğuk ve nemli): Gıda metabolitlerinden mukus çok oluşmasıdır.

Safravi (sıcak ve kuru): Metabolitlerden safra çok oluşmasıdır.

Sevdavi(soğuk ve kuru): Metabolitlerden kara safra çok oluşmasıdır.

Yiyeceklerin Yapıları (nitelikleri):

Sıcak: Tüketildiğinde vücuda etki eden.

Soğuk: Tüketildiğinde vücuda çok etki etmeyen.

Yaş: Tüketildiğinde susuzluk hissi oluşmaz.

Kuru: Tüketildiğinde susuzluk hissi oluşur.

Perhiz: (Mevlana Mesnevi, 5, 2830)

Açlık Zahmeti, illetlerden daha iyidir, hele açlıkta yüzlerce fayda ve hüner de varken.

Açlık ilaçların padişahıdır... Bütün hastalıklar açlıkla iyileşir.

Tıp ve doktorluğun doğuşu: (Mesnevi, 4, 1290)

Her sabah Süleyman Mescidi Aksaya gelir, tam bir ihlasla Allah'a ibadet ederdi. Her gün mescitte yeni otun bittiğini görür, adın nedir, ne faydan var? Ne biçim ilaçsın, nesin sana ne derler... Kime

ziyansın, faydan kime? Diye sorardı. Her ot, adını, tesirini söyler; ''şuna can'ım, öbürüne zehir... Buna zehirim, ona şeker... Adım, kader levhinde şudur diye dile gelirdi. Doktorlar Süleyman'dan o otu öğrenirler, bilgi sahibi olurlar, ona uyarlardı. Bu suretle doktorluk kitapları düzdüler... Bedenleri hastalıklardan kurtardılar.

İnsan bedeninin sıhhatini koruma kaide ve esaslarından olan altı zarurî sebebi bildirir.

Birinci sebep: Bizi kuşatan havadır.

İkinci sebep: Cismani sükûn ve harekettir.

Üçüncü sebep: Nefsanî hareket ve sükûndur.

Dördüncü sebep: Uyku ve uyanıklıktır.

Beşinci sebep: Yiyecek ve içeceklerdir.

Altıncı sebep: İstifra ve hapsetmedir.

Hastalık Sebepleri (Müntehabı Şifa):

Hastalıkların sebebi ya çok üzûlmek, ya çok öfkelenmek, ya korkmak, ya çok ferah olmak, ya çok kaygılı (kuruntulu) olmak.

Uyuyamamak, ya çok yorulmak, kuvvetli müşhil içmek, ya sancı olmak, ya organda çok ağrı olmak, ya aklın gitmesi.

Çok aç olmak, ya çok susuz olmak, ya hazımsızlık olması, ya görünen organlarda şiş (ur/ çıban) olması, ya sıcak geçmesi, ya soğuk alınlığı.

Çok sıcak gıdalar veya sıcak otlar (etkili ilaçlar) yemek.

Hamamda çok durmak, ya uzun süre hamama gitmemek.

Grip veya nezle olmak ya da çok uyumaktır.

Yiyeceklerde itidal (Marifetname):

Şu halde vücudunun sıhhatini hali üzere korumaya özenen kimseye lazımdır ki, gıdalardan siyah taneler gibi pisliklerden temizlenmiş buğday ekmeğiyle, mülayim tatlılar, koyun eti, kümes hayvanları eti ile yetine.

Lokmayı küçük alıp, çiğnemeyi çok ede. Meyvelerden ancak incir, üzüm kuru üzüm seçe. Ama ilaç olan meyvelere iltifat etmeye. Meğerki mizaç itidali için yenile. Veyahut hazır yiyecek onda buluna.

İştahsız yemek yenmemelidir. İştah giderilip, ertelenmemelidir. Yaz günlerinde soğuk gıdalar, kışın sıcak gıdalar alınmalıdır. Hazım olunmuş yemek üzerine başka yemek yenmemelidir. Önceki gıda ile sonraki hazımda karışmaması için yemek yeme süresi uzatılmamalıdır. Hazımda tabiata şaşkınlık gelmemesi için yemek çeşitleri çoğaltılmamalıdır. Çok olmazsa lezzetli gıdalar en faydalıdır. Ekşi gıdalar zararlıdır, ihtiyarlığı hızlandırıcı ve uzuvları kurutucudur. Tatlı gıdalar, mideyi rahatlatıcı, bedeni ısıtıcı ve safrayı hareket ettiricidir. Tuzlu gıdalar, bedeni kurutucu, safrayı doğurucu ve uzuvlarla kuvvetlere zarar vericidir. Tatlının zararını, ekşi defeder. Ekşiler, tatlı ile giderilir. Tuzsuzlar tuzluyu, tuzlular tuzsuzu mutedil eder. Yeme iştihası kesilmeden ondan el çekmek gerekir. Yemek vakitlerini gözetmek elbette lazımdır, vaciptir. Lakin kötü gıdalara alışmış olan, devam etmeyip, yavaş yavaş terk etsin. Yemek vakitlerini düşürerek, birle yetinsin. Zira gündüz bir öğün yemek, bir öğün gece yemek gerekir, karıştırmak tabiata sıkıntı verir.

İçeceklerde İtidal (Marifetname):

Su içmek, yemekten iki üç saat geçmesinden sonra faydalı bilinmiştir. Yemek arasında su içmek, hastalığı körükler. Hemen sonra içmek, bozucu ve kötüdür. Lakin midesi sıcak olan kimse yemeğin arasında ve akabinde su içmekle istifade eder. İştihası zayıf olan kuvvet bulur. Zira ki, o zaaf, hararet çokluğundan gelir. Şu halde su içmekle hararet mutedil olur. Aç karnına ve terli iken, özellikle cima, hamam, müşhil içme akabelerinde (sonrasında), meyveler üzerine özellikle kavun üzerine su içmek; soğuk içecekler oldukça kötüdür. Eğer bu vakitlerde susuzluğa tahammül olunmazsa, çocuğun meme emdiği gibi, dudak ile kâse kenarı arasında yalama ile içip üç nefesten geçmesin. Her nefeste, üç yudumdan ziyade içmesin. Zira ki, çok olur ki, susuzluk yapışıcı balgamdan veya tuzlu balgamdan dolayı olur. Hâlbuki su içmeye iltifat olundukça, susuzluk çoğalır. Eğer o susuzlukta sabır olunsa, tabiat o susatan maddeyi eritip, susuzluk dahi gider. Çok

olur ki, bunun gibi susuzluk maddesini bal gibi sıcak şeyler yatıştırır. Her zaman ayakta su içmek hatalıdır. Ancak zezem suyu şifadır.

İshak Bin Murat der ki: Zira ılık suyun üst sınırdaki çok faydası vardır. İsa (AS) zamanında Calinus'a bir adamın ortaya çıktığını ve ölüyü dirilttiğini haber vermişler. Calinus şöyle demiş: Gidin bakın. Eğer ılık su ile diriltiyorsa tabiidir ve hikmet bilir. Eğer ılık su ile değilse mucizesi olan peygamberdir ve ona uyun. Ilık suyun bunun gibi faydaları vardır ama çok sıcak su vücut sıcaklığını bozarak anormal sıcaklık oluşturur. Eti ve yağı eritir, gönle tasa yapar, baygınlık oluşturur ve zihni bozar. İyisi ılıştırılmış olandır.

İhtiyarat ve İhtizarat kitabında Kisra'ya (Sasaniler) Hekiminin Nasihati (Edviyei Müfrede):

İlk olarak: midede yemek varken üzerine başka yiyecek yenmemelidir. İkincisi: dışın zorlandığı ve midede sindirimi güç olan yiyecekler tüketilmemelidir. Üçüncüsü: Üç günde bir hamama gitmeyi adet edinmelidirler. İlaçların fayda etmediği hastalıklar vardır ki bunları hamamın buharı çözer. Dördüncüsü: Kan, vücudun koruyucusu olduğu için çok olmalıdır, zaruret olmadıkça onu gidermek için çaba gösterilmemelidir. Beşincisi: Haftada bir kere fazla iş (cinsel ilişki?) yapmamalıdır, onu fazla yapmakta büyük zararlar vardır. Altıncısı: Ayda iki kez kusmayı adet edinmelidirler ki onda çok faydalar vardır. Yedincisi: Uyumak için gerekli yer tenhada olmalıdır, eğer onda fazla (gaz?) gelirse tutmayıp defedilmeli ki temel organlar huzur bulmalıdır. Sekizincisi: İdrar asla tutulmamalı, basınç yaptığı zaman ertelenmemeli ki ertelenirse çok zararı vardır. Dokuzuncusu: Cinsel ilişkiye girmede aşırı gidilmemelidir, o hayatın canlılığını giderir ve sağlığa zararlıdır. Onuncusu: Kişi mecbur olmadıkça ilaç içmemelidir, ilaç içmek sindirim ürünlerini karıştırarak mideyi güçsüz ve zayıf kılar. On birincisi: Yaşlı kadınlar ve hastalarla yakın (cinsel) ilişkiye girilmemelidir ki bu, ani ölüm getirir. On ikincisi: Hamama asla tok olarak girilmemeli, tok olarak hareket (aktivite) ve cinsel ilişki yapılmamalı ki onun çok çeşitli zararları vardır.

Çok Kullanılan İlaç ve Gıdaların Özellikleri (Marifetname):

Herkes kendi vücudunun hekimi olmalıdır. Kullandığı ilaç ve gıdaların tabiat ve menfaatlerini bilmelidir. Her birisini hükmüyle kullanmalıdır. Ta ki vücudu sıhhat üzere kalmalıdır. Gıdalardan her birinden her bir deva ki, insan bedeninde keyfiyetiyle tesir eder. Gerçek o ilaç, insan bedenine gelip, onunla beden kendi tabii hararetinden uyanırsa;

Mutedil (Bünyeye Uygun) İlaç: Vücuda insan ihtiyaçlarından farklı etki etmez. Eğer vücuda gereğinden farklı tesir ederse, o ilaç normalden ve lüzumundan dışa çıkmıştır.

Birinci Derece Etkili İlaç: İlacın tesiri az olup, hissedilmez.

İkinci Derece Etkili İlaç: Tesiri hissedilir, lakin bedene zarar vermez.

Üçüncü Derece Etkili İlaç: Bedene zarar verir, lakin zararı helak edici değildir. Dördüncü Derece

Etkili İlaç: Zararı ölüme kadar varır. Ona zehir ilaç adı verilmiştir. Gıdaların da hükümleri, bu ilaçlar gibi bulunmuştur.

İlaçların hangisi hangi hastalığa uygundur (Edviyei Müfrede):

Önce baş ağrısına yararlı, uygun ve ona münasip ilaçlar şunlardır: Oğlan aşısı (çakşır), acı badem yağı, anason, papatya, menekşe, sabır otu, sandal, oğulotu, kav mantarı (garikun), kabak yağı, koruk, kişniş, marul tohumu ve nilüfer.

Soğuktan oluşana: Katran, hıyarşenber (uzun acur), kızıl gül, oğlan aşısı (kunduz taşığı) ve mahmude.

Tulun (şakak) ağrısına Şakika derler. Şunlar yararlıdır: İklül melik (koçboynuzu), papatya tohumu, küçük Hindistan cevizi, hatmi, acur, amber, safran ve nilüfer.

Kulak ağrısına şunlar yararlıdır: Acı badem yağı, turp yağı, tutya, çöven, şeker pancarı, sirke, buhar, sumak, fındık yağı, katran, kenevir tohumu yağı, mazı ve tilki yağı.

Göz ağrısına şunlar yararlıdır: Eğir otu (kasık otu), tutya, sirke, sumak, gül suyu.

Kulak dibinde olan şişe şunlar yararlıdır: Yabancı yetişen rezene dövülür, tuzla karıştırılır, üzerine sarılır.

Ruaf (Burun Kanaması) için şunlar uygundur: Isırgan otu, yabancı yetişen reyhan, tavuk beyni, kişniş, pırasa, kimyon, güvercin kanı, güvercin yumurtası, yeşil sac madeni ve burun kanı bir yumurta içine alınır, ateşe konularak yakılır, toz haline getirilir ve ince bir boru ile buruna

üflenirse Allah'ın izni ile kanı kesilir. Eğer burun kanı durmazsa yeşil mazı ağacı çok sıcak oluna kadar ateşe tutulur, sonra sirkeye batırılır. Bundan iki dirhemi (6,17 g.), sacdan dört dirhemi (12,34 g.), şaptan altı dirhemi (18.52 g.) ve kâfurdan bir dengi (0,708 g.) ayrı ayrı ezip tümünü karıştırıp bir parça bezi fitil yaparak bu ilaçlara bulaştırıp buruna sokarlarsa derhal kanı keser. Bir başka şekil de mermer dövülüp (tozu) ince bir boru ile buruna üflenirse kanı durdurur.

Aft'a (Ağız ağrısına) şu ilaçlar uygundur: Ilgın (Tamarix tetrandra) meyvesi, böğürtlen, topalak (cyperus rotundus), sinirli ot, sığırdili otu, aspur (yalancı safran), kebabe (piper cubeba), kişniş, kili ermeni (kırmızı toprak) ve mazı.

Ağız kokusuna şu ilaçlar yararlıdır: Ebe gümeci, ılgın meyvesi, tarhun, topalak, denizköpüğü (lüle taşı), zerdali, melisa, amber, ud (öd) ağacı, kereviz, kişniş ve küçük Hindistan cevizi.

Diş ağrısına şunlar yarar: Ebe gümeci, ılgın meyvesi, at sütü, şahtere, böğürtlen yaprağı, çınar kabuğu, sirke sarımsak, sarı boya otu, kapari ve nohut suyu.

Boğaz ağrısına şu ilaçlar faydalıdır: İt üzümü suyu, incir suyu, badem yağı, tarhun tohumu, dut suyu, acur (uzun), kişniş, güvey otu (Origanum vulgare), mercimek ve nişadır.

Boğazdan kan gelmesine bunlar münasiptir: Yılan bıçağı (Dracunculus vulgaris), sabır, mum, mercimek ve mersin.

Öksürüğe yarayan ilaçlar şunlardır: Ebe gümeci, at sütü, ıspanak, çavşır (oğlan aşı), badem yağı, burçak, menekşe, turp, haşhaş, erişte, susam yağı, sığırdili otu, kabak, katran, kavak meyvesi, lahana, geven zamkı, marul, mürdümük, mulühiya/ mühliye (Corchorus olitorius), nişasta ve naftalin.

Domağuya (dumağı= grip) faydalı ilaçlar şunlardır: Çörek otu, tarçın, keten dumanı, sarımsak, marul ve nişasta.

Yürek ditremesine (kalp çarpıntısına) faydalı ilaçlar: Ak sandal, ağaç kavunu, Karaman kimyonu, sığırdili otu, melisa, amber, öd ağacı, hindiba, lahana, kehribar, misk ve nar.

Zatül cenb (akciğer zarı iltihabı) hastalığına şunlar faydalıdır: Isırgan otu tohumu, badem yağı, menekşe ve hatmi.

Talak (dalak) ağrısına şunlar faydalıdır: Ebe gümeci, it boncuğu, acı badem yağı, üzerlik, eğir otu, uşnan (şam çöveni), anason, semizotu, çöven, çiğdem, hardal, lüle taşı, safran, söğüt, süsen (iris türleri), kav mantarı (garikun), biber (fülful), katırkuyruğu, kapari, venbel otu/ cehri (Rhamnus petiolaris) ve yaban hıyarı (acı dölek).

Falic ve lakvaya (felç ve yüz felcine) benzer hastalıklara şunlar faydalıdır: Küsküt, bespaye (Polypodium vulgare), çakırdiken, şeker pancarı, zencefil, sütleğen otu (Euphorbia officinarum), ceviz yağı, nohut suyu, neft, kuşkonmaz ve itboğan (Colchicum autumnale).

Kulunca (kabızlık veya gaz sancısına) yarayan ilaçlar: Acı badem yağı, çakırdiken, kına, hatmi, acur (uzun), demir diken, sütleğen (Euphorbia türleri), sabun, pırasa, kuşkonmaz ve demir diken (ononis spinosa).

İstiskaya (siroza) faydalı ilaçlar şunlardır: İt üzümü yaprağı, ayva, tarçın, tilki taşığı, rezene, rastık, sütleğen (Euphorbia türleri), sirke, darı, öd ağacı, katran, havuç tohumu, kimyon ve hindiba.

Sarılık (sarılık) hastalığına yararlı ilaçlar şunlardır: Eşek turpu suyu, baldırı kara (Aspelinum adiantum), çiğdem, acur (uzun), sarımsak söğüt, sabır otu, sarı boya, sığır eti, katırkuyruğu, kav mantarı, kanbil otu (güveyfeneri), limon ve nane.

Nemle, humre ve ateş paresine (karıncalanma, kaşıntı ve ateş pareye) benzer rahatsızlıklara uygun ilaçlar şunlardır: Ebe gümeci, kişniş, sandal ve marul.

Zıyanlı canavarlar sokduğuna, yılan ve çıyan, akrep, bö urduğuna (zararlı hayvan ısırması, yılan, çıyan, akrep ve zehirli örümcek sokmalarına) şunlar iyi gelir: Isırgan tohumu, elma, incir, hayıt otu yaprağı, yabani reyhan, buğday, burçak, turp, çörekotu, çiğdem, hıyar tohumu, tarçın, tuz, defne, rezene, zencefil, tırfıl (üçgül), kav mantarı, kasnı (Ferula assa-foetida) ve kiraz.

Ağulu nesneler (zehirli maddeler) yiyeenlere iyi gelenler: Ebe gümeci, defne, keçî sütü, sarımsak ve kili mahtum (limni adası kili).

Nazleyiçün (nezle için): Isırgan otu, hünnap ve kili ermeni (kırmızı toprak).

Uyuza ve giciyiye (kaşıntıya) yararlı ilaçlar: Ilık su, bakam (Caesalpinia echinata), menekşe, kadife çiçeği (Fumaria officinalis), lüle taşı, tuz, koyun sütü, oğulotu (Melissa officinalis) ve nohut yağı.

Kan geldüğüne (kan gelmesine) yarayan: İğde, semizotu, tekesakalı, defne, sumak, kişniş, kili ermeni (kırmızı toprak), kili mahtum (limni adası kili), gülegan yaban (arap/ dağ) sümbülü (Muscari armeniacum?), kimyon, günlük, marul, nane ve yosun.

Karındağı kurtları kıran (karındaki kurtları öldüren) maddeler şunlardır: Zakkum, karaman kimyonu, boraks, çiğdem, hardal, tilki taşı (Orchis hircina), defne, sarımsak, kuzgun otu (Driopteris flix-mas), katran, kanbilotu (güveyfeneri), ceviz, güvey otu (Origanum vulgare), nane ve neft.

Karın geçirür (ishal yapan) maddeler şunlardır: Erik, incir, acur (uzun), torak otu (Anethum graveolens), süt çürüğü, sabır otu, kav mantarı, sütleğen otu (Euphorbia officinarum), kuru üzüm ve nar.

Karın bağlar (ishal önleyici) maddeler şunlardır: İğde, alıç, ayran, ayva, peynir, bambu şekeri, sumak, yabani fesleğen (Ocimum basilicum), darı, kadıntuzluğu, koruk, kavak meyvesi, hindiba, keten tohumu, kestane, kili ermeni (kırmızı toprak), kili mahtum (limni kili), kiraz, laden, mazı, mersin ve nişasta.

Karından ıssı hıtları sürer (karındaki sıcak sindirim ürünlerini dışa atar) şunlardır: Sinirli ot (Plantago major), arpa suyu, erik, iğde, ıspanak, afyon (sakızı), semizotu, demir hindi, çörekotu, çakırdiken, hatmi, karpuz ve menekşe.

Karından soğuk hıtları sürer (karındaki soğuk sindirim ürünlerini dışa atar) şunlardır: Küsküt, koçboynuzu (Melilotis officinalis), papatya, bespaye (Polypodium vulgare), kadife çiçeği (şahtere= Fumaria officinalis), pelesenk ağacı, baldırı kara (Aspelinum nigrum), acur (uzun) ve mahmude otu.

Bevasir (basur/ hemoroit) hastalığına şunlar yarar: İt boncuğu, güveyfeneri otu (kanbil), su teresi tohumu.

Umurul (Usrul) bevliçün (prostat için): İt boncuğu, börölce suyu, boy, papatya suyu, laden buharı.

Od göynüğüne (ateş yanığına) şunlar yarar: İt boncuğu ve eşek yağı.

İssi şişlere yakı eyleyecek (sıcak ur/ kist üzerine sarılacaklar) şunlardır: İt üzümü, afyon (sakızı), menekşe, bambu şekeri, hatmi, sandal, darı, kişniş, kili ermeni, nilüfer ve yosun.

Sovuk şişlere yakı eyleyecek (soğuk ur/ kist üzerine sarılacaklar) şunlardır: Papatya, sütleğen otu, boy, çakırdiken tohumu, çınar yaprağı, kına, tuz, kızıl sac, susam, Şam sakızı, ceviz, kepek, keten tohumu, günlük ve venbel otu (cehri= Rhamnus petiolaris).

Susaluk getüren nesneler (susuzluk yapan maddeler) şunlardır: Üzüm, peynir, tarhun, susam, fesleğen ve kavun.

Susaluk gideren nesneler (susuzluk gideren maddeler) şunlardır: Arpa suyu, ayva, bambu şekeri, erik, demir hindi, hıyar, zerdali, şarap, sirke, sumak, şeftali, acur (Cucumis anguria), kabak, kadıntuzluğu, kanbil, marul, turunç ve nar.

Taam arzusun getüren (İştah açanlar) şunlardır: Elma, hamama girmek, patlıcan, topalak (Cyperus rotundus), tilki taşı (Orchis hircina), zeytin, şarap, sirke, sumak, şeftali, sabır otu, limon, marul, turunç ve yantak.

Cima arzusun getüren (cinsel istek artıran) maddeler şunlardır: Anason, küçük Hindistan cevizi, baldırı kara (persiyavşan), bal, boy (çemen otu), hardal, hurma, haşhaş, baş biberi (Piper longum), demir diken, tilki taşı (Orchis hircina), safran, zencefil, zeytin, şarap, sarımsak, soğan tohumu, sakız (damla/ mastika), susam, şeftali, yabani havuç (Pastinaca sativa), şalgam ve tohumu, fıstık, fındık, kasnı (Ferula foetida), kunduz taşı (cavşir macunu/ zamkı), ceviz, kavun tohumu, kebabe= kuyruklu biber (Piper cubeba), tere tohumu, kereviz, havuç tohumu, gülğaz= kulkas otu (Colocasia esculenta), pırasa, kenevir, kimyon, kiraz, güvey otu (Origanum vulgare), nar, nohut, nane, kuşkonmaz (Asparagus officinalis), itboğan= surincan (Colchicum autumnale) ve yonca tohumu.

Cima arzusın gideren ve erlik suyun kurıdan (cinsel isteği ve meniye azaltan): Semizotu, çok şarap içmek, kişniş, marul ve hayıt otu/ pencengüş (Vitex agnus-castus). Eğer bir kimse rüyasında ihtilam olmak (cinsel ilişki) istemezse ve cinsel isteğinin kesilmesini isterse bir dirhem (3,086 g.) kâfur yürek kaşı içine yerleştirerek beraberinde taşırsa ihtilam olmaz.

Sidük ve hayz sürer nesneler (idrar ve hayız kanını atan maddeler) şunlardır: Arpa suyu, eğir otu (Acorus calamus), ayva, pelesenk (Commiphora opobasamum), dut, çöven, hatmi, hıyar, durak otu (Anethum graveolens), demir diken, rezene, safran, at sütü, şarap, sarımsak, su teresi, yabani havuç (Pastinaca sativa), şalgam, darı, fındık, biber, kamış, kavun, kavak meyvesi, kapari, kereviz, tere otu, lahana, gülgaz= kulkas otu (Colocasia esculenta), pırasa, nohut suyu, laden, venbel otu/ cehri (Rhamnus petiolaris) ve hacrül yehud (beni israil zeytini) taşı.

Yel eyleyen (gaz yapan) maddeler şunlardır: Buğday, incir, börülce, dut, fındık, kadıntuzluğu, kestane, marul ve nef.

Yel sürücü (gaz attıran) maddeler şunlardır: Eğir otu (Acorus calamus), anason, acı badem, küçük Hindistan cevizi, bespaye (Polypodium vulgare), karaman kimyonu, bor, çemen otu, tarhun, başbiberi (Piper longum), durak otu (Anethum graveolens), zencefil, sarımsak, sığırkuyruğu, oğulotu (Melissa officinalis), amber, öd ağacı, cavşir otu/ oğlan aşı (Ferula eleocharis), koyun sütü, kepek suyu, kereviz, kimyon, kenevir, köknar, güvey otu (Origanum vulgare), mürdümük, nane, kuşkonmaz (Asparagus officinalis), laden, demir diken (Ononis spinosa), itboğan (Colchicum autumnale) ve yonca tohumu.

İssi (sıcak) sıtmalara yarayan maddeler şunlardır: Arpa suyu, uzun acur (Cucumis flexuosus), hıyar, semizotu, zerdali, sinirli ot, şeftali, acur (Cucumis anguria), sandal (Arbutus unedo), kabak, karpuz, kadıntuzluğu, hindiba, kişniş ve kili ermeni (kırmızı toprak).

Sovuk (soğuk) sıtmalara yarayan maddeler şunlardır: Tarçın, kadı ağacı (zamkı) ve cavşir otu/ oğlan aşı (Ferula eleocharis).

İçegüden kana ki boğazdan gele (boğazdan gelen iç kanına) şunlar yarar: Mum, mercimek, yaban mersini (murt) ve yengeç.

Böbrekte, kavukta, su yolunda taş bitene (böbrek, idrar yolu ve mesanede taş oluşmasına) yarayan ilaçlar şunlardır: Papatya, baldırıkara/ persiyavşan (Aspelinum adianthum-nigrum), peynir, çöven kökü, topalak, defne meyvesi, su teresi, sedefotu, kebabe/ kuyruklu biber (Piper cubeba), kişniş, gül, limon, mürdümük, marul ve içinden civciv çıkmış yumurta kabuğu.

Hanazir başına (domuz başı çibanına) yarayan ilaçlar şunlardır: Baldırıkara/ persiyavşan (Aspelinum adianthum-nigrum), hatmi hardal, lüle taşı, zift, sinirli ot kökü, sedefotu, biber, kapari, Hint yağı bitkisi (Ricinus communis) ve mercimek.

Bel ağrısına yarayan ilaçlar: Zakkum.

Kusmak tururan (kusmayı durduran) maddeler şunlardır: Demir hindi, havuç suyu, gül suyu, elma suyu, gülengübin (gül + bal), mastika sakızı ve kili ermeni.

Nazle (nezle) ve dış ağrısına yarayan ilaçlar şunlardır: Isırgan otu, ılgın, hıyar yaprağı, acur (uzun), zencefil ve çörek otu.

Zahiriçün (dizanteri için): İğde, badem, darı, günlük ve mercimek.

Ekile renciyçün (deri oyulması cilt hastalığı): Söğüt külü ve eğer ısırgan tohumunu yumuşak dövüp ekile üstüne ekerlerse iyi olur.

SONUÇ

Halk hekimliği konusunda uzman olan Dr. Nil Sarı konuyu şöyle özetliyor:

Yiyecek ve içeceklerin tıpta ayrı bir önemi olmasının başlıca sebebi besinlerin hem gıda, hem de ilaç olarak kullanılıyor olmasıdır. Besinler sadece beslenme amacıyla değil, hastalıklardan koruyucu ve tedavi edici özellikleriyle de değerlendirildiğinden sağlıklı beslenme ayrı bir bilgi alanı olarak karşımıza çıkar ve Osmanlı dönemi tıp yazmalarında sağlık ve hastalık bakımından gıda, perhiz ve sindirim konusuna ayrı bir yer verilir. Bu sebeple sebzeler, meyveler, hayvani besin maddeleri, tuz gibi mineraller tıp, eczacılık ve hatta kimya kitaplarında yer alır. Karbonhidrat, şeker, protein ve vitaminler bilinmese de sağlıklı ve dengeli beslenmenin sağlıklı yaşamak için ne denli önemli olduğu biliniyordu.

Kadim tıpta sağlığı korumak için koruyucu hekimlik beslenmeye özel bir önem vermiştir. Günümüzde de yeterli ve dengeli beslenme konusu sağlıklı yaşamanın en başta gelen ilgi alanlarındanr. Bugün de diyet ve perhiz uygulamaları çeşitli tedavi yöntemleri için uygulanmaktadır.

İslam dini sağlığın korunması üzerinde önemle durmuş ve bir hadisi şerifte insanların en geç haftada bir yıkanmasının Allah'ın insan vücudu üzerindeki hakkı olduğu belirtilmiştir. Yine kuranı kerimde incir, zeytin, üzüm gibi meyveler ile kuş etleri, bal ve süt gibi gıdalara değinilerek yağlar, tatlılar (karbonhidrat) ve protein gibi çeşitli besin kaynaklarına ayetlerde özel dikkat çekilmiştir. Bu gıdalar sadece bir besin maddesi kaynağı değil aynı zamanda sağlık açısından şifa kaynaklarıdır. Bu gıdalar bugün de sağlık ve tedavi amaçlı tüketilmektedir.

KAYNAKLAR

- Arslan Meryem. (2019), Muhammed Bin Mustafa El-Gürani, Kitab-ı Tercüme-i Tezkire-i Davud Fi İlmit-Tıbb. Türk Dil Kurumu. Ankara.
- Aydeniz Süleyman. (2008), İshak bin Murad, Edviyei Müfrede (Doktora Tezi). T.C. İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Malatya.
- Canpolat Mustafa ve Önler Zafer. (2016), İshak bin Murad, Edviyei Müfrede, Türk Dil Kurumu, 2. Baskı. Ankara.
- Erzurumlu İbrahim Hakkı Hz., Marifetname (Sadeleştirenler: Durali Yılmaz ve Hüsnü Kılıç), İstanbul 2013, Çelik Yayınevi.
- İlter Burhanettin. (2022), Tercüme-i Müfredat-ı İbn baytar, T.C. Sağlık Bilimleri Üniversitesi. İstanbul.
- Kâhya Esin. (2018), İbn-i Sina, El-Kanun Fit-Tıbb, 1-6. Cilt, Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı. Ankara.
- Kanaatlı Gürkan (2018), Hekim-i Dendani Mehmed bin Ahmed, Terceme-i Muhtasar-ı Müfid Fi İlmit-Tıbb (Yüksek Lisans Tezi). T.C. Marmara Üniversitesi, Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü. İstanbul.
- Mevlânâ, Mesnevi (Aktaran ve Yayına Hazırlayan: Senan Esker), On birinci Baskı Konya 2013, I-VI, Palet Yayınları.
- Önler Zafer. (2019), Hacı Paşa (Celalüddin Hızır), Müntahab-ı Şifa, Türk Dil Kurumu. Ankara.
- Sakin Orhan, Okutan Yahya, Koçer Doğan ve Yıldız Mecit. (2017), Tabib İbn-i Şerif, Yedigâr, Geleneksel Tıp Derneği, Zeytinburnu Belediyesi. İstanbul.
- Sarı Nil. (2008), Osmanlı Tıbbında Besinlerle Tedavi ve Sağlıklı Yaşam. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sanat Eserleri Dizisi 476, S. 137-151. Ankara.
- Şevik Ramazan, Yayın Yeri:Sinada, Basım sayısı:1000, Sayfa sayısı:144, ISBN:978-625-6356-84-9, <http://www.osmanlicasozlukler.com> (12.12.2025)

BİBLİOMETRICS OF THE EFFECTS OF DIATOMITE ON BIOCHEMICAL VALUES AND THE FECAL EGG COUNTS IN KILIS GOATS NATURALLY INFECTED WITH PARASITES

Dr., Mehmet Şevki ÇADIRCI

University of Harran University Institute of Health Sciences, Department of Physiology, Şanlıurfa,
Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6311-7578>

ABSTRACT

Today, with the increase in the world population, the importance of food safety in animal husbandry has increased even more. In farm animal husbandry, the increase in parasites and low-quality feed also negatively affect growth rates and productivity. It is known that parasites in goats cause disease, reduce herd productivity, and are sometimes fatal. However, due to the development of resistance in parasites to commonly used anthelmintics, it has become necessary to use alternative control methods to chemical drugs to control parasites. Diatomite, an organic feed additive, is recognized as an effective biological substance for controlling parasites in sheep, goats, and other farm animals, as well as a growth promoter and an alternative natural anthelmintic.

This study uses bibliometric methods to analyze the academic literature on the subject, identifying key trends, influential publications, and emerging research areas in the field. By analyzing a comprehensive set of academic articles from the Web of Science database, the study identifies the most cited articles, leading authors, and important institutions contributing to research on the subject. Using the Web of Science database, we identified all original articles, reviews, books, and book chapters on the subject between 1980 and 2024. After collecting bibliographic and citation data, keywords, citation networks, and co-citations related to the subject, the analysis was performed using VOSviewer software. A total of 53 articles were retrieved from the Web of Science database. These articles received a total of 892 citations (873 citations excluding self-citations). The highest number of citations was 93 in 2 publications in 2023. The Hirsch index is 20. In terms of the number of articles published by country, the United States (n=12) was the leading country among 28 countries. Turkey (n=5) ranked fourth. Among 33 research areas, the most active research area was “Marine Freshwater Biology” (n=21). Among 23 publishers, the most prolific publisher was Springer Nature (n=9). Among 43 journals, the journal with the most published articles was Cellular Origin Life in Extreme Habitats and Astrobiology (n=3).

In conclusion, this bibliometric analysis not only provides a historical overview of the field's development but also offers valuable insights into future research directions and policy implications for reaching the global subject area.

Keywords: Bibliometrics, Diatomite, Parasite, Physiology.

INVESTIGATING THE EFFECTS OF DIATOMITE ON BIOCHEMICAL VALUES AND THE NUMBER OF FECAL EGGS IN KILIS GOATS NATURALLY INFECTED WITH PARASITES

Dr., Mehmet Şevki ÇADIRCI

University of Harran University Institute of Health Sciences, Department of Physiology, Şanlıurfa, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6311-7578>

Ph.D., Mehmet İRİADAM

Harran University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Physiology, Şanlıurfa, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9694-6014>

ABSTRACT

Increased parasite load and poor quality feeds negatively affect productivity and growth rates in livestock farming. It is known that diseases caused by parasites reduce herd productivity. Since the resistance developed in parasites against anthelmintics, which are widely used against parasites in farm animals, prevents the growth of animals, control methods alternative to chemical substances should be used to control the increase of parasites and to reduce drug residues in the meat and dairy products. Diatomite, an organic feed additive considered as a growth promoter and an alternative natural anthelmintic, is used as an effective biological agent to control parasites in farm animals. The aim of this study is to determine whether or not the use of Diatomite as a feed additive in animals will give effective results in biological control against parasites and cause significant differences in the biochemical parameters to be obtained as a result of the treatment of parasitic diseases in animals, and to identify whether or not the use of Diatomite as an alternative to chemical drugs will reduce the negative effects of possible chemical residues in goats' meat and milk.

In this study, for 8 weeks, 18-42 months, 23-50 kg 15 Kilis goats were used. The animals divided into 3 groups including 5 animals; control group, experimental group I (fed with 5% Diatomite), and experimental group II (fed with 10% Diatomite added feed). Urea ($p<0.05$), uric acid ($p<0.01$), total cholesterol ($p<0.05$), LDL ($p<0.05$), CK ($p<0.001$), iron ($p<0.05$), LDH ($p<0.001$), and UIBC ($p<0.05$) were measured as biochemical parameters in the study and it was determined that there were significant differences in the number of fecal parasite eggs. It is thought that the addition of 5% and 10% Diatomite into the rations of animals gave positive results in biochemical values and the number of fecal parasite eggs reduced. It is thought that the addition of Diatomite to the feed of Kilis goats will be effective in combating parasites and cause significant differences in biochemical parameters and more comprehensive further studies are needed.

Key Words: Biochemical Parameters, Diatomite, Kilis goats, Parasite.

DESTRUCTION CAUSED BY THE 2023 EARTHQUAKES IN THE AQUACULTURE SECTOR IN THE ELAZIG, MALATYA, AND KAHRAMANMARAS REGIONS

Prof. Dr. Emine ÖZPOLAT

Firat University, Fisheries Faculty, Department of Fishing and Processing Technology, Elazığ, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6369-0649>

Associate Professor Osman UYSAL

Malatya Turgut Ozal University, Agriculture Faculty, Department of Agricultural Economics, Battalgazi, Malatya, Turkey.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9010-2988>

Associate Professor Başar ALTINTERİM

³Malatya Turgut Ozal University, Agriculture Faculty, Department of Fisheries, Battalgazi, Malatya, Turkey.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6913-6326>

Associate Professor Gülüzar TUNA KELEŞTEMUR

Firat University, Department of Fisheries, Elazığ, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8581-4385>

Prof. Dr. Gökhan GÖKDERE.

Firat University, Faculty of Science, Department of Statistics, Elazığ, Turkey.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7004-7670>

This study was conducted in 2023 under the TÜBİTAK 1001 ÇABA project to determine the effects of the general earthquakes on aquaculture businesses in the provinces of Elazığ, Malatya, and Kahramanmaraş. As a result of these earthquakes, surveys were conducted at a total of 290 businesses operating in the aquatic products sector, including 174 in Elazığ, 66 in Malatya, and 50 in Kahramanmaraş. Information, documents, photographs, and other materials related to the destruction caused by the earthquakes were collected and archived. The study determined that businesses in Elazığ Province were secondarily affected, meaning they only experienced negative effects such as labor force issues, low morale, and market difficulties. It was also determined that 16 businesses in Malatya and 9 businesses in Kahramanmaraş benefited from earthquake support payments identified and made by the Ministry of Agriculture and Forestry. In addition, businesses located in Kahramanmaraş province received “FAO Support within the Scope of the Project for Securing the Livelihoods of Rural Households in Earthquake-Affected Areas in Turkey and Strengthening the Agricultural Production and Rural Livelihoods of Small-Scale Farmers through Emergency Rehabilitation of Critical Supply Chains.” Under this support, a total of 378 people in 89 households, including trout farm owners and employees, received cash payments totaling \$28,350.

As part of the ongoing TÜBİTAK 1001 ÇABA project, the survey studies conducted in these three provinces will result in a detailed investigation of the biological, technical, and economic aspects of the businesses, as well as the determination of the demographic and socio-economic structures of the personnel working in these businesses.

Key Words: Elazığ, Malatya, Kahramanmaraş, Earthquake, Aquaculture

2023 YILI DEPREMLERİNİN ELAZIĞ, MALATYA VE KAHRAMANMARAŞ BÖLGELERİNDEKİ SU ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜNÜNDE OLUŞTURDUĞU YIKIMLAR

Bu çalışma TÜBİTAK 1001 ÇABA projesi kapsamında 2023 yılında meydana genel depremlerin Elazığ, Malatya ve Kahramanmaraş illerindeki su ürünleri işletmeleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Söz konusu depremler neticesinde Elazığ ilinde 174, Malatya’da 66 ve Kahramanmaraş’ta 50 olmak üzere toplamda 290 adet su ürünleri alanında faaliyet gösteren işletmeye gidilerek anket çalışmaları yapılmış ve depremler neticesinde oluşan yıkımlara dair bilgi, belge, fotoğraf gibi dökümanlar toplanarak arşivlenmiştir. Çalışma kapsamında olan işletmelerden Elazığ ilinde olanların ikinci derece etkilendiği yani sadece iş gücü, moral motivasyon, pazar sıkıntısı gibi olumsuz etkiler yaşadığı belirlenirken, Malatya’da bulunan işletmelerden 16’sının, Kahramanmaraş’ta bulunan işletmelerden ise 9’unun Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından tespit edilerek ödemesi yapılan deprem desteklerinden faydalandığı belirlenmiştir. Ayrıca Kahramanmaraş ilinde bulunan işletmelere ‘Türkiye’de Depremden Etkilenen Bölgelerdeki Kırsal Hanelerin Geçim Kaynaklarının Güvence Altına Alınması ve Küçük Ölçekli Çiftçilerin Tarımsal Üretimi ile Kırsal Geçim Kaynaklarını Güçlendirmek İçin Kritik Tedarik Zincirinin Acil Durum Rehabilitasyonu Projesi Kapsamında FAO Desteği’ verilmiştir. Bu destek kapsamında alabalık tesis sahipleri ve çalışanları dahil olmak üzere toplam 89 hanede 378 kişiye 28.350 dolar nakdi ödeme yapılmıştır.

Devam etmekte olan TÜBİTAK 1001 ÇABA projesi kapsamında bu üç ilimizde yürütülen anket çalışmaları neticesinde detaylı olarak işletmelerin biyolojik, teknik ve ekonomik yönüyle ayrıntılı bir şekilde araştırılması, ayrıca bu işletmelerde çalışan personelin demografik, sosyo-ekonomik yapılarının belirlenmesi tamamlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Elazığ, Malatya, Kahramanmaraş, Deprem, Su Ürünleri

MYCOTOXINS IN AGRICULTURAL PRODUCTS AND THEIR EFFECTS ON HUMAN HEALTH

Assoc. Prof. Abdulkadir TANRIKULU

Harran University, Ceylanpınar Vocational School, Department of Management and Organization, Sanlıurfa, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7559-6097>

ABSTRACT

Moldy foods are one of the threats to human and animal health. Those that cause diseases in humans and animals (especially skin diseases) are called "fungi," while those associated with food are called "molds." Mycotoxins in agricultural products are a significant food safety issue that causes both economic losses and serious public health risks. The fact that approximately a quarter of agricultural products are contaminated with mycotoxins, coupled with the increasing world population and food shortage, highlights the importance of access to safe and sufficient food.

Mycotoxins are toxic metabolic products of certain molds, such as *Fusarium*, *Aspergillus*, and *Penicillium*. The most well-known of these are aflatoxins and ochratoxins. Excessive consumption of these has been shown to cause damage in humans and animals, such as cancer, weakened immune systems, memory loss, and genetic mutations, which can be passed on to future generations.

Aflatoxin and ochratoxin can form in some nuts (hazelnuts, peanuts, pistachios), dried fruits (dried figs, raisins), oil seeds (cotton seed), grains, spices (red pepper, black pepper), and animal products (milk, cheese) that we consume abundantly in our daily lives. Furthermore, these mycotoxins, which originate from mold, are invisible to the naked eye. It is necessary to discard the moldy parts of moldy foods and not consume the other parts, to take the necessary precautions during storage (humidity and temperature control) and to prevent contact with soil during harvesting and drying. It is believed that if the necessary precautions are taken and regular analyses are performed, significant contributions will be made to the national economy.

Key Words: Mold; Mycotoxin; Fungus; Food; Health

ROLE OF PUBLIC RELATIONS IN ENHANCING PEACE IN AFRICA AMID RISING COUP D'ÉTAT

Tunde OGUNTOLA

Features Editor, Leadership Newspaper

Aleyomi Timileyin PAUL

Department of Mass Communication Kaduna State University, Kaduna, Nigera

ABSTRACT

This study investigates the crucial role of public relations in promoting peace within the African continent amidst the escalating occurrences of coup d'état. Secondary sources such as academic articles, reports, and case studies are analysed to ascertain the empirical evidence supporting these claims. The theoretical framework underpinning this study is grounded in communication and conflict resolution theories, specifically drawing from the works of Grunig and Hunt (1984) on the Excellence Theory and Fisher and Ury (1981) on principled negotiation. Based on the findings, it was discovered that public relations, when applied judiciously, plays a pivotal role in diffusing political tensions and promoting peaceful transitions of power. Through the implementation of strategic communication, governments, civil society organizations, and international actors can foster understanding among conflicting parties, build trust, and create an environment conducive to peaceful dialogue and negotiations. Furthermore, reputation management strategies can help restore the damaged image of nations affected by coup d'état, thereby attracting investments and aid crucial for post-conflict reconstruction. The study concludes that public relations, as an indispensable tool for diplomatic, informational, and reputational aspects of conflict resolution, has the potential to significantly contribute to peace in Africa amidst the rising threat of coup d'état. Recognizing the importance of proactive communication and engagement with stakeholders is paramount for averting political crises and maintaining regional stability. In light of these findings, this research recommends that African governments, in collaboration with international organizations and civil society, invest in enhancing their public relations capabilities.

Keywords: Public Relations, Peace, Africa, Coup d'État

THE EFFECTS OF APPLYING DIFFERENT AMOUNTS OF SEAWEED TO THE SECOND CROP OF CORN PLANTS ON SOME PLANT AND EAR CHARACTERISTICS

Abstract

Seaweed, one of the biostimulants, is widely used as organic matter and fertilizer. Seaweed, which is effective in plant growth, contains micro and macronutrients, sterols, N-containing compounds such as betaine, and hormones. This study was conducted to determine some plant and ear characteristics of different amounts of seaweed applied to dent corn plants under Şanlıurfa conditions. The experiment was set up in a randomized complete block design with three replications during the 2025 second crop growing season. The corn variety DKC6777 was used as the plant material and seaweed as the organic material. Inter-row spacing was 70 cm, intra-row spacing was 20 cm, and each plot consisted of four rows. Seaweed amounts were determined as control, 100 ml da⁻¹, 400 ml da⁻¹, 600 ml da⁻¹, and 800 ml da⁻¹. Seaweed was applied in two different periods. The first application was made when the plants had 6-8 leaves and second application was treated 20 days after the first application. The determined amounts were mixed with water and sprayed onto the leaves. Plant fresh weight, plant height, stem thickness, ear weight, stem weight, plant dry weight, leaf/stem ratio, leaf count, and tassel flowering time were examined, and seaweed was found to have a positive effect on the studied traits compared to the control plot. Based on the results of the study, it can be said that seaweed applications to corn are recommended for second-crop growing conditions in Şanlıurfa.

Key Words: corn, seaweed, Şanlıurfa, plant characteristics

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SILICON NANOPARTICLES ON ROOT DEVELOPMENT OF *Arabidopsis Thaliana* UNDER SALT STRESS

Buşra GÖÇMEZ

Harran University, Faculty of Science and Letters, Department of Molecular Biology and Genetics, Sanliurfa, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-6180-9267>

Ph.D., Kübra YILDIZ

Harran University, Faculty of Science and Letters, Department of Molecular Biology and Genetics, Sanliurfa, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2958-7058>

M.Sc., Elif TİRYAKİ

Harran University, Faculty of Science and Letters, Department of Molecular Biology and Genetics, Sanliurfa, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-2110-3849>

Assoc. Prof. Dr. Sertan ÇEVİK

Harran University, Faculty of Science and Letters, Department of Molecular Biology and Genetics, Sanliurfa, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1259-7863>

ABSTRACT

Irregular rainfall patterns, elevated temperatures, and the accumulation of chemical residues in soils, arising from climate change and anthropogenic activities, induce various abiotic stress conditions in plants. Numerous environmental constraints negatively affect plant growth, among which salinity is recognized as one of the most common stress factors. Previous research has demonstrated that silicon acts as a beneficial micronutrient capable of enhancing plant stress tolerance and improving crop performance, thereby increasing interest in its physiological roles.

In the present study, the effects of silicon nanoparticles on *Arabidopsis thaliana* subjected to salt stress were examined through analyses of root morphology as well as MDA and proline accumulation. Seedlings exposed to 150 mM salt stress were treated *in vitro* with varying concentrations of silicon nanoparticles (10 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L, 500 mg/L), and alterations in root morphology were assessed. Additionally, parallel treatments were conducted under pot conditions, and MDA and proline analyses were performed to substantiate the *in vitro* observations.

The *in vitro* results revealed that lower silicon concentrations (10 mg/L and 50 mg/L) moderately promoted root development, whereas higher concentrations (100 mg/L and 500 mg/L) exerted suppressive effects. Supporting these findings, treatment with 50 mg/L silicon reduced MDA

levels and **proline accumulation compared to the group exposed to 150 mM salt stress alone.** Conversely, elevated silicon concentrations exhibited phytotoxic effects, negatively influencing stress-related indicators such as MDA and proline. Overall, the outcomes of this study are anticipated to contribute to agronomic practices in plant production and offer potential benefits in mitigating yield losses under stress conditions.

Key Words: *Arabidopsis thaliana*; silicon nanoparticle; salt stress; *in vitro*; root morphology

INTRODUCTION

Salinity stress is widely recognized as one of the most severe and pervasive abiotic stress factors limiting agricultural productivity worldwide. Irregular rainfall patterns and rising global temperatures associated with climate change have accelerated soil salinization, leading to excessive salt accumulation in arable lands. High salinity in soil initially induces osmotic stress, restricting water uptake by plant roots, followed by the toxic accumulation of sodium (Na^+) and chloride (Cl^-) ions within plant tissues. These ionic imbalances disrupt nutrient homeostasis and cellular metabolism, ultimately enhancing oxidative damage and severely constraining plant growth and development (Zhu, 2001; Munns and Tester, 2008). Long-term exposure to saline conditions can result in substantial yield losses, which in some crops may reach 50–70%, posing a serious threat to global food security (Kumar, 2020).

Among plant organs, the root system represents the primary site of salt perception and response, as it is the first structure directly exposed to saline soil conditions. Salinity-induced inhibition of primary root elongation, suppression of lateral root formation, and alterations in overall root architecture significantly impair the plant's ability to absorb water and essential nutrients. Consequently, changes in root morphology and development serve as critical indicators of plant adaptive strategies under salt stress. Understanding how root systems respond to salinity is therefore essential for elucidating the mechanisms underlying stress tolerance in plants (Horie et al., 2012).

Arabidopsis thaliana has emerged as a powerful model organism for investigating plant responses to abiotic stresses, owing to its short life cycle, relatively small genome, and ease of genetic manipulation. Morphological, physiological, and molecular responses observed in *Arabidopsis thaliana* under salt stress have provided fundamental insights applicable to more complex crop species. In particular, the transparency and simplicity of its root system make *Arabidopsis thaliana* an ideal experimental platform for detailed analyses of root growth dynamics and stress-induced architectural changes under controlled *in vitro* conditions (Koornneef and Meinke, 2010).

In recent years, the application of nanotechnology has gained increasing attention as a promising strategy to enhance plant tolerance to abiotic stresses. Among various elements, silicon has been extensively reported as a beneficial element capable of improving plant performance under adverse environmental conditions (Aksoy, 2006). Silicon contributes to the maintenance of cell wall integrity, regulation of ion balance, enhancement of antioxidant defense systems, and stabilization of physiological processes under stress (Ma and Yamaji, 2015). Although silicon is not classified as an essential nutrient, its positive effects on plant growth, photosynthetic efficiency, and stress resistance have been well documented.

The effectiveness of silicon application is further enhanced when delivered in nanoparticle form (Siddiqui et al., 2014). Silicon nanoparticles exhibit a high specific surface area and improved bioavailability, allowing more efficient uptake and transport within plant tissues compared to conventional silicon sources. Plants primarily absorb silicon in the form of monosilicic acid

(H_4SiO_4) and deposit it as hydrated silica ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) in various tissues (Epstein, 1999). Silicon nanoparticles can be applied through different routes, including root immersion, foliar spraying, and seed priming, enabling flexible and targeted delivery strategies (Yan et al., 2024). Several studies have demonstrated that nano-sized silicon can alleviate abiotic stress effects more effectively than bulk silicon forms by enhancing antioxidant capacity and improving stress-related physiological traits (Rastogi et al., 2019; Tripathi et al., 2016).

Experimental evidence indicates that silicon nanoparticles can mitigate the detrimental effects of salinity on early plant growth stages. For instance, Sabaghnia and Janmohammadi (2015) reported that nano- SiO_2 application significantly improved germination rate and seedling development in lentil genotypes subjected to NaCl stress. Similarly, recent *in vitro* studies using *Arabidopsis* have shown that mesoporous silicon nanoparticles enhance germination and root elongation under simulated drought conditions, with optimal concentrations promoting stress tolerance while excessive doses may exert inhibitory effects (Tran et al., 2023). Despite these promising findings, comprehensive investigations focusing specifically on the effects of silicon nanoparticles on root morphology under salt stress, particularly using *Arabidopsis thaliana* as a model system, remain limited.

In this study, the role of silicon nanoparticles in modulating plant responses to salinity stress was investigated using *Arabidopsis thaliana* as a model system. Plants exposed to salt stress were treated *in vitro* with varying concentrations of silicon nanoparticles, and stress-induced alterations in root morphology were evaluated alongside biochemical markers of oxidative stress. The findings demonstrate that silicon nanoparticles exert concentration-dependent effects on plant performance under salt stress. Lower silicon doses were associated with improved root development and reduced stress-related damage, whereas higher concentrations displayed inhibitory and potentially phytotoxic effects. These responses were further supported by changes in malondialdehyde (MDA) content and proline accumulation under pot conditions. Collectively, the results highlight the importance of silicon dosage in stress mitigation strategies and underscore the potential of silicon nanoparticles as a tool for enhancing salinity tolerance when applied at appropriate concentrations.

MATERIALS AND METHODS

1. Plant material and seed surface sterilization

Arabidopsis thaliana (Col-0) seeds were used as plant material in this study. Seeds were surface sterilized by immersion in 70% (v/v) ethanol for 2 min, followed by sterilization in 5% (v/v) sodium hypochlorite solution for 10 min. After sterilization, seeds were rinsed three times with sterile distilled water to completely remove residual bleach. To facilitate uniform sowing, sterilized seeds were suspended in 0.1% (w/v) agarose solution prior to plating. All sterilization and sowing procedures were performed under a laminar flow cabinet to prevent contamination.

2. Salt stress and silicon nanoparticle treatments

Following surface sterilization, seeds were sown on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with NaCl and varying concentrations of silicon nanoparticles. Preliminary optimization experiments were conducted to determine an appropriate NaCl concentration for *in vitro* culture conditions. Although 150 mM NaCl was successfully applied in pot experiments, this

concentration severely inhibited seed germination and early seedling establishment under *in vitro* conditions. Based on the results of the optimization study, 75 mM NaCl was identified as the most suitable concentration for inducing salt stress in tissue culture experiments without completely suppressing germination and early growth. Therefore, salt stress treatments were applied at 75 mM NaCl for *in vitro* experiments, while 150 mM NaCl was used for pot-grown plants to ensure effective stress induction under soil conditions.

Silicon nanoparticle treatments were applied at concentrations of 0, 10, 50, 100, and 500 mg L⁻¹ SiO₂, following a dosage range similar to that reported by Azhar et al. (2021). For each treatment, silicon nanoparticles were weighed separately and dissolved in half-strength MS medium. The MS growth medium was prepared to contain 3% (w/v) sucrose, 0.75% (w/v) agar, and 0.22% MS basal salts, and the pH was adjusted to 5.7 using KOH. After the addition of NaCl and silicon nanoparticles, media were sterilized by autoclaving.

Sterilized media were poured into medium-sized Petri dishes and allowed to solidify. Subsequently, sterilized seeds were sown at a density of no more than 15 seeds per Petri dish. Plants were grown under controlled conditions at 22/25 °C with a 16 h light / 8 h dark photoperiod for 10–14 days. All treatments were conducted with three biological replicates.

The experimental setup consisted of the following treatment groups:

Group	NaCl concentration	Silicon dose (mg L ⁻¹)
Control	0 mM	0
Salt stress	150 mM	0
Salt + SiNP	150 mM	10
Salt + SiNP	150 mM	50
Salt + SiNP	150 mM	100
Salt + SiNP	150 mM	500

3. Determination of proline and malondialdehyde (MDA) content

In parallel with root morphology experiments, seedlings grown in pots were harvested for biochemical analyses. Plant tissues were rapidly frozen in liquid nitrogen and stored at –80 °C until further analysis.

Determination of proline content

For proline determination, 0.5 g of fresh shoot tissues were ground in liquid nitrogen and homogenized with 10 mL of 3% (w/v) sulfosalicylic acid. The homogenates were filtered, and 2 mL of the filtrate was mixed with 2 mL of acid ninhydrin reagent and 2 mL of glacial acetic acid. The reaction mixtures were incubated at 100 °C for 1 h and subsequently cooled rapidly on ice to terminate the reaction. Four milliliters of toluene were added to each sample, and absorbance was measured at 520 nm using a spectrophotometer (Bates et al., 1973). All measurements were performed in triplicate. Proline concentration was calculated using the following formula:

$$[(\mu\text{g prolin/ml} \times \text{ml tolue}) / 115.5 \mu\text{g/} \mu\text{mol}] / [(g \text{ örnek}) / 5] = \mu\text{mol prolin/g}$$

Determination of MDA content

Malondialdehyde (MDA) content, a primary indicator of lipid peroxidation under biotic and abiotic stress conditions (Yu et al., 2017), was determined using the thiobarbituric acid (TBA) method. Briefly, 0.5 g of root and leaf tissues were ground in liquid nitrogen and homogenized with 5 mL of 5% (w/v) trichloroacetic acid (TCA). The homogenates were centrifuged at $16,000 \times g$ for 15 min at room temperature. Equal volumes of the supernatant were mixed with 0.5% (w/v) TBA and 20% (w/v) TCA solutions and incubated at 96°C for 25 min. The reaction mixtures were then cooled in an ice bath for 5 min and centrifuged at $12,000 \times g$ for 5 min. Aliquots of 200 μL from each sample were transferred to 96-well ELISA plates, and absorbance was measured at 532 and 600 nm using a spectrophotometer. A mixture of 0.5% TBA and 20% TCA was used as a blank. MDA concentration was calculated using an extinction coefficient of $155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ (Ohkawa et al., 1979). All measurements were conducted in triplicate.

RESULTS AND DISCUSSION

Effects of silicon nanoparticles on plant growth under salt stress

Salt stress markedly affected the growth and morphology of *Arabidopsis thaliana* plants in both pot and *in vitro* experiments. In pot experiments conducted under 150 mM NaCl, salt-treated plants exhibited visible growth retardation, reduced rosette size, and leaf chlorosis compared to control plants (Figure 1). However, the application of silicon nanoparticles (SiO_2) partially alleviated the detrimental effects of salinity in a dose-dependent manner.

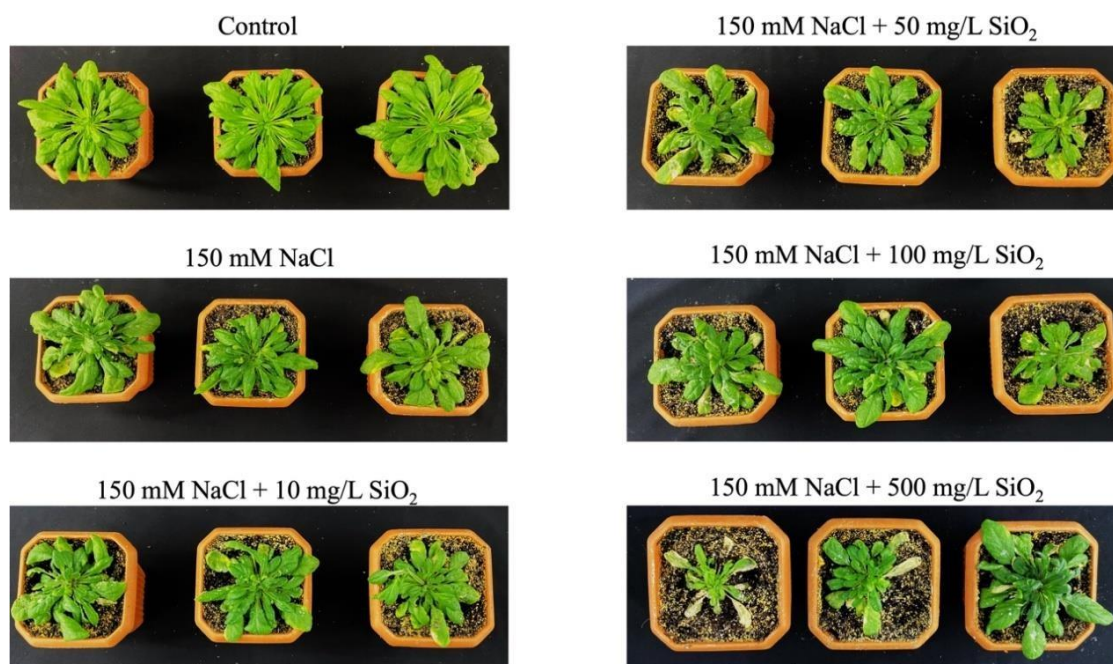


Figure 1. Effects of silicon nanoparticle (SiO_2) application on the growth of *Arabidopsis thaliana* under salt stress conditions. Plants were grown in pots and subjected to 150 mM NaCl, either alone or in combination with different concentrations of SiO_2 nanoparticles (10, 50, 100, and 500 mg/L).

Among the SiO₂ treatments, 10 and 50 mg/L SiO₂ resulted in visibly improved plant vigor, characterized by larger rosette diameter and healthier leaf appearance compared to salt-only plants. In contrast, plants treated with 500 mg/L SiO₂ displayed symptoms of growth inhibition and leaf damage, suggesting potential toxicity at higher nanoparticle concentrations.

Root system architecture under *in vitro* salt stress

In vitro experiments were performed under 75 mM NaCl, a concentration optimized to allow germination and early seedling development. Salt stress significantly inhibited primary root elongation and lateral root formation compared to control seedlings (Figure 2). The addition of SiO₂ nanoparticles modified root architecture in a concentration-dependent manner.

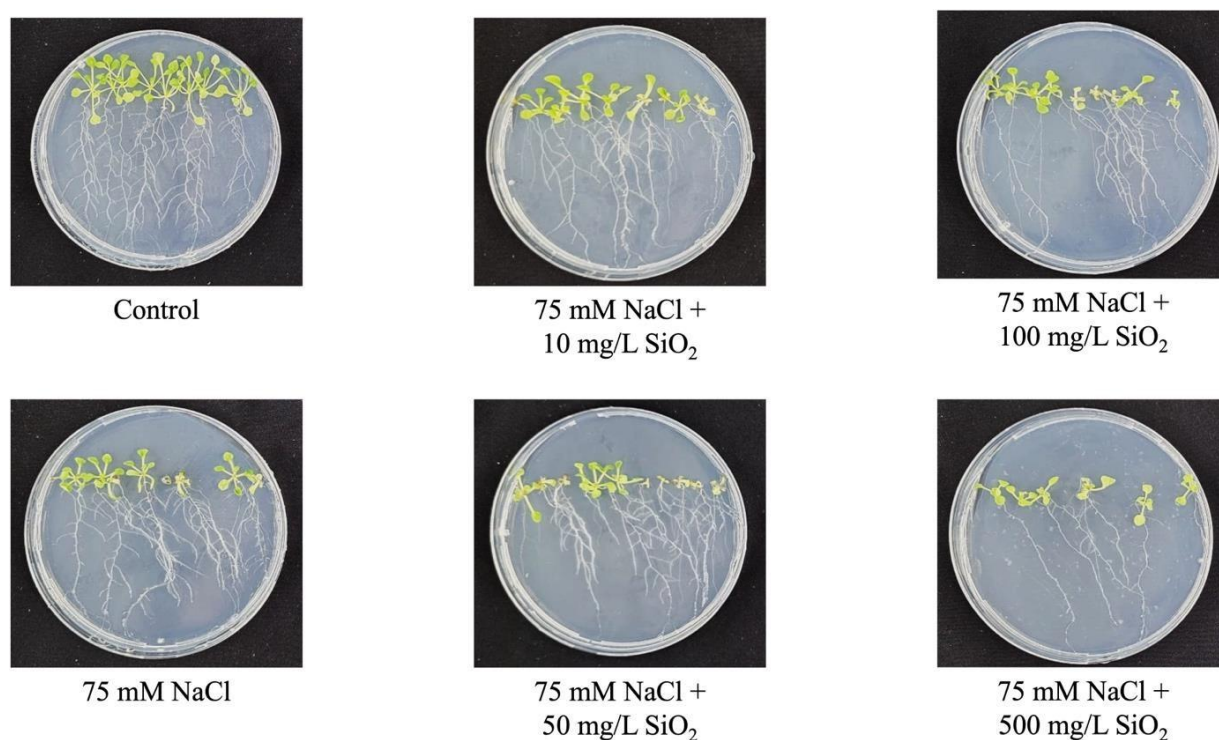


Figure 2. Effects of silicon nanoparticle (SiO₂) application on root morphology of *Arabidopsis thaliana* seedlings under salt stress conditions. Seedlings were grown vertically on agar-solidified MS medium and exposed to 75 mM NaCl, either alone or supplemented with different concentrations of SiO₂ nanoparticles (10, 50, 100, and 500 mg/L).

Seedlings treated with 10 and 50 mg/L SiO₂ under salt stress exhibited enhanced primary root length and increased lateral root density relative to salt-only treatments. Conversely, high SiO₂ concentrations (100 and 500 mg/L) severely restricted root elongation and reduced overall root system complexity, indicating an adverse effect on root development.

Lipid peroxidation and proline accumulation

Salt stress significantly increased malondialdehyde (MDA) content compared to control plants, indicating enhanced lipid peroxidation and membrane damage (Figure 3). The highest MDA levels were observed in plants treated with 150 mM NaCl alone. The application of 50 mg/L SiO₂

significantly reduced MDA accumulation under salt stress, suggesting mitigation of oxidative damage. In contrast, 100 and 500 mg/L SiO₂ treatments resulted in elevated MDA levels, with 100 mg/L showing the highest lipid peroxidation among Si-treated groups.

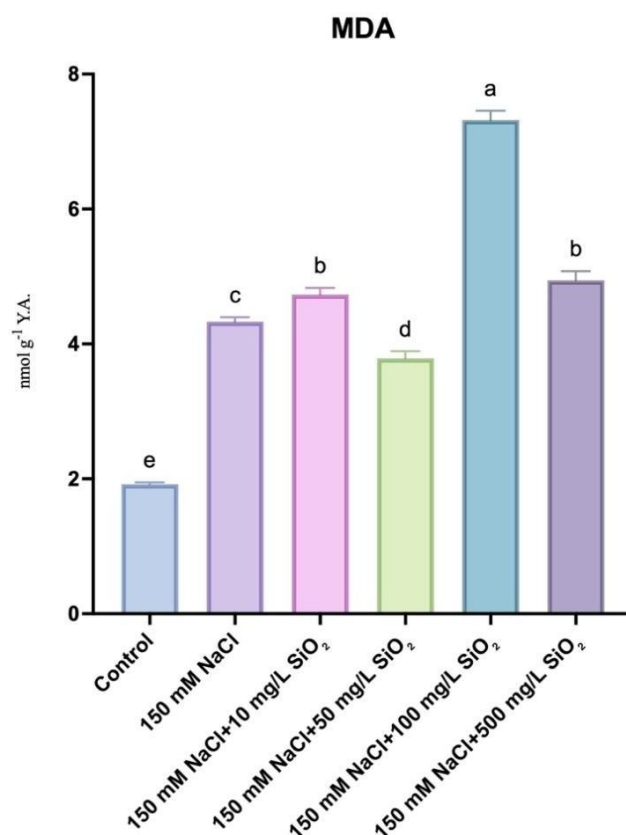


Figure 3. Effects of silicon nanoparticle (SiO₂) treatments on malondialdehyde (MDA) content in *Arabidopsis thaliana* under salt stress conditions. Data represent mean $\pm$ standard error (SE) of three biological replicates. Different lowercase letters above the bars indicate statistically significant differences among treatments according to one-way ANOVA followed by Tukey's HSD test ($p < 0.05$).

Proline accumulation increased markedly under salt stress compared to control conditions (Figure 4). The highest proline content was detected in plants treated with 10 mg/L SiO₂ under salt stress, followed by 500 mg/L SiO₂. Treatment with 50 mg/L SiO₂ resulted in a marked reduction in proline content compared to the salt-stressed group, suggesting an alleviation of stress severity. In contrast, higher silicon concentrations (100 and 500 mg/L) led to a significant increase in proline levels relative to the optimal silicon treatment and, in some cases, approached or exceeded the levels observed under salt stress alone.

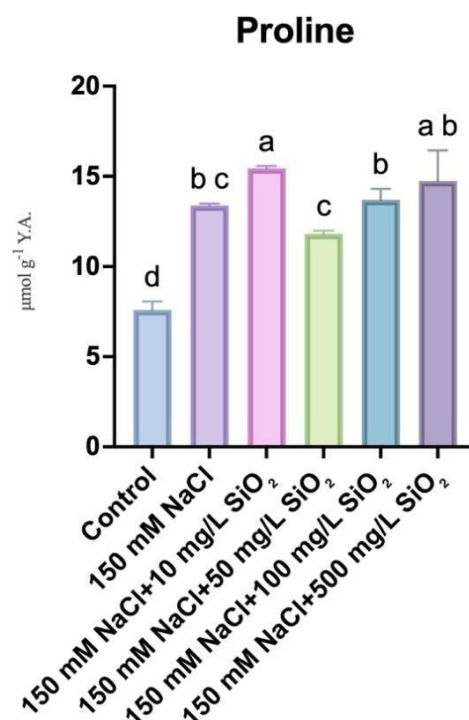


Figure 4. Effects of silicon nanoparticle (SiO₂) treatments on proline accumulation in *Arabidopsis thaliana* under salt stress conditions. Data represent mean $\pm$ standard error (SE) of three biological replicates. Different lowercase letters above the bars indicate statistically significant differences among treatments according to one-way ANOVA followed by Tukey's HSD test ($p < 0.05$).

Salt stress is known to impair plant growth by inducing osmotic imbalance, ion toxicity, and oxidative stress, ultimately leading to membrane damage and metabolic disruption. In the present study, exposure to NaCl resulted in significant growth inhibition, altered root architecture, increased MDA levels, and elevated proline accumulation, confirming the strong impact of salinity on *Arabidopsis thaliana*.

The application of silicon nanoparticles mitigated salt-induced damage; however, the extent of this mitigation strongly depended on the applied concentration. Moderate SiO₂ doses, particularly 50 mg/L, consistently improved shoot growth, root system architecture, and oxidative stress parameters. Reduced MDA levels in this treatment indicate enhanced membrane stability, likely through improved antioxidant defense mechanisms, as previously reported for silicon-mediated stress tolerance (Liang et al., 2015; Rizwan et al., 2015).

Improved root growth under moderate SiO₂ application suggests that silicon may enhance water uptake efficiency and maintain cellular homeostasis under saline conditions. Silicon has been reported to regulate ion transport, reduce Na⁺ accumulation, and promote root elongation under salt stress, which aligns with the observed improvements in root morphology in this study (Ma and Yamaji, 2006).

Proline accumulation is a common adaptive response to osmotic stress, functioning as an osmoprotectant and reactive oxygen species scavenger. The elevated proline levels observed under salt stress confirm its role in stress adaptation. Interestingly, low-dose SiO₂ (10 mg/L) further

enhanced proline accumulation, whereas moderate doses-maintained proline at balanced levels. This suggests that effective stress alleviation by silicon may reduce the need for excessive osmolyte accumulation, reflecting improved physiological stability.

In contrast, high SiO₂ concentration (500 mg/L) negatively affected both shoot and root growth and increased oxidative damage, as evidenced by elevated MDA levels. These findings indicate that excessive nanoparticle application may disrupt cellular processes and induce secondary stress, emphasizing the importance of dose optimization.

Overall, the results demonstrate that silicon nanoparticles confer salt stress tolerance in *Arabidopsis thaliana* primarily at moderate concentrations, with 50 mg/L SiO₂ emerging as the most effective dose across morphological and biochemical parameters. These findings highlight the potential of silicon nanoparticles as a promising tool for enhancing plant salt tolerance, while also underlining the necessity for careful concentration optimization.

REFERENCES

- Aksoy, T. (2006). Silisyumun bitki ve toprakta bulunuşu, dağılımı ve insan sağlığı için önemi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, Cilt 6, Sayı 2, 2018, 151 - 163,
- Azhar, B. J., Noor, A., Zulfiqar, A., Zeenat, A., Ahmad, S., Chishti, I., ... & Shakeel, S. N. (2021). Effect of ZnO, SiO₂ and composite nanoparticles on *Arabidopsis thaliana* and involvement of ethylene and cytokinin signaling pathways. *Pak. J. Bot*, 53(2), 437-446.
- Bates, L. S., Waldren, R. P. A., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and soil*, 39(1), 205-207.
- Epstein, E. (1999). Silicon. *Annual review of plant biology*, 50(1), 641-664.
- Horie, T., Karahara, I., & Katsuhara, M. (2012). Salinity tolerance mechanisms in glycophytes: An overview with the central focus on rice plants. *Rice*, 5, 11.
- Koornneef, M., & Meinke, D. (2010). The development of *Arabidopsis* as a model plant. *The Plant Journal*, 61(6), 909–921.
- Kumar, S. (2020). Abiotic stresses and their effects on plant growth, yield and nutritional quality of agricultural produce. *Int. J. Food Sci. Agric*, 4(4), 367-378.
- Liang, Y., Nikolic, M., Bélanger, R., Gong, H., & Song, A. (2015). Silicon in agriculture. *LIANG, Y. et al. Silicon-mediated tolerance to salt stress. Springer Science*, 123-142.
- Ma, J. F., & Yamaji, N. (2006). Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in plant science*, 11(8), 392-397.

- Ma, J. F., & Yamaji, N. (2015). A cooperative system of silicon transport in plants. *Trends in Plant Science*, 20(7), 435–442.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–681.
- Ohkawa, H., Ohishi, N., & Yagi, K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical biochemistry*, 95(2), 351-358.
- Rastogi, A., Zivcak, M., Sytar, O., Kalaji, H. M., He, X., Mbarki, S., & Brestic, M. (2019). Impact of metal and metal oxide nanoparticles on plant: A critical review. *Frontiers in Chemistry*, 7, 766.
- Rizwan, M., Ali, S., Ibrahim, M., Farid, M., Adrees, M., Bharwana, S. A., ... & Abbas, F. (2015). Mechanisms of silicon-mediated alleviation of drought and salt stress in plants: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(20), 15416-15431.
- Sabaghnia, N., & Janmohammadi, M. (2015, May). Effect of nano-silicon particles application on salinity tolerance in early growth of some lentil genotypes. In *Annales universitatis mariae curie-sklodowska, sectio C–biologia* (Vol. 69, No. 2, p. 39).
- Siddiqui, M. H., Al-Whaibi, M. H., Faisal, M., & Al Sahli, A. A. (2014). Nano-silicon dioxide mitigates the adverse effects of salt stress on Cucurbita pepo L. *Environmental toxicology and chemistry*, 33(11), 2429-2437.
- Tran, T. L. C., Guirguis, A., Jeyachandran, T., Wang, Y., & Cahill, D. M. (2023). Mesoporous silica nanoparticle-induced drought tolerance in Arabidopsis thaliana grown under in vitro conditions. *Functional Plant Biology*, 50(11), 889-900.
- Tripathi, D. K., Singh, S., Singh, V. P., Prasad, S. M., Chauhan, D. K., & Dubey, N. K. (2016). Silicon nanoparticles more efficiently alleviate arsenate toxicity than silicon in maize cultivar and hybrid differing in arsenate tolerance. *Frontiers in Environmental Science*, 4, 46.
- Yan, G., Huang, Q., Zhao, S., Xu, Y., He, Y., Nikolic, M., ... & Zhu, Z. (2024). Silicon nanoparticles in sustainable agriculture: synthesis, absorption, and plant stress alleviation. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1393458.
- Yu, X. Z., Lin, Y. J., Fan, W. J., & Lu, M. R. (2017). The role of exogenous proline in amelioration of lipid peroxidation in rice seedlings exposed to Cr (VI). *International Biodeterioration & Biodegradation*, 123, 106-112.
- Zhu, J.-K. (2001). Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6(2), 66–71.

MACHINE-LEARNING PREDICTION OF SUBCLINICAL MASTITIS IN AWASSI (IVESI) EWES USING MILK COMPOSITION AND KETOSIS BIOMARKERS

Asst. Prof. Dr. Hamza YALÇIN

Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0733-7821>

Assoc. Prof. Dr. Mücahit KAHRAMAN

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7757-2483>

Asst. Prof. Dr. İbrahim ÖZTÜRK

Osmaniye Korkut Ata University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Electrical and Electronics Engineering, Osmaniye, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3149-0527>

Prof. Dr. Sabri YURTSEVEN

Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6600-8772>

ABSTRACT

This study aimed to classify subclinical mastitis status in Awassi (Ivesi) ewes using milk components and ketosis-related biomarkers within a machine-learning framework. A total of 104 milk samples were collected and analysed for fat, protein, lactose, total solids, pH, casein, acetone, β -hydroxybutyrate (BHBA), citric acid and urea. Somatic cell count (SCC) $< 200 \times 10^3$ cells/mL was coded as healthy and $\geq 200 \times 10^3$ cells/mL as subclinical mastitis risk.

Seven algorithms were compared: decision tree, random forest, support vector machine (SVM), XGBoost, LightGBM, long short-term memory (LSTM) and one-dimensional convolutional neural network (1D-CNN). Among the evaluated models, SVM yielded the best overall performance (accuracy = 0.73, balanced accuracy = 0.69, ROC-AUC = 0.73, specificity = 0.79), while tree-based ensemble models showed slightly lower but comparable results. Deep-learning models (LSTM, 1D-CNN) did not outperform classical algorithms, likely due to the limited sample size.

Global SHAP analysis revealed lactose, BHBA and citric acid as the most influential predictors, followed by casein and pH. For lactose, BHBA and citric acid, negative mean SHAP values indicated that increased levels were associated with a shift from the healthy class towards subclinical mastitis risk in the model's decision function.

These findings suggest that SVM-based decision-support tools using routinely collected milk composition and metabolic biomarkers can provide a practical aid for early detection and monitoring of subclinical mastitis in Awassi dairy sheep. Future studies with larger herds and longitudinal sampling are warranted to validate these models and assess their on-farm applicability.

Key Words: Awassi sheep; subclinical mastitis; milk composition; ketosis biomarkers; machine learning

***Pediococcus acidilactici* KAYNAKLI POSTBİYOTİK VE EPSILON POLİ-L-LİZİN
KOMBİNASYONUNUN *Listeria monocytogenes* ÜZERİNDEKİ SİNERJİK
ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ**

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin AYDEMİR

Department of Food Hygiene and Technology, Harran University, Faculty of Veterinary
Medicine, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5849-1741>

M.S. Student Mehmet Nuri GİRAZ

Department of Food Hygiene and Technology, Harran University, Faculty of Veterinary
Medicine, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5868-1926>

ÖZET

Gıda kaynaklı enfeksiyonlar arasında *Listeria monocytogenes*, özellikle süt, et ve hazır tüketim ürünlerinde neden olduğu ciddi halk sağlığı sorunları nedeniyle gıda güvenliği açısından kritik bir tehdit oluşturmaktadır. Bu bağlamda, kimyasal koruyucuların olası toksik etkilerinden kaçınma ve doğal alternatiflere olan artan tüketici talebi, etkili biyokoruyucu çözümlerin araştırılmasını gerektirmektedir. Bu çalışmada, *Pediococcus acidilactici* kaynaklı postbiyotiklerin ve epsilon poli-L-lizinin (EPL) kombinasyon halinde *L. monocytogenes* üzerindeki antimikrobiyal etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada, *P. acidilactici* kültürlerinden elde edilen postbiyotikler %25, %50 ve %75 oranlarında hazırlanmış; EPL 100 IU/g konsantrasyonunda kullanılmıştır. Her kombinasyon grubu 5,0 log₁₀ kob/mL düzeyinde *L. monocytogenes* inoküle edilmiş Tryptic Soy Broth ortamlarında 37 °C’de 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. Zaman içinde öldürme (time-kill) testi kapsamında, 0., 6. ve 24. saatlerde bakteri sayımları yapılmış ve veriler istatistiksel olarak tek yönlü ANOVA ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, Kontrol grubunda inkübasyon süresi boyunca bakteri sayısı 6,78±0,24 log₁₀ kob/g’den 24. saatin sonunda 7,90±0,09 log₁₀ kob/g’a yükselmiş; bu durum *L. monocytogenes*’in uygun besiyeri koşullarında hızlı çoğalma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Buna karşın postbiyotik uygulanan tüm gruplarda, özellikle yüksek konsantrasyonlarda anlamlı düzeyde inhibisyon gözlenmiştir (P<0,05). Özellikle %50 ve %75 postbiyotik gruplarında 24. saat sonunda bakteri sayısı yaklaşık 2,5–3 log₁₀ azalmıştır. EPL ile birlikte uygulandığında ise sinerjik bir etki gözlenmiş ve *L. monocytogenes* sayısı 4,5 log₁₀ kob/g düzeyine kadar düşmüştür. Elde edilen bulgular, *P. acidilactici* kaynaklı postbiyotiklerin ve EPL’nin doğal ve etkili antimikrobiyal ajanlar olarak *L. monocytogenes*’in kontrolünde kullanılabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar, kimyasal koruyuculara alternatif olarak doğal biyokoruyucu yaklaşımların gıda güvenliği açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Epsilon poli-L-lizin, EPL, *Listeria monocytogenes*, *Pediococcus acidilactici*

SYNERGISTIC ANTIMICROBIAL EFFECT OF POSTBIOTICS FROM *Pediococcus acidilactici* and EPSILON POLY-L-LYSINE COMBINATION ON *Listeria monocytogenes*

ABSTRACT

Among foodborne infections, *Listeria monocytogenes* poses a critical threat to food safety due to the serious public health issues it causes, particularly in milk, meat, and ready-to-eat products. In this context, avoiding the potential toxic effects of chemical preservatives and increasing consumer demand for natural alternatives necessitates research into effective biopreservative solutions. This study evaluated the antimicrobial effects of postbiotics derived from *Pediococcus acidilactici* and epsilon poly-L-lysine (EPL) in combination on *L. monocytogenes*. In the study, postbiotics obtained from *P. acidilactici* cultures were prepared at concentrations of 25%, 50%, and 75%; EPL was used at a concentration of 100 IU/g. Each combination group was inoculated with *L. monocytogenes* at a level of $5.0 \log_{10}$ cfu/mL in Tryptic Soy Broth media and incubated at 37 °C for 24 hours. Within the scope of the time-kill test, bacterial counts were performed at 0, 6, and 24 hours, and the data were statistically evaluated using one-way ANOVA. The results showed that in the Control group, the bacterial count increased from $6.78 \pm 0.24 \log_{10}$ cfu/g at the beginning of the incubation period to $7.90 \pm 0.09 \log_{10}$ cfu/g at the end of the 24th hour, indicating that *L. monocytogenes* tends to multiply rapidly under suitable culture conditions. In contrast, significant inhibition was observed in all groups treated with postbiotics, especially at high concentrations ($P < 0.05$). In particular, the bacterial count decreased by approximately 2.5–3 $\log_{10}$ at the end of 24 hours in the 50% and 75% postbiotic groups. When applied together with EPL, a synergistic effect was observed, and the *L. monocytogenes* count decreased to 4.5 $\log_{10}$ cfu/g. The findings indicate that postbiotics derived from *P. acidilactici* and EPL can be used as natural and effective antimicrobial agents to control *L. monocytogenes*. These results demonstrate that natural biopreservative approaches have significant potential for food safety as alternatives to chemical preservatives.

Keywords: Epsilon poly-L-lysine, EPL, *Listeria monocytogenes*, *Pediococcus acidilactici*

1. GİRİŞ

Listeria monocytogenes, insanlarda ve hayvanlarda ciddi seyreden gıda kaynaklı enfeksiyonlara (listeriyozis) neden olabilen Gram-pozitif, fakültatif anaerob bir patojendir. Özellikle gebeler, yenidoğanlar, yaşlılar ve immün sistemi baskılanmış bireyler bu hastalığa karşı yüksek duyarlılığa sahiptir. Listeriyozis; sepsisemi, menenjit, abortus ve neonatal ölümler gibi ağır klinik tablolarla seyredebilir. Bu mikroorganizmanın soğukta büyüebilmesi, düşük pH ve yüksek tuz konsantrasyonlarında hayatta kalabilme özellikleri, onu gıda güvenliği açısından oldukça dirençli bir patojen haline getirmektedir (Osek ve ark., 2022). Süt ve süt ürünleri, et ve et ürünleri, deniz ürünleri ile tüketime hazır gıdalarda izole edilmesi, hem halk sağlığı hem de gıda endüstrisi açısından önemli bir risk oluşturmaktadır (Carpentier ve Cerf, 2011). Bu nedenle *L. monocytogenes*, hem halk sağlığı hem de gıda endüstrisi için önemli bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Avrupa Birliği Tek Sağlık 2023 raporuna göre *L. monocytogenes* kaynaklı gıda zehirlenmeleri hâlen Avrupa genelinde en yüksek ölüm oranına sahip zoonozlar arasında yer almaktadır (EFSA, 2024).

Tüketicilerin artan bilinç düzeyi ve “temiz etiketli ürün” talebinin yükselmesiyle birlikte, sentetik kimyasal koruyucuların kullanımı giderek daha fazla sorgulanmakta ve tüketiciler, daha az kimyasal içeren ya da hiç kimyasal içermeyen doğal gıdalara yönelmişlerdir. Bu bağlamda, mikroorganizma kaynaklı biyokoruyucu ajanlar, yani doğal koruyucular ön plana çıkmaktadır. Bu doğal koruyucular; tüketici güvenliğini artırmak, mikrobiyal güvenliği sağlamak ve gıdaların raf ömrünü uzatmak açısından kimyasal koruyuculara alternatif olarak değerlendirilmektedir. Doğal bileşiklerden biri olan postbiyotikler, canlı mikroorganizmalar yerine onların fermentasyon ürünlerini, metabolitlerini veya inaktive hücre bileşenlerini içeren biyolojik preparatlardır. Postbiyotikler, probiyotiklerin canlılık gereksinimi olmadan sağlık yararları sağlayabilen bileşikler olarak tanımlanmıştır (Aghebatı-Maleki ve ark. 2022). İçeriklerinde organik asitler, enzimler, peptit yapılı antimikrobiyaller, eksopolisakkaritler, hücre duvarı bileşenleri ve bakteriyosinler gibi çok sayıda aktif madde bulunmaktadır (İncili ve ark. 2023). Yapılan çalışmalar, laktik asit bakterilerinden elde edilen postbiyotiklerin gıda kaynaklı patojenler dahil olmak üzere geniş antimikrobiyal potansiyele sahip olduğunu göstermiştir (İncili ve ark. 2021; İncili ve ark. 2022; İncili ve ark. 2023). Ayrıca, canlı hücre içermemeleri nedeniyle probiyotiklere kıyasla güvenlik, stabilite ve depolama açısından avantajlı oldukları bildirilmiştir (Jahedi ve Pashangeh, 2025).

Bir diğer biyokoruyucu ajan olan epsilon-poly-L-lysine (EPL), mikroorganizma kaynaklı pozitif yüklü bir homopolipeptit türüdür. Bu bileşik, amino asit monomerlerinin ϵ -amino ve α -karboksil grupları arasında peptit bağlarıyla birbirine bağlanması sonucu oluşur. ϵ -PL, bakteriyel hücre zarına elektrostatik olarak bağlanarak membran bütünlüğünü bozmakta, iyon dengesini etkilemekte ve hücre ölümüne neden olmaktadır (Wang vd., 2020). Geniş antimikrobiyal spektruma sahip olan ϵ -PL, Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı etkilidir ve toksik olmayan yapısı nedeniyle gıda endüstrisinde “doğal koruyucu” olarak onaylanmıştır. Ayrıca ısıya dayanıklı ve pH değişimlerine karşı stabil olması, onu özellikle et ve süt ürünleri gibi kompleks gıda sistemlerinde uygulanabilir kılmaktadır (Wang vd., 2021).

Bu çalışmanın amacında, iki doğal antimikrobiyal olan *Pediococcus acidilactici* kaynaklı postbiyotiklerin ve EPL'nin kombinasyon halinde *Listeria monocytogenes* üzerindeki antimikrobiyal etkilerinin değerlendirilmesidir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. *Pediococcus acidilactici* bakterilerinden postbiyotik elde edilmesi

Pediococcus acidilactici (Bactoform™ B-LC-20) kültürleri Chr. Hansen Laboratuvarları (Kopenhag, Danimarka)'dan satın alma yoluyla temin edildi. Temin edilen kültür De Man Rogosa & Sharp (MRS) broth içerisinde anaerobik koşullarda 37 °C'de 48 saat süreyle 9,0 log₁₀ kob/mL'ye kadar üremesi sağlandı. İnkübasyonun ardından 4°C'de 10 dakika boyunca 4200 × g'de santrifüjleme işlemi yapıp, süpernant 0,45 µm gözenek boyutlu filtrelerle (MF-Millipore, Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılarak filtrelendi (Aydemir ve ark., 2025). Taze elde edilen postbiyotikler, çalışmada kullanılan %25, %50 ve %75 konsantrasyonların elde edilmesi için sterilize saf su ile seyreltildi.

2.2. Epsilon poli-L-lizinin hazırlanması

EPL satın alma yoluyla (Handary-Brüksel/Belçika) saf olarak toz halinde temin edildi. EPL'den deneyde kullanılacak olan 100 IU/g konsantrasyonu elde edilmesi için tampon çözeltisi içerisinde (Tamponlanmış peptonlu su) hazırlandı.

2.3. Patojen Bakteri İnokülasyonunun Hazırlanması

Patojen inokülasyonunda *L. monocytogenes* (N 7144, RSKK 474 ve 476; Refik Saydam Ulusal Halk Sağlığı Ajansı,Türkiye) referans suşları kullanıldı. Patojen Tyryptic Soy Broth içinde 37 °C'de 18–24 saat süreyle inkübe edildi. İnkübasyon sonrasında McFarland standardına göre bakteri sayıları 10⁸ /ml olacak şekilde ayarlandı. Daha sonra bu tüpler, yaklaşık 5,0 log₁₀ CFU/mL'lik aşılama seviyesi elde etmek için %0,1 steril PW (peptonlu su) ile ondalık oranlarda seyreltildi.

2.4. Zaman içinde öldürme testi (Time-kill assay)

Zaman içinde öldürme testi gruplar halinde gerçekleştirilecektir. Tablo 1' belirtildiği gibi postbiyotik ve EPL kombinasyonlarını içeren Tryptic Soy Broth besiyerleri (9 ml) 15 ml falkon tüpler içerisinde hazırlandı. Daha sonra her tüpe ayrı ayrı 1 mL (5,0 log₁₀ CFU) *L. monocytogenes* inoküle edildi. Tüpler 37 °C'de 24 saat inkübe edildi. *L. monocytogenes* sayıları inokülasyondan hemen sonra (zaman 0), inkübasyonun 6. ve 24. saatlerinde belirlendi. Tüm analizler üçer kez tekrarlandı.

Tablo 1: Uygulanacak antimikrobiyal madde miktarları

No	PA	EPL
1	-	-
2	%25	-
3	%50	-
4	%75	-
5	%25	100 IU/g
6	%50	100 IU/g
7	%75	100 IU/g

PA: *P. acidilactici*'den elde edilen postbiyotik **EPL:** Epsilon poli-L-lizinin

2.5. Mikrobiyolojik Analizler

Her analiz süresinde steril koşullarda numune alınıp dilüsyonyonlar hazırlandı ve ortamdaki patojen bakteri sayısını ($\log_{10}$ kob/ml) tespit etmek için yayma plak yöntemi kullanılarak ekim yapıldı (USDA/FSIS, 2011).

2.5.1. *Listeria monocytogenes*

L. monocytogenes sayımı için Oxford agar medium (Merck, Darmsstadt, Almanya) besi yeri kullanıldı. Plaklar 24-48 saat 35 ° C'de inkübe edildikten sonra spesifik koloniler sayıldı.

2.6. İstatistik Analiz

Elde edilen mikrobiyolojik veriler $\log_{10}$ kob/g'a dönüştürülerek SPSS 22 paket programı yardımıyla istatistiksel olarak değerlendirildi. İnkübasyon süreleri ile antimikrobiyal grupların bakteri sayılarında oluşturduğu farklılıkların karşılaştırılmasında ANOVA tek yönlü varyans analizi uygulandı Bu farklılıkların hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Verilerde istatistiksel önemlilik seviyesi $P < 0,05$ olarak kabul edildi ve veriler ortalama $\pm$ standart hata olarak sunuldu.

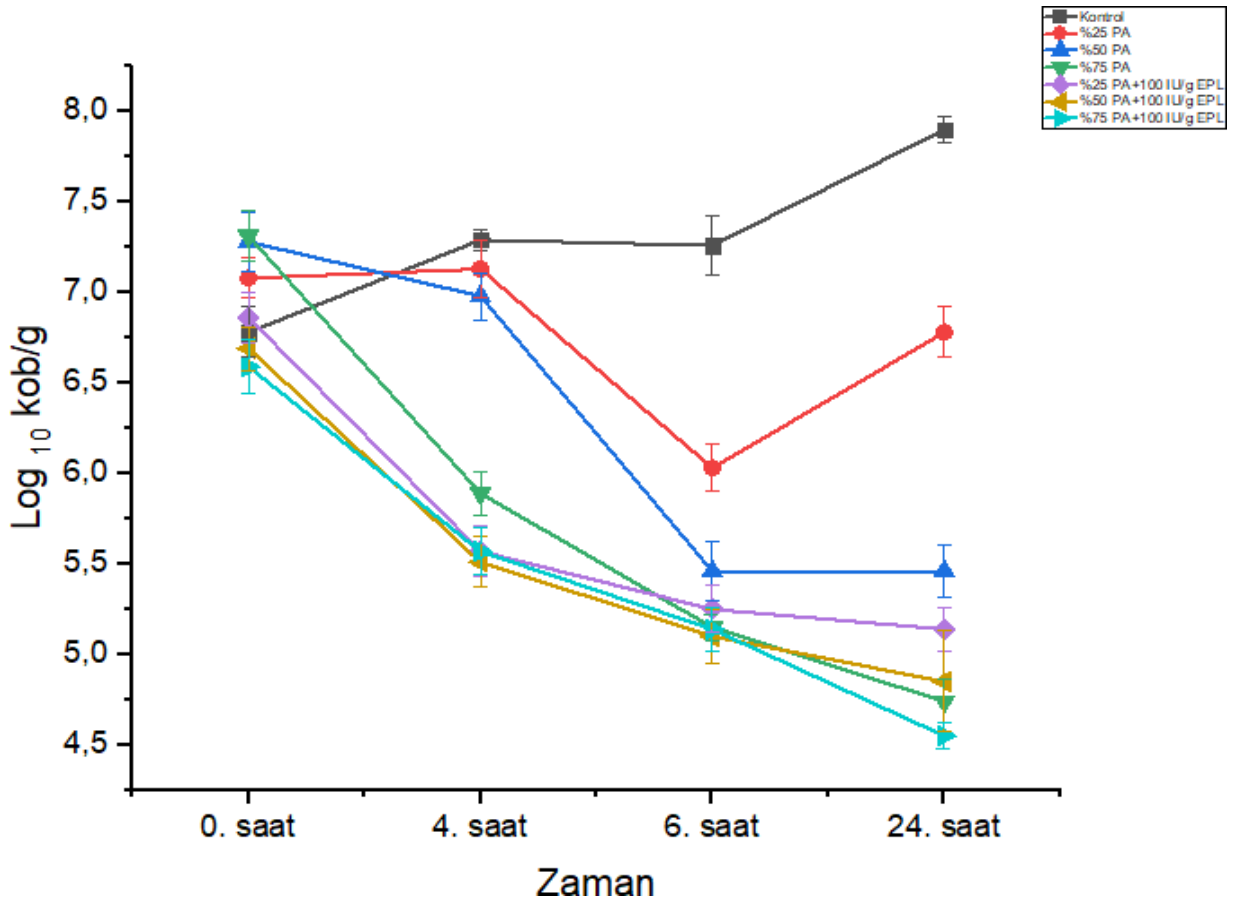
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Zaman içinde öldürme (time-kill) testinden elde edilen sonuçlar, *Pediococcus acidilactici*'den elde edilen postbiyotiklerin tek başına ve epsilon poli-L-lizin (EPL) ile kombinasyon halinde *Listeria monocytogenes* üzerinde belirgin antimikrobiyal etki gösterdiğini ortaya koymuştur (Tablo 2, Şekil 1). Kontrol grubunda inkübasyon süresi boyunca bakteri sayısı $6,78 \pm 0,24 \log_{10}$ kob/g'dan 24. saatin sonunda $7,90 \pm 0,09 \log_{10}$ kob/g'a yükselmiş; bu durum *L. monocytogenes*'in uygun besiyeri koşullarında hızlı çoğalma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Buna karşın postbiyotik uygulanan tüm gruplarda, özellikle yüksek konsantrasyonlarda anlamlı düzeyde inhibisyon gözlenmiştir ($P < 0,05$).

Tablo 2. İnkübasyon sırasında *Listeria monocytogens* sayısı (Ortalama $\pm$ standart hata $\log_{10}$ kob/g).

	0. saat	4. saat	6. saat	24. saat
Kontrol	$6,78 \pm 0,24^B$	$7,29 \pm 0,06^{Ba}$	$7,26 \pm 0,16^{Ba}$	$7,90 \pm 0,09^{Aa}$
%25 PA	$7,08 \pm 0,11^A$	$7,13 \pm 0,01^{Aa}$	$6,03 \pm 0,03^{Bb}$	$6,78 \pm 0,04^{Cb}$
%50 PA	$7,28 \pm 0,36^A$	$6,98 \pm 0,03^{Aa}$	$5,46 \pm 0,01^{bBc}$	$5,46 \pm 0,14^{Bc}$
%75 PA	$7,31 \pm 0,34^A$	$5,89 \pm 0,05^{Bb}$	$5,15 \pm 0,07^{BCd}$	$4,74 \pm 0,12^{Ccd}$
%25 PA+100 IU/g EPL	$6,86 \pm 0,04^A$	$5,57 \pm 0,14^{Bc}$	$5,25 \pm 0,13^{Bbc}$	$5,14 \pm 0,12^{Bcd}$
%50 PA+100 IU/g EPL	$6,69 \pm 0,08^A$	$5,51 \pm 0,19^{Bc}$	$5,10 \pm 0,05^{BCd}$	$4,85 \pm 0,18^{Ce}$
%75 PA+100 IU/g EPL	$6,59 \pm 0,17^A$	$5,57 \pm 0,09^{Bc}$	$5,14 \pm 0,12^{Bd}$	$4,55 \pm 0,07^{Ce}$

PA: *P. acidilactici*'den elde edilen postbiyotik **EPL:** Epsilon poli-L-lizinin **a-e:** Aynı sütündeki farklı üst simge harfleri anlamlı farklılıkları göstermektedir ($P < 0,05$). **A-C:** Aynı satırdaki farklı üst simge harfleri anlamlı farklılıkları göstermektedir ($P < 0,05$).



Şekil 1. İnkübasyon sırasında *Listeria monocytogenes* sayısı (Ortalama± standart hata log₁₀ kob/g).
PA: *P. acidilactici*'den elde edilen postbiyotik **EPL:** Epsilon poli-L-lizinin

%25 postbiyotik uygulamasında 6. saat itibarıyla kontrol grubuna kıyasla yaklaşık 1,2 log₁₀ bir azalma meydana gelirken, %50 ve %75 oranlarında bu azalma sırasıyla 1,8 ve 2,7 log₁₀ düzeylerine ulaşmıştır. 24. saatin sonunda %75 postbiyotik grubunda *L. monocytogenes* sayısı 4,74±0,12 log₁₀ kob/g'a kadar düşmüş ve bu değer kontrol grubuna göre istatistiksel olarak oldukça anlamlı bulunmuştur (P<0,05). Bu sonuç, postbiyotiklerin içerdiği organik asitler, bakteriyosin benzeri inhibitör maddeler, peptit yapılı antimikrobiyal bileşikler ve hidrojen peroksit gibi aktif metabolitlerin *L. Monocytogenes*'in hücre zarının geçirgenliğini bozarak hücre ölümüne yol açtığını düşündürmektedir.

Postbiyotiklerin EPL ile birlikte kullanıldığı gruplarda ise daha belirgin bir bakterisidal etki gözlenmiştir. Özellikle %50 ve %75 PA + EPL gruplarında 24. saat sonunda *L. monocytogenes* sayısı yaklaşık 3 log₁₀ kob/g oranında azalmıştır. Birlikte kullanımın tek başına postbiyotik uygulamalarına göre anlamlı düzeyde daha düşük bulunmuştur (P<0,05). Bu sonuç, postbiyotik ve EPL arasındaki sinerjik etkileşime işaret etmektedir. EPL'nin pozitif yüklü polipeptit yapısının bakteriyel hücre zarına elektrostatik olarak bağlanarak membran bütünlüğünü bozduğu; bu sayede postbiyotik bileşenlerinin hücre içine daha etkin şekilde geçişini kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Böylelikle kombinasyon uygulamaları, tek ajan kullanımına kıyasla daha yüksek antimikrobiyal aktivite sergilemiştir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, literatürde bildirilen sonuçlarla da uyumludur. Moradi ve ark. (2022), *Lactobacillus* spp. kaynaklı bakteriyosinlerin *Listeria monocytogenes* üzerinde yüksek inhibisyon potansiyeline sahip olduğunu rapor etmiştir. İncili ve ark., (2022), *Pediococcus*

acidilactici kaynaklı postbiyotiğin vakum paketli sosislerde önemli gıda patojenleri üzerine yüksek antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmektedir. Benzer şekilde EPL'nin de *L. monocytogenes* karşı hücre zarını bozarak bakterisidal etki oluşturduğunu bildirmiştir (Geornaras ve ark., 2005; Najjar ve ark., 2007; Aydemir ark., 2025). Bu kapsamda, postbiyotik ve EPL kombinasyonunun gıda güvenliği açısından potansiyel bir doğal koruyucu olarak değerlendirilmesi mümkündür.

4. SONUÇ

Bu çalışma *P. acidilactici* kaynaklı postbiyotiklerin ve EPL'nin kombinasyonu *L. monocytogenes*'e karşı etkili bir antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle yüksek konsantrasyondaki (%50 ve %75) postbiyotik uygulamaları bakteriyel popülasyonda belirgin azalmalar sağlamış, EPL ile kombinasyon halinde uygulandığında ise sinerjik bir etki gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, postbiyotiklerin ve EPL'nin kimyasal koruyuculara alternatif olarak kullanılabileceğini ve gıda kaynaklı patojenlerin kontrolünde etkili bir biyokoruyucu strateji sunduğunu göstermektedir. Bu iki doğal bileşiğin birlikte kullanımı, özellikle et ve süt ürünleri gibi *Listeria* kontaminasyonuna yatkın gıdalarda mikrobiyal güvenliğin artırılmasına katkı sağlayabilir. İlerleyen çalışmalarda, farklı gıda matrislerinde uygulanabilirliğin, duyu özellikler üzerindeki etkilerin ve raf ömrü boyunca mikrobiyal stabilitenin değerlendirilmesi, endüstriyel ölçekte kullanım potansiyelinin belirlenmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Aghebati-Maleki L, Hasannezhad P, Abbasi A, Khani, N. (2022) Antibacterial, Antiviral, Antioxidant, and Anticancer Activities of Postbiotics: A review of Mechanisms and Therapeutic Perspectives. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 12, 2, 2629-2645.
- Aydemir, M. E., Çelen, T., Altun, S. K., Giraz, M. N., Tuğbay, E. B., & Keşküş, A. (2025). Synergistic Antimicrobial Effects of Nisin and ϵ -Poly-L-Lysine on Raw Beef During Cold Storage Against Major Foodborne Pathogens. *Veterinary Sciences and Practices*, 20(2), 94-103.
- Aydemir, S., Arvas, Y. E., Aydemir, M. E., Barlık, F., Gürbüz, E., Yazgan, Y., & Ekici, A. (2025). Antiprotozoal Effects of *Pediococcus acidilactici*-Derived Postbiotic on *Blastocystis* Subtypes ST1/ST3. *Pathogens*, 14(7), 664.
- Carpentier, B., & Cerf, O. (2011). Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises. *International Journal of Food Microbiology*, 145(1), 1-8.
- European Food Safety Authority (EFSA), & European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (2024). The European union one health 2023 zoonoses report. *EFSA Journal*, 22(12), e9106.
- Geornaras, I., Yoon, Y., Belk, K. E., Smith, G. C., & Sofos, J. N. (2007). Antimicrobial activity of ϵ -polylysine against *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* in various food extracts. *Journal of Food Science*, 72(8), M330-M334.

İncili GK, Akgöl M, Karatepe P, Kanmaz H, Kaya B, Tekin A, Hayaloğlu AA. (2023) Inhibitory effect of bioactive compounds derived from freeze-dried paraprobiotic of *Pediococcus acidilactici* against food-borne pathogens: In vitro and food model studies. *Food Research International*, 170, 113045,

İncili GK, Karatepe P, Akgöl M, Kaya B, Kanmaz H, Hayaloğlu AA. (2021) Characterization of *Pediococcus acidilactici* postbiotic and impact of postbiotic-fortified chitosan coating on the microbial and chemical quality of chicken breast fillets. *International Journal of Biological Macromolecules*. 184, 429-437.

İncili GK, Karatepe P, Akgöl M, Tekin A, Kanmaz H, Kaya B, Çalıcıoğlu M, Hayaloğlu AA. (2022) Impact of chitosan embedded with postbiotics from *Pediococcus acidilactici* against emerging foodborne pathogens in vacuum-packaged frankfurters during refrigerated storage. *Meat Science*. 188, 108786.

İncili, G. K., Karatepe, P., Akgöl, M., Tekin, A., Kanmaz, H., Kaya, B., & Hayaloğlu, A. A. (2022). Impact of chitosan embedded with postbiotics from *Pediococcus acidilactici* against emerging foodborne pathogens in vacuum-packaged frankfurters during refrigerated storage. *Meat Science*, 188, 108786.

Jahedi, S., & Pashangeh, S. (2025). Bioactivities of postbiotics in food applications: a review. *Iranian Journal of Microbiology*, 17(3), 348.

Moradi, M., Mardani, K., & Tajik, H. (2019). Characterization and application of postbiotics of *Lactobacillus* spp. on *Listeria monocytogenes* in vitro and in food models. *Lwt*, 111, 457-464.

Najjar, M. B., Kashtanov, D., & Chikindas, M. L. (2007). ϵ -Poly-L-lysine and nisin A act synergistically against Gram-positive food-borne pathogens *Bacillus cereus* and *Listeria monocytogenes*. *Letters in Applied Microbiology*, 45(1), 13-18.

Osek, J., Lachtara, B., & Wieczorek, K. (2022). *Listeria monocytogenes*—how this pathogen survives in food-production environments?. *Frontiers in Microbiology*, 13, 866462.

USDA/FSIS. (2011). “Microbiology Laboratory Guidebook. Metot 3.01. Quantitative analysis of bacteria in foods as sanitary indicators.

Wang, L., Zhang, C., Zhang, J., Rao, Z., Xu, X., Mao, Z., & Chen, X. (2021). Epsilon-poly-L-lysine: recent advances in biomanufacturing and applications. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9, 748976.

Wang, Z. Y., Li, X. Y., Lyu, J. G., Fu, P., Sun, X. W., Li, X. J., & Jia, S. R. (2020). The antimicrobial mechanism of ϵ -poly-L-lysine against *Escherichia coli*. *Food and Fermentation Industries* (2020): 34-41.

ELAZIĞ İLİNDE SATIŞA SUNULAN TULUM PEYNİRLERİNDE NİŞASTA VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin AYDEMİR

Department of Food Hygiene and Technology, Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5849-1741>

M.S. Student Sultan KARPUZ

Department of Food Hygiene and Technology, Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-5405-9740>

ÖZET

Türkiye, peynir çeşitliliği açısından zengin bir ülke olup, tulum peyniri hem geleneksel özellikleri hem de yöresel karakteriyle ekonomik açıdan önemli bir yere sahiptir. Ancak son zamanlarda tulum peynirinde birçok farklı şekilde taklit ve tağşiş yapılmaktadır. Bunlardan bir tanesi de nişasta ilave edilmesidir. Bu çalışmanın amacı, Elazığ ilinde satışa sunulan tulum peyniri örneklerinde nişasta varlığının araştırılması ve böylece yöresel ölçekte tulum peynirinin saflığına ilişkin güncel durumu değerlendirerek olası taklit/tağşiş uygulamalarının ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaçla, Elazığ ilindeki market, şarküteri ve yerel üretici noktalarından rastgele örnekleme yöntemiyle toplanan toplam 35 adet tulum peyniri örneği incelenmiştir. Örnekler arasında Tunceli, Elazığ ve Erzincan yörelerinde üretilen geleneksel Şavak tulum peynirleri ile diğer bölgelerde üretilen ticari tulum peynirleri yer almıştır. Nişasta tayini için peynir örnekleri ezilerek homojenize edilip peynir miktarı kadar su ilave edilmiş ve üzerine Lügol çözeltisi damlatılmıştır; mavi-siyah renk oluşumu nişasta pozitif olarak değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda, 35 örneğin 2 adedinde (%5,71) nişasta varlığı tespit edilmiştir. Pozitif çıkan örneklerin, Şavak tulum peynirleri olmadığı, dışarıdan üretilip Elazığ piyasasına satılan ve kuru, kumsu yapıda olan peynirler olduğu görülmüştür. Çalışmada elde edilen %5,71'lik nişasta pozitifliği oranı, bölgedeki tağşiş seviyesinin düşük olduğunu ancak tamamen ortadan kalkmadığını göstermektedir. Tulum peyniri bileşiminde nişasta gibi ucuz dolgu maddelerinin kullanımı, ürünün besin değerini, özgün yapısını ve duyu özelliklerini olumsuz etkilemekte, aynı zamanda haksız rekabete yol açmaktadır. Sonuç olarak, Elazığ piyasasında satışa sunulan bazı tulum peynirlerinin içerikleri bakımından mevzuata aykırı bir şekilde üretilip satıldığı görülmüştür. Bu ürünlere yönelik denetimlerin artırılması ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gıda hilesi, Nişasta, Taklit, Tulum peyniri

INVESTIGATION OF STARCH PRESENCE IN TULUM CHEESES SOLD IN ELAZIĞ PROVINCE

ABSTRACT

Turkey is a country rich in cheese varieties, and tulum cheese holds an important economic position due to both its traditional characteristics and regional character. However, in recent times, tulum cheese has been counterfeited and adulterated in many different ways. One of these is the addition of starch. The aim of this study is to investigate the presence of starch in tulum cheese samples sold in the province of Elazığ and thus to assess the current status of tulum cheese purity on a regional scale and to reveal possible counterfeiting/adulteration practices. To this end, a total of 35 tulum cheese samples collected using random sampling from markets, delicatessens, and local producers in Elazığ province were examined. Examples include traditional Şavak tulum cheeses produced in the Tunceli, Elazığ, and Erzincan regions, as well as tulum cheeses produced in other regions. For starch determination, cheese samples were homogenized by grinding, water was added in an amount equal to the cheese quantity, and Lugol's solution was dripped onto them; the formation of a blue-black color was evaluated as starch positive. The analyses revealed the presence of starch in 2 of the 35 samples (5.71%). The positive samples were found not to be Şavak tulum cheeses, but rather cheeses produced elsewhere and sold in the Elazığ market, which had a dry, sandy texture. The 5.71% starch positivity rate obtained in the study indicates that the level of adulteration in the region is low but has not been completely eliminated. The use of cheap fillers such as starch in the composition of tulum cheese negatively affects the product's nutritional value, original structure, and sensory properties, while also leading to unfair competition. As a result, it has been observed that some tulum cheeses sold in the Elazığ market are produced and sold in violation of regulations regarding their content. Increasing inspections of these products and raising consumer awareness are of great importance.

Keywords: Food fraud, Starch, Imitation, Tulum cheese

1. GİRİŞ

Peynir, sahip olduğu yüksek besin değeri, zengin aroma profili ve kendine özgü duyuşsal nitelikleri sayesinde insan beslenmesinde önemli bir yer tutan temel süt ürünlerinden biridir. Türkiye, coğrafi ve kültürel çeşitliliğinin bir yansıması olarak oldukça geniş bir peynir yelpazesine sahiptir. İlk bakışta yalnızca beyaz peynir, kaşar, tulum, lor veya çökelek gibi sınırlı sayıda ürün öne çıkıyor olsa da, yapılan derlemeler ülkemizde 150'nin üzerinde peynir çeşidinin bulunduğunu göstermektedir (Çakmakçı ve Salık). Bu zengin çeşitlilik içinde tulum peyniri, beyaz peynir ve kaşar peynirinden sonra üretim ve tüketim bakımından üçüncü sırada yer almakta olup, geleneksel nitelikleri ve yöresel karakteriyle önemli bir ekonomik değer oluşturmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne (2015) göre tulum peyniri; süt veya süttten elde edilen hammaddenin peynir mayası ile pıhtılaştırılması sonucu oluşan telemenin belirli bir fermantasyon sürecinden geçirilmesi, ardından parçalanarak tuzlanması ve gıdaya uygun ambalaj materyallerine ya da geleneksel tulumlara sıkıca doldurulmasıyla elde edilen, olgunlaştırma aşaması tamamlandıktan sonra piyasaya sunulan ve çeşidine özgü duyuşsal ve fizikokimyasal özellikleri taşıyan bir peynir olarak tanımlanmaktadır. Tulum peyniri; üretim tekniği, olgunlaşma koşulları ve yöresel uygulamalar nedeniyle diğer peynir türlerinden ayrılan karakteristik bir yapıya sahiptir.

Günümüzde geleneksel tulum peyniri üretiminde genellikle koyun, keçi ve inek sütleri ya da bu sütlerin çeşitli oranlarda karışımları kullanılmaktadır. Çiğ sütler mayalandıktan sonra oluşan teleme, süzme ve baskı işleminden geçirilmekte; ardından elle veya özel kesici aletlerle küçük parçalar hâlinde ufalanarak tuzlanmaktadır. Tuzlanan teleme, boşluk kalmayacak şekilde deri tulumlara, plastik veya metal kaplara, ahşap ya da çömlek benzeri geleneksel kaplara sıkıca doldurulmaktadır. Doldurma işleminden sonra ürün, doğal ya da kontrollü koşullara sahip mağara, mahzen, obruk veya soğuk hava depolarında yaklaşık 3–6 ay süreyle 4–8 °C arasında olgunlaştırılmaktadır. Bu süreçte peynirin doğal mikroflorasında yer alan mikroorganizmalar, ürünün aroma, tekstür ve özgün karakterinin oluşumuna önemli katkı sağlamaktadır (Kamber, 2007; Hayaloğlu, 2008).

Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde uygulanan üretim yöntemleri incelendiğinde; kullanılan süt türü, telemenin işleniş şekli, pıhtının kesilme boyutu, tuzlama yöntemi, ambalaj materyali ve olgunlaşma koşullarındaki farklılıklardan kaynaklanan yaklaşık 30 farklı tulum peyniri çeşidi bulunduğu bildirilmektedir. Bu çeşitler özellikle Orta Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde; Erzincan, Erzurum ve Toros Dağları'nın Akdeniz'e açılan yaylaları gibi bölgelerde yaygın üretim alanı bulmaktadır (Karabekmez-Erdem, 2021). Türkiye'nin birçok bölgesinde geleneksel yöntemlerle üretilen Tulum peyniri atadan görme usuller ile yerel üreticiler tarafından üretilerek yerel pazarlarda satılmakta bu nedenle standart bir üretim ortaya konamamaktadır.

Taklit peynirler literatürde *imitasyon peynir*, *analog peynir*, *peynir benzeri ürün* veya *filled cheese* gibi farklı ifadelerle tanımlanmakta olup, gerek süt kaynaklı gerekse süt dışı bileşenler kullanılarak üretilen ve gerçek peynir özelliklerini taklit eden ürünleri kapsamaktadır (Kekik, ve Coşkun, 2023). Türkiye'de 2010 yılında yürürlüğe giren 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu'nun 3/64. maddesinde "taklit", bir ürünün şekil, içerik veya nitelikleri bakımından gerçekte sahip olmadığı özelliklere sahipmiş gibi ya da başka bir ürünle ayrılmış gibi gösterilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2010). Bu tanım, özellikle peynir gibi yüksek tüketim oranına sahip ürünlerde taklit ve tağşiş uygulamalarının hukuki karşılığını açıkça ortaya koymaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği kapsamında da peynir üretiminde kullanılmasına izin verilen ve yasaklanan bileşenler ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir. Tebliğde, peynir üretiminde nişasta ve nişasta türevleri, soya bileşenleri, süt yağı dışındaki hayvansal yağlar, jelatin, bitkisel yağlar ve süt

proteini dışındaki proteinlerin kullanılamayacağı hükme bağlanmıştır. Sadece aromalı veya çeşnili taze peynirlerde, teknolojik zorunluluk olması hâlinde sınırlı miktarda nişasta kullanımına izin verilmiştir. Bu düzenleme, özellikle ekonomik kaygılarla yapılan hileleri önlemeyi ve tüketici haklarını korumayı amaçlamaktadır.

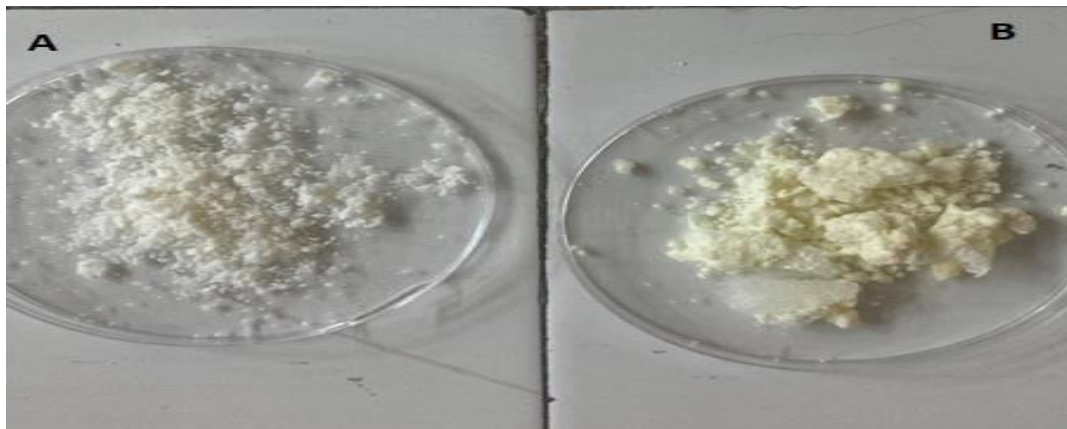
Son yıllarda taklit ve tağşiş vakalarında genel bir artış olduğu, Tarım ve Orman Bakanlığı (www.tarimorman.gov.tr) tarafından periyodik olarak yayımlanan taklit ve tağşiş listelerinde de açıkça görülmektedir. Bakanlığın yayımladığı yıllık raporlarda, peynirlerde jelatin, bitkisel yağ, nişasta, farklı protein kaynakları ve diğer dolgu maddelerinin tespit edildiğine dair örnekler yer almaktadır. Türkiye’de yasal mevzuata göre imitasyon peynir üretimine izin verilmemekte; bu tür üretimler taklit veya tağşiş kapsamında değerlendirilmektedir. Buna rağmen, piyasada özellikle fiyatı düşük olan ve duyuşsal özellikleri orijinal peynirden belirgin şekilde farklılık gösteren ürünlere sıkça rastlanması, bu tür uygulamaların tamamen ortadan kalkmadığını göstermektedir.

Pazar, market veya sokak satıcılarında satışa sunulan ürünlerde zaman zaman rengin, yapının, kıvamın ve aromanın gerçek peynirden sapma gösterdiği görülmekte; bu farklılıklar çoğu zaman nişasta gibi ucuz ve kolay bulunabilir dolgu maddelerinin kullanımına işaret etmektedir. Bu durum hem tüketici sağlığını tehdit eden hem de ekonomik açıdan haksız rekabet oluşturan önemli bir problemdir.

Bu bağlamda yürütülen bu çalışmada, Elazığ ilinde satışa sunulan tulum peyniri örneklerinde nişasta varlığının araştırılması ve olası taklit/tağşiş uygulamalarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Yapılan analizler, bölgesel ölçekte tulum peynirinin saflığına ilişkin güncel durumu değerlendirmek açısından önemli veriler sunmaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Örneklerin Temini Çalışmada Elazığ ilindeki market, şarküteri ve yerel üretici noktalarından toplam 35 adet tulum peyniri örneği rastgele örnekleme yöntemiyle satın alınmıştır. Her örnek en az 100 gr olacak şekilde alınıp soğuk zincir altında (+4 °C) laboratuvara getirilmiş ve analizler yapılncaya kadar buzdolabı koşullarında (-18 °C) muhafaza edilmiştir. Örnekleme sırasında alınan tulum peyniri numunelerinin bir kısmını Tunceli, Elazığ ve Erzincan yörelerinde üretilen geleneksel Şavak tulum peynirleri oluştururken; diğer bir kısmını ise farklı bölgelerde üretilen, ticari tulum peyniri çeşitlerinden oluşturmuştur (Şekil 1). Böylece çalışmaya bölgesel çeşitliliği temsil eden geniş bir ürün yelpazesi dâhil edilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan tulum peyniri çeşitleri

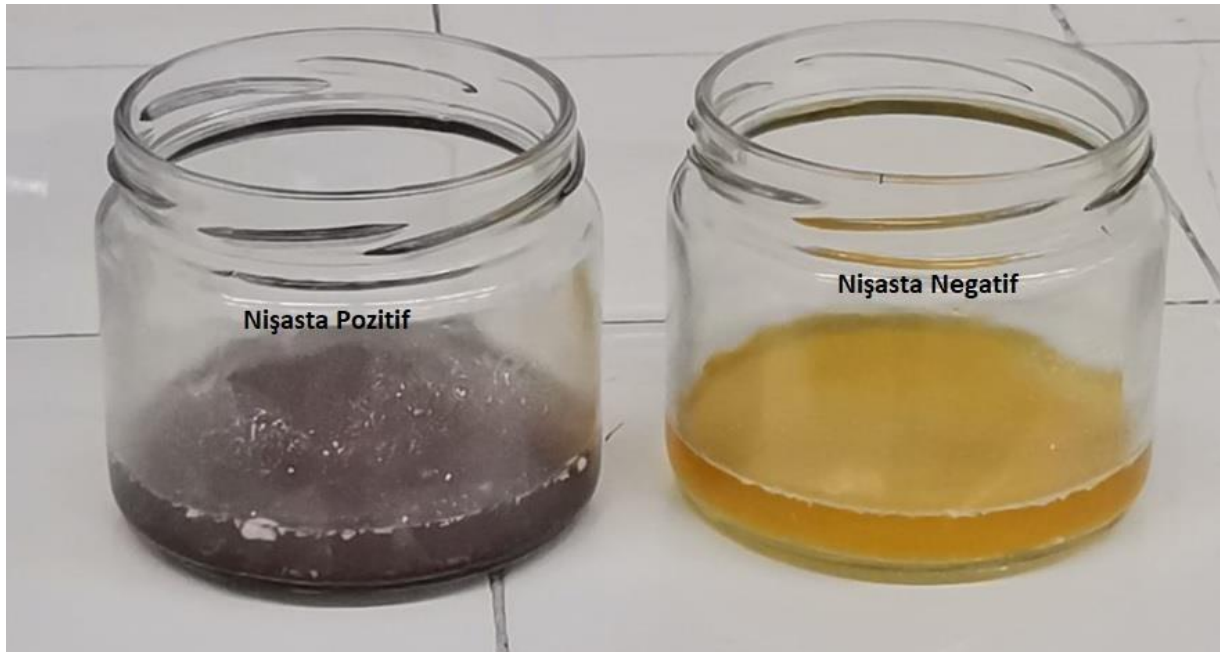
A: Diğerk bölgelerde üretilen ticari tulum peyniri **B:** Tunceli, Elazığ ve Erzincan yörelerinde üretilen geleneksel Şavak tulum peynir

2.2. Nişasta Analizi

Nişasta tayini için peynir örnekleri ayrı ayrı numune kapları içerisinde iyice ezilmiş ve aynı hacimde damıtık su karıştırılarak homojen hale gelmesi sağlanmıştır. Bu karışımdan 5 mL alınıp üzerine 2-3 damla lügol çözeltisi damlatılmıştır. Karışımda mavi-siyah renk oluşumu nişasta varlığının, sarı renk oluşumu ise nişasta olmadığının göstergesi olarak kabul edilmiştir (Metin ve Öztürk, 2010)

Analiz adımları:

1. Örnekler homojenize edilmiştir.
2. Süzüntü elde edilmiştir.
3. Filtrata lügol çözeltisi damlatılmıştır.
4. Mavi-mor renk oluşumu (Şekil 2) nişasta pozitifliği olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 2. Nişasta negatif ve pozitif peynir örnekleri

2.3. İstatistiksel Değerlendirme

Her örnek iki tekerrür halinde analiz edilmiş; pozitif ve negatif kontroller kullanılmıştır. Sonuçlar pozitif/negatif olarak kaydedilmiş ve yüzdelik pozitiflik oranı hesaplanmıştır. Veriler tanımlayıcı istatistik yöntemiyle değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Toplam 35 tulum peyniri örneğinin 2 adedinde nişasta varlığı tespit edilmiş olup pozitiflik oranı %5,71 olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Pozitif çıkan örnekler, şavak tulum peynirleri olmadığı, dışarıdan üretilip Elazığ piyasasına satılan peynirlerden olduğu, yapı özelliği olarak kuru ve kumsu yapıda oldukları ön plana çıkmaktadır.

Tablo 1. Tulum peynirlerinde nişasta analiz sonuçları

Toplam örnek	Pozitiflik	Negatiflik	Pozitiflik (%)
35	2	33	5,71

Nişasta tağşişi, peynirin görünümünü ve kıvamını geçici olarak düzeltebilse de ürünün özgün yapısını, besin değerini ve duyuşal özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca nişasta, peynirde olması gereken protein/yağ dengesini bozmakta ve tüketiciyi yanıltıcı nitelikte bir uygulamaya dönüşmektedir. Nişasta, insan beslenmesinde temel bir enerji kaynağı olmakla birlikte gıdalara tağşiş amaçlı ilavesi özellikle süt ürünlerinde besin değerini düşürmekte ve bazı tüketici grupları için sağlık riskleri oluşturabilmektedir. Yüksek oranda hızlı sindirilen nişasta tüketimi, postprandiyal glikoz yanıtını artırarak glisemik yükü yükseltmekte ve insülin metabolizmasını olumsuz etkileyebilmektedir (Breyton ve ark., 2021). Ayrıca tahıl kaynaklı nişastaların gluten içeriği açısından risk barındırması, çölyak hastaları ve gluten intoleransı olan bireyler için ek sağlık problemi yaratabilmektedir (Sapone ve ark., 2012). Bu nedenle nişastanın peynir gibi buğday içermemesi gereken hayvansal ürünlere katılması hem ürünün özgün bileşimini bozmakta hem de tüketici sağlığı ve güvenilirliğini olumsuz etkilemesi nedeniyle TKG Peynir Tebliği (2015/6), peynirde nişasta kullanımını açık şekilde yasaklamıştır (Anonim, 2015). Bu çalışmada analiz edilen örneklerin 2 adedi TKG Peynir Tebliği'ne aykırı imal edildiği ortadadır.

Bu çalışmada Elazığ ilindeki tulum peynirlerinin %5,71'inde nişasta tespit edilmesi, bölgedeki tağşiş oranının düşük seviyede olduğunu ancak tamamen ortadan kalkmadığını göstermektedir. Literatür incelendiğinde, Çalışmamızın sonuçlarıyla benzer olarak, Kekik ve Coşkun (2023) Türkiye'nin farklı bölgelerinden topladıkları peynir örneklerinde nişasta tespit ettiklerini bildirmiş ve inceledikleri 10 tulum peyniri örneğinin 4'ünde nişasta bulunduğunu belirtmişlerdir. Çetinkaya (2021), Kars ilinde yürüttüğü çalışmada 15 beyaz peynir, 15 kaşar peyniri ve 15 yoğurt örneğini incelemiş; peynir örneklerinde nişastaya rastlamazken yoğurt örneklerinin ikisinde nişasta tespit etmiştir. Balkır (2006) ise piyasada şüpheli olarak değerlendirilen 17 kaşar peyniri örneği üzerinde yaptığı analizlerde herhangi bir nişasta varlığına rastlamadığını bildirmiştir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada Elazığ ilinde satışa sunulan 35 adet tulum peyniri örneğinin nişasta varlığı incelenmiş ve Lügol (iyot) testi ile analiz edilen örneklerin 2'sinde (%5,71) nişasta pozitifliği tespit edilmiştir. Pozitif çıkan örneklerin bölgesel olarak Şavak tulumları olmadığı; dışarıdan üretilip Elazığ piyasasına sürülen, kuru ve kumsu yapıda peynirler olduğu belirlenmiştir. Elde edilen %5,71'lik pozitiflik oranı bölgede nişasta ile tağşiş uygulamalarının yaygın olmadığını ancak tamamen ortadan kalkmadığını göstermektedir. Bulgular, nişasta gibi dolgu maddelerinin tespit edilmesinin tüketici hakları, ürün kalitesi ve adil rekabet açısından önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, pozitif tarama sonuçlarının kantitatif ve doğrulayıcı analizlerle teyit edilmesi, denetimlerin ve üretici eğitiminin artırılması ve periyodik izleme programlarının uygulanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim (2010). Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu. T.C. Resmi Gazete No: 27610. 22.03.2020 tarihinde <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5996.pdf> sayfasından erişilmiştir.

Anonim, (2015), Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. Tebliğ No: 2015/6.

Balkır, P. (2006). Taze Kaşar Peynirine Yapılan Hilelerin Belirlenmesi ve Taklit Taze Kaşar Peynirlerinin Ayırt Edilme Yöntemleri. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Breyton, A. E., Goux, A., Lambert-Porcheron, S., Meynier, A., Sothier, M., VanDenBerghe, L., & Nazare, J. A. (2021). Starch digestibility modulation significantly improves glycemic variability in type 2 diabetic subjects: A pilot study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 31(1), 237-246.

Çakmakçı, S., & Salık, M. A. (2021). Türkiye'nin coğrafi işaretli peynirleri. *Akademik Gıda*, 19(3), 325-342.

Çetinkaya, A. (2021). Kars piyasasında satışa sunulan yoğurt, beyaz peynir ve Kars kaşar peynirlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi. *Gıda*, 46(5), 1233-1242.

Hayaloğlu, A. A. (2008). Türkiye'nin peynirleri-Genel bir perspektif. *Türkiye*, 10, 21-23.

Kamber, U., & Terzi, G. (2007). The traditional cheeses of Turkey: Southeast Anatolia Region. *Food reviews international*, 24(1), 62-73.

Karabekmez-erdem, T. (2021). Geleneksel Tulum Peyniri Üretiminde Yenilikçi Yaklaşımlar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(2), 115-125.

Kekik, G., & Coşkun, H. (2023). Satışa Sunulan Bazı Peynirlerde Taklit ve Tağşiş Durumu. *Akademik Gıda*, 21(3), 301-311.

Metin, M., Öztürk, G.F. (2010). Süt ve Mamulleri Analiz Yöntemleri. Ege Meslek Yüksekokulu Yayın No:24, Ege Meslek Yüksekokulu Basımevi, Bornova, İzmir

Sapone, A., Bai, J. C., Ciacci, C., Dolinsek, J., Green, P. H., Hadjivassiliou, M., & Fasano, A. (2012). Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. *BMC medicine*, 10(1), 13.

GENERAL PUERPERAL DISORDERS IN FEMALE DOGS: CLINICAL IMPORTANCE, DIAGNOSIS, AND PREVENTIVE PERSPECTIVES

Asst. Prof. Dr. Damla Tuğçe OKUR

Atatürk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology,
Erzurum, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2733-2155>

ABSTRACT

The puerperal period in female dogs is a physiologically demanding phase characterized by extensive hormonal, metabolic, and behavioral adaptations required for parturition recovery and lactation. During this period, several disorders may occur, posing serious risks to both maternal and neonatal health. The most common puerperal complications include metritis, mastitis, eclampsia, agalactia, subinvolution of placental sites, and retained placenta. These disorders often arise from hormonal imbalance, bacterial contamination, nutritional deficiencies, or improper management during the peripartum period. Clinical signs such as fever, anorexia, vaginal discharge, mammary swelling, hypocalcemic tremors, and decreased milk production should alert clinicians to potential postpartum pathology. Diagnosis typically relies on clinical examination, hematology, serum calcium evaluation, and imaging techniques such as ultrasonography. Early recognition and appropriate medical or surgical intervention significantly improve prognosis. Preventive strategies include maintaining hygiene during whelping, balanced nutrition with adequate calcium-to-phosphorus ratio during pregnancy, and routine postpartum monitoring. Educating owners about early warning signs and proper neonatal care also plays a critical role in reducing morbidity and mortality. Understanding the pathophysiology and early detection of puerperal disorders is essential for preserving reproductive performance and ensuring the welfare of both the bitch and her offspring.

Key Words: Bitch; Postpartum complications; Metritis; Mastitis; Eclampsia

DIŞI KÖPEKLERDE GENEL PUERPERAL DÖNEM SORUNLARI: KLİNİK ÖNEMİ, TANI VE KORUYUCU YAKLAŞIMLAR

ÖZET

Diőı köpeklerde puerperal dönem, doğum sonrası iyileşme ve laktasyon sürecini destekleyen karmaşık hormonal, metabolik ve davranışsal değişimlerin yaşandığı fizyolojik olarak zorlu bir evredir. Bu dönemde geliőebilecek çeşitli bozukluklar, hem annenin hem de yavruların sağlığını ciddi şekilde tehdit edebilir. En sık görülen puerperal komplikasyonlar arasında metritis, mastitis, eklampsi, agalakti, plasenta retansiyosu ve plasental bölgelerin subinvolüsyonu yer alır. Bu durumlar genellikle hormonal dengesizlikler, bakteriyel kontaminasyon, beslenme yetersizlikleri veya peripartum dönemdeki yanlış bakım uygulamalarından kaynaklanır. Ateş, iőtahsızlık, vajinal akıntı, meme bezlerinde őiőlik, hipokalsemiye bağlı tremor ve süt üretiminde azalma gibi bulgular veteriner hekimi postpartum patolojilere yönlendirmelidir. Tanı; klinik muayene, hematolojik analiz, serum kalsiyum ölçümü ve ultrasonografi gibi yöntemlerle desteklenir. Erken tanı ve uygun tıbbi ya da cerrahi müdahale prognozu belirgin biçimde iyileştirir. Doğum sırasında hijyenin sağlanması, gebelik döneminde dengeli kalsiyum-fosfor alımı ve postpartum dönemde düzenli klinik kontrol koruyucu yaklaşımların temelini oluşturur. Ayrıca sahiplerin erken uyarı belirtileri ve yavru bakımı konusunda bilgilendirilmesi, mortalite oranlarını azaltmada kritik rol oynar. Puerperal dönem sorunlarının fizyopatolojisinin anlaőtılması ve erken saptanması, diőı köpeklerin üreme sağlığının korunmasında büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Puerperal dönem; Diőı köpek; Postpartum komplikasyonlar; Metritis; Mastitis; Eklemsiya

CAN FOLLICULAR DEVELOPMENT BE INDUCED THROUGH B-ADRENERGIC MODULATION IN DAIRY COWS?

Res. Asst. Dr. Vefa TOHUMCU

Ataturk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology,
25240, Erzurum, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4062-7513>

ABSTRACT

This research aimed to examine the influence of intrauterine (IU) administration of the β -adrenergic agonist isoproterenol (ISO) on the first day after ovulation on the progression of the initial follicular wave and the related endocrine profile in high-yielding Holstein cows. The experiment was conducted in two consecutive phases (Phase I and II) involving 36 clinically healthy multiparous cows that were randomly assigned to either an ISO-treated group (n = 18) or a control group (CON, n = 18). During Phase I, all animals underwent a standard Ovsynch synchronization program. Follicular development was assessed by ultrasonography, and blood samples were collected on days 1, 6, and 9 to determine hormonal changes. In Phase II, after re-synchronization, cows received either 4 mg ISO diluted in 40 mL of distilled water (IU) or a placebo (40 mL sterile distilled water, IU) on day 1. Follicular dynamics were evaluated using a grading scale (Grades I-IVb) based on follicle diameter and corpus luteum presence. Throughout Phase I, both groups exhibited gradual follicular growth with no statistical differences. In Phase II, however, ISO-treated cows showed a greater follicular grade on day 9 and significantly higher serum levels of FSH, AMH, E2, and P4 on days 6 and 9 compared with controls. Furthermore, FSH levels on day 6 exceeded baseline values observed in Phase I. These findings demonstrate that a single intrauterine ISO administration on the first day post-ovulation accelerates the early follicular wave and enhances endocrine activity, suggesting that this approach could serve as an innovative strategy to improve reproductive efficiency in high-producing dairy cows.

Key Words: Isoproterenol; Intrauterine; Follicular Dynamics; Endocrine Profile; Dairy Cows

FIRST MOLECULAR DETECTION OF *HEPATOZOOM* SPP. IN DOGS IN ÇORUM PROVINCE

Veterinary Med. Hüsnü Furkan ŞAKAR

Sivas Cumhuriyet University, Institute of Health Sciences, Department of Veterinary Parasitology, Sivas
TÜRKİYE

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4647-9321>

Asst. Prof. Ömer Faruk ŞAHİN

Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Sivas Cumhuriyet University, 58140 Sivas,
TÜRKİYE

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3230-504X>

Assoc. Prof. Ufuk EROL

Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Sivas Cumhuriyet University, 58140 Sivas,
TÜRKİYE

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6766-1335>

Prof. Dr. Kürşat ALTAY

Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Sivas Cumhuriyet University, 58140 Sivas,
TÜRKİYE

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5288-1239>

ABSTRACT

Canine hepatozoonosis is a tick-borne protozoal disease caused by species belonging to the genus *Hepatozoon*. In dogs, the presence of two species belonging to this genus, *Hepatozoon canis* and *H. americanum*, has been documented. While *H. canis* is widespread throughout the world, *H. americanum* is found only in the America continent. Although the disease caused by *H. canis* is relatively milder than *H. americanum*, it can cause serious clinical findings and even death in severe infections. Although studies have been conducted to investigate *Hepatozoon* species in dogs in different regions of Türkiye, no information has been found on the molecular epidemiology of this pathogen in dogs in Çorum province. The aim of this study was to investigate the molecular prevalence and presence of *Hepatozoon* spp. in dogs in Çorum province and to contribute to the understanding of the epidemiology of the species.

For this purpose, the study material was created with blood samples collected from 170 dogs in Çorum. Archive DNAs obtained from blood samples and stored under appropriate conditions in the laboratory were investigated using the Polymerase Chain Reaction (PCR) method, which amplifies the 666 bp fragment of the 18S rRNA gene of *Hepatozoon* spp. using genus-specific primers.

As a result of PCR, 35.29% (60/170) of the dogs were found positive for *Hepatozoon* spp. In the study, 36.45% (35/96) of female dogs and 33.78% (25/74) of male dogs were found to be positive. Additionally, a positivity rate of 31.70% (26/82) was detected in dogs aged 0–3 years, whereas a rate of 38.63% (34/88) was observed in dogs aged three years and older. In this study, it was determined that the infection rate of *Hepatozoon* spp. was very high in dogs (35.29%) and this led to a high infection rate in domestic dog populations in the study areas.

In conclusion, the presence and prevalence of *Hepatozoon* spp. in dogs in Çorum province were determined for the first time in this study. The high prevalence of *Hepatozoon* spp. in dogs underscores the need for both animal owners and veterinarians to implement appropriate preventive measures against this pathogen

Key Words: Dog; *Hepatozoon* spp; Epidemiology; PCR; Çorum

ÇORUM İLİNDE KÖPEKLERDE *HEPATOZOON* SPP.'NİN İLK MOLEKÜLER TESPİTİ

ÖZET

Köpek hepatozoonozisi, *Hepatozoon* spp. soyuna bağlı türlerin neden olduğu vektör kene kaynaklı protozoal bir hastalıktır. Köpeklerde bu soya bağlı *Hepatozoon canis* ve *H. americanum* türlerinin görüldüğü tespit edilmiştir. *H. canis* dünyanın hemen hemen her yerinde yaygın olarak bulunurken, *H. americanum* yalnızca Amerika kıtasında bulunmaktadır. *H. canis*'in neden olduğu hastalık *H. americanum*'a göre nispeten daha hafif seyretmekle birlikte ağır enfeksiyonlarda ciddi klinik bulgulara ve hatta ölüme neden olabilmektedir. Türkiye'nin farklı bölgelerinde köpeklerde *Hepatozoon* türlerinin araştırılması amacıyla çalışmalar yapılsa da Çorum ilinde köpeklerde bu patojenin moleküler epidemiyolojisine ilişkin herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı Çorum ilinde köpeklerde *Hepatozoon* spp. varlığının ve yaygınlığının moleküler olarak araştırılması ve türün epidemiyolojisinin anlaşılmasına katkı sağlanmasıdır.

Bu amaçla çalışma materyali Çorum'da 170 köpekten toplanan kan örnekleriyle oluşturulmuştur. Kan örneklerinden elde edilerek laboratuvarında uygun koşullarda depolanan arşiv DNA'lar soy spesifik primerler kullanılarak *Hepatozoon* spp.'nin 18S rRNA geninin 666 bp'lik kısmını amplifiye eden Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

PCR sonucunda köpeklerin %35,29'u (60/170) *Hepatozoon* spp. yönünden pozitif bulunmuştur. Çalışmada dişi köpeklerin %36,45'i (35/96), erkek köpeklerin ise %33,78'inin (25/74) pozitif olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 0-3 yaş aralığındaki köpeklerde %31,70 (26/82), üç yaş ve üzerindeki köpeklerde ise %38,63 (34/88) oranında pozitiflik saptanmıştır. Bu çalışmada, köpeklerde *Hepatozoon* spp. enfeksiyon oranının çok yüksek olduğu (%35,29) ve bu durumun çalışma alanlarındaki evcil köpek popülasyonlarında yüksek enfeksiyon oranına yol açtığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, Çorum ilinde köpeklerde *Hepatozoon* spp. varlığı ve yaygınlığı ilk kez bu çalışma ile belirlenmiştir. *Hepatozoon* spp.'nin köpeklerde oldukça yüksek oranda görülmesi ile hem hayvan sahiplerinin hem de veteriner hekimlerin bu patojene karşı gerekli önlemleri almaları gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Köpek; *Hepatozoon* spp; Epidemiyoloji; PCR; Çorum

GİRİŞ

Hepatozoonozis, *Hepatozoon* soyuna (Apicomplexa, Eucoccidiorida, Hepatozoidae) bağlı protozoonların neden olduğu paraziter bir hastalıktır (Baneth, 2011). *Hepatozoon* soyu, memeliler, sürüngenler, kuşlar, balıklar ve amfibiler gibi çeşitli konaklarda enfeksiyona neden olan ve konak sağlığı açısından önemli hastalıklara yol açan yaklaşık 340 türden oluşmaktadır (Smith, 1996; Dantas-Torres & Otranto, 2017; Gutiérrez-Liberato ve ark., 2021; Cardoso ve ark., 2022). *Hepatozoon* soyuna bağlı *Hepatozoon canis* ve *H. americanum* türleri evcil ve vahşi köpek türlerini enfekte ederek köpek hepatozoonozisi olarak adlandırılan hastalığa neden olmaktadır (Smith 1996; Baneth & Vincent-Johnson, 2016). Köpeklerde *H. canis* enfeksiyonu ilk olarak 1905 yılında Hindistan'da bildirilmiştir. Daha sonra yapılan çalışmalarda *H. canis*, Avrupa, Asya, Afrika ve Latin Amerika'da köpek hepatozoonozisi ile ilişkili en yaygın tür olarak tespit edilmiştir

(Little ve ark., 2009; Baneth, 2011; Aktas ve ark., 2015; Erol ve ark., 2021). Köpeklerde hepatozoonozisin bir diğer türü olan *H. americanum* ise 1978 yılında ABD'de tespit edilmiştir. *H. americanum* o dönemde *H. canis*'in daha virulent bir formu olarak düşünülmesine rağmen ilerleyen yıllarda yapılan çalışmalar etkenin farklı bir *Hepatozoon* türü olduğunu ortaya çıkarmış ve 1997'de *H. americanum* olarak adlandırılmıştır (Baneth & Vincent-Johnson, 2016). *H. canis* ve *H. americanum* türlerinin ara konak köpeklere bulaştırılmasında Ixodidae ailesine bağlı çeşitli mera keneleri rol oynamaktadır. *H. canis*'in ve *H. americanum*'un ana vektörleri sırasıyla *Rhipicephalus sanguineus* (Kahverengi Köpek Kenesi) ve *Amblyomma maculatum* (Körfez Kıyısı Kenesi) olarak bildirilmiştir. Ayrıca, *H. canis*'in *Rhipicephalus (boophilus) microplus*, *R. turanicus* ve *A. ovale* keneleri tarafından da bulaşabildiği tespit edilmiştir (Mathew ve ark., 1998; Baneth & Vincent-Johnson, 2016; Giannelli ve ark., 2017). Kene kaynaklı protozoon parazitlerin çoğu, konakçılara kan yoluyla bulaşır. Diğer kene kaynaklı protozoon parazitlerinin aksine, *H. canis* ve *H. americanum* konakçılara, enfekte bir kenenin yutulması, ardından bağırsakta sporozoitlerin serbest kalması ve daha sonra sistemik yayılma yoluyla bulaşmaktadır (Pacífico ve ark., 2020). Bununla birlikte, etkenin parazit ile enfekte et (kas) tüketimi veya transplasental yol ile de bulaşabildiği bildirilmiştir (Taylor ve ark., 2016; Dantas-Torres & Otranto, 2017). *H. canis*, *H. americanum*'dan daha az enfektif kabul edilir ve nadiren klinik belirtilere neden olur. *H. canis*, dalak, lenf düğümleri ve kemik iliği gibi retiküloendotelial sistem organlarını etkiler ve beyaz kan hücresi sayısında artış, sertlik, ağrı, kilo kaybı, uyuşukluk, anemi ve ateş gibi semptomlara neden olur. Genellikle kronik veya hafif seyreden bir hastalık olmasına rağmen, hastalık yüksek parazitemi ile ilişkili ciddi klinik vakalarda ölümle sonuçlanabilmektedir (Baneth, 2011).

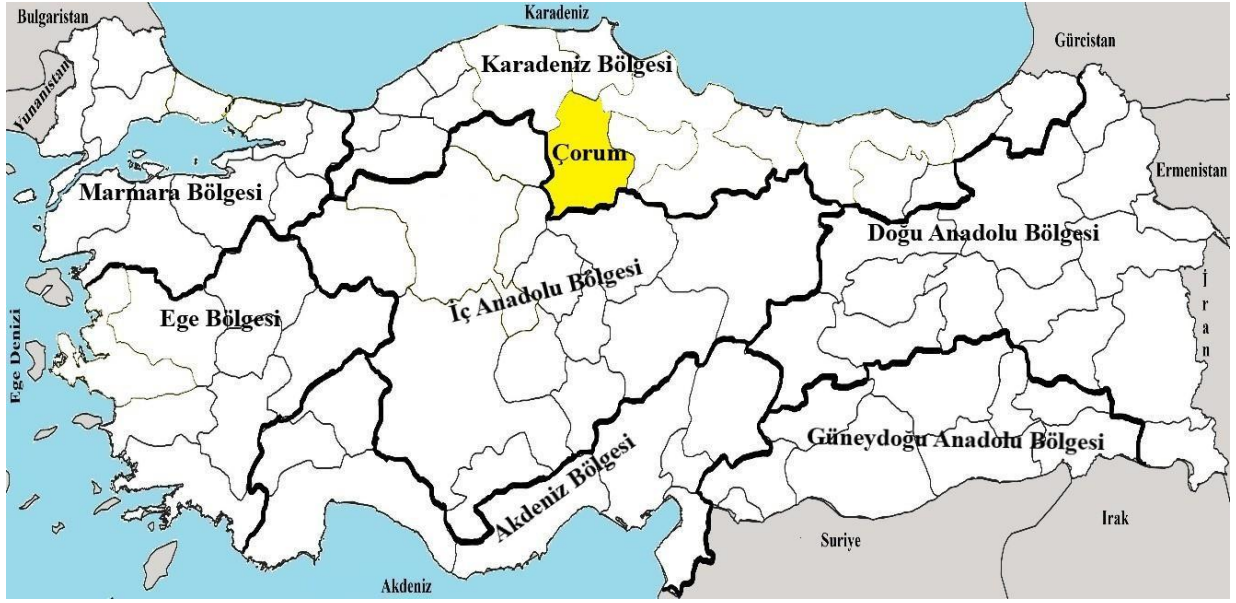
Köpek hepatozoonozisini teşhis etmek için mikroskopik, histopatolojik, serolojik ve moleküler teknikler kullanılmıştır. Mikroskopik teşhiste, lökositler (nötrofiller ve monositler) içindeki gamontları tespit etmek için sıklıkla köpek kan yaymaları kullanılmasına rağmen, paraziteminin düşük olduğu durumlarda mikroskopik bakının duyarlılığı ve özgüllüğü düşüktür. Bununla birlikte *H. canis* enfeksiyonunun tanımlanmasında mikroskopik inceleme kullanılabilirken, *H. americanum*'un gamontları kan yaymalarında nadiren görüldüğünden, histopatolojik inceleme, özellikle immünohistokimyasal teknikler, *H. americanum*'un tanımlanmasında mikroskopik tekniklerden daha duyarlıdır (Dantas-Torres & Otranto, 2017; Tolkacz ve ark., 2023). Hepatozoonozisin teşhisinde ELISA ve IFAT gibi serolojik testler, büyük epidemiyolojik çalışmalarda kronik enfeksiyonları belirlemek için kullanılmakla birlikte, immünofloresan analizleri ve lenf düğümlerinden veya lökosit katmanlarından sitoloji de teşhiste kullanılan diğer yöntemlerdendir (Karagenc ve ark., 2006; Otranto ve ark., 2011). Son yıllarda yapılan çalışmalarda köpek hepatozoonozisinin tanısında, *18S rRNA* veya *ITS1* gen bölgesinin amplifikasyonunda kullanılan PCR ve Real Time PCR gibi moleküler teşhis metotları tercih edilmektedir (Otranto ve ark., 2011; Erol ve ark., 2021; Pekağırbaş ve ark., 2025). Moleküler teşhis metotlarının, şüpheli materyalde az sayıda dahi patojen DNA'sını tespit edebilmesi sonucunda bu yöntemlerin köpek hepatozoonozisinin tanısında diğer yöntemlere göre daha duyarlı ve özgül olduğu kabul edilmektedir (Baneth & Vincent-Johnson, 2016; Dantas-Torres & Otranto, 2017). Bununla birlikte, son zamanlarda, bu yöntemler kullanılarak köpeklerde *Hepatozoon* spp.'nin bazı yeni genotipleri de tespit edilmiştir (Aydin ve ark., 2015).

Köpek hepatozoonozis enfeksiyonları Avrupa, Orta Doğu, Kuzey ve Güney Amerika, Afrika ve Asya dahil olmak üzere dünya genelinde yaygın olarak tanımlanmıştır (Vojta ve ark., 2009; Baneth, 2011; Dantas-Torres & Otranto, 2017). Bununla birlikte hepatozoonozis Türkiye'de yapılan farklı çalışmalarda da tespit edilmiştir (Karagenc ve ark., 2006; Aktas ve ark., 2013; Aydin ve ark., 2015; Erol ve ark., 2021; Pekağırbaş ve ark., 2025; Taş ve ark., 2025). Yapılan literatür taramasında bugüne kadar Türkiye'nin Çorum ilinde köpeklerde hepatozoonozisin araştırıldığı bir çalışma tespit edilememiştir. Bu çalışmanın amacı, Çorum ilindeki sahipli köpek popülasyonunda *Hepatozoon* spp.'nin varlığını ve yaygınlığını PCR kullanarak belirlemek ve tanımlamaktır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Sahası ve Örnekler

Türkiye, coğrafi olarak Avrupa ve Asya kıtaları arasında bulunan ve subtropikal iklim kuşağında yer alan bir ülkedir. Türkiye’de görülen farklı coğrafi yapı ve iklim özellikleri çeşitli vektör türlerinin yaşamasına olanak tanımaktadır. Bu durum vektör kaynaklı hastalıkların yaygın bir şekilde görülmesine neden olmaktadır (İnci ve ark., 2016). Çorum ili, hem Karadeniz bölgesi hem de İç Anadolu bölgesinin kesişiminde yer alan bir ildir. İlin yüzölçümü 12.820 km² ve yıllık ortalama sıcaklığı 10,6°C, yıllık ortalama toplam yağış miktarı ise 450,4 mm'dir. Dolayısıyla vektör kene türlerinin çeşitliliğinin oldukça yüksek oranda görüldüğü illerden biridir (Şekil 1).



Şekil 1. Türkiye haritasında Çorum ilinin konumu.

Çalışma materyallerini daha önce farklı çalışmalar kapsamında toplanılan 170 (74 erkek ve 96 dişi) köpek kan örneğinden elde edilen arşiv DNA’lar oluşturmuştur. Örnekleme yapılırken yaş, cinsiyet ve sağlık durumu ile ilgili veriler kaydedilmiştir (Tablo 1). Tüm köpekler ektoparazit varlığı açısından kontrol edilmiş ve bu hayvanlarda ektoparazit tespit edilmemiştir. Kan örnekleri EDTA’lı toplama tüplerine alınmıştır. Tüm örnekler moleküler incelemeler yapılana kadar -20°C’de saklanmıştır.

Tablo 1. Kan örneklerinin cinsiyet ve yaşa göre dağılımı.

Şehir	Yaş (yıl)		Cinsiyet		Toplam
	0-3	≥3	Erkek	Dişi	
Çorum	82	88	74	96	170

Köpek Kan Örneklerinde Genomik DNA İzolasyonu ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

Çalışmada, Çorum'da sahipli köpeklerden toplanılan 170 arşiv DNA kullanılmıştır. Kısaca, DNA ekstraksiyonu ticari bir ekstraksiyon kiti [PureLink™ Genomic DNA kit (Kat. No.: K1820–02, Invitrogen™, Carlsbad, ABD)] kullanılarak, Erol ve ark. (2024) tarafından ayrıntılı olarak açıklanan protokol izlenerek gerçekleştirilmiştir. Elde edilen DNA, PCR testi yapılana kadar -20°C'de saklanmıştır.

PCR ile *Hepatozoon* spp. prevalansını araştırmak için, 18S rRNA'nın 666 bp'lik kısmı gen bölgesi, Hep-F (5'-ATACATGAGCAAAATCTCAAC-3') ve Hep-R (5'-CTTATTATTCCATGCTGCAG-3') primerleri kullanılarak amplifiye edilmiştir (Inokuma ve ark., 2002). PCR, DNaz-RNaz içermeyen steril su (Kat. No.: 129114, Qiagen®, Hilden, Almanya), 10× PCR tamponu (Thermo Scientific™, Litvanya), 2,5 mM MgCl₂ (25 mM) (Thermo Scientific™, Litvanya), her bir dNTP'den 200 µM (Kat. No.: DN0021-1000, GeneDirex®), 1,25 U Taq DNA polimeraz (Kat. No.: EP0402, Thermo Scientific™, Litvanya), 1 µL (10 pmol/µL) her bir primer ve 3 µL hedef DNA içeren 25 µL'lik son hacimde gerçekleştirilmiştir. Hatalı sonuçları önlemek için her PCR miksi içine pozitif [*H. canis* (GenBank Erişim Numarası: MW350128, Erol ve ark., 2021)] ve negatif (DNaz-RNaz içermeyen steril su, Kat. No.: 129114, Qiagen®, Hilden, Almanya) kontrol grupları eklenmiştir. Kontaminasyon riskinin önüne geçebilmek için her PCR miksi ve DNA ekleme işlemi farklı odalarda gerçekleştirilmiştir.

PCR ürünleri %1'lik agaroz jele yüklenmiş ve 90 voltta 45 dakika boyunca elektroforeze tabi tutulmuştur. Agaroz jel 20 dakika boyunca etidyum bromür ile boyanmış ve daha sonra transilluminatörde spesifik ampikonların varlığı yönünden incelenmiştir. Pozitif ve negatif örnekler kayıt altına alınmıştır.

İstatistiksel Değerlendirme

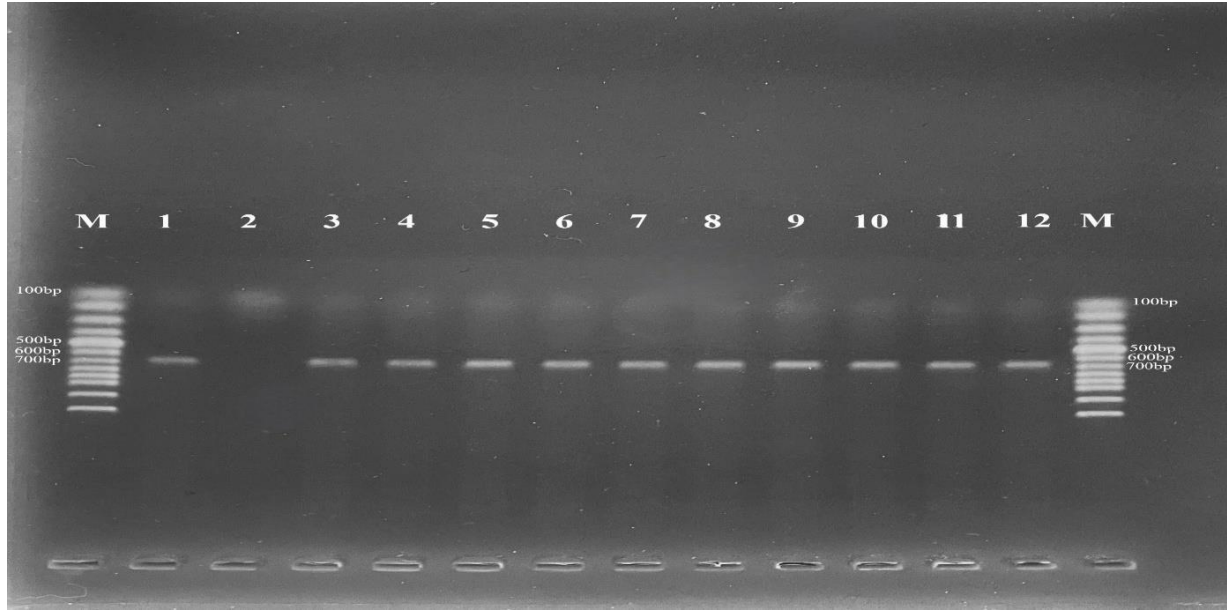
Çeşitli parametreler arasındaki istatistiksel analizler ki-kare testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. $p \leq 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Etik Beyanı

Çalışmayı yürütmek için etik onay, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Yerel Hayvan Deneyleri Etik Kurulu'ndan alınmıştır (Onay numarası: 65202830–050.04.04–10).

BULGULAR

Bu çalışmada, 170 köpek kan örneği, PCR metodu kullanılarak köpek hepatozoonozisi açısından incelenmiştir. PCR ile incelenen 170 örneğin %35,29'unda (60/170) *Hepatozoon* spp. pozitif bulunmuştur (Şekil 2). Cinsiyete göre prevalans değerlendirilmesi yapıldığında, dişi köpeklerin %36,45'inin (35/96), erkek köpeklerin ise %33,78'inin (25/74) pozitif olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte yaşa göre değerlendirme yapıldığında, 0-3 yaş aralığındaki köpeklerin %31,70'inin (26/82), üç yaş ve üzerindeki köpeklerin ise %38,63'ünün (34/88) *Hepatozoon* spp. yönünden pozitif olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).



Şekil 2. PCR sonucunda pozitif tespit edilen örnekler M: Merdiven, 1: *Hepatozoon* spp. pozitif kontrol, 2: Negatif kontrol, 3-12: *Hepatozoon* spp. pozitif PCR ürünleri

Tablo 2. *Hepatozoon* spp. için yaş ve cinsiyete göre PCR sonuçları.

Şehir	Yaş (yıl)						Cinsiyet						Toplam		
	0-3			≥3			Erkek			Dişi					
	n	+	%	n	+	%	n	+	%	n	+	%	n	+	%
Çorum	82	26	31,70	88	34	38,63	74	25	33,78	96	35	36,45	170	60	35,29

TARTIŞMA VE SONUÇ

Vektör kaynaklı hastalıklar küresel ısınma ile birlikte değişen ekosistemler içerisinde son yıllarda daha da önem kazanmıştır (Chala & Hamde, 2021; Nuttall, 2022). Her yıl, vektörler ve vektör kaynaklı patojenlerin neden olduğu enfeksiyonlar ve ölümler nedeniyle milyarlarca dolar ekonomik kayıp yaşanmaktadır (Nuttall, 2022). *H. canis* ve *H. americanum*'un neden olduğu köpek hepatozoonozisi, hem evcil hem de vahşi karnivorlarda en önemli kene kaynaklı hastalıklardan biridir (Taylor ve ark., 2016; Dantas-Torres & Otranto, 2017). *H. canis*'in tespiti, Türkiye'de ilk kez 1933 yılında yapılmasına rağmen *H. americanum*, Türkiye'de şu ana kadar rapor edilmemiştir (Tuzdil, 1933). *H. canis* enfeksiyonundan şüphelenilen köpeklerde, periferik kan örneklerinin Giemsa boyalı preparatlarda, parazitin nötrofiller içerisinde ve nadiren de monositlerde bulunması tanı için yeterli kabul edilmektedir (Baneth & Vincent-Johnson, 2016). Ancak düşük parazitemili hayvanlarda *Hepatozoon* spp. gamontlarının tespit edilememesi, kesin bir sonuç olarak konaklarda hastalığın olmadığı anlamına gelmemektedir. Bu gibi durumlarda, buffy coat (lenfosit, monosit izolasyon yöntemi) ile örnek alındığında mikroskopik incelemenin etkisi daha yüksek olmaktadır (Otranto ve ark., 2011). Buna rağmen mikroskopik bakının hassasiyetinin ve duyarlılığının serolojik ve moleküler teşhis metotlarına göre daha az olduğu unutulmamalıdır. Bununla birlikte indirekt immüno floresan testi (IFA) ve enzim bağlantılı immünosorbent testi (ELISA) gibi serolojik testler de hastalık tespiti için kullanılabilir. Ancak serolojik yöntemlerde konağın bağışıklık durumuna ve antijen-antikör titrasyonuna bağlı hatalı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla, *Hepatozoon* spp. gibi vektör kaynaklı hastalıkların farklı konakçılarda hızlı ve güvenilir bir şekilde tespit edilmesi çok önemlidir. Bu nedenle son yıllarda, mikroskopik ve serolojik yöntemlere kıyasla yüksek hassasiyet ve özgüllükleri nedeniyle, *Hepatozoon* türlerinin tanımlanmasında PCR gibi moleküler teşhis metotları kullanılmaktadır (Otranto ve ark., 2011; Altay ve ark., 2019; Erol ve ark., 2021; Pekağırbaş ve ark., 2025). Bu çalışmada, Çorum ilinde sahipli köpeklerden toplanılan kan örneklerinden elde edilen arşiv DNA'larda PCR metodu kullanılarak *Hepatozoon* spp.'nin varlığı ve yaygınlığı araştırılmıştır.

Dünya genelinde köpeklerde yaygın olarak tespit edilen hepatozoonozis, Türkiye'de dahil olmak üzere farklı ülkelerde tespit edilmiştir. Son yıllarda moleküler temelli yapılan çalışmalarda, Afrika'da %58,6 (Heylen ve ark., 2021), Brezilya'da %10,7-29,1 (Fernandes ve ark., 2024; Alves ve ark., 2025), Kamboçya'da %10,9 (Inpankaew ve ark., 2016), Çad'da %80,8 (Haynes ve ark., 2024) Çin'de %3,2-13 (Yin ve ark., 2023; Wang ve ark., 2023), Kolombiya'da %4,5 (Ramírez-Alvarado ve ark., 2024), Çek Cumhuriyeti'nde %4-50 (Mitková ve ark., 2016; 2017), Macaristan'da %26,1 (Hornok ve ark., 2013), Hindistan'da %11,3 (Kopparthi ve ark., 2025), İtalya'da %17,6 (Chisu ve ark., 2023), Kırgızistan'da %28,8 (Altay ve ark., 2019), Polonya'da %2,8 (Dokuzeylül ve ark., 2024), İspanya'da %13,4 (Ortuño ve ark., 2023), Tayland'da %18,2 (Osathanon ve ark., 2025) ve Ukrayna'da %50,9 (Bajer ve ark., 2023) oranında köpek hepatozoonozisi tespit edilmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda köpek hepatozoonozis prevalansı, mikroskopik, serolojik ve moleküler yöntemler gibi farklı teknikler kullanılarak araştırılmıştır. Bununla birlikte Türkiye'nin farklı bölgelerinde köpeklerde hepatozoonozis prevalansının moleküler yöntemlerle araştırıldığı çalışmalarda, Ege Bölgesi'nde %25,78 (Karagenc ve ark., 2006), Diyarbakır'da %15,8-54,3 (Aktas ve ark., 2013; Aktas & Özübek, 2017), Konya ve Karaman'da %3,6 (Aydın ve ark., 2015), Ankara'da %49,5 (Orkun ve ark., 2018), Sivas'ta %44,6 (Erol ve ark., 2021), Aydın'da %3 (Pekağırbaş ve ark., 2025) ve Antalya'da ise % 2,5 (Taş ve ark., 2025) oranında tespit edilmiştir. Bu çalışmada, köpeklerde *Hepatozoon* spp. prevalansı %35,29 (60/170) olarak saptanmıştır. Çorum'da köpeklerde tespit edilen hepatozoonozis prevalansının, Diyarbakır'da (%54,3), Ankara'da (%49,5) ve Sivas'ta (44,6) tespit edilen oranlardan daha düşük olduğu ancak Türkiye'deki diğer çalışmalardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Köpeklerde hepatozoonozis prevalansı, vektör kene türlerinin varlığı, yaygınlığı ve

köpeklerin sahipli veya sahipsiz olmaları ile ilişkili olabilmektedir (Aktas ve ark., 2015; Aktas & Özübek, 2017; Orkun ve ark., 2018.). Örneğin, Diyarbakır (Aktas & Özübek, 2017) ve Ankara'da (Orkun ve ark., 2018) yapılan çalışmalar sahipsiz köpek örnekleri kullanılarak yürütülürken, bu çalışma sahipli köpek örnekleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sahipsiz köpekler, sahipli köpeklere kıyasla kene gibi ektoparazitlere daha fazla maruz kalmaktadır. Bu nedenle, köpek hepatozoonozisi gibi kene kaynaklı patojenler, sahipli köpeklere kıyasla sahipsiz köpeklerde daha yaygın görülebilmektedir. Bu nedenle, bu bölgelerde yapılan köpek hepatozoonozisi çalışmalarındaki prevalansın, çalışmamızdaki prevalanstan daha yüksek olduğunu düşünmekteyiz. Bununla birlikte konu ile ilgili yapılan çalışmalar, köpek hepatozoonozisi yaygınlığının, örneklemdeki köpeklerin sağlık durumları, çalışmaya dahil edilen köpek sayısı, çalışmada kullanılan teşhis yöntemleri, örneklem alanlarının iklim koşulları, örneklerin toplandığı mevsim, vektörlerin varlığı ve yoğunluğu gibi çeşitli nedenlere göre değişebileceğini göstermiştir (Baneth, 2011; Taylor ve ark., 2016; Dantas-Torres & Otranto, 2017; Erol ve ark., 2021).

Dünya genelinde yapılan farklı çalışmalarda, köpeklerde görülen hepatozoonozis türlerinin yaygınlığının cinsiyete ve yaşa göre değişen oranlarda tespit edilebileceği bildirilmiştir (Paşa ve ark., 2009; Gomes ve ark., 2010; Aktas ve ark., 2015). Bu çalışmada da, prevalansın köpeklerin cinsiyetine ve yaşına göre değişebildiği görülmüştür (Tablo 2). Bazı araştırmacılar (Paşa ve ark., 2009) dişilerin erkeklerden daha hassas olduğunu bildirirken, bazıları (Gomes ve ark., 2010; Aktas ve ark., 2015) erkeklerin dişilerden daha hassas olduğunu ortaya koymuştur. Ancak bahsedilen çalışmalarda, cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı da bildirilmiştir ($p > 0,05$) (Paşa ve ark., 2009; Gomes ve ark., 2010; Aktas ve ark., 2015). Bu çalışmada, dişilerde (%36,45) tespit edilen pozitifliğin erkeklerde (%33,78) oranla daha fazla olduğu görülse de sonuçlar arasında diğer çalışmalarla uyumlu biçimde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$).

Köpek hepatozoonozisi, her yaştan köpeği enfekte edebilen kronik bir hastalıktır. Yapılan çalışmaların bazısında genç köpeklerde hastalığın daha yaygın görülebildiği bildirilse de (Mundim ve ark., 2008, Paşa ve ark., 2009) genel olarak yetişkin köpeklerde genç köpeklere göre daha fazla pozitiflik tespit edildiği bildirilmiştir (Gomes ve ark., 2010; Aktas ve ark., 2015). Paşa ve ark. (2009) tarafından yürütülen çalışmada, *H. canis* ile enfekte köpeklerin 2 ila 8 yaş arasında olduğu bildirilmiştir. Baneth ve Weigler (1997) tarafından yapılan bir çalışmada ise, *H. canis* enfeksiyonunun 6 aydan küçük ve 5-10 yaş arasındaki köpeklerde en yaygın olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, köpekler iki yaş grubuna ayrılmış ve 0-3 yaş aralığındaki köpeklerin %31,70'inin (26/82), üç yaş ve üzerindeki köpeklerin ise %38,63'ünün (34/88) *Hepatozoon* spp. pozitif olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu sonuçlar diğer araştırmacıların bulgularıyla benzerdir (Gomes ve ark., 2010; Aktas ve ark., 2015). Bir yaştan altındaki köpeklerde enfeksiyonda daha önce farklı çalışmalarda bildirilen artış eğilimi, muhtemelen genç köpeklerin bağışıklık sistemlerinin yeterince gelişmemiş olması nedeniyle düşük bağışıklık yeterliliğiyle ifade edilebilmektedir (Mundim ve ark., 2008). Buna ek olarak yaşlı köpeklerde genç köpeklere kıyasla daha yüksek pozitifliğin nedenleri olarak, vektöre daha fazla maruz kalma ve vücut direncinin azalmasıyla ilişkili yaşlı hayvanların parazite kümülatif olarak maruz kalmasıyla açıklanabilmektedir (Aktas ve ark., 2015).

Sonuç olarak, bu çalışma ile Çorum ilindeki sahipli köpeklerde, *18S rRNA* gen bölgesine yönelik soy spesifik PCR kullanılarak *Hepatozoon* spp'nin varlığı ve yaygınlığı ilk defa tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarının, köpek hepatozoonozisinin epidemiyolojisinin anlaşılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Hastalığa karşı korumada özellikle vektör kene mücadelesi oldukça önemlidir. Ayrıca çalışma bölgesinde hastalığın yoğun olarak görülmesi ile ilişkili olarak, hayvan sahipleri, veteriner hekimler ve ilgili kamu kurumları tarafından köpeklerde hepatozoonozisi azaltmak/önlemek için koruma ve kontrol programlarının belirlenmesinin gerektiği

düşünülmektedir. Bununla birlikte klinisyen hekimlerin, kene enfeste veya geçmişinde kene enfestasyonu öyküsü olan hastaların ayırıcı tanısında *Hepatozoon* türlerini de teşhiste göz önünde bulundurması gerekmektedir. Buna ek olarak, Türkiye ve dünya genelinde *Hepatozoon* türleri üzerine kapsamlı epidemiyolojik ve klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aktas, M., Özübek, S., & Ipek, D. N. S. (2013).** Molecular investigations of *Hepatozoon* species in dogs and developmental stages of *Rhipicephalus sanguineus*. *Parasitology Research*, 112, 2381–2385.
- Aktas, M., & Özübek, S. (2017).** A survey of canine haemoprotozoan parasites from Turkey, including molecular evidence of an unnamed *Babesia*. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 52, 36–42.
- Altay, K., Aydin, M. F., Aytmirzakizi, A., Jumakanova, Z., Cunusova, A., & Dumanli, N. (2019).** Molecular survey of hepatozoonosis in natural infected dogs: First detection and molecular characterisation of *Hepatozoon canis* in Kyrgyzstan. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25, 77–81.
- Alves, M. H., Martins, N. B., Hora, A. S., Soresini, G., Desbiez, A. L. J., Mendoza-Roldan, J. A., et al. (2025).** Molecular detection of *Hepatozoon* spp. and *Cytauxzoon felis* in wild carnivorans and domestic dogs in southern Pantanal wetlands of Brazil with new host records. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 59, e101233.
- Aydin, M. F., Sevinc, F., & Sevinc, M. (2015).** Molecular detection and characterization of *Hepatozoon* spp. in dogs from the Central part of Turkey. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 6, 388–392.
- Bajer, A., Aslarraf, M., Topolnytska, M., Tolkacz, K., Dwużnik-Szarek, D., & Rodo, A. (2023).** Vector-borne parasites in dogs from Ukraine translocated to Poland following Russian invasion in 2022. *Parasites & Vectors*, 16, 430.
- Baneth, G., & Vincent-Johnson, N. (2016).** Hepatozoonosis. In M. J. Day (Ed.), *Arthropod-borne infectious diseases of the dog and cat* (pp. 121–136). CRC Press.
- Baneth, G. (2011).** Perspectives on canine and feline hepatozoonosis. *Veterinary Parasitology*, 181(1), 3–11.
- Baneth, G., & Weigler, B. (1997).** Retrospective case-control study of hepatozoonosis in dogs in Israel. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 11, 365–370.
- Cardoso, W. A., Perles, L., Picelli, A. M., Correa, J. K. C., André, M. R., & Viana, L. A. (2022).** *Hepatozoon* parasites in fish *Hoplias aimara*. *Parasitology Research*, 121, 1041–1046.
- Chala, B., & Hamde, F. (2021).** Emerging and re-emerging vector-borne infectious diseases and the challenges for control: A review. *Frontiers in Public Health*, 9, 715759.
- Chisu, V., Giua, L., Bianco, P., Masala, G., Sechi, S., & Cocco, R., et al. (2023).** Molecular survey of *Hepatozoon canis* infection in domestic dogs from Sardinia, Italy. *Veterinary Sciences*, 10, 640.
- Dantas-Torres, F., & Otranto, D. (2017).** Hepatozoonosis. In C. B. Marcondes (Ed.), *Arthropod borne diseases* (pp. 363–368). Springer.

- Dokuzeylül, B., Teodorowski, O., Pisarek, M., Skrzypczak, M., Rutkowska-Szulczyk, M., & Deneka, Ł., et al. (2024).** Prevalence of *Hepatozoon canis* infection in dogs from the area of Lublin Voivodship. *Polish Journal of Veterinary Science*, 27, 305–308.
- Erol, U., Altay, K., Atas, A. D., Ozkan, E., & Sahin, O. F. (2021).** Molecular prevalence of canine hepatozoonosis in owned dogs in central Turkey. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 76, 71–76.
- Erol, U., Sahin, O. F., Urhan, O. F., Atas, A. D., & Altay, K. (2024).** Molecular investigation of *Anaplasma phagocytophilum* and related strains among sheep flocks from Türkiye. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 107, 102154.
- Fernandes, T. O., Duarte, M. A., Furtado, A. P., Scalon, M. C., & Paludo, G. R. (2024).** New insights on the phylogeography of *Hepatozoon canis* in Brazil. *Parasitology Research*, 123, 123.
- Giannelli, A., Lia, R. P., Annoscia, G., Buonavoglia, C., Lorusso, E., Dantas-Torres, F., Baneth, G., & Otranto, D. (2017).** *Rhipicephalus turanicus*, a new vector of *Hepatozoon canis*. *Parasitology*, 144, 730.
- Gomes, P. V., Mundim, M. J. S., Mundim, A. V., de Ávila, D. F., Guimarães, E. C., & Cury, M. C. (2010).** Occurrence of *Hepatozoon* sp. in dogs in southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology*, 174, 155–161.
- Gutiérrez-Liberato, G. A., Lotta-Arévalo, I. A., Rodríguez-Almonacid, C. C., Vargas-Ramírez, M., & Matta, N. E. (2021).** Molecular and morphological description of the first *Hepatozoon* species infecting a neotropical turtle. *Parasitology*, 148, 747–759.
- Haynes, E., Garrett, K. B., Grunert, R. K. A., Bryan, J. A., Sidouin, M., & Oaukou, P. T., et al. (2024).** Surveillance of tick-borne pathogens in dogs from Chad. *BMC Veterinary Research*, 20, 417.
- Heylen, D., Day, M., Schunack, B., Fourie, J., Labuschagne, M., Johnson, S., et al. (2021).** A community approach of pathogens and arthropod vectors in dogs of Sub-Saharan Africa. *Parasites & Vectors*, 14, 576.
- Hornok, S., Tánzos, B., Fernández de Mera, I. G., de la Fuente, J., Hofmann-Lehmann, R., & Farkas, R. (2013).** High prevalence of *Hepatozoon* infection in shepherd dogs. *Veterinary Parasitology*, 196, 189–193.
- Inci, A., Yildirim, A., Duzlu, O., Doganay, M., & Aksoy, S. (2016).** Tick-borne diseases in Turkey: A One Health review. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(12), e0005021.
- Inokuma, H., Okuda, M., Ohno, K., Shimoda, K., & Onishi, T. (2002).** Analysis of the 18S rRNA gene sequence of a *Hepatozoon* in Japanese dogs. *Veterinary Parasitology*, 106, 265–271.
- Inpankaew, T., Hii, S. F., Chimnoi, W., & Traub, R. J. (2016).** Canine vector-borne pathogens in semi-domesticated dogs in Cambodia. *Parasites & Vectors*, 9, 253.
- Karagenc, T. I., Pasa, S., Kirli, G., Hosgor, M., Bilgic, H. B., Ozon, Y. H., Atasoy, A., & Eren, H. (2006).** A survey of *Hepatozoon canis* infection in dogs around the Aegean coast of Turkey. *Veterinary Parasitology*, 135, 113–119.
- Kopparthi, J., Chennuru, C. S., Vukka, C. R., & Devalum, R. P. (2025).** Prevalence and molecular identification of *Hepatozoon canis* in South India. *Indian Journal of Animal Research*, B-5420, 1–5.
- Little, S. E., Allen, K. E., Johnson, E. M., Panciera, R. J., Reichard, M. V., & Ewing, S. A. (2009).** New developments in canine hepatozoonosis in North America. *Parasites & Vectors*, 2(1), 1–4.

- Mathew, J. S., Ewing, S. A., Panciera, R. J., & Woods, J. P. (1998).** Experimental transmission of *Hepatozoon americanum* to dogs. *Veterinary Parasitology*, 80, 1–14.
- Mitková, B., Hrazdilová, K., Novotná, M., Juranková, J., Hofmannová, L., & Forejtek, P., et al. (2017).** Autochthonous *Babesia canis*, *Hepatozoon canis*, and imported *Babesia gibsoni* in dogs. *Veterinarní Medicina*, 62, 138–146.
- Mitková, B., Hrazdilová, K., Steinbauer, V., D’Amico, G., Mihalca, A. D., & Modrý, D. (2016).** Autochthonous *Hepatozoon* infection in dogs and foxes. *Parasitology Research*, 115, 4167–4171.
- Mundim, A. V., Morais, I. A., Tavares, M., Cury, M. C., & Mundim, M. J. S. (2008).** Clinical and hematological signs associated with *Hepatozoon* infected dogs. *Veterinary Parasitology*, 153, 3–8.
- Nuttall, P. A. (2022).** Climate change impacts on ticks and tick-borne infections. *Biologia*, 77(6), 1503–1512.
- Orkun, Ö., Koç, N., Sürsal, N., Çakmak, A., Nalbantoğlu, S., & Karaer, Z. (2018).** Molecular characterization of tick-borne protozoa in stray dogs in central Anatolia. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 24, 227–232.
- Ortuño, M., Bernal, A., Nachum-Biala, Y., Muñoz, C., Risueño, J., Ortiz, J., et al. (2023).** Epidemiological implications of *Hepatozoon*, *Babesia*, and *Leishmania* infections in pets. *Parasitology Research*, 122, 35–47.
- Osathanon, R., Saechin, A., Mongkolphan, C., Bhusri, B., & Tangsudjai, S. (2025).** Coinfections of *Ehrlichia*, *Hepatozoon*, and *Babesia* in owned dogs in Thailand. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 39, e70154.
- Otranto, D., Dantas-Torres, F., Weigl, S., Latrofa, M. S., Stanneck, D., Decaprarriis, D., Capelli, G., & Baneth, G. (2011).** Diagnosis of *Hepatozoon canis* in young dogs using cytology and PCR. *Parasites & Vectors*, 4, 55.
- Pacífico, L., Braff, J., Buono, F., Beall, M., Neola, B., & Buch, J., et al. (2020).** *Hepatozoon canis* in hunting dogs from Southern Italy. *Parasitology Research*, 119, 3023–3031.
- Paşa, S., Kiral, F., Karagenc, T., Atasoy, A., & Seyrek, K. (2009).** Dogs naturally infected with *Hepatozoon canis* in the Aegean region of Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 33, 289–295.
- Pekaşırbaş, M., Demirbilek, M. V., Şimşek, E., Aydın, H. B., Kanlioğlu, H., & Oryaşın, A. G., et al. (2025).** Molecular characterization of *Hepatozoon* spp. in naturally infected dogs in Aydın. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 72, 237–242.
- Ramírez-Alvarado, A. R., Rueda-García, V., & Rondón-Barragán, I. S. (2024).** Molecular detection of *Hepatozoon canis* in dogs from Ibagué, Tolima. *Journal of Veterinary Medical Science*, 86, 612–618.
- Smith, T. G. (1996).** The genus *Hepatozoon* (Apicomplexa: Adeleina). *Journal of Parasitology*, 82, 565–585.
- Taş, T., Pala, M. F., Emirikci, A., Adanir, R., Yukari, B. A., & Köse, O. (2025).** Microscopic and PCR survey of *Hepatozoon* spp. and *Anaplasma phagocytophilum* in dogs from Antalya. *Medycyna Weterynaryjna*, 81, 164–172.
- Taylor, M. A., Coop, R. L., & Wall, R. L. (2016).** *Veterinary parasitology* (4th ed.). Blackwell Publishing.

Tolkacz, K., Kretschmer, M., Nowak, S., Myslajek, R. W., Alsarraf, M., Wężyk, D., & Bajer, A. (2023). First report on *Hepatozoon canis* in dogs and wolves in Poland. *Parasites & Vectors*, 16, 313.

Tuzdil, A. N. (1933). Bizde ilk defa görülen bir *Hepatozoon canis* vakası. *Türk Baytarlar Cemiyeti Mecmuası*, 13, 35.

Vojta, L., Mrljak, V., Curkovic, S., Zivicnjak, T., Marinculic, A., & Beck, R. (2009). Molecular epizootiology of canine hepatozoonosis in Croatia. *International Journal of Parasitology*, 39, 1129–1136.

Wang, K., Wang, J., Zu, H., Lin, Y., & Wang, S. (2023). Epidemiological investigation and genetic relationship of canine hepatozoonosis in Hainan Island. *Journal of Tropical Biology*, 14, 467–473.

Yin, F., Guo, C., Li, D., Tian, Z., & Li, F. (2023). Vector-borne pathogens in dogs from four regions of China. *Animals*, 13, 1867.

TÜRKİYE’DE HAYVANCILIK SEKTÖRÜNÜN GÜNCEL SORUNLARI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÇERÇEVESİNDE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Kurtuluş MERDAN

Gümüşhane Üniversitesi Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Muhasebe Bölümü

ORCID NO: 0000-0002-4513-0920

ÖZET

Türkiye ekonomisinde hayvancılık sektörü, kırsal kalkınmanın temel bileşenlerinden biri olarak stratejik öneme sahiptir. Sektör, yüksek sermaye/hasıla oranı, kısa sermaye geri dönüş süresi ve yatırım verimliliği gibi unsurlar açısından ülke ekonomisinde önemli bir iktisadi işlev üstlenmektedir. Hayvancılık; ekonomik büyümenin desteklenmesi, sanayiye hammadde temini, milli gelirin artırılması, ihracatın çeşitlendirilmesi ve kırsal istihdamın güçlendirilmesi açısından da belirleyici bir rol oynamaktadır.

Bu çalışma, Türkiye’de hayvancılığın mevcut durumunu analiz ederek üretim ve verimlilik üzerindeki temel kısıtları belirlemeyi ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda çözüm önerileri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, literatür taraması ve mevcut politika belgeleri çerçevesinde hayvancılık sektörünün ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları değerlendirilmiştir. Bulgular, sektörde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için destekleme politikalarının etkinliğinin artırılması, yem ve girdi maliyetlerinin düşürülmesi, yerli ırkların korunması, genç nüfusun üretime teşvik edilmesi ve örgütlenme yapısının güçlendirilmesinin kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, politika yapım sürecinde bölgesel farklılıkların dikkate alınması, veri temelli planlama yaklaşımının benimsenmesi ve üniversite-sanayi iş birliğinin geliştirilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, Türkiye’de hayvancılığın sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu biçimde geliştirilmesi; yalnızca üretim hacmini artırmakla kalmayacak, aynı zamanda kırsal refahın güçlendirilmesi, gıda güvenliğinin sağlanması ve dış ticaret dengesinin iyileştirilmesine de katkı sunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hayvancılık, Kırsal Kalkınma, Sürdürülebilirlik, Destekleme Politikaları, Türkiye

CURRENT PROBLEMS OF THE LIVESTOCK SECTOR IN TÜRKİYE AND POLICY RECOMMENDATIONS WITHİN THE FRAMEWORK OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ABSTRACT

The livestock sector holds strategic importance in the Turkish economy as one of the main pillars of rural development. The sector performs a significant economic function with its high capital/output ratio, short capital return period, and investment efficiency. Livestock production plays a decisive role not only in supporting economic growth but also in supplying raw materials to industry, increasing national income, diversifying exports, and strengthening rural employment.

This study aims to analyze the current state of livestock production in Türkiye, identify the main constraints affecting production and productivity, and develop policy recommendations within the framework of sustainable development. Based on a comprehensive literature review and policy documents, the study evaluates the economic, environmental, and social dimensions of the livestock sector. The findings indicate that improving the effectiveness of support policies, reducing feed and input costs, preserving local breeds, encouraging youth participation in production, and strengthening the organizational structure are of critical importance for ensuring sustainability in the sector. Furthermore, it is emphasized that livestock policies should consider regional differences, adopt data-driven planning, and promote university-industry cooperation. In conclusion, developing the livestock sector in line with sustainable development goals will not only increase production capacity but also enhance rural welfare, ensure food security, and contribute to improving the foreign trade balance.

Keywords: Livestock, Rural Development, Sustainability, Support Policies, Türkiye

GİRİŞ

Son yıllarda Türkiye’de artan enflasyon oranları, küresel ve ulusal düzeyde yaşanan ekonomik krizler ile döviz kurlarındaki istikrarsızlık, özellikle tarımsal üretimde kullanılan girdilerin fiyatlarında ciddi artışlara neden olmuştur. Üretim sürecinde en yüksek maliyet kalemlerinden birini oluşturan fabrika yemi ve kaba yem fiyatlarındaki hızlı yükseliş, hayvan ve et ithalatına ilişkin kararlar, uygulanan ekonomik politikalar ve piyasalarda oluşan dalgalanmalar ile birleştğinde üretim üzerinde baskı yaratmaktadır. Buna ek olarak, elektrik, mazot, veteriner ilaçları, aşılar, boğa sperması ve yem bitkisi tohumları gibi diğer temel girdilerde de yaşanan fiyat artışları, üreticilerin maliyet yükünü daha da artırmıştır (FAO, 2023; TÜİK, 2024).

Tüm bu gelişmeler sonucunda, üreticiler geleceğe yönelik üretim planlaması yapmada güçlük çekmekte, artan maliyet baskısı ve piyasa belirsizliği nedeniyle üretim faaliyetlerini sürdürülebilir kılmakta zorlanmaktadır. Üretim maliyetlerinde ve ürün satış fiyatlarında önlenemeyen artışlar, özellikle damızlık hayvan yetiştiriciliği yapan üreticilerin üretim kapasitelerini azaltmalarına yol açmıştır. Bu durumun doğal bir sonucu olarak, gebe hayvanların dahi kesime gönderildiği, sektör açısından son derece olumsuz bir tablo ortaya çıkmıştır (OECD, 2023).

Ortaya çıkan bu üretim daralması, hem arz hem de talep yönlü etkiler yaratmış; hanehalkı tüketiminde azalma ve hayvansal gıda fiyatlarında dalgalanmalar meydana gelmiştir. Söz konusu süreç, sektör genelinde ciddi bir kriz ve darboğazın yaşandığına işaret etmekte olup,

Türkiye'nin yakın geleceğinde hayvansal ürünlerde kıtlık riskiyle karşı karşıya kalabileceği yönünde uyarıcı bir nitelik taşımaktadır.

Türkiye'de hayvancılığın sürdürülebilirliğini tehdit eden üç temel unsur öne çıkmaktadır: üretim maliyetlerindeki artış, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ve kırsaldan kentlere yönelen genç nüfus göçü. Bunlardan özellikle kırsal göç olgusu, sektörün uzun vadeli yapısal sorunlarından biri haline gelmiştir. Genç nüfusun kırsal kesimden kente yönelmesi, kırsalda hayvancılık yapan nüfusun yaş ortalamasını yükseltmektedir. Güncel veriler, Türkiye'de hayvancılıkla uğraşan nüfusun yaş ortalamasının 57'ye kadar yükseldiğini göstermektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024). Bu eğilim devam ettiği takdirde, yaklaşık yirmi yıl içinde kırsal alanlarda hayvancılık yapabilecek yeterli işgücünün kalmayacağı öngörülmektedir.

Dolayısıyla, Türkiye hayvancılık sektörü yalnızca kısa vadeli maliyet baskılarıyla değil, aynı zamanda uzun vadeli demografik ve çevresel risklerle de karşı karşıyadır. Sektörün geleceğini güvence altına almak için, genç nüfusun kırsalda kalmasını teşvik edecek sosyal ve ekonomik politikaların geliştirilmesi, üretim maliyetlerinin azaltılmasına yönelik yapısal önlemlerin alınması ve iklim değişikliğine uyum sağlayabilecek sürdürülebilir üretim modellerinin oluşturulması büyük önem taşımaktadır.

TÜRKİYE'DE HAYVANCILIĞIN TEMEL SORUNLARI VE DÖNÜŞÜM SÜRECİ

Türkiye'de hayvancılığın içinde bulunduğu mevcut koşullar, sektörel politikaların yeniden gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir bir kalkınma anlayışı doğrultusunda “öze dönüş” temelli politikaların benimsenmesi gerekmektedir (Doğan & Yılmaz, 2021).

1. Milli Tarım Politikası

Türkiye'nin ulusal düzeyde bütüncül bir Milli Tarım Politikası oluşturması zorunlu hale gelmiştir. Tarım ve hayvancılık sektörlerinde son kapsamlı envanterin yaklaşık yirmi yıl önce yapılmış olması (TÜİK, 2004), günümüz koşullarına uygun politika geliştirilmesini güçleştirmektedir. Güncel, kapsamlı ve dijital temelli bir hayvan varlığı ve işletme sayımı yapılmalı; bölgesel olanaklar dikkate alınarak destekleme politikaları yeniden yapılandırılmalıdır.

Küçük ölçekli aile işletmeleri korunmalı, üretimden çekilmelerini önleyecek finansal teşvikler artırılmalıdır. Tarım politikaları, hükümet değişikliklerinden bağımsız, kurumsal bir süreklilik içinde uygulanmalıdır (OECD, 2023). Uzun vadeli planlamalar kapsamında sektör temsilcileri, akademisyenler ve kamu otoriteleriyle ortak çalıştaylar düzenlenerek gelecek 50 yılı kapsayan projeksiyonlar geliştirilmelidir. Sık değişen bakanlık politikaları, tarımsal sürdürülebilirliği zedeleyen başlıca unsurlardandır (Altıntaş, 2019).

2. Strateji

Küresel ölçekte gıda, su, ilaç ve tohum sektörleri stratejik alanlar haline gelmiştir (FAO, 2023). Türkiye'de geçmişte uygulanan ithalata dayalı politikalar, kısa vadede arz sorunlarını giderse de uzun vadede yerli üretimi zayıflatmış ve üreticinin rekabet gücünü azaltmıştır. Döviz kurlarındaki dalgalanmalar, ithalat maliyetlerini artırarak üretici aleyhine bir piyasa yapısı oluşturmuştur (Karakaya & Demir, 2020).

Türkiye'nin kendi kendine yetebilen ülkelerden biri olması, üretim planlamasında iç kaynakların daha etkin kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Ancak yanlış fiyat politikaları ve piyasa istikrarsızlıkları nedeniyle üretici kârlılığı azalmış, birçok üretici borç sarmalına girmiştir. Bu nedenle ithal ikame politikalarına yeniden dönülmeli, iç piyasada üretilebilecek ürünlerde ithalat sınırlandırılmalıdır.

Katma değeri yüksek ürünlerin yerli üretimi desteklenmeli, gıda güvenliği mevzuatı güçlendirilmelidir. Kayıt dışı üretim ve satışlar kontrol altına alınmalı, üreticiye pazarlama garantisi sağlanmalı ve gıda arz zinciri tüm aşamalarda izlenebilir hale getirilmelidir (Tarım ve Orman Bakanlığı [TOB], 2024).

3. Bölgesel Farklılıklar

Türkiye'nin coğrafi ve iklimsel çeşitliliği, bölgesel üretim planlamasında dikkate alınması gereken temel bir faktördür. Her bölgenin iklim koşulları, toprak yapısı ve mevcut kaynakları göz önünde bulundurularak uygun tür ve ırkların yetiştiriciliği desteklenmelidir (Ergün, 2021).

Yem üretimi, hayvancılığın en büyük yapısal sorunudur. Mera alanlarının korunması ve ıslah edilmesi, yem bitkisi ekim alanlarının genişletilmesi ve bu alanların sürdürülebilir biçimde yönetilmesi gerekmektedir (FAO, 2022). Genetik kaynakların korunması, yerli ırkların geliştirilmesi ve verimlilik esaslı destekleme sistemleri uygulanması sektörde istikrarın sağlanması açısından kritik önemdedir.

4. Örgütlenme

Hayvancılıkta güçlü bir örgütlenme yapısı, üreticinin pazarlık gücünü ve gelir istikrarını artıran en önemli mekanizmadır (OECD, 2023). Ancak Türkiye'de üretici örgütleri, karmaşık mevzuat yapısı ve profesyonel yönetim eksikliği nedeniyle yeterince etkin değildir.

Üretici örgütlerinin tek bir çatı altında toplanması, yetki-sorumluluk alanlarının net biçimde tanımlanması gereklidir (Altıntaş, 2019). Ayrıca, genç girişimcilerin sektöre katılımı teşvik edilmeli; kooperatifleşme, sözleşmeli üretim ve serbest rekabet ortamı desteklenmelidir. Fiyat istikrarı hem üretici hem de tüketici lehine sağlanmalı; piyasa dalgalanmalarında devletin dengeleyici rolü güçlendirilmelidir.

5. Süt Sorunu

Süt üretimi, hayvancılık sektörünün temel dinamiğidir. Ancak Türkiye'de çiğ süt fiyatı ile perakende satış fiyatı arasındaki farkın giderek artması, üreticilerin gelirini düşürmüş ve damızlık nitelikli hayvanların kesime gönderilmesine neden olmuştur (TOB, 2024).

Süt piyasasında kayıtlı üretimin artırılması, pazarlama yapısının modernize edilmesi ve fiyat istikrarının sağlanması öncelikli hedef olmalıdır. Ulusal Süt Konseyi daha etkin hale getirilmeli, kalite-fiyat ilişkisini esas alan bir fiyatlandırma mekanizması oluşturulmalıdır.

Ayrıca üretim fazlasının depolanmasını sağlayacak bir "müdahale kurumu" oluşturularak piyasa dengesizliklerine karşı önlem alınmalıdır (FAO, 2022). Süt fiyatının yem fiyatına endekslenmesi, üretici lehine istikrarlı bir gelir mekanizması oluşturacaktır (Karakaya & Demir, 2020).

6. Kırmızı Et Sorunu

Tarım ve hayvancılık sektörünün temel sorunlarının başında, 40 yaş altı genç nüfusun kentlere göç etmesi, aile işletmelerinin sayısının azalması, kırsal refahın yeterince gelişmemesi ve tarım ile hayvancılığın genç nüfus açısından cazibesini yitirmesi gelmektedir (Doğan & Yılmaz, 2021). Genç nüfusun kırsal alanda yaşamlarını sürdürebilmeleri için köy-kent projeleri uygulamaya konulmalı, şehirlerdeki sosyal olanaklar kırsal kesimde de sunulmalı ve üretimin sürdürülebilirliği güvence altına alınmalıdır.

Türkiye, iklim ve coğrafi özellikleri itibarıyla üretim maliyetleri açısından Avrupa ülkelerine göre rekabet gücü açısından dezavantajlı durumdadır (Karakaya & Demir, 2020). Avrupa ülkelerinde domuz eti tüketiminin yaygın olması, sığır eti talebini düşürmekte ve bu durum kırmızı et fiyatlarını Türkiye aleyhine kıyaslanabilir hale getirmektedir. Dış pazarda kırmızı etin daha ucuz olduğu yönündeki algı, yerli üretim üzerinde ciddi baskı oluşturmaktadır.

Türkiye’de mera alanlarının büyük kısmı küçükbaş hayvancılığa uygun ve düşük maliyetlidir. Ancak yanlış tüketim algıları nedeniyle küçükbaş eti tüketimi azalmış, bu da kırmızı et üretiminde dengesizlik yaratmıştır (FAO, 2022). Bu olumsuzluğun giderilmesi amacıyla kamu spotları hazırlanmalı, küçükbaş hayvancılığın ve tüketiminin teşviki sağlanmalıdır. Böylece kırmızı et üretiminde sığır eti üzerindeki baskı azalacaktır.

Kırmızı et sektöründe sürdürülebilirliğin sağlanması için yem maliyetlerinin düşürülmesi, aracı sayısının azaltılması, üretici gelir payının artırılması ve perakende fiyat marjının dengelenmesi gerekmektedir (OECD, 2023). Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikası (OTP),

Sığır-Dana Eti Ortak Piyasa Düzeni (OPD) ve Koyun-Keçi Eti OPD kapsamında Türkiye’nin mevzuat uyum süreci hızlandırılmalıdır (TOB, 2024).

Kırmızı et üretiminde hayvan ıslah çalışmalarına önem verilmeli, damızlık hayvanların korunması ve erken yaşta kesimlerin önlenmesi sağlanmalıdır. Ayrıca besi işletmelerine yönelik teşviklerin sürekliliği, üretim kapasitesi ve kalitesinin artırılması açısından kritik önemdedir (Altıntaş, 2019).

Kırmızı et sanayisinde kalite-fiyat ilişkisi ile üretim ve hastalık kayıtlarının yetersizliği, sektörde haksız rekabet ortamı yaratmaktadır. Bu bağlamda karkas derecelendirme uygulamaları yaygınlaştırılmalı ve mevzuat düzenlemeleriyle kalite bazlı fiyatlandırma sistemine geçilmelidir (FAO, 2022).

Ulusal çıkarlar açısından değerlendirildiğinde, orta ve uzun vadede kasaplık canlı hayvan ve kırmızı et ithalatı kararlarının sonlandırılması, gümrük vergilerinin artırılması ve besicilikte üretim maliyetlerini azaltıcı politikaların uygulanması gerekmektedir. Bu tür önlemler, kırmızı et sektöründe dışa bağımlılığı azaltarak yerli üretimi teşvik edecektir (OECD, 2023).

7. Hayvan Hastalıkları

Hayvansal üretimi olumsuz etkileyen faktörlerin başında hayvan hastalıkları ve buzağı kayıpları gelmektedir. Son yıllarda farklı ülkelerden ithal edilen hayvan ve et ürünleriyle Türkiye’ye çeşitli hastalıkların taşındığı tespit edilmiştir. Örneğin, 2010 sonrası dönemde Polonya’dan deli dana (BSE), Yunanistan ve Bulgaristan’dan mavi dil, Fransa’dan ithal edilen hayvanlarda mavi dil, Erzurum bölgesinde kaçak hayvanlarla Afrika hastalığı, Romanya’dan Sığır Pasteurellozu ve Scrapie, Brezilya’dan şarbon hastalığı ithal edilmiştir (TOB, 2024).

Hayvan hastalıklarıyla mücadelede risk modellerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması

gerekmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yapılacak planlamalar kapsamında, salgın hayvan hastalıklarının kontrolü ve eradikasyonu için önceliklerin belirlenmesi ve yeterli bütçenin ayrılması sağlanmalıdır (FAO, 2022).

Yetiştiricilerin, salgın ve yetiştirme hastalıkları hakkında bilinçlendirilmesi; biyogüvenlik, reproduksiyon, fertilité, bakım ve besleme konularında eğitimlerle desteklenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda çiftlik düzeyinde sürü yönetimi, hayvan refahı ve hastalık önleme uygulamalarının yaygınlaştırılması önem taşımaktadır (OECD, 2023).

8. Islah Çalışmaları

Türkiye’de hayvan ıslahı çalışmaları istenilen düzeyin oldukça altındadır. Akademik çevrelerde ve bürokraside ıslahın planlanması ve uygulanması konusunda bilgi eksiklikleri bulunmaktadır (Altıntaş, 2019). Hayvancılıktan maksimum verim elde etmek için ıslah çalışmalarına öncelik verilmelidir.

Genetik düzeyde yüksek verimli, sağlıklı ve uzun ömürlü hayvanlar elde etmek amacıyla embriyo transferi, genetik analiz, genomik seleksiyon ve cinsiyeti belirlenmiş sperma uygulamaları desteklenmelidir (FAO, 2022). Bölgesel koşullara uyum sağlayan ve hastalıklara karşı dirençli yerli ırkların geliştirilmesi esas alınmalıdır.

Ayrıca hayvan kayıt sisteminin etkin işletilmemesi, seleksiyonun doğru yapılamamasına neden olmakta ve hem et hem süt verimini düşürmektedir. Küçük ve orta ölçekli işletmelere damızlık temini, yem üretimi ve ıslah alanında mali destek sağlanmalıdır (TOB, 2024).

9. Küçük Aile İşletmeleri ve Sosyal Sorumluluk

Aile işletmeleri, dünya genelinde gıda güvenliği, kırsal istihdam ve göçün önlenmesinde kilit rol oynamaktadır (OECD, 2023). Türkiye’de son yıllarda uygulanan tarım politikaları sonucu küçük aile işletmelerinin sayısı azalma eğilimine girmiştir. Bu işletmelerin büyük sermaye gruplarına devri, tarımsal üretim ve istihdamı olumsuz etkilemektedir (Doğan & Yılmaz, 2021).

Devletin aile işletmelerini desteklemesi, sosyal sorumluluk perspektifinden zorunluluk arz etmektedir. Bu kapsamda üretici bilgi düzeyinin artırılması, küçük ölçekli işletmelerin sosyo-ekonomik refahının yükseltilmesi, kırsal alanların korunması ve tarım arazilerinin amaç dışı imara açılmasının önlenmesi gerekmektedir (Altıntaş, 2019). Ayrıca düşük gelirli vatandaşlara yönelik aynı yardımların artırılması, hayvansal ürünlere erişimin kolaylaştırılması ve uygun faizli yatırım ile işletme kredilerinin sağlanması, sektörde sürdürülebilirliğin güçlenmesine katkı sağlayacaktır (TOB, 2024).

10. Desteklemeler

Hayvancılık desteklemeleri, sektörün gelişmesine ve kırsal kalkınmanın güçlenmesine yönelik bir araç olarak stratejik öneme sahiptir. Türkiye’de Tarım Kanunu’na göre Gayri Safi Milli Hasıla’nın (GSMH) en az %1’inin tarımsal desteklemelere ayrılması öngörülmektedir (TÜİK, 2004). Ancak uygulamada bu oran hedeflenen seviyeye ulaşamamıştır.

Hayvancılık desteklemeleri, kırsal kalkınmayı destekleyecek, göçü önleyecek, genç ve kadın istihdamını artıracak, girişimciliği teşvik edecek şekilde yeniden yapılandırılmalıdır. Girdi sübvansiyonları ve maliyet odaklı fiyat garantileriyle üreticiye sürdürülebilir bir üretim ortamı sağlanmalıdır (Karakaya & Demir, 2020).

Yem bitkileri, hayvancılığın en önemli maliyet kalemidir. Yem üretiminin artırılması, mazot, gübre ve elektrik gibi girdilerde dolaylı vergilerin azaltılması ve yem hammaddelerinde dışa bağımlılığın önlenmesi gerekmektedir (FAO, 2022).

Destekleme politikalarının planlanmasında bilgi ve denetim eksiklikleri kamu zararı doğurmaktadır. Bu nedenle desteklemeler etki analizlerine dayandırılmalı, yanlış uygulamalar önlenmeli ve üretime doğrudan katkı sağlayacak modeller geliştirilmelidir (OECD, 2024).

Ayrıca IPARD ve DOKAP programları kapsamında ulusal ve uluslararası fonlardan yararlanılarak yatırım öncelikleri belirlenmeli, küçük ve orta ölçekli işletmelere düşük faizli kredi imkânları sunulmalıdır (TOB, 2024).

11. Kamu Otoritesi

Türkiye’de hayvancılık sektörü için Avrupa Birliği mevzuatına uyumlu bağımsız bir Hayvancılık Bakanlığı kurulması önerilmektedir. Bu bakanlık, veteriner hekimlerin idari yükünü azaltacak veri giriş elemanlarını istihdam etmeli ve temel laboratuvar altyapılarını her ilçe düzeyinde kurmalıdır (FAO, 2022).

İllerde bulaşıcı hayvan hastalıklarının teşhisine yönelik laboratuvarlar oluşturulmalı, referans enstitülerin (Pendik, Etlik vb.) yükü azaltılmalıdır. Tarım il ve ilçe müdürlüklerinin fiziki koşulları iyileştirilmeli, kurumsal kapasite artırılmalıdır (TOB, 2024).

Tablo 1, Türkiye’de hayvancılık sektörünün mevcut yapısal sorunlarını ve bu sorunlara yönelik dönüşüm önerilerini kapsamlı biçimde ortaya koymaktadır. Tüm bu bulgulardan hareketle hayvancılık faaliyetinde verimlilik, sürdürülebilirlik ve kırsal kalkınma odaklı bütüncül bir dönüşümün zorunlu olduğu vurgulanmaktadır.

Tablo 1. Türkiye’de Hayvancılığın Temel Sorunları ve Dönüşüm Süreci

Bölüm / Başlık	Sorun / Mevcut Durum	Çözüm / Dönüşüm Önerileri
Milli Tarım Politikası	Son kapsamlı envanter 20 yıl önce yapılmış; küçük aile işletmeleri yok olma riski taşıyor; sık değişen politikalar sürdürülebilirliği zedeliyor	Güncel, dijital temelli hayvan varlığı ve işletme sayımı; küçük işletmeler için finansal teşvikler; uzun vadeli planlama ve paydaş çalışmaları
Strateji	İthalata dayalı politikalar yerli üretimi zayıflatmış; döviz dalgalanmaları üreticiye zarar veriyor	İthal ikame politikalarına dönülmeli; katma değeri yüksek ürünlerin yerli üretimi desteklenmeli; gıda güvenliği mevzuatı güçlendirilmeli; kayıt dışı üretim ve satış kontrol altına alınmalı
Bölgesel Farklılıklar	Coğrafi ve iklimsel çeşitlilik üretim planlamasında yeterince dikkate alınmıyor; yem üretimi ve mera yönetimi yetersiz	Bölgesel üretim planlaması; uygun tür ve ırkların desteklenmesi; mera ve yem alanlarının korunması ve ıslah edilmesi; genetik kaynakların korunması ve verimlilik esaslı destekleme
Örgütlenme	Üretici örgütleri etkin değil; karmaşık mevzuat ve profesyonel yönetim eksik	Tek çatı altında örgütlenme; genç girişimcilerin sektöre katılımı teşvik; kooperatifleşme ve sözleşmeli üretim desteklenmeli; fiyat istikrarı sağlanmalı
Süt Sorunu	Çiğ süt fiyatı ile perakende fiyat farkı artıyor; damızlık hayvanlar kesime gidiyor	Kayıtlı üretimi artırma; pazarlama modernizasyonu; fiyat istikrarı; Ulusal Süt Konseyi’nin etkinleştirilmesi; üretim fazlası depolama ve müdahale mekanizmaları; süt fiyatının yem fiyatına endekslenmesi
Kırmızı Et Sorunu	Genç nüfus kırsaldan göç ediyor; aile işletmeleri azalıyor; tüketim ve fiyat dengesiz	Köy-kent projeleri ile genç nüfusun kırsalda tutulması; kırmızı et tüketimi teşviki; yem maliyetlerinin düşürülmesi; kalite-fiyat dengesi; hayvan ıslahı; üretim teşvikleri ve mevzuat uyumu (AB OTP/OPD)
Hayvan Hastalıkları	İthal hayvan ve ürünlerle hastalıklar taşınıyor; buzağı kayıpları yüksek	Salgın kontrolü için bütçe ve planlama; yetiştirici eğitimi; biyogüvenlik ve sürü yönetimi uygulamaları; erken teşhis laboratuvarları ve dijital kayıt sistemi
Islah Çalışmaları	Hayvan ıslahı yetersiz; genetik ve seleksiyon çalışmalarında eksiklik	Embriyo transferi, genetik analiz, genomik seleksiyon; yerli ve hastalıklara dirençli ırkların geliştirilmesi; hayvan kayıt sisteminin etkinleştirilmesi; küçük ve orta ölçekli işletmelere mali destek
Küçük Aile İşletmeleri ve Sosyal Sorumluluk	Küçük aile işletmeleri azalıyor; sosyal ve kırsal kalkınma riske giriyor	Üretici bilgi düzeyi artırılmalı; küçük işletmelere mali destek; kırsal alan korunmalı; düşük gelirli vatandaşlara aynı yardım ve uygun faizli kredi sağlanmalı

Bölüm / Başlık	Sorun / Mevcut Durum	Çözüm / Dönüşüm Önerileri
Desteklemeler	Desteklemeler GSMH hedefini karşılamıyor; planlama ve denetim eksikliği	Desteklemeler kırsal kalkınmayı ve genç/kadın istihdamını destekleyecek şekilde yeniden yapılandırılmalı; girdi sübvansiyonları ve fiyat garantileri; ulusal ve uluslararası fonlardan yararlanma; düşük faizli krediler
Kamu Otoritesi	Mevcut yapılar AB mevzuatına uyumlu değil; laboratuvar ve veri altyapısı yetersiz	Bağımsız Hayvancılık Bakanlığı kurulmalı; veri giriş elemanları ve laboratuvar altyapısı her ilçe düzeyinde sağlanmalı; bulaşıcı hastalık teşhis laboratuvarları; tarım müdürlüklerinin kapasitesi artırılmalı

TÜRKİYE’DE HAYVANCILIK SEKTÖRÜNÜN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÇERÇEVESİNDE YENİDEN YAPILANDIRILMASINA YÖNELİK POLİTİKA VE STRATEJİK ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Türkiye’de hayvancılık sektörünün sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda yeniden yapılandırılması için kısa, orta ve uzun vadeli politika araçlarının bütüncül biçimde ele alınması gerekmektedir. Aşağıda sunulan öneriler, ekonomik verimliliği artırmanın yanı sıra çevresel sürdürülebilirliği, gıda güvenliğini ve kırsal kalkınmayı hedeflemektedir(FAO, 2023; OECD, 2024).

a. Girdi Maliyetlerinin Azaltılması ve Yem Politikalarının Güçlendirilmesi

Hayvancılık sektöründe sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi ve üretim maliyetlerinin düşürülmesi için girdi maliyetlerinin azaltılması ve yem politikalarının güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, öncelikle yerli yem bitkileri üretiminin artırılması hedeflenmelidir. Mera ıslah projeleri, yem bitkisi ekim destekleri ve sulama altyapısının iyileştirilmesine yönelik yatırımlar aracılığıyla üreticilerin yerli yem kaynaklarına erişimi kolaylaştırılmalıdır. Bununla birlikte, yem sanayinde yerli hammadde oranının artırılması, dışa bağımlılığın azaltılması açısından stratejik bir öneme sahiptir. Özellikle soya, mısır ve arpa gibi temel yem hammaddelerinde sözleşmeli üretim modelleri ve araştırma-geliştirme (Ar-Ge) destekleriyle üretim kapasitesi artırılmalıdır. Ayrıca, küçük ve orta ölçekli hayvancılık işletmelerinin rekabet gücünü koruyabilmeleri için yem, elektrik ve mazot gibi temel girdilerde vergi indirimleri uygulanarak üretim maliyetleri düşürülmelidir. Bu önlemler, hem hayvansal üretimin sürdürülebilirliğini güçlendirecek hem de sektördeki ekonomik istikrarın sağlanmasına katkıda bulunacaktır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

b. Destekleme Politikalarının Yeniden Yapılandırılması

Hayvancılık sektöründe kaynakların etkin kullanımını sağlamak ve üretimde sürdürülebilirliği güçlendirmek amacıyla mevcut destekleme politikalarının yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Bu bağlamda, destekleme mekanizmalarının üretim miktarına değil, performans, verimlilik, hayvan refahı ve çevresel sürdürülebilirlik gibi ölçülebilir kriterlere dayalı olarak tasarlanması önem arz etmektedir (Kabaoğlu, 2016). Böylelikle, destekler sadece üretim artışını teşvik etmekle kalmayacak, aynı zamanda kaliteli ve çevre dostu üretim süreçlerini de özendirecektir. Bunun yanı sıra, Türkiye’nin farklı iklim, üretim deseni ve altyapı koşullarına sahip bölgeleri dikkate alınarak bölgesel farklılıklara duyarlı bir destekleme modeli oluşturulmalıdır. Böyle bir yaklaşım, her bölgenin kendi potansiyeli

doğrultusunda daha etkin bir şekilde desteklenmesini mümkün kılacaktır. Ayrıca, desteklerin etkinliğini izlemek, kaynakların verimli kullanımını sağlamak ve olası suistimalleri önlemek amacıyla dijital kayıt ve denetim altyapısının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Dijital izleme sistemleri sayesinde, destekleme politikalarının hem şeffaflığı hem de hesap verebilirliği artırılabilir (Oğul, 2022:46-47).

c. Verimlilik Artışı ve Genetik İslah Programları

Hayvancılık sektöründe sürdürülebilir üretimin sağlanması ve rekabet gücünün artırılması için verimlilik artışı ile genetik ıslah programlarının etkin bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Bu doğrultuda, yerli ırkların korunması ve ıslahı büyük önem taşımaktadır. Uzun vadeli genetik ıslah projeleri aracılığıyla yerli ırkların süt, et ve döl verimi gibi temel performans göstergeleri iyileştirilmeli; aynı zamanda bölgesel ekolojik koşullara uyum sağlayabilecek hibrit ırkların geliştirilmesine öncelik verilmelidir. Bu süreçte, genetik çeşitliliğin korunmasını ve bilimsel araştırmaların sürdürülebilirliğini temin etmek amacıyla ulusal düzeyde bir hayvan genetik veri bankası kurulmalıdır. Böyle bir yapı, genetik materyalin kayıt altına alınmasını, izlenmesini ve gelecekteki ıslah çalışmalarında etkin biçimde kullanılmasını sağlayacaktır. Ayrıca, damızlık materyal üretiminde dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla kamu ve özel sektör iş birliğiyle yerli damızlık üretiminin teşvik edilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım, hem üretim maliyetlerinin düşürülmesine hem de Türkiye'nin hayvansal üretimde kendi genetik kaynaklarına dayalı bir yapıya kavuşmasına katkı sağlayacaktır (Çanta ve Oğuz, 2004).

d. Küçük Ölçekli İşletmelerin Güçlendirilmesi ve Örgütlenmenin Artırılması

Hayvancılık sektöründe üretimin önemli bir kısmını oluşturan küçük ölçekli işletmelerin güçlendirilmesi, sektörel verimliliğin ve kırsal kalkınmanın sürdürülebilirliği açısından stratejik bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda, kooperatifler ve üretici birliklerinin kurumsal kapasitesi artırılmalı; yönetim, pazarlama ve lojistik alanlarında profesyonel destek mekanizmaları oluşturulmalıdır. Kooperatiflerin etkinleştirilmesi, küçük üreticilerin pazara erişimini kolaylaştırarak ölçek ekonomilerinden yararlanmasına olanak tanıyacaktır. Bununla birlikte, küçük üreticilerin gelir istikrarını sağlamak ve piyasa dalgalanmalarına karşı korunmalarını temin etmek amacıyla sözleşmeli üretim modelleri yaygınlaştırılmalıdır. Bu model, üretici ile sanayi arasında uzun vadeli iş birliği ilişkilerinin kurulmasını teşvik ederek arz güvenliğini artıracaktır. Ayrıca, kırsal finansmana erişimin kolaylaştırılması, özellikle genç ve kadın üreticilerin sektöre katılımını teşvik etmede kritik bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda, faizsiz veya düşük faizli kredi programları geliştirilerek, küçük ölçekli işletmelerin sermaye yetersizlikleri giderilmeli ve üretim kapasitelerinin artırılması desteklenmelidir (OECD, 2024).

e. Hayvan Sağlığı, Refahı ve Veteriner Hizmetlerinin Güçlendirilmesi

Hayvancılık sektöründe verimlilik artışının sürdürülebilir şekilde sağlanabilmesi için hayvan sağlığı, refahı ve veteriner hizmetlerinin bütüncül bir yaklaşımla güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, ulusal hayvan sağlığı izleme sistemi oluşturularak aşı, hastalık ve hayvan hareketlerine ilişkin verilerin dijital bir platform üzerinden entegre biçimde takip edilmesi büyük önem taşımaktadır. Böyle bir sistem, erken uyarı mekanizmalarının etkin çalışmasını sağlayarak salgın hastalık risklerinin azaltılmasına katkı sunacaktır. Bununla birlikte, özellikle dağlık, kırsal ve ulaşımı zor bölgelerde veteriner hizmetlerine erişimi

kolaylaştırmak amacıyla mobil veterinerlik uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır. Bu uygulama, yerinde müdahale kapasitesini artırarak hem hayvan kayıplarını azaltacak hem de üretici memnuniyetini yükseltecektir. Ayrıca, biyogüvenlik ve hayvan refahı standartlarının sektörde yaygınlaştırılması, üretim kalitesinin yükseltilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda, hayvan barınaklarının modernizasyonu desteklenmeli, hijyen, bakım ve refah koşullarının iyileştirilmesi için teknik ve mali teşvikler sağlanmalıdır. Bu önlemler, hem hayvan sağlığını koruyacak hem de uluslararası kalite ve sürdürülebilirlik standartlarına uyumu güçlendirecektir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

f. İklim Değişikliğiyle Mücadele ve Sürdürülebilir Üretim

Hayvancılık sektörünün çevresel sürdürülebilirliği, iklim değişikliğiyle mücadele politikalarının etkin biçimde uygulanmasına bağlıdır. Bu kapsamda, mera yönetimi ve otlatma planlaması büyük önem taşımaktadır. Aşırı otlatma sonucu mera verimliliğinin azalması ve erozyon riskinin artması, hem ekosistem dengesi hem de üretim sürdürülebilirliği açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle, bölgesel ölçekte hazırlanacak mera yönetim planları ile otlatma takvimi ve kapasitesi bilimsel verilere dayalı olarak belirlenmeli; izleme ve denetim sistemleri dijital altyapılarla desteklenmelidir.

Bununla birlikte, hayvansal üretim süreçlerinden kaynaklanan çevresel etkilerin azaltılması amacıyla atık yönetimi ve biyogaz yatırımları teşvik edilmelidir. Hayvansal atıklardan enerji üretimi, hem çevresel yükü azaltacak hem de işletmelerin enerji maliyetlerini düşürerek ekonomik verimliliği artıracaktır. Ayrıca, sektörün uzun vadeli rekabet gücünü koruyabilmesi için iklim dostu üretim tekniklerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu doğrultuda, düşük karbonlu üretim süreçlerini özendiren karbon kredisi veya yeşil sertifika sistemleri geliştirilebilir. Bu tür mekanizmalar, üreticilerin çevreye duyarlı üretim uygulamalarına yönelmesini sağlayarak hayvancılık sektörünün iklim değişikliğine uyum kapasitesini güçlendirecektir (Duru, 2025).

g. Kırsal Nüfusun Yeniden Canlandırılması ve Genç Girişimcilerin Desteklenmesi

Kırsal alanlarda tarımsal üretimin sürdürülebilirliği, genç nüfusun sektöre kazandırılması ve kırsal yaşamın cazip hale getirilmesiyle doğrudan ilişkilidir. Bu doğrultuda, genç üretici programlarının kapsamı genişletilmeli; hayvancılıkta faaliyet göstermek isteyen genç girişimcilere yönelik hibe, kredi, mentorluk ve iş geliştirme desteği sağlanmalıdır. Bu tür destekler, gençlerin sektöre katılımını teşvik ederken, kırsal ekonomide yenilikçi ve teknoloji temelli üretim modellerinin yaygınlaşmasına da katkıda bulunacaktır.

Ayrıca, eğitim ve teknoloji transferi süreçlerinin güçlendirilmesi, üretici kapasitesinin artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Tarımsal liseler, üniversiteler ve il/ilçe tarım müdürlükleri aracılığıyla yürütülecek uygulamalı eğitim programları, hayvancılıkta modern üretim tekniklerinin, dijital sistemlerin ve sürdürülebilir yönetim uygulamalarının benimsenmesini kolaylaştıracaktır.

Bunun yanında, kırsal yaşam altyapısının iyileştirilmesi de sektörde insan kaynağının sürekliliği açısından önem taşımaktadır. Ulaşım, sağlık hizmetleri ve dijital bağlantı olanaklarının geliştirilmesi, kırsalda yaşam kalitesini artırarak göç eğilimini azaltacaktır. Bu kapsamlı yaklaşım, hem kırsal nüfusun yeniden canlandırılmasına hem de gençlerin tarımsal üretim faaliyetlerine katılımının artırılmasına katkı sağlayacaktır (FAO, 2023).

h. Dijitalleşme, Veri Yönetimi ve Planlama

Hayvancılık sektöründe etkin politika geliştirme ve kaynak yönetiminin sağlanabilmesi için dijitalleşme ve veri temelli planlama süreçlerinin güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, Ulusal Hayvancılık Bilgi Sistemi kurulmalı; tür, bölge, üretim miktarı, hastalık durumu ve piyasa verilerini entegre biçimde toplayan bir dijital altyapı oluşturulmalıdır. Böyle bir sistem, hem kamu kurumları hem de üreticiler açısından doğru ve güncel bilgilere dayalı karar alma süreçlerini kolaylaştıracaktır. Ayrıca, veri temelli karar mekanizmalarının geliştirilmesi amacıyla yapay zekâ, makine öğrenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi teknolojilerden yararlanılarak üretim planlaması, kaynak tahsisi ve destek politikaları daha etkin hâle getirilebilecektir. Bu dijital dönüşüm süreci, sektörde verimlilik, şeffaflık ve hesap verebilirliği artıracaktır. Bunun yanı sıra, üretim zincirinin her aşamasında izlenebilirliğin sağlanması hem gıda güvenliği standartlarını yükseltecek hem de tüketici güvenliğini güçlendirecektir. Dijital izleme mekanizmaları sayesinde, hayvansal ürünlerin üretimden tüketime kadar tüm aşamaları şeffaf biçimde takip edilebilecektir (OECD, 2024).

i. Dış Ticarete Yerli Üretimi Teşvik Eden Politikalar

Türkiye'nin hayvancılık sektöründe dış ticaret dengesini iyileştirebilmesi için yerli üretimi teşvik eden ve ihracat potansiyelini güçlendiren politikalar uygulanmalıdır. Öncelikli olarak, ithalata bağımlılığın azaltılması amacıyla yerli üretim kapasitesini artıran yatırımlar, modernizasyon projeleri ve teknoloji transferleri desteklenmelidir. Bu süreçte, yem, damızlık ve genetik materyal gibi stratejik alanlarda üretim altyapısının geliştirilmesi, dışa bağımlılığın kademeli olarak azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Aynı zamanda, ihracat potansiyelinin güçlendirilmesi için kalite standartları, hijyen uygulamaları ve uluslararası sertifikasyon sistemleri yaygınlaştırılmalı; Türk hayvansal ürünlerinin küresel pazarlarda rekabet gücü artırılmalıdır. Bu politikaların etkinliğini destekleyen bir diğer unsur da markalaşma ve coğrafi işaretleme süreçleridir. Bölgesel ürünlerin markalaşması, hem ihracat gelirlerini artıracak hem de yerel üreticilerin katma değer yaratma kapasitesini güçlendirecektir (Eser, 2011; Ertan, 2020).

j. Kurumsal Koordinasyon ve Yönetişim

Hayvancılık politikalarının etkin uygulanabilmesi için güçlü bir yönetim yapısı ve kurumsal koordinasyonun tesis edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, kamu-özel sektör iş birliği mekanizmaları güçlendirilmeli; Tarım ve Orman Bakanlığı, üniversiteler, özel sektör temsilcileri ve üretici örgütleri arasında bilgi paylaşımı ve ortak proje geliştirme süreçleri kurumsallaştırılmalıdır. Bu tür iş birlikleri, araştırma-geliştirme faaliyetlerinden pazarlama stratejilerine kadar geniş bir alanda sinerji oluşturacaktır. Ayrıca, politika sürekliliğinin sağlanması, sektörün uzun vadeli istikrarı açısından kritik öneme sahiptir. Hayvancılık politikaları, kısa vadeli kriz çözümlerine odaklanmak yerine, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda uzun vadeli stratejik hedeflere dayandırılmalıdır. Son olarak, bağımsız izleme ve değerlendirme sisteminin kurulması, politika uygulamalarının etkinliğini ölçmek ve şeffaflığı artırmak açısından gereklidir. Bu sistem aracılığıyla, performans göstergeleri düzenli olarak kamuoyuyla paylaşılmalı; elde edilen sonuçlara göre politika revizyonları yapılmalıdır (Türkiye Sağlıklı Kentler Birliği, 2025).

Türkiye'de hayvancılık sektörüne ilişkin politika ve çözüm önerilerine ilgili bulgular Tablo 2'de özetlemektedir. Tabloda sektörün sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi için öncelikli alanları ortaya konulmaktadır. Bulgular, hem ekonomik hem de çevresel ve sosyal boyutları içeren bütüncül bir yaklaşım gerektirdiğini göstermektedir.

Tablo 2. Türkiye’de Hayvancılık Sektörünün Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Politika ve Çözüm Önerileri

Politika Alanı	Temel Hedef	Önerilen Politika ve Eylemler
Girdi Maliyetlerinin Azaltılması ve Yem Politikalarının Güçlendirilmesi	Üretim maliyetlerini düşürmek ve yerli yem üretimini artırmak	- Mera ıslah projeleri ve yem bitkisi desteklerinin yaygınlaştırılması - Soya, mısır ve arpa gibi stratejik yem hammaddelerinde sözleşmeli üretimin teşviki - Ar-Ge yatırımlarıyla yerli hammadde oranının artırılması - Küçük ve orta ölçekli işletmelere yem, elektrik ve mazotta vergi indirimi sağlanması
Destekleme Politikalarının Yeniden Yapılandırılması	Etkin, performans odaklı ve bölgesel farklılıklara duyarlı destek sistemi kurmak	- Üretim miktarı yerine verimlilik, refah ve çevre kriterlerine dayalı destek modeli - İklim, üretim deseni ve altyapı koşullarına göre bölgesel destek farklılaştırması - Dijital kayıt ve denetim sistemlerinin kurulması
Verimlilik Artışı ve Genetik Islah Programları	Verimlilik artışını sağlamak ve genetik kaynakları güçlendirmek	- Yerli ırkların korunması ve uzun vadeli genetik ıslah projelerinin yürütülmesi - Ulusal genetik veri bankasının kurulması - Yerli damızlık üretiminin kamu-özel sektör iş birliğiyle teşviki
Küçük Ölçekli İşletmelerin Güçlendirilmesi ve Örgütlenmenin Artırılması	Küçük üreticilerin rekabet gücünü artırmak ve örgütlenmeyi teşvik etmek	- Kooperatif ve üretici birliklerinin profesyonel yönetim kapasitesinin geliştirilmesi - Sözleşmeli üretim modellerinin yaygınlaştırılması - Genç ve kadın üreticilere öncelik veren faizsiz/düşük faizli kredi programları
Hayvan Sağlığı, Refahı ve Veteriner Hizmetlerinin Güçlendirilmesi	Sürdürülebilir üretim için hayvan sağlığını ve refahını iyileştirmek	- Ulusal dijital hayvan sağlığı izleme sisteminin kurulması - Mobil veteriner hizmetlerinin kırsal alanlarda yaygınlaştırılması - Barınak modernizasyonu, biyogüvenlik ve refah standartlarının desteklenmesi
İklim Değişikliğiyle Mücadele ve Sürdürülebilir Üretim	Çevresel sürdürülebilirliği sağlamak ve iklim etkilerini azaltmak	- Bölgesel mera yönetim ve otlatma planlarının hazırlanması - Hayvansal atıklardan enerji üretimi için biyogaz yatırımlarının

Politika Alanı**Temel Hedef****Önerilen Politika ve Eylemler**

desteklenmesi

- Düşük karbonlu üretim süreçleri için karbon kredisi ve yeşil sertifika sistemlerinin geliştirilmesi

**Kırsal Nüfusun Yeniden
Canlandırılması ve Genç
Girişimcilerin Desteklenmesi**

Genç nüfusu sektöre kazandırmak
ve kırsal yaşamı cazip hale
getirmek

- Genç üretici hibe ve mentorluk programlarının artırılması
- Tarımsal liseler ve üniversiteler aracılığıyla uygulamalı üretici eğitimlerinin yaygınlaştırılması
- Kırsal yaşam altyapısının (ulaşım, sağlık, dijital bağlantı) iyileştirilmesi

**Dijitalleşme, Veri Yönetimi ve
Planlama**

Bilgiye dayalı karar
mekanizmalarıyla sektörel
planlamayı güçlendirmek

- Ulusal Hayvancılık Bilgi Sistemi'nin kurulması
- Yapay zekâ ve CBS temelli veri analiz sistemlerinin uygulanması
- Üretim zincirinde izlenebilirliğin sağlanarak şeffaflığın artırılması

**Dış Ticarete Yerli Üretimi Teşvik
Eden Politikalar**

Dışa bağımlılığı azaltmak ve
ihracat kapasitesini artırmak

- Yerli üretimi güçlendiren yatırım ve modernizasyon teşvikleri
- Uluslararası kalite sertifikasyon sistemlerinin yaygınlaştırılması
- Bölgesel ürünlerde markalaşma ve coğrafi işaretleme süreçlerinin desteklenmesi

**Kurumsal Koordinasyon ve
Yönetişim**

Sektörde bütüncül ve
sürdürülebilir yönetim yapısı
oluşturmak

- Kamu-özel sektör ve akademi iş birliğini güçlendiren koordinasyon mekanizmaları
- Politika sürekliliğinin sağlanarak uzun vadeli stratejik planlara odaklanılması
- Bağımsız izleme ve değerlendirme sisteminin kurulması ve sonuçların kamuoyuyla paylaşılması

Türkiye’de hayvancılığın sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda gelişebilmesi; maliyetleri azaltan, üretici örgütlenmesini güçlendiren, çevresel etkileri minimize eden ve dijital dönüşümü içselleştiren bütüncül bir politika yaklaşımı ile mümkündür. Uzun vadeli vizyon, yalnızca üretim artışı değil, verimlilik, rekabetçilik ve çevresel sürdürülebilirlik dengesinin sağlanmasına odaklanmalıdır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda Türkiye’de hayvancılık sektörü, artan üretim maliyetleri, ekonomik dalgalanmalar, döviz kurlarındaki yükseliş ve iklim değişikliği gibi çok yönlü sorunlarla karşı karşıya kalmıştır. Üretimde kullanılan temel girdilerden olan fabrika yemi, kaba yem, elektrik, mazot, veteriner ilaçları, boğa sperması ve yem bitkisi tohumlarındaki fiyat artışları, üreticinin maliyet yükünü ağırlaştırmıştır. Bunun yanı sıra, döviz kurlarındaki dalgalanmalar ve dışa bağımlı ithalat politikaları üretim zincirinde ciddi bir kırılmalık yaratmıştır. Artan girdi fiyatları ve piyasalardaki istikrarsızlık, damızlık hayvan yetiştiricilerinin üretim kapasitelerinde düşüşe neden olmuş; birçok üretici geleceğe dönük planlama yapamaz hale gelmiştir. Özellikle gebe hayvanların kesime gönderilmesi, sektörde üretim potansiyelinin sürdürülemez hale geldiğini göstermektedir.

Kırsaldan kente göçün devam etmesi, hayvancılık sektörünün geleceğini tehdit eden en önemli faktörlerden biridir. Türkiye’de kırsal nüfusun yaş ortalamasının 57’ye yükselmesi, üretimde genç işgücü eksikliğini ve önümüzdeki 10–20 yıl içinde kırsalda hayvancılıkla uğraşacak nüfusun hızla azalacağını göstermektedir. Bu durum, yalnızca üretim kapasitesini değil, aynı zamanda kırsal sosyo-ekonomik yapıyı da zayıflatmaktadır.

Bu bağlamda, hayvancılığın sürdürülebilirliğini sağlamak için aşağıdaki politika önerileri önem arz etmektedir:

- Girdi maliyetlerini düşürmeye yönelik vergi muafiyetleri ve doğrudan girdi destekleri genişletilmelidir.
- Yem bitkisi üretimi ve yerli yem sanayi teşvik edilerek dışa bağımlılık azaltılmalıdır.
- Genç nüfusu kırsalda tutmaya yönelik sosyal ve ekonomik teşvikler (kırsal girişimcilik hibeleri, sigorta desteği, eğitim programları) artırılmalıdır.
- Kooperatifleşme ve örgütlü üretim desteklenmeli, üretici birliklerinin pazarlık gücü artırılmalıdır.
- İklim değişikliğine uyumlu üretim teknikleri ve dijital tarım uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.
- AB Ortak Tarım Politikası (OTP) kapsamında uygulanan “yeşil dönüşüm” ve “kırsal kalkınma fonları” örnek alınarak, Türkiye’nin hayvancılık politikaları çevresel sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumlu hale getirilmelidir.

Tüm bu önlemler, hem üretici refahını artıracak hem de hayvansal gıda arz güvenliğini güçlendirecektir. Aksi takdirde, Türkiye’nin hayvansal üretimde dışa bağımlılığı artarak devam edecek ve sektörde uzun vadeli bir kriz riski sürecektir.

KAYNAKÇA

- Altıntaş, H. (2019). *Türkiye’de tarım politikalarının dönüşümü ve sürdürülebilirlik sorunları*. Ankara Üniversitesi Yayınları.
- Çanta, F., & Oğuz, İ. (2004). Çiftlik Hayvanı Genetik Kaynaklarının Korunması ve Kullanımı İçin Yapılan Küresel Çabalar, *Hayvansal Üretim*, 45(1),1-6.
- Doğan, R., & Yılmaz, F. (2021). Hayvancılıkta yapısal dönüşüm ve sürdürülebilirlik: Türkiye örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 27(2), 45–62.
- Duru, S. (2025). Sürdürülebilir Tarım ve İklim Değişikliği. *Muş Alparslan Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 5(1), 21-32. <https://doi.org/10.59359/maujan.1585443>.
- Ergün, S. (2021). Bölgesel tarımsal kalkınmada iklim ve coğrafi farklılıkların önemi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Ertan Özgüzer, G. (2020). Türkiye’nin İhracatının Yapısı ve Teşvik Politikaları, *International Journal of Public Finance*, 5(1), 127-143.
- Eser, E. (2011). “Türkiye’de Uygulanan Yatırım Teşvik Sistemleri ve Mevcut Sistemin Yapısına Yönelik Öneriler”, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Uzmanlık Tezi.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *FAO Statistical Yearbook 2023: World Food and Agriculture*. Rome: FAO. <https://www.fao.org>
- Kabaoğlu, Ş. (2016). Kırsal kalkınmada IPARD programı uygulamaları (Trabzon ili örneği). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Trabzon.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024). *Hayvancılık Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu 2024*. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2024). *Hayvansal Üretim İstatistikleri 2024*. Ankara: TÜİK Yayınları. <https://data.tuik.gov.tr>
- Türkiye Sağlıklı Kentler Birliği. (2025). COP İzmir İklim Değişikliği Yerel Taraflar Konferansı 2025 Raporu. (D. Hazar & G. Şermeti, Der.)
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2022). The state of food and agriculture: Resilient agrifood systems. Rome: FAO Publications.
- Karakaya, M., & Demir, A. (2020). Tarım ve hayvancılıkta ithalat politikalarının üretici üzerindeki etkileri. *Sosyoekonomi Dergisi*, 28(4), 15–33.
- Oğul, B. (2022). Tarımsal Destekler ve Tarımsal Üretim İlişkisi: Türkiye Ekonomisi Üzerine Ampirik Bulgular, *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 44-56.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2023). Agricultural policy monitoring and evaluation 2023: Country notes – Turkey. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2024). Agricultural Policy Monitoring and Evaluation: Türkiye Report. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org>.
- Tarım ve Orman Bakanlığı [TOB]. (2024). Hayvancılık genel durumu ve destekleme politikaları raporu. Ankara: Tarım Reformu Genel Müdürlüğü.
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2004). Tarım sayımı sonuçları. Ankara: TÜİK Yayınları.

TÜRKİYE’DE FİYAT ARTIŞLARI: MAKROEKONOMİK, YAPISAL VE KURUMSAL DİNAMİKLERİN ÇOK BOYUTLU BİR DEĞERLENDİRMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Kurtuluş MERDAN

Gümüşhane Üniversitesi Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Muhasebe Bölümü

ORCID NO: 0000-0002-4513-0920

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye’de son yıllarda hızlanarak kalıcı bir nitelik kazanan fiyat artışlarını makroekonomik, yapısal ve kurumsal unsurların etkileşimi çerçevesinde çok boyutlu bir yaklaşımla analiz etmektedir. Araştırmanın bulguları, enflasyonun yalnızca parasal genişleme, talep baskıları veya birincil maliyet unsurlarıyla açıklanamayacağını; para politikası aktarım mekanizmasındaki zayıflıklar, politika yapıcılarının kredibilite kaybı, yüksek döviz kuru geçişkenliği, üretim süreçlerinin ithalata aşırı bağımlılığı, tarım ve imalat sektörlerinde düşük verimlilik düzeyleri, enerji fiyat şokları ve artan piyasa yoğunlaşmasının fiyatlama davranışlarını eşzamanlı olarak etkilediğini göstermektedir.

Firmaların ve hane halklarının bozulmuş enflasyon beklentileri fiyatlama süreçlerini giderek daha katı hale getirirken enflasyonun inertial (ataletsel) bir karakter kazanmasına yol açmaktadır. Özellikle üretim yapısındaki ithalat bağımlılığı, kur oynaklığının maliyet kanalı üzerinden fiyatlara hızlı biçimde yansımaları mümkün kılmakta; tarımsal üretimde ölçek küçüklüğü, girdi maliyetleri, altyapı ve lojistik yetersizlikler ile iklim riskleri gıda fiyatlarını yukarı yönlü baskılamaktadır. Sanayide düşük teknoloji kullanımına dayalı üretim yapısı, rekabet sorunları ve verimsizlikler enflasyonun kalıcılığını artıran diğer önemli mekanizmalardır. Bu kapsamlı dinamikler, enflasyonla mücadelede yalnızca para politikasına odaklanan dar kapsamlı yaklaşımların yetersiz kaldığını göstermektedir. Çalışma, güçlü bir para politikası çerçevesinin tesisi, kur istikrarını destekleyici makro ihtiyati politikalar, verimlilik artışına dayalı tarımsal ve endüstriyel dönüşüm, rekabeti artırıcı düzenlemeler ve hedefli sosyal politika araçlarının birlikte uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır. Uzun vadeli kurumsal ve yapısal reformlar olmadan fiyat istikrarının kalıcı biçimde sağlanması mümkün görünmemektedir.

Anahtar kelimeler: Türkiye, Enflasyon, Fiyat artışları, Makroekonomik faktörler

TÜRKİYE’S PRICE INCREASES: A MULTIDIMENSIONAL ASSESSMENT OF MACROECONOMIC, STRUCTURAL, AND INSTITUTIONAL DYNAMICS

ABSTRACT

This study analyzes the recent acceleration and persistence of price increases in Türkiye through a multidimensional framework that integrates macroeconomic, structural, and institutional dynamics. The findings indicate that inflation cannot be explained solely by monetary expansion, demand pressures, or primary cost factors; rather, it is shaped simultaneously by weaknesses in the monetary policy transmission mechanism, the erosion of policy credibility, high exchange rate pass-through, the extensive import dependence of production processes, low productivity in the agricultural and manufacturing sectors, energy price shocks, and increasing market concentration.

Deteriorating inflation expectations among firms and households have contributed to more rigid pricing behavior, thereby reinforcing the inertial character of inflation. In particular, the high import dependence embedded in the production structure allows exchange rate volatility to rapidly feed into prices through the cost channel. In agriculture, small-scale production, rising input costs, infrastructure and logistics constraints, and climate risks exert continuous upward pressure on food prices. In the industrial sector, a production structure based on low technology, insufficient competition, and pervasive inefficiencies further amplify the persistence of inflation.

These intertwined mechanisms demonstrate the limitations of narrow, monetary-policy-focused approaches to inflation control. The study underscores the need for a robust monetary policy framework, macroprudential measures to support exchange rate stability, productivity-enhancing agricultural and industrial transformation, competition-strengthening regulatory reforms, and well-targeted social policy instruments. Without long-term institutional and structural reforms, achieving durable price stability in Türkiye appears unlikely.

Key Words: Türkiye, Inflation, Price Increases, Macroeconomic Factors

GİRİŞ

Türkiye ekonomisinde son yıllarda gözlenen yüksek, dalgalı ve yapışkan nitelikteki fiyat artışları, makroekonomik istikrarın sürdürülebilirliği açısından kritik bir kırılma unsuru haline gelmiştir (IMF, 2023). Enflasyonun yalnızca fiyat düzeyini artırmakla sınırlı olmayan etkileri; ekonomik karar alma süreçlerinde belirsizliğin yükselmesi, finansal piyasalarda risk primlerinin artması, uzun vadeli yatırım kararlarının ertelenmesi, tasarruf eğilimlerinin bozulması ve toplumsal refahın aşınması gibi çok yönlü sonuçlar doğurmaktadır. Özellikle hanehalkı gelirlerinin reel olarak gerilemesi, tüketim sepetindeki zorunlu harcama kalemlerinin payının artması, gelir dağılımının bozulması ve firmaların maliyet yönetiminde güçlüklerin derinleşmesi, enflasyonun hem mikro hem de makro düzeyde kalıcı tahribat yarattığını göstermektedir (OECD, 2023). Ayrıca yüksek enflasyonun ücret-fiyat sarmalını tetiklemesi ve fiyatlandırma davranışlarını rasyonel beklentilerin dışına taşıması, enflasyonun ataletsel (inertial) özellik kazanmasına yol açmaktadır (Gürkaynak et al., 2005).

Enflasyonun çok boyutlu niteliği, olgunun yalnızca parasal genişleme, talep baskıları veya kısa vadeli arz şoklarıyla açıklanabileceği yönündeki indirgemeci yaklaşımların yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır (Blanchard, 2022). Türkiye’de fiyat dinamiklerinin analizinde para politikası aktarım mekanizmasındaki zayıflık, yüksek döviz kuru oynaklığı, beklentilerdeki bozulma, üretim yapısının ithalata bağımlılığı, artan enerji maliyetleri,

finansal dolarizasyon, tarımsal arz esnekliğinin sınırlılığı, piyasa rekabetindeki aksaklıklar ve kurumsal kapasite zafiyetlerinin eşanlı olarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Döviz kurundaki hızlı değişimlerin yüksek geçişkenlik kanalı üzerinden fiyatlara kısa sürede yansması, üretim süreçlerinde maliyet yönlü baskıları artırmakta; lojistik ve girdi maliyetlerindeki artışlar ise hem tarım hem de sanayi sektörlerinde fiyat katılığını güçlendirmektedir (Leigh and Rossi, 2002). Buna ek olarak, firmaların geleceğe dönük beklentilerinin bozulması, fiyatlama davranışlarında ileriye dönük risk primlerinin artmasına ve enflasyon oranlarının hedeflerden kopmasına neden olmaktadır (Cavallo and Rigobon, 2016).

Bu doğrultuda çalışma, Türkiye’de fiyat artışlarının belirleyicilerini yalnızca makroekonomik faktörler üzerinden değil; aynı zamanda yapısal, sektörel ve kurumsal dinamikleri de içerecek şekilde bütüncül ve sistematik bir çerçevede ele almayı amaçlamaktadır. Böyle bir yaklaşım, enflasyonla mücadelede politika setinin genişletilmesi gerektiğini; güvenilir ve öngörülebilir bir para politikası mimarisinin tesis edilmesinin yanı sıra, üretim yapısında verimlilik artışını destekleyen reformların, tarımsal tedarik zincirinin güçlendirilmesinin, rekabetçi piyasa koşullarının sağlanmasının ve kurumsal kapasitenin iyileştirilmesinin de kritik rol oynadığını göstermektedir. Dolayısıyla enflasyonun kalıcı biçimde kontrol altına alınabilmesi, kısa vadeli politikaların ötesine geçilerek kapsamlı yapısal dönüşümlerin hayata geçirilmesini gerektirmektedir.

TEORİK ÇERÇEVE

Enflasyonun nedenlerini açıklamak için geliştirilen teoriler, farklı dönemlerde ortaya çıkan fiyat hareketlerinin niteliğini anlamada önemli bir çerçeve sunmaktadır. Türkiye gibi arz ve talep yönlü şokların sıklıkla yaşandığı, kur oynaklığının yüksek olduğu ve beklentilerin kolay bozulduğu ekonomilerde, enflasyonun açıklanmasında birden fazla teorik yaklaşımın birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Enflasyon Türleri

Temel teorik enflasyon türleri ve açıklamaları Tablo 1’de özetlenmektedir:

Tablo 1. Teorik Enflasyon Türleri

Enflasyon Türü	Açıklama
Talep Yönlü	Toplam talebin ekonomik kapasiteyi aşmasıyla fiyatlarda artış meydana gelir.
Maliyet Yönlü	Girdi maliyetlerindeki artışların üretici ve tüketici fiyatlarına yansması sonucu oluşur.
Beklentiler Temelli	Ekonomik aktörlerin geleceğe yönelik fiyat beklentileri fiyatlama davranışlarını belirler ve enflasyonu tetikler.
Kur Kaynaklı	Döviz kuru artışlarının iç fiyatlara yüksek geçişkenlik ile yansması sonucu oluşur.

1. Talep Yönlü Enflasyon

Talep yönlü enflasyon, özellikle Keynesyen iktisat tarafından yüksek ekonomik aktivite dönemlerinde ortaya çıkan fiyat baskılarını açıklamak için kullanılan temel bir mekanizmadır. Toplam talebin potansiyel çıktının üzerine çıktığı durumlarda firmalar artan talebi fiyat artışı ile karşılar (output gap pozitif olduğunda).

Türkiye özelinde talep yönlü baskılar:

- Kredi genişlemesi,
- Tüketim ağırlıklı büyüme modeli,
- Seçim dönemlerinde artan mali teşvikler,
- Düşük faiz politikaları nedeniyle hızlanan iç talep gibi faktörler yoluyla dönemsel olarak güçlenmektedir.

Son yıllarda özellikle nakit transferleri, vergi indirimleri ve krediler yoluyla desteklenen talep artışı, arz koşullarının sınırlı olduğu dönemlerde fiyatlar üzerinde çarpan etkisi yaratmıştır (Bernanke and Gertler, 1995)

2. Maliyet Yönlü Enflasyon

Maliyet yönlü enflasyon, özellikle ithal girdi bağımlılığı yüksek ekonomilerde belirleyicidir. Türkiye’de ara malı ve enerji ithalatına bağlılık, maliyet şoklarının hızla iç fiyatlara yansımaya neden olmaktadır.

Bu kapsamda maliyet yönlü baskıların ana kaynakları şunlardır:

- Küresel emtia fiyatlarındaki artış,
- Enerji fiyat şokları,
- Döviz kuru oynaklığına bağlı ithal girdi maliyetleri,
- Ücret uyarlamalarının enflasyon ataletini güçlendirmesi,
- Tarımsal üretimde iklim koşullarına bağlı arz şokları.

Ayrıca Türkiye’de üretim zincirleri kısa dönemde esnek olmadığı için maliyet artışları fiyatlara yüksek bir pass-through katsayısı ile yansımaktadır (Bernanke and Gertler, 1995)

3. Beklentiler Temelli Enflasyon

Beklentilerin enflasyon üzerindeki etkisi, modern makroekonomik modellerin temel bileşenidir. Rasyonel beklentiler yaklaşımına göre ekonomik aktörler, gelecekteki fiyat seviyelerine dair tahminlerini mevcut bilgi seti üzerinden oluşturur.

Adaptif beklenti modelleri ise geçmiş enflasyonun geleceğe dair beklentilerin belirlenmesinde güçlü rol oynadığını varsayar.

Türkiye’de beklenti kanalı özellikle şu nedenlerle güçlüdür:

- Geçmiş enflasyonun fiyatlama davranışları üzerinde belirleyici olması (enflasyon ataletinin yüksekliği),
- Sık fiyat güncellemeleri,
- Firmaların ileriye dönük maliyet tahminlerindeki belirsizlik,
- Politika iletişimindeki tutarsızlıkların beklentileri olumsuz etkilemesi,
- Ekonomide dolarizasyon eğilimlerinin güçlü olması.

Bu durum, enflasyonun sadece mevcut koşullardan değil, beklenen gelecekteki enflasyondan da beslendiğini ortaya koymaktadır.

4. Kur Geçişkenliği Mekanizması

Kur geçişkenliği (exchange rate pass-through), döviz kuru değişimlerinin iç fiyatlara hangi oranda ve ne kadar hızlı yansıdığını ifade eder. Türkiye, uluslararası karşılaştırmalarda kur geçişkenliği yüksek ülkeler grubunda yer almaktadır. Döviz kuru şoklarının fiyatlara yansımada oranı özellikle enerji, ulaştırma, gıda ve dayanıklı tüketim mallarında daha güçlüdür (Goldfajn & Werlang, 2000). Yüksek geçişkenliğin nedenleri arasında:

- İthal girdi bağımlılığının yüksek olması,
- Firmaların fiyatlama davranışlarında kur hareketlerini doğrudan referans almaları,
- Döviz cinsi borçlanmanın yüksek olması,
- Yurtiçi üretim kapasitesinin bazı sektörlerde sınırlı kalması

gibi yapısal faktörler bulunmaktadır. Literatür (Arat, 2003; Kara ve Ögünç, 2005) kur geçişkenliğinin özellikle fiyat istikrarının zayıf olduğu dönemlerde daha da güçlendiğini göstermektedir.

TÜRKİYE’DE ENFLASYONUN BELİRLEYİCİ DİNAMİKLERİ: LİTERATÜRÜN GENEL ÇERÇEVESİ

Türkiye’de enflasyonun dinamiklerini inceleyen güncel literatür, fiyat oluşum sürecinin tek boyutlu bir mekanizma ile açıklanamayacağını, aksine kur, beklentiler ve maliyet unsurlarının eşanlı etkilediği çok katmanlı bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmalar genel olarak üç temel tespitte birleşmektedir.

Birincisi, döviz kuru geçişkenliğinin Türkiye’de uluslararası karşılaştırmalara kıyasla oldukça yüksek olduğu, kur oynaklığının hem üretici fiyat endeksi (ÜFE) hem de tüketici fiyat endeksi (TÜFE) üzerinde güçlü ve hızlı etkiler oluşturduğu vurgulanmaktadır. Kaya’nın (2024) bulguları döviz kuru şoklarının kısa dönemde fiyatlara yüksek oranda yansıdığını ve maliyet kanalı üzerinden enflasyonist baskıları artırdığını göstermektedir.

İkincisi, beklentiler kanalının Türkiye’de enflasyon dinamikleri açısından güçlü bir belirleyici olduğu yönündedir. Şahin ve Şahin’in (2023) bulguları, ekonomik birimlerin

beklentilerini büyük ölçüde geçmiş enflasyon performansına dayandırdığını, bu nedenle enflasyon ataletinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Üçüncüsü, maliyet yönlü baskıların –özellikle enerji, ara malı ve ithal girdi bağımlılığı kaynaklı maliyet artışlarının– enflasyonun yapışkan ve kalıcı bir nitelik kazanmasında kritik rol oynadığıdır. Acaravcı ve Yıldız (2018), enerji fiyatlarındaki artışların ve döviz kuru etkisiyle yükselen ithal girdi maliyetlerinin, Türkiye’de maliyet enflasyonunun temel belirleyicileri olduğunu saptamaktadır. Bu bulgular, Türkiye’nin yüksek dışa bağımlı üretim yapısının fiyat düzeyini küresel enerji ve emtia hareketlerine duyarlı hale getirdiğini göstermektedir.

Kurumsal yapıya ilişkin değerlendirmeler de literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Özatay (2015), para politikası çerçevesinin öngörülebilirliği, merkez bankası bağımsızlığı ve iletişim kalitesinin enflasyon beklentilerinin yönetilmesinde belirleyici olduğunu vurgulamaktadır. IMF ve OECD’nin 2022–2023 raporlarında ise Türkiye’nin, gelişmekte olan ülkelere kıyasla daha güçlü bir kur geçişkenliği ve beklenti duyarlılığı sergilediği, dolayısıyla fiyatlama davranışlarında ülkeye özgü kırılگانlıkların belirgin olduğu ifade edilmektedir.

Bu çerçevede literatür, Türkiye’de enflasyonun yapısal olarak yüksek dışa bağımlılık, güçlü kur geçişkenliği, kalıcı beklenti kanalı ve maliyet baskıları tarafından şekillenen çok boyutlu bir süreç olduğunu göstermektedir.

TÜRKİYE’DE FİYAT ARTIŞLARININ BELİRLEYİCİ DİNAMİKLERİ

Türkiye’de enflasyonun yüksek ve yapışkan bir nitelik kazanmasında, makroekonomik politika çerçevesi, üretim yapısı, kurumsal düzenlemeler ve ekonomik aktörlerin beklentileri arasında etkileşimli bir mekanizma bulunmaktadır. Bu bölümde, fiyat artışlarını şekillendiren temel dinamikler sistematik olarak ele alınmaktadır (Özatay, 2015).

Para Politikası Aktarım Mekanizmasındaki Zayıflık

Türkiye’de fiyat dinamiklerinin en belirgin belirleyicilerinden biri, para politikasının enflasyon üzerindeki etkisinin sınırlı ve gecikmeli işlemesidir. Para politikası aktarım mekanizmasındaki zayıflık, birkaç yapısal ve kurumsal unsura dayanmaktadır:

(1) Negatif Reel Faiz Politikaları

Uzun dönem boyunca uygulanan negatif reel faiz politikaları, tasarruf motivasyonunu zayıflatmakta ve kredi genişlemesi üzerinden iç talebi artırmaktadır. Literatürde negatif reel faizin enflasyon beklentilerini yükselttiği, finansal dolarizasyonu artırdığı ve yerli para biriminin değer kaybını hızlandırdığı vurgulanmaktadır.

(2) Kurumsal Bağımsızlık Tartışmaları

Merkez bankası bağımsızlığı para politikasının etkinliği için kritik bir değişkendir. Bağımsızlığa yönelik tartışmalar, piyasa aktörlerinin politika setine duyduğunu güveni zayıflatmakta ve beklenti kanalının çalışmasını güçleştirmektedir. Bağımsızlığın sorgulanması, enflasyon beklentilerinin yukarı yönlü yapışkanlaşmasına yol açmaktadır.

(3) Öngörülebilirlik Eksikliği ve Politika Tutarlılıkları

Kısa sürede değişen politika yönleri, belirsizlik primini artırmakta ve piyasa katılımcılarının uzun vadeli fiyatlama yapmasını güçleştirmektedir. Politika iletişimindeki tutarsızlık, beklenti kanalını bozarak para politikasının gecikmeli ve sınırlı etki göstermesine yol açmaktadır.

Sonuç olarak, para politikasının enflasyonu kontrol etme kapasitesi yalnızca faiz aracına değil; güven, kurumsal iletişim ve öngörülebilirlik bileşenlerine de bağlıdır (Acaravcı ve Yıldız, 2018).

Döviz Kuru Geçişkenliği ve Üretimde Dışa Bağımlılık

Türkiye ekonomisi yüksek oranda ithal girdi bağımlı bir üretim yapısına sahiptir. Enerji, ara malı ve sermaye malı ithalatı toplam üretim maliyetleri içinde önemli bir pay oluşturmaktadır. Bu durum, döviz kuru şoklarının fiyatlara hem hızlı hem de yüksek bir oranla yansımaya neden olmaktadır.

Kur geçişkenliği literatüründe Türkiye, “yüksek pass-through” grubunda yer almakta olup şu mekanizmalar etkili olmaktadır:

- **Maliyet Kanalı:** İthal girdi maliyetlerinin artması doğrudan üretici fiyatlarına ve dolaylı olarak tüketici fiyatlarına yansımaktadır (Leigh & Rossi, 2002)
- **Beklenti Kanalı:** Döviz kurundaki oynaklık firmaların ileriye dönük maliyet beklentilerini bozar. Firmalar riskten kaçınmak için fiyatlara “önden yüklemeli” artış yapmaktadır (Alp & Elekdag, 2011).
- **Fiyatlama Davranışları:** Kısa fiyat güncelleme periyodu ve firmaların kur oynaklığına karşı asimetrik fiyatlama davranışları geçişkenliği artırmaktadır

Bu nedenle döviz kuru, Türk enflasyon dinamiklerinde hem “seviyeyi belirleyen” hem de “oynaklığı artıran” ana faktörlerden biri olarak öne çıkmaktadır (IMF, 2023).

Enerji, Girdi ve Lojistik Maliyetleri

Küresel enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar, taşımacılık maliyetlerinde artış ve işgücü maliyetlerinin yükselmesi maliyet yönlü enflasyonu derinleştirmektedir. Özellikle enerji maliyetleri üretim maliyetlerinin büyük bölümünü oluşturduğu için dış şoklara duyarlılık yüksektir.

Ayrıca küresel tedarik zincirindeki aksamalar —pandemi sonrası dönemde yoğunlaşan— ham madde ve lojistik maliyetlerinde ciddi artışlara neden olmuştur. Lojistik maliyetlerin yükselmesi, özellikle gıda, inşaat ve sanayi sektörlerinde zincirleme fiyat artışları yaratmaktadır.

Tarım Sektöründeki Yapısal Sorunlar

Tarım sektörü, enflasyon sepetinde yüksek ağırlığa sahip olması nedeniyle fiyat istikrarı üzerinde kritik bir rol oynamaktadır. Ancak Türkiye’de tarımsal üretimin kronik yapısal problemleri, gıda fiyatlarındaki yapışkanlığın temel nedenleri arasındadır. Türkiye tarımındaki yapısal sorunların verimlilik, maliyetler ve fiyat dalgalanmaları üzerindeki etkileri literatürde ayrıntılı olarak vurgulanmaktadır (OECD, 2021).

Tarım sektöründeki temel yapısal sorunlar:

- Dağınık ve küçük ölçekli işletme yapısı: Verimlilik düşüktür; ölçek ekonomileri sağlanamamaktadır.
- Verimsiz sulama ve iklim riskleri: Modern sulama tekniklerinin yetersiz yaygınlığı, iklim değişikliği kaynaklı verim kayıplarını artırmaktadır.
- Depolama ve soğuk zincir eksiklikleri: Ürün kayıpları yüksek olup bu durum arz daralmasına ve fiyat artışlarına neden olmaktadır.
- Dijital tarım teknolojilerinin sınırlı kullanımı: Hassas tarım, veri analizine dayalı üretim planlaması ve otomasyon gibi yöntemlerin yaygınlaşmaması, verimlilik ve maliyet kontrolünü zorlaştırmaktadır.

Bu faktörler hem sezonluk oynaklıkları hem de yapışkan fiyat davranışlarını güçlendirmektedir.

Piyasa Yapıları ve Rekabet Sorunları

Bazı sektörlerde oligopol yapıların belirginleşmesi, fiyatlama davranışlarının rekabetçi seviyeden uzaklaşmasına yol açmaktadır. Pazardaki yoğunlaşma arttıkça firmalar maliyet artışlarını aşan fiyat güncellemeleri yapabilmekte ve bu artışların geri dönüşü sınırlı olmaktadır. OECD'nin ürün pazarı düzenlemelerine ilişkin değerlendirmeleri, Türkiye'de özellikle enerji, ulaştırma ve bazı gıda alt sektörlerinde yoğunlaşmanın fiyat esnekliğini azalttığını göstermektedir (OECD, 2023).

Ek olarak, bilgi asimetrisi ve tüketicilerin fiyat karşılaştırma imkanlarının yetersiz olması fiyat yapışkanlığını desteklemektedir. Bu durum, özellikle perakende, gıda işleme, enerji ve ulaştırma sektörlerinde gözlemlenmektedir.

Kamu Fiyat Ayarlamaları ve Vergi Yüğü

Kamu tarafından belirlenen fiyat ve ücretlerdeki güncellemeler (akaryakıt, enerji, ulaştırma hizmetleri, sağlık hizmetleri vb.) enflasyon üzerinde doğrudan ve güçlü bir etki yaratmaktadır. IMF'nin son değerlendirmesine göre, idari fiyatlar Türkiye'de kısa dönem enflasyon oynaklığının ana bileşenlerinden biridir (IMF, 2023).

Ayrıca dolaylı vergilerin yüksek oranları (ÖTV, KDV) enflasyon sepeti üzerinde çarpan etkisi yapmaktadır. Vergi artışları firmaların maliyetlerine yansıdığı için fiyat seviyesinin kalıcı biçimde yükselmesine neden olmaktadır.

Beklentilerde Bozulma ve Fiyatlama Davranışları

Türkiye'de enflasyonun ataletsel bir yapıya dönüşmesinin temel nedenlerinden biri, ekonomik aktörlerin beklentilerindeki bozulmadır. TCMB Beklenti Anketi üzerine yapılan analizler, fiyatlama davranışlarının kur ve enerji maliyetlerindeki belirsizliklere hassas olduğunu ve ekonomik birimlerin geleceğe dair yüksek enflasyon beklentilerini fiyatlara önden yansıttığını ortaya koymaktadır (TCMB, 2022).

- Firmaların Fiyatlama Davranışları: Firmalar gelecekteki kur artışı, enerji maliyetleri veya politikadaki belirsizlikleri öngörerek fiyat artışlarını “önden yüklemeli” yapma eğilimindedir. Bu davranış, enflasyonun geleceğe dair algısının fiyatları bugünden etkilemesi anlamına gelir.

- Hane halkı Beklentileri: Hane halklarının geçmiş enflasyonu referans alan adaptif beklentileri, piyasa fiyatlarının genel düzeyini yukarı yönlü sabitlemekte; ücret taleplerini artırmakta ve ücret-fiyat sarmalını güçlendirmektedir.

Bu nedenle beklentiler kanalı, fiyat artışlarının hem hızlanmasında hem de kalıcılışmasında kritik bir rol oynar.

TÜRKİYE’DE FİYAT ARTIŞLARININ ZAMAN İÇİNDEKİ SEYRİ

Türkiye’de fiyat artışlarının zaman içindeki seyrini incelemek, enflasyonun hem düzey hem de bileşenler itibarıyla nasıl değiştiğini, hangi kırılma noktalarında yapısal bir farklılaşmanın ortaya çıktığını ve makroekonomik politika tercihlerinin fiyat dinamikleri üzerindeki etkilerini ortaya koymak açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda Türkiye’nin enflasyon patikasını dönemsel olarak değerlendirmek hem kısa dönem konjonktürel hareketleri hem de uzun dönem yapısal eğilimleri daha açık biçimde görmeyi mümkün kılmaktadır.

1. 2000’li Yılların İlk Yarısı: Fiyat İstikrarına Yakınsama ve Enflasyonda Kalıcı Düşüş

2001 krizinin ardından uygulanan yapısal reformlar, bağımsız para politikası çerçevesinin güçlendirilmesi, mali disiplinin sağlanması ve kamu borç yönetiminde iyileşmeler fiyat istikrarına yönelik belirgin bir konsolidasyon yaratmıştır (Balmumcu ve Süslü, 2017). Bu dönemde:

- TÜFE yıllık artış oranı tek haneli seviyelere gerilemiş,
- Kur geçişkenliği sınırlanmış,
- Beklentilerde görece istikrar sağlanmış,
- Kamu fiyatlamalarının öngörülebilirliği artmıştır.

Bu aşama, Türkiye ekonomisinin enflasyon hedeflemesi rejimine uyum sağladığı ve fiyatlama davranışlarının rasyonelleştiği bir dönem olarak değerlendirilmektedir.

2. 2010 Sonrası: Orta Düzey Enflasyonda Yapışkanlık ve Kur Şoklarının Etkisi

2010’lu yıllar ile Türkiye’de enflasyon patikası yeniden yukarı yönlü bir eğilim göstermeye başlamıştır. Bu dönemin belirleyici özellikleri:

- İç talep kaynaklı baskılar,
- Artan dış finansman kırılganlıkları,
- Döviz kuru oynaklığının yükselmesi,
- Üretimde dışa bağımlılığın kur geçişkenliği kanalıyla maliyetleri artırması,
- Enflasyon beklentilerinde bozulma.

Bu yıllar, orta-tek haneli hedeflerden kalıcı şekilde uzaklaşma ve enflasyonun çift haneli seviyelere yerleşmesiyle karakterize edilmektedir.

3. 2018 Kırılması: Finansal Türbülans ve Enflasyon Rejiminin Değişimi

2018’de yaşanan finansal dalgalanma Türkiye’de enflasyon dinamiklerinde önemli bir rejim değişimine işaret etmiştir. Kur şoklarının yoğunluğu ve politika tepkisinin gecikmesi şu sonuçları doğurmuştur:

- Kur geçişkenliği oranı tarihsel ortalamalarının üzerine çıkmış,
- Üretici fiyatlarındaki artış tüketici fiyatlarına hızlı yansımış,
- Fiyatlama davranışlarında “önden yüklemeli” bir yapı hâkim olmuştur (Şeker, 2022).

Bu dönem, Türkiye enflasyonunun yüksek enflasyon rejimine geçtiği bir eşik olarak literatürde sıklıkla değerlendirilir.

4. 2021 Sonrası: Negatif Reel Faiz Politikası, Kronikleşen Enflasyon ve Fiyatlama Davranışlarındaki Bozulma

2021'in son çeyreğinden itibaren, Türkiye ekonomisinde para politikasında radikal bir yön değişikliği gözlemlenmiştir: politika faizleri indirilmiş ve reel faiz oranları negatif hale gelmiştir.

- Negatif reel faiz politikasının enflasyon üzerindeki etkisi üzerine yapılan ampirik bir çalışmada, uzun dönemde negatif faizin TÜFE üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu bulunmuştur (Öztürk ve Özkul, 2022).
- Bu politika tercihi, döviz kuru baskılarını artırmış; kur şokları daha güçlü enflasyonist etkilere yol açmıştır. Ayrıca, firmalar “peşinen fiyatlama” eğilimini artırmış, beklentiler yüksek seviyede katılaşmıştır.
- 2021 sonrası döneme ait analizlerde, enflasyon ataletinin (“inertia”) 2018'den itibaren bariz şekilde arttığı ve fiyat beklentilerinin daha kalıcı hale geldiği gösterilmiştir (Sakarya vd., 2025).

5. Güncel Dönem: Fiyat İstikrarı Çabaları, Politika Normalleşmesi ve Yüksek Enflasyonlu Ortamda Dengelenme

Son dönemde izlenen politika normalleşmesi çabaları kapsamında:

- Para politikasında sıkılaştırma adımları güçlendirilmiş,
- Kurumsal iletişim ve öngörülebilirlik yeniden tesis edilmeye çalışılmış,
- Talep kısıyıcı tedbirler devreye alınmıştır.

Bununla birlikte geçmiş dönemlerde biriken fiyat baskıları ve maliyet yönlü unsurlar nedeniyle enflasyon yüksek seviyelerde seyrederken, fiyat katılığı ve hizmet enflasyonunun yapışkanlığı düşüş hızını sınırlamaktadır (Çiğdem, 2023).

6. Yapısal Perspektif: Enflasyonun Bileşenlerinde Uzun Dönemli Eğilimler

Türkiye’de enflasyonun zaman içindeki seyri yalnızca fiyat seviyesinin değişimini değil, aynı zamanda enflasyon bileşenlerinin dönüşümünü de yansıtmaktadır. Bu bağlamda:

- Gıda ve hizmet enflasyonu giderek daha yapışkan hale gelmiştir.
- Enerji fiyatlarındaki oynaklık enflasyon volatilitesinin temel belirleyicisi olmuştur.
- ÜFE–TÜFE makası üretim maliyet baskılarının kalıcılığına işaret etmektedir.
- Döviz kuru geçişkenliği artan dışa bağımlılık nedeniyle dönemsel olmaktan çıkmış, yapısal bir dinamik hâlini almıştır (Yiğit, 2022).

Bu eğilimler, Türkiye’de fiyat artışlarının çok boyutlu bir nitelik taşıdığını ve politika yapımcıların enflasyonla mücadelede hem kısa dönemli hem de uzun dönemli araçlara ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

EKONOMİK VE SOSYAL ETKİLER

Türkiye’de yüksek ve dalgalı enflasyon yalnızca fiyat düzeylerini değil, ekonomik karar alma süreçlerinin tüm boyutlarını, toplumsal refahı ve kurumsal yapıları doğrudan etkilemektedir. Bu bölümde enflasyonun gelir dağılımı, reel sektör, yatırım ortamı ve finansal piyasalar üzerindeki etkileri teorik çerçeve ve Türkiye örneğine özgü bulgularla birlikte ele alınmaktadır (Özer ve Acar, 2025).

1. Gelir Dağılımı Üzerindeki Etkiler

Enflasyonun gelir dağılımı üzerindeki etkisi çoğu zaman regresif niteliktedir, yani düşük gelirli gruplar yüksek gelirli kesimlere kıyasla daha fazla olumsuz etkilenmektedir. Türkiye’de bu süreci güçlendiren başlıca mekanizmalar şunlardır:

a) Tüketim Sepetindeki Farklılıklar

Düşük gelir grupları bütçelerinin büyük bölümünü gıda, barınma, enerji ve ulaşım gibi zorunlu harcamalara ayırmaktadır. Bu kalemlerdeki fiyat artışları genellikle ortalamanın üzerinde seyrettiği için yoksul hanelerin reel alım gücü hızla azalır (Ünal ve Doğan, 2022).

b) Ücret-Enflasyon Senkronizasyonundaki Zayıflık

- Ücret artışları genellikle geçmiş enflasyona endekslediği için gerçek zamanlı fiyat artışlarını telafi etmekte gecikmektedir.
- Özel sektör ücret artışlarının toplu pazarlık gücünün düşük olduğu kesimlerde daha yavaş gerçekleşmesi gelir eşitsizliğini derinleştirmektedir (Akbulut, 2021).

c) Servet Gelirlerine Etkisi

Varlık sahipliği gelir dağılımındaki eşitsizliği artıran bir diğer kanaldır:

- Enflasyon dönemlerinde gayrimenkul ve finansal varlık fiyatlarının yükselmesi üst gelir gruplarının servetini artırırken,
- Nakit tasarruflarının reel değeri hızla eridiği için dar gelirli kesimler ciddi refah kaybı yaşamaktadır (Aydın, 2025).

d) Sosyal Refah Üzerindeki Dolaylı Etkiler

- Gıda enflasyonunun yüksek seyretmesi gıda güvensizliğini artırır.
- Barınma maliyetlerindeki artış düşük gelirli haneleri aşırı kalabalık konutlara veya kayıt dışı yaşam alanlarına yöneltir.
- Bu etkiler uzun vadede beşerî sermaye oluşumu üzerinde olumsuz sonuçlar doğurur.

2. Reel Sektör ve Yatırım Üzerindeki Etkiler

Yüksek ve öngörülemez enflasyon reel sektör üzerindeki etkilerini hem maliyet kanalı hem de beklenti kanalı üzerinden göstermektedir.

a) Belirsizlik Artışı ve Yatırım Davranışları

Enflasyonun öngörülemezliği, reel sektörün planlama ufkunu daraltır:

- Uzun vadeli yatırım kararları ertelenir, belirsizlik yatırımın net bugünkü değerini azaltır.
- Sermaye maliyetleri yükselir; yüksek faiz oranları yatırım talebini sınırlar.
- İşletmeler kısa vadeli ve düşük riskli yatırımlara yönelir, teknolojik dönüşüm (Endüstri 4.0, dijitalleşme vb.) gecikir.

b) Maliyet Yapısında Bozulma

- Enerji, hammadde ve lojistik maliyetlerindeki artış firmaların kâr marjlarını daraltır.
- Enflasyon muhasebesi gerektiren dönemlerde stok değerlemeleri ve mali tabloların gerçekliği bozulur.

Maliyet baskılarının artması özellikle KOBİ’lerde kapanma riskini yükseltmektedir.

c) Kapasite Kullanımı ve Üretim Planlaması

Enflasyonist ortamda:

- Firmalar üretim planlarını sık sık revize etmek zorunda kalır.
- Envanter yönetimi zorlaşır; stok maliyetleri artar.
- Kapasite kullanım oranları istikrarsızlaşır.

Bu dinamikler uzun vadede potansiyel üretimi azaltarak arz yönlü enflasyonu daha da körüklemektedir.

d) Fiyatlama Davranışlarının Kısa Vadeye Kayması

Firmalar “fırsat maliyeti” ve “beklentisel risk” gerekçeleriyle:

- Maliyet artışları gerçekleşmeden fiyat yükseltme eğilimine girer (önden yüklemeli fiyatlama).
- Bu durum fiyat–maliyet yapısının kopmasına ve enflasyon sarmalının pekişmesine yol açar.

3. Finansal Piyasalara Etkiler

Enflasyon finansal piyasalarda belirsizliği ve volatilitiyi artırarak hem iç hem dış yatırımlar üzerinde önemli sonuçlar doğurur.

a) Risk Priminde Artış

Türkiye gibi dış finansmana bağımlı ekonomilerde yüksek enflasyon:

- Ülke risk priminin (CDS) yükselmesine,
- Borçlanma maliyetlerinin artmasına,
- Kamu ve özel sektörün dış finansman koşullarının kötüleşmesine neden olur.

Bu durum hem döviz kuru istikrarını zayıflatır hem de sermaye girişlerini sınırlar.

b) Türk Lirası Cinsinden Tasarrufların Azalması

Hanehalkı ve firmalar:

- Yüksek enflasyon dönemlerinde TL varlıklarda reel getiri kaybı yaşadıkları için,
- Döviz, altın ve gayrimenkul gibi enflasyona duyarlı varlıklara yönelir.

Bu eğilim finansal derinleşmeyi sınırlarken, TL’nin istikrarını da zayıflatmaktadır. Bankacılık sektöründe:

- Mevduat vadesi kısalır,
- Kredi-mevduat dengesi bozulur,
- Kur korumalı ürünlere bağımlılık artar.

c) Kısa Vadeli Sermaye Hareketlerine Bağımlılık

Yüksek enflasyon ortamında:

- Doğrudan yatırımlar (FDI) azalırken,
- Portföy yatırımlarının payı artar.

Bu da Türkiye ekonomisini ani duruş (sudden stop) şoklarına açık hale getirir.

d) Finansal İstikrar Riskleri

- Hızlı kredi genişlemesi enflasyonu beslerken,
- Reel sektörün borçluluk düzeyinin artması kur şoklarını daha yıkıcı hale getirir,
- Bankacılık sisteminde aktif-pasif uyumsuzlukları güçlenir (Naimoğlu, 2023).

Tüm bu unsurlar birlikte değerlendirildiğinde, enflasyonun sadece fiyat düzeyleriyle sınırlı bir sorun olmadığı; finansal istikrar, yatırım iklimi ve büyüme potansiyeli üzerinde çok geniş kapsamlı etkiler yarattığı görülmektedir.

EK POLİTİK MATRİS VE ŞEMALAR İLE POLİTİKA ÖNERİLERİ: KARŞILAŞTIRMALI TABLO

Tablo 2, önerilen politika önlemlerinin etkilerini ve önceliklerini karşılaştırmalı olarak sunmaktadır.

Tablo 2. Türkiye’de Fiyat Artışlarını Azaltmaya Yönelik Politika Önerileri, Beklenen Etkiler ve Riskler

Politika Alanı	Öneri	Beklenen Etki / Faydalar	Zorluklar ve Riskler
Para Politikası	Açık, öngörülebilir politika çerçevesi	Enflasyon beklentilerini düşürür, güveni artırır	Kurumsal direnç, siyasi müdahale riski
	Enflasyon hedeflemesine tam uyum	Hedeflerin tutarlılığı ve kredibilite	Hedef sapmalarında piyasa güvensizliği
	Merkez Bankası bağımsızlığının güçlendirilmesi	Bağımsız karar alma, enflasyonla mücadelede etkinlik	Siyasi baskılar, yasal engeller
Kur Yönetimi	Rezerv yeterliliğinin artırılması	Kur oynaklığı azalır, krizlere karşı tampon	Rezerv maliyeti, kaynak sınırlamaları
	Enerji arz güvenliğinin iyileştirilmesi	Enerji maliyet şokları azaltılır	Yatırım maliyeti, uzun vadeli projeksiyon riski
	Yerli ara malı üretiminin teşviki	İthalata bağımlılık azalır, maliyet istikrarı artar	Teknoloji altyapısı eksikliği, kapasite sınırlamaları
Yapısal / Tarım-Sanayi Reformu	Modern sulama altyapıları	Tarımsal verimlilik ve arz stabilitesi artırılır	Yüksek sermaye gereksinimi, bölgeler arası dengesizlik
	Dijital & hassas tarım	Girdi maliyeti azalır, üretim optimizasyonu artar	Teknoloji erişimi, eğitim gereksinimi
	Verimlilik odaklı yerleştirme	Katma değeri yüksek üretim, maliyet kontrolü	Yerleştirme politikalarının yanlış yönlendirilmesi
Rekabet Politikası	Rekabet Kurumu’nun kapasitesinin artırılması	Piyasa yoğunlaşması azalır, fiyat baskısı hafifler	Yasaların uygulanmasında direncin yüksek olması
	Yapısal düzenlemeler yoğunlaşan sektörlerde	Fiyat rekabeti ve tüketici refahı artar	Mevcut büyük firmaların tepkisi, düzenleme maliyeti
Vergi Politikası	Dolaylı vergilerin azaltılması / sadeleştirilmesi	Maliyet baskısının fiyatlara geçişi yavaşlar	Bütçe açığı riski, vergi gelirlerinde azalma
	Vergi tabanının genişletilmesi	Gelir tabanı genişler, sürdürülebilir vergi geliri sağlanır	Kayıt dışı ekonomiyi düşürme zorluğu
	Teşviklerin sadeleştirilmesi	Daha etkin yatırım teşviki, kaynak etkin kullanımı	Geçiş maliyeti, bazı sektörlerde rekabetin azalması riski
Sosyal Politika	Hedefli gelir transferleri	Kırılgan haneleri korur, talep dalgalanmalarını dengeler	Finansman gereksinimi, yanlış hedefleme riski
	Gıda şoku destek mekanizmaları	Ani fiyat dalgalanmalarının sosyal etkileri azalır	Uygulama maliyeti, yönetim karmaşıklığı
	Kırılgan gruplar için destek programları	Sosyal eşitlik ve refah artar	Sürdürülebilir finansman, bürokratik engeller

Önerilen politika önlemleri,Türkiye’de fiyat artışlarını azaltma çabalarında farklı mekanizmalar aracılığıyla etkili olabilecek araçları kapsamaktadır. Para politikası alanında, açık ve öngörülebilir politika çerçevesi ile enflasyon hedeflemesine tam uyum, piyasa aktörlerinin beklentilerini istikrara kavuşturarak ekonomik güveni artırmaktadır. Ayrıca, Merkez Bankası’nın bağımsızlığının güçlendirilmesi, karar alma süreçlerini siyaset baskısından arındırarak enflasyonla mücadelede etkinliği yükseltmektedir. Bu önlemler yüksek etki potansiyeline sahip olmakla birlikte, kurumsal direnç ve siyasi müdahale riski gibi zorluklar içermektedir.

Kur yönetimi politikaları, döviz kuru oynaklığının azaltılması ve enerji arz güvenliğinin iyileştirilmesi aracılığıyla maliyet şoklarını sınırlamakta ve üretim ile fiyat istikrarını desteklemektedir. Yerli ara malı üretiminin teşviki ise ithalata bağımlılığı azaltarak uzun vadeli maliyet istikrarı sağlamaktadır; ancak teknoloji altyapısı ve kapasite sınırlamaları bu önlemlerin uygulanmasını zorlaştırabilir.

Yapısal reformlar, özellikle tarım ve sanayi sektörlerinde, modern sulama altyapıları ve dijital hassas tarım uygulamaları ile verimliliği artırmakta, üretim optimizasyonunu ve maliyet kontrolünü desteklemektedir. Verimlilik odaklı yerleştirme politikaları, katma değeri yüksek üretimi teşvik ederek üretim maliyetlerini sınırlayabilir, ancak yanlış yönlendirilmiş politikalar risk oluşturabilir.

Rekabet politikası önlemleri, piyasadaki yoğunlaşmayı azaltarak fiyat baskılarını hafifletmekte ve tüketici refahını artırmaktadır. Bununla birlikte, yasaların uygulanmasında ve büyük firmaların tepkisinde zorluklar gözlenebilir. Vergi politikası ise dolaylı vergilerin azaltılması, vergi tabanının genişletilmesi ve teşviklerin sadeleştirilmesi yoluyla maliyet baskılarının fiyatlara yansımaları sınırlamakta, sürdürülebilir gelir tabanı oluşturmakta ve yatırım teşviklerinin etkinliğini artırmaktadır; ancak bütçe açığı ve geçiş maliyeti gibi riskler mevcuttur.

Son olarak, sosyal politika önlemleri, hedefli gelir transferleri, gıda şoku destek mekanizmaları ve kırılgan gruplar için destek programları aracılığıyla düşük gelirli haneleri korumakta, talep dalgalanmalarını dengelemekte ve sosyal eşitliği artırmaktadır. Bu önlemler, ekonomik ve sosyal istikrarı destekleyen kritik araçlar olmakla birlikte, sürdürülebilir finansman ve bürokratik engeller gibi zorluklarla karşılaşabilir.

Genel olarak, Tablo 2’de sunulan politika önlemleri, kısa ve uzun vadeli enflasyon kontrolü, fiyat istikrarı ve sosyal refahı artırma hedefleri doğrultusunda birbirini tamamlayan bir çerçeve sunmaktadır. Önceliklendirme, maliyet-etki analizleri ve uygulama kapasitesi göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

1. Kısa-Orta-Uzun Vadeli Etki Matrisi

Türkiye’de fiyat artışlarını azaltmaya yönelik her politika önerisinin kısa (1–2 yıl), orta (3–5 yıl) ve uzun vadeli (5+ yıl) etkileri Tablo 3’te öngörülmektedir:

Tablo 3. Türkiye’de Fiyat Artışlarını Azaltmaya Yönelik Politika ve Reformların Kısa, Orta ve Uzun Vadeli Etkileri

Politika / Reform	Kısa Vadeli Etki (1–2 yıl)	Orta Vadeli Etki (3–5 yıl)	Uzun Vadeli Etki (5+ yıl)
Para Politikası Reformu	Beklenti kırılmasında başlangıç, faiz dalgalanmaları	Enflasyon beklentilerinin stabilize olması, azalan oynaklık	Fiyat istikrarında sürdürülebilirlik, kurumsal güvenin pekişmesi
Rezerv Arttırımı	Güçlü döviz tamponu, kısa dönem şoklara direnç	Kur volatilitésinin azalması, finansal güvenin artması	Dış şoklara karşı kalıcı koruma, istikrarlı para
Enerji Güvenliği ve Yerli Üretim	Enerji maliyet artışlarının yavaşlaması	Azalan ithal enerji bağımlılığı, düşük maliyetli üretim	Rekabetçi sanayi, sürdürülebilir enerji altyapısı
Tarımda Modernizasyon	Ürün arzında artış, mevsimsel dalgalanmaların azalması	Düşük girdi maliyeti, yüksek verim	Tarımsal arz güvenliği, gıda enflasyonunda kalıcı düşüş
Dijital & Hassas Tarım	Verim artışı, girdi kullanımında optimizasyon	Tarımda teknoloji yayılımı, küresel rekabetçilik	Katma değeri yüksek tarım sektörü, sürdürülebilir tarım
Rekabet Politikasının Güçlendirilmesi	Piyasa denetiminde iyileşme, fiyat baskısında hafifleme	Yoğunlaşmanın azalması, tüketici refahı artışı	Rekabetçi ve verimli piyasa yapıları, monopol baskısının zayıflaması
Vergi Reformu	Bazı maliyetlerin hemen yumuşaması, bütçe dengesi baskısı	Vergi adaletinin artması, mali gelirlerin düzenlenmesi	İstikrarlı ve sürdürülebilir mali yapı, düşük enflasyon iklimi
Sosyal Politikalar	Hane halklarının enflasyon yüküne kısa vadeli tepki	Talep yönlü istikrar, sosyal uyumda iyileşme	Sosyal kapsayıcılık ve dirençli refah yapısı

Tablo 3, Türkiye’de fiyat artışlarını azaltmaya yönelik politika ve reformların zaman perspektifine göre etkilerini sistematik biçimde ortaya koymaktadır. Kısa vadede (1–2 yıl), para politikası reformları ve rezerv arttırımı gibi önlemler, beklenti kırılmaları ve döviz kuru şoklarına karşı hızlı direnç sağlayarak piyasa güvenliğini sınırlı ölçüde artırmaktadır. Enerji güvenliği ve yerli üretim ile tarımda modernizasyon gibi yapısal önlemler, maliyet artışlarının yavaşlaması ve ürün arzının istikrara kavuşması gibi doğrudan ekonomik etkilere yol açmaktadır. Dijital ve hassas tarım uygulamaları ile rekabet politikalarının güçlendirilmesi ise verimlilik artışı ve fiyat baskılarında hafifleme sağlar. Sosyal politikalar ise düşük gelirli haneleri kısa vadede koruyarak ekonomik dalgalanmalara karşı tampon işlevi görür.

Orta vadede (3–5 yıl), enflasyon beklentilerinin stabil hale gelmesi, kur volatilitésinin azalması ve piyasa güvenliğinin güçlenmesi gibi sonuçlar ortaya çıkar. Bu dönemde, enerji ve tarım alanındaki reformlar ithalata bağımlılığı azaltarak maliyetlerin kontrol altına alınmasını sağlar ve tarımda verimlilik artışı ile teknoloji yayılımı gözlemlenir. Rekabet politikalarının etkisi yoğunlaşmanın azalması ve tüketici refahının artması ile somutlaşırken, vergi reformları mali adalet ve sürdürülebilir mali gelirler açısından etkili olur. Sosyal politikalar, talep yönlü istikrar ve sosyal uyum sağlama fonksiyonunu güçlendirir.

Uzun vadede (5+ yıl), fiyat istikrarının kalıcı hâle gelmesi ve kurumsal güvenliğin pekişmesi, ekonomik sistemin dirençliliğini artırır. Enerji ve tarım alanındaki yapısal reformlar, sürdürülebilir ve rekabetçi bir üretim altyapısı oluştururken, dijital tarım ve verimlilik odaklı yerleştirme, katma değeri yüksek ve sürdürülebilir bir tarım sektörü ortaya çıkarır. Rekabet politikaları piyasa yapısının etkinleşmesini ve monopol baskısının azalmasını sağlar. Vergi reformları uzun vadede istikrarlı ve sürdürülebilir mali yapı oluşturarak düşük enflasyon

ortamına katkı verir. Sosyal politikalar ise kapsayıcı bir refah yapısı oluşturarak toplumun ekonomik şoklara karşı dayanıklılığını artırır.

Genel olarak, Tablo 3, politika ve reformların zaman perspektifine göre farklı etki mekanizmalarına sahip olduğunu ve kısa vadede önlem alınması ile uzun vadede sürdürülebilir fiyat istikrarı ve sosyal refahın sağlanabileceğini göstermektedir. Kısa vadeli önlemler piyasa beklentilerini ve güveni stabilize etmeye odaklanırken, yapısal reformlar ve sosyal politikalar orta ve uzun vadede ekonomik ve sosyal sistemin dayanıklılığını güçlendirmektedir.

FİYAT ARTIŞLARINI AZALTMAYA YÖNELİK ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Türkiye’de fiyat artışlarını kontrol altına almak ve enflasyonu sürdürülebilir seviyelere çekmek için çok boyutlu bir yaklaşım gerekmektedir. Bu çerçevede, politika önlemleri altı temel alanda toplanabilir:

1. Para Politikası Reformu

Açık, tutarlı ve öngörülebilir bir politika çerçevesi ile enflasyon hedeflemesine tam uyum, piyasa aktörlerinin beklentilerini stabilize eder ve güveni artırır. Ayrıca, Merkez Bankası’nın kurumsal bağımsızlığının güçlendirilmesi, karar alma süreçlerini siyasî baskılardan arındırarak para politikasının etkinliğini yükseltir. Bu önlemler kısa vadede beklenti yönetimi açısından kritik öneme sahipken, orta ve uzun vadede fiyat istikrarının sürdürülebilirliğini destekler (Tümtürk, 2025).

2. Kur İstikrarının Sağlanması

Rezervlerin yeterliliğinin artırılması, döviz kuru dalgalanmalarına karşı tampon işlevi görür ve finansal piyasalarda güveni artırır. Enerji arz güvenliğinin sağlanması ve yerli ara malı üretiminin teşvik edilmesi, üretim maliyetlerini düşürerek kur geçişkenliğinin enflasyon üzerindeki etkisini sınırlar. Bu önlemler, hem kısa vadede şoklara karşı direnç sağlar hem de orta ve uzun vadede ekonomik istikrarın temellerini güçlendirir (Kurum ve Oktar, 2019).

3. Tarım ve Sanayide Yapısal Dönüşüm

Modern sulama altyapıları ve dijital/hassas tarım uygulamaları, tarımsal verimliliği artırır, girdi maliyetlerini düşürür ve üretim optimizasyonunu sağlar. Yerlileştirme politikalarında verimlilik ve rekabet odaklı yaklaşım, sanayi üretiminde maliyet kontrolünü ve katma değer artışını destekler. Bu önlemler, özellikle uzun vadede üretim kapasitesini artırarak arz yönlü enflasyonu azaltma potansiyeline sahiptir.

4. Piyasa Rekabetinin Güçlendirilmesi

Rekabet Kurumu’nun denetim kapasitesinin artırılması ve yoğunlaşmanın yüksek olduğu sektörlerde yapısal düzenlemeler, piyasalarda rekabeti güçlendirir, fiyat baskılarını hafifletir ve tüketici refahını artırır. Orta ve uzun vadede bu önlemler, monopolcü yapıların etkisini azaltarak piyasaların etkin çalışmasını sağlar.

5. Vergi Yapısının Rasyonelleştirilmesi

Dolaylı vergilerin enflasyon üzerindeki etkisinin azaltılması, fiyat artışlarının tüketiciye geçişini yavaşlatır. Vergi tabanının genişletilmesi, sürdürülebilir mali gelirlerin temin edilmesini sağlarken, teşviklerin sadeleştirilmesi yatırım kararlarının etkinliğini artırır. Bu önlemler, kısa vadede maliyet baskısını hafifletirken, orta ve uzun vadede mali istikrar ve düşük enflasyon iklimine katkı sunar (Akbulut, 2021).

6. Sosyal Politikaların Güçlendirilmesi

Hedefli gelir transferleri, düşük gelirli hanelerin enflasyon yükünü azaltır ve talep dalgalanmalarını dengeler. Gıda fiyat şoklarına karşı kamu destek mekanizmaları ve kırılgan grupları korumaya yönelik programlar, ekonomik dalgalanmalara karşı sosyal dayanıklılığı

artırır. Bu önlemler hem sosyal eşitliği destekler hem de kısa ve orta vadede ekonomik istikrarı güçlendirir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Türkiye’de son yıllarda belirginleşen yüksek ve yapışkan enflasyon, makroekonomik istikrarın sürdürülebilirliği açısından kritik bir kırılma kaynağı haline gelmiştir. Çalışmanın bulguları, enflasyonun salt parasal genişleme, talep fazlası ya da ücret-maliyet baskılarıyla açıklanamayacak ölçüde karmaşık bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Türkiye’de fiyat artışları; para politikası aktarım mekanizmasındaki zayıflıklar, döviz kuru oynaklığı ve kur geçişkenliğinin yüksekliği, üretim yapısındaki ithalat bağımlılığı, enerji ve lojistik maliyetlerindeki dalgalanmalar, tarım sektöründeki yapısal kapasite sorunları, rekabet eksiklikleri ve beklenti kanalı üzerinden güçlenen davranışsal faktörlerin bir bileşeni olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çerçevede enflasyon, makroekonomik, yapısal ve kurumsal dinamiklerin eş zamanlı olarak etkileşime girdiği çok boyutlu bir süreçtir. Özellikle beklentiler kanalında görülen bozulma, fiyatlama davranışlarının rasyonellikten uzaklaşmasına, sektörlerde “önden yüklemeli fiyatlama” eğilimlerinin güçlenmesine ve enflasyonun ataletsel (inertial) bir karakter kazanmasına yol açmaktadır. Böyle bir ortamda kısa vadeli müdahaleler, fiyat artışlarındaki temel sorunları ortadan kaldırma kapasitesinden yoksundur.

Çalışma kapsamında önerilen politika seti, yalnızca para politikasına odaklanan geleneksel yaklaşımların yeterli olmadığını göstermektedir. Para politikasında güven, kredibilite ve öngörülebilirlik kritik önemde olmakla birlikte, enflasyonun yapısal bileşenlerine dokunulmadıkça kalıcı fiyat istikrarı sağlanamayacaktır. Bu bağlamda tarım ve sanayide verimlilik artışı, üretimin teknoloji yoğun bir yapıya kavuşturulması, enerji arz güvenliğinin güçlendirilmesi, lojistik altyapının geliştirilmesi, rekabetçi piyasa yapılarının teşviki ve kurumsal yönetim kalitesinin artırılması gerekmektedir.

Kamu maliyesi ve kamu fiyat ayarlamaları da enflasyon dinamiklerinin önemli belirleyicileri arasında yer aldığından, mali disiplinin sağlanması, dolaylı vergilerin fiyat yapısına etkisinin azaltılması ve kamu fiyatlamasında öngörülebilir bir çerçeve oluşturulması önem taşımaktadır. Ayrıca, düşük gelir gruplarının enflasyondan orantısız biçimde etkilenmesi nedeniyle, sosyal politikaların hedefli ve kapsayıcı bir biçimde tasarlanması sosyal refah açısından zorunludur.

Sonuç olarak, Türkiye’de kalıcı fiyat istikrarının sağlanması; kurumsal güvenin güçlendirildiği, öngörülebilir politikaların uygulandığı, yapısal dönüşümün önceliklendirildiği ve ekonomik aktörlerin beklentilerinin çöpalandığı çok yönlü bir politika yaklaşımını gerektirmektedir. Makroekonomik istikrarın yeniden tesis edilmesi, yalnızca fiyat istikrarını değil aynı zamanda sürdürülebilir büyüme, yatırım artışı, gelir dağılımında iyileşme ve toplumsal refahın güçlenmesi gibi geniş kapsamlı ekonomik hedeflerin de temel taşıdır.

Bu çalışma, Türkiye’de fiyat artışlarının karmaşık dinamiklerini bütünsel bir perspektiften ele alarak hem akademik literatüre katkı sunmakta hem de politika yapıcılar için uygulanabilir bir çerçeve ortaya koymaktadır. Uzun vadeli ve kararlı politika bileşenleri hayata geçirildiğinde, Türkiye ekonomisinin fiyat istikrarına yönelik kırılma noktalarının azaltılması mümkündür.

Kaynakça

- Acaravcı, A., & Yıldız, T. (2018). Türkiye'nin Enerji Bağımlılığı. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 4(2), 137-152. <https://doi.org/10.20979/ueyd.457898>
- Açıkgöz, Ş. (2022). Türkiye’de Enflasyon Dinamikleri ve Yapısal Sorunlar. *İktisat, İşletme ve Finans*, 37(432), 15–34.
- Akbulut, E. (2021). Türkiye’de Enflasyon, Faiz, Vergiler ve Gelir Dağılımı İlişkisi: Ampirik Analiz. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 17(1), 147-169.
- Alp, H., & Elekdag, S. (2011). *The role of monetary policy in Turkey during the global financial crisis*. IMF Working Paper No. 11/150.
- Aydın, A. (2025). Türkiye’de Enflasyonun Fonksiyonel Gelir Dağılımına Etkisinin Ekonometrik Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27(3), 1003-1023. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.1423301>.
- Arat, K. (2003), “Türkiye’de Optimum Döviz Kuru Rejimi Seçimi ve Döviz Kurlarından Fiyatlara Geçiş Etkisinin İncelenmesi”, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Uzmanlık Tezi.
- Aysan, A. F., & Demirtaş, G. (2020). Exchange Rate Pass-Through in Emerging Markets: Evidence from Turkey. *Central Bank Review*, 20(3), 85–102.
- Bahmani-Oskooee, M., & Kara, O. (2019). Inflation and Monetary Policy Effectiveness in Turkey. *Applied Economics Letters*, 26(12), 991–995.
- Balmumcu, Ö., & Süslü, B. (2017). Para Politikası Açısından Türkiye’de 2001 ve 2008 Kriz Deneyimleri. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar* (626), 9-32.
- Bernanke, B. S. and Mark Gertler. (1995). Kara Kutunun İçinde: Para Politikası İletiminin Kredi Kanalı. *Ekonomik Perspektifler Dergisi*, 9(4), 27–48.
- Blanchard, O. (2022). *Inflation: What’s Going On?* Peterson Institute for International Economics.
- Cavallo, A., & Rigobon, R. (2016). The Billion Prices Project: Using online data for inflation measurement. *Journal of Economic Perspectives*, 30(2), 151–178.
- Çiğdem, G. (2023). Cumhuriyet’ten Bugüne Türkiye’de Para Politikası: Dalgalandıran Suları Yönet(eme)mek. *Akademik Hassasiyetler*, 10(Cumhuriyet Özel Sayısı), 890-926. <https://doi.org/10.58884/akademik-hassasiyetler.1346659>
- Gürkaynak, R., Levin, A., & Swanson, E. (2005). *Inflation Targeting and the Anchoring of Inflation Expectations*. Journal of Monetary Economics.
- Goldfajn, Ilan and Sergio R. C. Werlang (2000). The Pass-through from Depreciation to Inflation: A Panel Study.
- IMF. (2023). *Turkey: Article IV Consultation Report*. International Monetary Fund.
- Kara, H. ve Ögünç, F. (2005). “Exchange Rate Pass Through in Turkey: It is Slow, but is it Really Low?” TC Merkez Bankası Çalışma Makalesi No 05/10.
- Kaya, A. E. (2024). Üretici ve Tüketici Fiyatlarında Kur Geçişkenliği Etkisi: Türkiye, Brezilya ve Güney Afrika. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 11(1), 31-49. <https://doi.org/10.26650/JEPR1318757>.
- Kurum, M. E., & Oktar, S. (2019). Zorunlu Karşılık Politikasının Enflasyon Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği. *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 186-204. <https://doi.org/10.38009/ekimad.544845>.
- Leigh, D., & Rossi, M. (2002). *Exchange Rate Pass-Through in Turkey*. IMF Working Paper.

- Naimoğlu, M. (2023). The Relationship of Inflation, Unemployment, Financial Development And Income Inequality In Türkiye. *Sakarya Üniversitesi İktisat Dergisi*, 12(4), 441-462.
- OECD. (2021). *OECD Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2021: Turkey Review*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD. (2022). *OECD Economic Surveys: Turkey 2022*. OECD Publishing.
- OECD. (2023). *OECD Economic Surveys: Turkey 2023*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD. (2024). *Economic Outlook: Turkey*. OECD Publishing.
- Özatat, F. (2015). "2000'li Yıllarda Türkiye Ekonomisi, *İktisat, İşletme ve Finans*, 30(350), 09-24.
- Özer, M. O., & Acar, G. (2025). Türkiye’de Gelir Dağılımı ile Enflasyon ve İşsizlik Oranları Arasındaki İlişki. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 10(28), 1073-1086. <https://doi.org/10.25204/iktisad.1738860>.
- Öztürk, A., & Özkul, G. (2022). Reel Politika Faizi ve Negatif Faiz Politikasının Enflasyon ve İstihdama Etkisi. *Politik Ekonomik Kuram*, 6(2), 253-278. <https://doi.org/10.30586/pek.1193071>.
- Sakarya, B., Polat, O., & Ertuğrul, H. M. (2025). Enflasyon ataletinin yeniden gözden geçirilmesi: Türk örneğinde dinamikler ve bağlantılılığın kapsamlı analizi. *Merkez Bankası İnceleme*, 25(2), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cbrev.2025.100199>
- Şahin, A. & Şahin, G., 2023, Türkiye’de Farklı Kesimlerin Enflasyon Beklentilerinin Kontrolü İçin Ölçüm İhtiyacı Üzerine Bir Değerlendirme ve Öneri, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 58(3), 2402-2423.
- Şeker, H. (2022). Türkiye’de Kur- Enflasyon Geçişkenliği Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 131-142. <https://doi.org/10.29106/fesa.1068026>
- TCMB. (2022). *Enflasyon Beklentileri ve Fiyatlama Davranışları Analizi*. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Yayınları.
- TCMB. (2024). *Enflasyon Raporu*. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası.
- TÜİK. (2024). *Tüketici Fiyat Endeksi*. TÜİK.,
- Tümtürk, O. (2025). Para politikası, fiyat bulmacası ve enflasyon beklentileri: Türkiye'den kanıtlar. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 14(1), 14-28.
- Ünal, İ. B., & Doğan, M. K. (2022). Türkiye’de Enflasyonun Gelir Eşitsizliğine Etkisinin Mikro Düzeyde Analizi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 77(2), 309-332. <https://doi.org/10.33630/ausbf.1039511>.
- World Bank. (2024). *Turkey Economic Monitor*. Dünya Bankası.
- Yiğit, Ö. (2022). Döviz Kuru Geçişkenliği ve Türkiye'de Enflasyonun Tarihsel Ayırıştırması, *Ekonomik Yaklaşım*, 33(125): 379-428

NUTRITIONAL PROPERTIES OF *C. CARPIO* FISHMEAL AND ITS POTENTIAL USE IN ANIMAL FEED

Asst. Prof. Dr. Şermin TOP

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Disease, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2684-7798>

Vet. Med. Doc. İbrahim Halil ALSAT

Harran University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Disease, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-2206-2824>

ABSTRACT

Fishmeal is used as an important raw material in animal feed due to its high bioavailability protein structure, rich mineral content, and balanced nutritional profile. In this study, the nutritional composition of fishmeal obtained from carp (*Cyprinus carpio* L.) used in the stocking of Atatürk Dam Lake in the Bozova region was determined, and its suitability as a protein source was evaluated by comparing it with four different commercial fishmeals. According to the analysis results, the dry matter (DM) content of the fishmeal obtained from *C. carpio* (Cc) (99.71%) was found to be higher than that of commercial fishmeals (Com1: 90.00%; Com2: 93.46%; Com3: 93.46%; Com4: 94.00%). The crude ash (CA) content was determined to be lowest in *C. carpio* fishmeal (9.96%), while higher values were found in commercial products (Com1: 20.0%; Com2: 14.61%; Com3: 14.60%). The crude protein (CP) level was highest in commercial1 and commercial4 (64.15% and 65.00%), while it was determined to be 60.14% in *C. carpio* fishmeal; lower protein values (58.20%) were determined in commercial2 and commercial3. The differences between groups in terms of DM, CA, and CP were found to be statistically significant ($p<0.01$). *C. carpio* fishmeal was found to have an advantageous composition in terms of feed technology due to its high dry matter and low crude ash content. The protein level was found to be sufficient when compared to commercial products, indicating that *C. carpio* fishmeal can be considered as an alternative raw material in animal feeds. While these results reveal the potential of fishmeal, further studies are required to examine parameters such as ether extract, fat profile, amino acid composition, and digestibility.

Key Words: Animal Feed; Fishmeal; Nutritional Composition; Protein Source

C. CARPIO UNUNUN BESİNEL ÖZELLİKLERİ VE HAYVAN YEMLERİNDE KULLANIM POTANSİYELİ

ÖZET

Balık unu, yüksek biyoyararlanıma sahip protein yapısı, zengin mineral içeriği ve dengeli besin profili sayesinde hayvan yemlerinde önemli bir hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Bozova bölgesinde Atatürk baraj Gölü'nün balıklandırılmasında kullanılan sazandan (*Cyprinus carpio L.*) elde edilen balık ununun besinsel bileşimi belirlenmiş ve dört farklı ticari balık unu ile karşılaştırılarak protein kaynağı olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre *C. carpio* (Cc) elde edilen balık ununun kuru madde (KM) içeriği (%99.71) ticari balık unlarından daha yüksek bulunmuştur (Tic1: %90.00; Tic2: %93.46; Tic3: %93.46; Tic4: %94.00). Ham kül (HK) değeri ise en düşük *C. carpio* ununda (%9.96) belirlenmiş, ticari ürünlerde daha yüksek değerler saptanmıştır (Tic1: %20.0; Tic2: %14.61; Tic3: %14.60; Tic4: %15.00). Ham protein (HP) düzeyi ticari1 ve ticari4'te en yüksek (%64.15 ve %65.00) olurken, *C. carpio* ununda %60.14 olarak tespit edilmiştir; ticari2 ve ticari3'te ise daha düşük protein değerleri (%58.20) belirlenmiştir. Kuru madde, ham kül ve ham protein bakımından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). Yüksek kuru madde ve düşük ham kül içeriğiyle *C. carpio* ununun yem teknolojisi açısından avantajlı bir kompozisyona sahip olduğu görülmüştür. Protein düzeyi ticari ürünlerle karşılaştırıldığında yeterli seviyede bulunmuş olup, *C. carpio* ununun hayvan yemlerinde alternatif bir hammadde olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar *C. carpio* ununun potansiyelini ortaya koymakla birlikte, ham yağ, yağ profili, aminoasit kompozisyonu ve sindirilebilirlik gibi parametrelerin de inceleneceği ileri çalışmalar gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Balık Unu; Besin Madde Kompozisyonu; Hayvan Yemi; Protein Kaynağı

EVALUATING THE ROLE OF PRINT MEDIA IN CREATING AWARENESS AGAINST DRUG ABUSE AMONG YOUTH: A STUDY OF LEADERSHIP NEWSPAPER

Tunde OGUNTOLA

Features Editor, Leadership Newspaper

Aleyomi Timileyin PAUL

Department of Mass Communication Kaduna State University, Kaduna, Nigera

ABSTRACT

This study investigates the effectiveness of print media, with a focus on the Leadership Newspaper, in raising awareness and combating drug abuse among the youth. The research adopts the Uses and Gratifications Theory as its theoretical framework and employs a secondary sources research methodology, relying on a comprehensive analysis of existing academic articles, reports, and case studies. Based on the findings, it was discovered that the Leadership Newspaper, as a print media platform, plays a pivotal role in creating awareness against drug abuse among youth. The Uses and Gratifications Theory posits that media consumers are active participants who select media content to satisfy specific needs. In this context, the Leadership Newspaper has been successful in fulfilling the informational and educational needs of its readers by consistently covering issues related to drug abuse, its consequences, prevention, and treatment. Furthermore, the study revealed that the Leadership Newspaper has effectively utilized its reach and credibility to provide in-depth coverage of drug abuse stories, thereby enhancing public understanding of the issue. It has also served as a platform for experts and stakeholders to share their insights and knowledge, contributing to a more informed public discourse on drug abuse. The study concludes that print media, when strategically leveraged, can be a potent tool in addressing societal challenges such as drug abuse among youth. To further enhance the impact, it recommends that media outlets like the Leadership Newspaper continue their commitment to comprehensive coverage of drug abuse issues. Additionally, collaborations with relevant stakeholders, including educational institutions and government agencies, should be explored to strengthen the newspaper's advocacy and educational efforts against drug abuse. This collaborative approach can contribute significantly to a healthier and more informed youth population.

Keywords: Print Media, Awareness, Drug Abuse, Youth, Leadership Newspaper

KAFKAS ARI IRKININ (*Apis mellifera caucasica*) ÖNEMİ VE DÜNYA İLE TÜRKİYE'DE ARI YETİŞTİRİCİLİĞİNİN GENEL DURUMU

Dr., Selda KARADAĞ

Veteriner Hekim, Bağımsız Araştırmacı, Kars, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0571-9711>

Dr. Öğr. Üyesi, Özge Şebnem ÇILDIR

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Kars, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7070-4212>

ÖZET

Türkiye, coğrafi konumu sayesinde dört mevsimin yaşandığı ve farklı iklimlerin görüldüğü bir bölgede yer almaktadır. Bunun sonucunda ise gerek bitki, gerekse hayvan biyoçeşitliliğinin oldukça yüksek olduğu bir ülkedir. Sahip olduğu ekolojik çeşitlilik ve zengin bitki örtüsü sayesinde, çok sayıda bal arısı ırkı ve ekotipi Türkiye coğrafyasında doğal olarak varlığını sürdürebilmektedir. Bu özellikleri, Türkiye'yi yalnızca bölgesel değil, dünya genelinde de arıcılık açısından stratejik bir konuma taşımaktadır. Türkiye, yıllık kovan sayısı ve bal üretimi açısından dünya sıralamasında ilk on ülke arasında yer almaktadır ve uluslararası alanda arıcılık sektöründe önemli bir paya sahiptir. Türkiye coğrafyasının bal arıları açısından sahip olduğu genetik çeşitliliği içerisinde, Kuzeydoğu Anadolu kökenli Kafkas arı ırkı (*Apis mellifera caucasica*), uzun dil yapısı, sakın mizacı, propolis toplama yeteneği ve özellikle soğuk iklim koşullarına gösterdiği adaptasyon yeteneği ile hem ulusal hem de dünya genelinde dikkat çeken değerli bir genetik kaynak niteliği taşımaktadır. Kafkas arısının genetik ıslah ve koruma programları kapsamında desteklenmesi, yerli genetik kaynakların korunmasının yanı sıra, Türkiye'nin arıcılıkta sahip olduğu rekabet gücünün korunması, sürdürülebilir üretim modellerinin geliştirilmesi ve dünya arıcılık sektörüne nitelikli genetik materyal sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla Kafkas arı ırkı, Türkiye'nin hem kendi arıcılık potansiyelini güçlendirmesinde hem de dünya arıcılığının geleceğine katkı sunmasında temel stratejik unsurlardan biri olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: *Apis mellifera caucasica*, arı yetiştiriciliği, dünya arıcılığı, Türkiye arıcılığı.

THE IMPORTANCE OF THE CAUCASIAN BEE BREED (*Apis mellifera caucasica*) AND THE GENERAL SITUATION OF BEE KEEPING IN THE WORLD AND TURKIYE

ABSTRACT

Türkiye is located in a region where all four seasons are experienced and different climates are observed, thanks to its geographical location. As a result, Türkiye has a remarkably high level of plant and animal biodiversity. Owing to its ecological diversity and rich vegetation, the country provides natural habitats for numerous honeybee breeds and ecotypes. These characteristics place Türkiye in a strategic position in beekeeping not only regionally but also on a global scale. Türkiye ranks among the top ten countries worldwide in terms of annual hive numbers and honey production and holds a significant share in the international beekeeping sector. Within this rich genetic diversity of honeybees in Türkiye's geography, the Caucasian bee breed (*Apis mellifera caucasica*), originating from Northeast Anatolia, stands out as a valuable genetic resource at both national and global levels due to its long proboscis, gentle temperament, strong propolis-gathering ability, and remarkable adaptation to cold climatic conditions. Supporting the Caucasian bee through genetic improvement and conservation programs is of great importance for protecting local genetic resources, maintaining Türkiye's competitive advantage in beekeeping, developing sustainable production models, and providing high-quality genetic material to the global apiculture industry. Therefore, the Caucasian bee breed is considered one of the key strategic components in strengthening Türkiye's beekeeping potential and contributing to the future of global apiculture.

Keywords: *Apis mellifera caucasica*, beekeeping, global apiculture, Türkiye apiculture

GİRİŞ

Arı, dünya genelinde hemen hemen her kıtada ve ülkede yetiştiriciliği yapılan bir tür olup, ekosistemin bir parçası olarak önemli bir rol oynamaktadır. Doğada tozlaşmanın büyük bir bölümünü gerçekleştirerek bitkilerin çoğalmasını sağlayan arılar, hem biyolojik çeşitliliğin korunmasında hem de tarımsal üretimin devamlılığında önemli bir rol üstlenmektedir. Arılar, bal, balmumu, propolis, polen ve arı sütü gibi yüksek ekonomik değere sahip arı ürünlerinin üretimini sağlamalarının yanı sıra, insan sağlığı, beslenme, ek gelir kaynağı ve istihdam olanakları sağlamaktadır (Haldhar ve ark., 2021; Abrol, 2023).

Bal arıları, zoolojik sınıflandırmada Hymenoptera takımı ve Apidae familyası içerisinde yer almakta olup *Apis* cinsi altında değerlendirilmektedir. *Apis* cinsi, yaygın olarak “bal arıları” olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde bu cins içerisinde *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis dorsata* ve *Apis florea* yer almaktadır. *Apis mellifera*, geniş coğrafi yayılış alanı, yüksek bal üretim kapasitesi, farklı iklim ve çevre koşullarına uyum sağlayabilme yeteneği ve modern ticari arıcılıkta kullanılmasından dolayı en yüksek ekonomik öneme sahip arı olarak kabul edilmektedir (Zheng ve ark., 2018; Haldhar ve ark., 2021). Farklı coğrafi bölgelere uyum sağlaması sonucunda çeşitli bölgesel ırklara (alt türlere) ve bu ırklar içerisinde de çevresel koşullara özgü ekotiplere ayrılmıştır. *Apis mellifera* içinde ekonomik açıdan en önemli ve yaygın olarak yetiştirilen başlıca arı ırkları; İtalyan (*Apis mellifera ligustica*), Karniyol (*Apis mellifera carnica*), Kafkas (*Apis mellifera caucasica*) ve Anadolu (*Apis mellifera anatoliaca*) arı ırklarıdır (Kaftanoğlu, 2001).

DÜNYA'DA ARI YETİŞTİRİCİLİĞİNİN GENEL DURUMU

Dünya genelinde arıcılık faaliyetleri, ülkelerin coğrafi özellikleri, bitki örtüsü çeşitliliği ve tarımsal üretim politikalarına bağlı olarak farklı yoğunlukta yürütülmektedir. FAO 2023 yılı verilerine göre, dünya genelinde toplam 101.844.565 adet kovan varlığı bulunmaktadır. Hindistan, 12.663.817 adet kovan sayısı ile arı yetiştiriciliğinde baskın bir ülke konumundadır. Hindistan'ı 9.313.974 adet kovanla Çin ve 9.224.881 adet kovanla Türkiye izlemektedir. Türkiye'nin Çin ile benzer düzeyde kovan sayısına sahip olduğu ve ikinciliği paylaşacak seviyeye ulaştığı görülmektedir (FAO, 2023). Hindistan, Çin ve Türkiye sahip oldukları toplam kovan sayısı ile dünya genelinin yaklaşık %30,64'ünü oluşturmakta ve bu üç ülke arı yetiştiriciliği ile arı ürünleri üretiminde belirleyici bir paya sahip olmaktadır (Tablo, 1).

Tablo 1. Dünya genelinde kovan sayısı yüksek olan ilk on ülke (FAO, 2023).

S.N.	Ülke	Kovan sayısı (adet)	Oran (%)
1	Hindistan	12.663.817	12,43
2	Çin	9.313.974	9,15
3	Türkiye	9.224.881	9,06
4	İran	7.358.044	7,22
5	Etiyopya	6.794.876	6,67
6	Tanzanya Birleşik Cumhuriyeti	3.080.237	3,02
7	Arjantin	3.013.042	2,96
8	İspanya	2.804.000	2,75
9	Rusya Federasyonu	2.743.100	2,69
10	Amerika Birleşik Devletleri	2.509.000	2,46
Dünya geneli		101.844.565	100,00

Hindistan, sahip olduğu kovan sayısı ve yıllık bal üretim miktarı bakımından dünya arıcılığında öncü ülkeler arasında yer almaktadır. Hindistan'ın geniş yüzölçümü, farklı iklim koşulları ve zengin bitki örtüsü arıcılığa elverişli koşullar sunmaktadır. Ülkede 12 milyondan fazla bal arısı kovana bulunmakta ve arıcılık faaliyetleri neredeyse tüm eyaletlerde yürütülmektedir. Arıcılık faaliyetleri, kırsal bölgelerde geçim kaynağı olarak önem taşımakta olup küçük aile işletmelerinden orta ölçekli işletmelere ve ticari ölçekte faaliyet gösteren büyük işletmelere kadar geniş bir alanda gerçekleştirilmektedir. Hindistan hükümeti, arıcılığın kırsal kalkınmadaki rolünü dikkate alarak sektörü desteklemek amacıyla çeşitli devlet politikaları ve kalkınma projeleri yürütmektedir. Bu kapsamda, üreticilere teknik eğitim verilmekte, kovan ve ekipman temini sağlanmakta, ayrıca bal üretimi ve pazarlaması konusunda kooperatifleşme teşvik edilmektedir. Bununla birlikte, arıcılığın tarımsal üretimle entegrasyonu da desteklenmekte; özellikle tozlaşma yoluyla bitkisel üretimin artırılması hedeflenmektedir. Tüm bu uygulamalar, Hindistan'da arıcılığın yalnızca bir geçim kaynağı değil, aynı zamanda ekosistem sürdürülebilirliği ve kırsal kalkınma açısından stratejik bir faaliyet haline gelmesine katkı sağlamaktadır (Thomas ve ark., 2002; Kishan Tej ve ark., 2017; Haldhar ve ark., 2021; Abrol, 2023).

Çin, verimli bal arısı ırk ve ekotip çeşitliliğine ve köklü bir arıcılık geçmişine sahip bir ülkedir ve arı ürünleri ihracatında dünya pazarında güçlü bir konuma sahiptir. Ülkede yaklaşık 9,3 milyon kovan bulunmakta ve yıllık bal üretimi 450 bin tonun üzerinde gerçekleşmektedir (FAO, 2023). Çin'de modern arıcılık teknikleri hızla gelişmiş, arı sağlığı, koloni yönetimi ve ürün kalitesi konularında yüksek teknolojiye dayalı üretim modelleri yaygınlaşmıştır. Özellikle, yüksek verimli arı sütü üreten hatların geliştirilmesi ve buna ilişkin teknikler ile ekipmanlar sayesinde, Çin dünya pazarında satılan arı sütü üretiminin neredeyse tümünü gerçekleştirmektedir. Çin, günümüzde dünya genelinde en büyük arı sütü üreticisi ve ihracatçısı konumunda olup, küresel pazarın %90'dan fazlasını karşılamaktadır. Ülkede hem ıslah programlarının başarısı hem de ileri üretim tekniklerinin uygulanması, üretimin

artırılmasını ve optimize edilmesini sağlamış ve kapsamlı araştırmalar yürütülmeye devam etmektedir. Ayrıca, yerel yönetimler ve sektör dernekleri, kırsal ekonomiyi desteklemek amacıyla arıcılık sektörünü geliştirmeye yönelik programlar ve projeler yürütmektedir (Zheng ve ark., 2011; Cao ve ark., 2016; Zheng ve ark., 2018; Qu ve ark., 2024).

Dünya geneli bal üretim miktarı Tablo 2’de sunulmaktadır. FAO 2023 yılı verilerine göre dünya geneli bal üretimi toplam 1.653.839 ton olarak gerçekleşmiştir. Üretim açısından Çin, 463.500 ton bal üretimi ile birinci sırada yer alırken, Türkiye 114.886 ton üretim ile ikinci sırayı almaktadır. Buna karşın, kovan sayısı bakımından dünya lideri olan Hindistan 70.850 ton bal üretimi ile altıncı sırada bulunmaktadır (Tablo, 2). Bu durum, arıcılık faaliyetlerinin yalnızca koloni sayısına değil, aynı zamanda koloni verimliliği, arı ırkı özellikleri, iklim koşulları ve modern arıcılık uygulamalarının etkinliğine de bağlı olduğunu ortaya koymaktadır (Qu ve ark., 2024).

Tablo 2. Dünya genelinde bal üretim miktarı yüksek olan ülkeler (FAO, 2023).

S.N.	Ülke	Üretim miktarı (ton)	Oran (%)
1	Çin	463.500	28,03
2	Türkiye	114.886	6,95
3	Etiyopya	84.591	5,11
4	İran	80.389	4,86
5	Arjantin	73.395	4,44
6	Hindistan	70.850	4,28
7	Rusya Federasyonu	64.511	3,90
8	Brezilya	64.189	3,88
9	Amerika Birleşik Devletleri	62.855	3,80
10	Meksika	58.033	3,51
Dünya geneli		1.653.839	100,00

İran, Etiyopya, Tanzanya, Arjantin, İspanya, Rusya Federasyonu ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde arıcılık, hem bölgesel iklim ve flora koşullarına hem de ekonomik ve üretimsel hedeflere bağlı olarak farklı biçimlerde yürütülmektedir. İran ve Etiyopya’da arıcılık, yerel arı ırk ve ekotiplerinin uygun iklim ve flora koşullarında yetiştirilmesiyle ekonomik ve üretimsel açıdan önemli bir faaliyet olarak yürütülmektedir. Arjantin, modern üretim teknikleri ile yüksek verimli ticari arıcılık uygulamalarını sürdürürken, Rusya Federasyonu’nda geniş coğrafi alan ve değişken iklim koşulları arıcılık faaliyetlerini bölgesel farklılıklarla şekillendirmektedir. Amerika Birleşik Devletleri ise hem bal üretimi hem de sahip olduğu kovan sayısı bakımından küresel ölçekte stratejik öneme sahip olup, modern ve ticari arıcılık uygulamalarında lider konumdadır (Lodesani ve Costa, 2003; Meixner ve ark., 2010; Vercelli ve ark., 2020; Sıralı ve Cınırtoğlu, 2022; Dimitrov ve ark., 2025).

TÜRKİYE’DE ARI YETİŞTİRİCİLİĞİNİN GENEL DURUMU

Türkiye, arı yetiştiriciliği ve arı ürünleri üretimi açısından dünya genelinde önemli bir konuma sahiptir. Dünya genelindeki kovan sayısı bakımından Türkiye, 9.224.881 adet kovan ile üçüncü sırada, bal üretiminde ise 114.886 ton ile ikinci sırada yer almaktadır (FAO, 2023). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2024) verilerine göre, ülke genelinde arıcılık faaliyetinde bulunan toplam işletme sayısı 97.984 adet olarak bildirilmektedir. İl düzeyinde değerlendirildiğinde, arıcılık faaliyetinde bulunan işletme sayısı bakımından Muğla ili 4.308 işletme ile ilk sırada yer almakta, Muğla’yı sırasıyla Antalya (3.497 işletme) ve Ordu (3.114 işletme) takip etmektedir (Tablo, 3).

Tablo 3. Türkiye’de arıcılık faaliyetlerinin yoğun olduğu ilk on il ve işletme sayıları (TÜİK, 2024).

S.N.	İl	İşletme sayısı (adet)	Oran (%)
1	Muğla	4.308	4,40
2	Antalya	3.497	3,57
3	Ordu	3.114	3,18
4	Rize	2.707	2,76
5	Trabzon	2.629	2,68
6	Mersin	2.596	2,65
7	İzmir	2.593	2,65
8	Sivas	2.358	2,41
9	Adana	2.297	2,34
10	Erzurum	2.249	2,30
Türkiye geneli		97.984	100,00

TÜİK 2024 verilerine göre, Türkiye’de toplam 8.961.975 adet eski ve yeni tip kovan bulunmaktadır. Kovan yoğunluğu açısından en yüksek iller Muğla, Ordu ve Adana olarak belirlenmiştir. Türkiye’deki arıcılık işletmeleri, büyüklük ve üretim amaçları bakımından büyük bir çeşitlilik göstermektedir. Bazı bölgelerde çok sayıda küçük ölçekli aile işletmesi bulunurken, bazı illerde daha az sayıda ancak ticari üretime odaklanmış büyük işletmeler faaliyet göstermektedir. Bu farklı yapı, toplam kovan sayısı ile işletme sayısı arasındaki belirgin farkları açıklamaktadır. Ayrıca, bölgesel iklim koşulları ve flora çeşitliliği, kovan sayısının dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir. Verimli bitki örtüsüne sahip ve iklim açısından elverişli bölgelerde işletmeler daha yoğun kovan bulundurabilmektedir. Bunun yanı sıra, ekonomik ve kültürel faktörler de arıcılığı şekillendirmekte; kırsal alanlarda arıcılık genellikle ek gelir amacıyla küçük ölçekli olarak yürütülürken, ticari odaklı bölgelerde daha az sayıda işletme, yüksek kovan kapasitesi ile faaliyet göstermektedir (Uzundumlu ve ark., 2011; Çevrimli ve Sakarya, 2018).

Türkiye, bal üretimi, polen, propolis ve arı sütü ürünleri bakımından uluslararası pazarda ihracatçı konumundadır. Zengin bitki örtüsü, hem yöresel çiçek ballarının hem de kestane ve çam gibi monofloral balların üretimi açısından Türkiye’ye önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu durum, ülkenin bal çeşitliliğini artırmakta ve farklı coğrafi bölgelerde özgün bal tiplerinin ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır. Türkiye’de arıcılık faaliyetleri, küçük ölçekli aile işletmelerinden orta büyüklükteki işletmelere ve ticari amaçla faaliyet gösteren büyük işletmelere kadar geniş bir alanda yürütülmektedir (Sancak ve ark., 2013; Burucu ve Bal, 2017; Çevrimli ve Sakarya, 2018; Dumrul ve Kılıçarslan, 2020).

Tablo 4. Türkiye’de eski ve yeni tip kovan sayısı yüksek olan iller (TÜİK, 2024).

S.N.	İl	Kovan sayısı (adet)	Oran (%)
1	Muğla	728.913	8,13
2	Ordu	625.110	6,98
3	Adana	487.085	5,44
4	Mersin	311.631	3,48
5	Bitlis	281.200	3,14
6	Aydın	268.533	3,00
7	İzmir	265.658	2,96
8	Sivas	252.611	2,82
9	Antalya	242.450	2,71
10	Siirt	227.097	2,53
Türkiye geneli		8.961.975	100,00

Türkiye’de bal üretimi iller arasında önemli farklılıklar göstermektedir (TÜİK, 2024). Ülke genelinde toplam bal üretimi **95.492 ton** olup, üretim açısından en yüksek iller **Ordu, Adana ve Muğla** olarak sıralanmaktadır. Ordu ili 13.001 ton bal üretimi ile en yüksek paya sahip olup, bunu 11.582 ton ile Adana ve 7.031 ton ile Muğla izlemektedir. Diğer önde gelen iller arasında **Sivas, Siirt, Aydın, İzmir, Diyarbakır, Şanlıurfa ve Çanakkale** yer almaktadır (Tablo, 5).

Tablo 5. Türkiye’de bal üretimi yüksek olan iller ve üretim miktarları (TÜİK, 2024).

S.N.	İl	Bal üretimi (Ton)	Oran (%)
1	Ordu	13.001	13,61
2	Adana	11.582	12,13
3	Muğla	7.031	7,36
4	Sivas	4.003	4,19
5	Siirt	3.048	3,19
6	Aydın	2.998	3,14
7	İzmir	2.884	3,02
8	Diyarbakır	2.459	2,58
9	Şanlıurfa	2.420	2,53
10	Çanakkale	2.291	2,40
Türkiye geneli		95.492	100,00

Türkiye’de arıcılık faaliyetleri, geleneksel ve modern yöntemler ile gerçekleştirilmektedir. Ayrıca kovanların yer değiştirme durumuna göre, arıcılık sabit (sabit arıcılık) veya gezgin (göçer arıcılık) şeklinde yürütülmektedir (Dumrul ve Kılıçarslan, 2020; İnci ve ark., 2022). Geleneksel arıcılık, kırsal alanlarda küçük ölçekli aile işletmeleri tarafından, genellikle yerel bilgi ve deneyime dayalı yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Modern arıcılık ise bilimsel ve teknolojik gelişmelerin üretim süreçlerine entegre edildiği, verimliliği ve ürün kalitesini artırmayı amaçlayan bir yetiştiricilik biçimidir (Dumrul ve Kılıçarslan, 2020).

Gezgin (göçer) arıcılık; arı kovanlarının mevsimsel çiçeklenme dönemlerine göre farklı bölgelere taşınarak nektar kaynaklarından en yüksek düzeyde yararlanılmasının hedeflendiği bir üretim sistemidir. Gezgin (göçer) arıcılığın ortaya çıkmasındaki en önemli etken, bitki türleri arasındaki çiçeklenme dönemlerinin farklılık göstermesidir. Bitkilerin, tür bazında çiçeklenme zamanları birbirine eşit değildir ve bu süre, genellikle düşük rakımlı bölgelerden yüksek rakımlı bölgelere doğru kademeli bir değişim göstermektedir. Bu nedenle, bal üretimiyle uğraşan arıcılar, çiçeklenmenin başladığı alanlardan sona erdiği bölgelere doğru belirli zaman aralıklarında kovanlarını taşıyarak nektar kaynaklarından en yüksek düzeyde yararlanmaya çalışmaktadırlar (Sülün ve ark., 2017, Dumrul ve Kılıçarslan, 2020; İnci ve ark.,

2022). Sabit arıcılık ise, arı kovanlarının bulundukları bölgede en az bir yıl süreyle veya sürekli olarak aynı konumda tutulması suretiyle yürütülen arıcılık faaliyetini ifade etmektedir (İnci ve ark., 2022). Sabit arıcılık yapanların büyük çoğunluğu, bu faaliyeti hobi amaçlı olarak ya da ek gelir elde etmek amacıyla sürdürmektedir. Gezgın arıcılık, sabit arıcılığa göre daha yüksek gelir sağlayan bir üretim sistemi olarak öne çıkmakta ve Türkiye'deki arıcıların önemli bir kısmı tarafından uygulanmaktadır (Kanakan ve Erkan, 2020; Aksoy ve ark., 2022; İnci ve ark., 2022).

KAFKAS ARI IRKI (*APİS MELLİFERA CAUCASICA*): MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ, ÖNEMİ VE MELEZLEME SORUNLARI

Türkiye, farklı iklimsel ve topoğrafik özellikler gösteren geniş bir coğrafyaya sahip olması nedeniyle, çeşitli ekolojik koşullara uyum sağlamış çok sayıda bal arısı ırkı ve ekotipini barındırmaktadır. Bu genetik çeşitlilik içerisinde Kafkas arısı, Kuzeydoğu Anadolu'ya özgü bir ırk olarak öne çıkmakta ve Türkiye'de yetiştiriciler tarafından en yaygın tercih edilen bal arısı ırklarından biri olarak kabul edilmektedir (Akyol ve ark., 2014). Kafkas arısı, doğal yayılış alanı itibarıyla Kafkasya bölgesinde yer alan Ermenistan, Azerbaycan, Gürcistan ve Rusya Federasyonu'nun Kuzey Kafkasya kesimlerinin yanı sıra Türkiye'nin kuzeydoğu bölgesinde Artvin, Ardahan, Kars ve Iğdır illerinde dağılışı göstermektedir (Kaftanoğlu, 2001; Kandemir ve ark., 2005; Çakmak ve ark., 2014; Janashia ve ark., 2025).

Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan bal arısı ırkları, morfolojik özellikler (vücut kıl örtüsü, vücut büyüklüğü, renklenme, kanat damar yapısı ve boyutu, dil uzunluğu, balmumu bezlerinin şekil ve büyüklüğü), fizyolojik özellikler (kuluçka alanı genişliği, oğul verme eğilimi, koloni popülasyon düzeyi ve bal verimi) ve davranışsal özellikler (yağmacılık ve hırçınlık) bakımından birbirlerinden ayrılmaktadır (Sıralı ve Cınbirtoğlu, 2022).

Saf Kafkas arısının en belirgin morfolojik özelliği, işçi arıların karın halkalarının koyu renkli (siyah) olmasıdır. Kafkas arısının doğal yayılım alanının çevresinde bulunan Anadolu, İran, Suriye ve Ermenistan arılarının tamamı sarı abdomen rengine sahiptir (Sıralı ve Cınbirtoğlu, 2022). Kafkas arıları düşük oğul verme eğilimine sahip olmakla birlikte, yüksek yağmacılık ve propolis toplama davranışları göstermektedir. Bu ırk, çalışkan, sakin mizaçlı olup özellikle soğuk iklim koşullarına sahip yüksek rakımlı bölgelere adaptasyonu gelişmiştir. Kafkas arıları, diğer arı ırklarına göre daha uzun dile sahip olmaları sayesinde, uzun tüplü çiçeklerden daha etkin şekilde nektar toplayabilmekte ve peteklerini daha verimli bir şekilde balla doldurabilmektedir (Gençer ve Fıratlı 1999; Akyol ve Kaftanoğlu, 2001; Kaftanoğlu, 2001; Kara ve ark., 2012; Fornara ve ark., 2015; Frunze ve ark., 2021). Propolis toplama eğiliminin yüksek olması geçmişte birçok ülkede çok tercih edilmemişken, son yıllarda propolisin birçok farmakolojik özelliklerinin fark edilmesiyle birlikte, daha önce olumsuz olarak değerlendirilen bu özellik, olumlu bir üretim özelliği haline gelmiştir. Böylece başta Çin olmak üzere çeşitli ülkeler propolis üretimini artırmak amacıyla Kafkas arılarını ithal etmeye ve bu ırkla çalışmalar yürütmeye başlamıştır (Kaftanoğlu, 2001).

Kafkas arısı, "Hayvan Irklarının Tesciline İlişkin Yönetmelik" esaslarına uygun olarak hazırlanan **Yerli Hayvan Irk ve Hatlarının Tescili Hakkında Tebliğ** kapsamında 2004 yılında resmî olarak tescil edilmiştir (TAGEM, 2009). Ardahan ve Artvin illeri, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2000 yılında **Kafkas arı ırkı için gen merkezi** olarak belirlenmiş; böylece bu bölgelerde yetiştirilen saf Kafkas arısı popülasyonları resmî olarak koruma altına alınmıştır (Şahinler ve Gül, 2003; Gül ve Nergiz, 2022). İzole bölge olarak seçilen Ardahan ve Artvin illeri yabancı arıcıların girişine kapatılarak Kafkas arılarının genetik bütünlüğünün bozulmasını önlemeyi hedeflemektedir. Koruma faaliyetleri kapsamında, bu illerde Kafkas ana arılarının üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu üretim, arı genetik kaynaklarının korunması, sürdürülebilir arıcılık faaliyetlerinin desteklenmesi ve arı

yetiştiriciliği sektörüne katkı sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Gül ve Nergiz, 2022).

Türkiye’de son yıllarda giderek yaygınlaşan gezgin arıcılık faaliyetleri, Anadolu arı popülasyonundaki genetik varyasyonun önemli ölçüde değişmesine yol açmıştır. Plansız gerçekleştirilen bu uygulamalar, denetimsiz melezlemelere yol açarak yerel arı ekotiplerinin genetik bütünlüğünü bozmakta ve bazı yerel ekotiplerin tamamen ortadan kaybolmasına neden olabilmektedir. Bu durum, yerel arı ırklarının çevresel koşullara uyum yeteneğini ve bölgesel adaptasyon kabiliyetini olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla, genetik kaynakların sürdürülebilir biçimde korunabilmesi için arı kolonilerinin bölgesel hareketlerinin denetim altına alınmasını sağlayacak yasal düzenlemelerin ve koruma programlarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Kanakan ve Erkan, 2020; Aksoy ve ark., 2022; Sıralı ve Cınbirtoğlu, 2022; Varalan ve Çevrimli, 2023).

Kafkas arı ırkının karakteristik morfolojik ve davranışsal özellikleri, bu ırkı modern ıslah programlarında sıklıkla tercih edilen ve genetik iyileştirme çalışmalarında önemli bir referans materyali hâline getirmektedir. Uluslararası düzeyde tanınan genetik özellikleri sayesinde Kafkas arısı, Türkiye’ye damızlık materyal üretimi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve arıcılık ürünlerinin kalite standartlarının yükseltilmesi bakımından belirgin bir rekabet avantajı sağlamaktadır. Böylece, Kafkas arısı ve diğer yerli arı ırklarının korunmasına yönelik ulusal politikaların güçlendirilmesi, genetik kaynakların sürdürülebilir yönetimi, kontrollü çiftleştirme alanlarının artırılması ve ıslah çalışmalarının uzun vadeli desteklenmesi, hem Türkiye arıcılığının geleceği hem de dünya arıcılık sektörünün ihtiyaç duyduğu genetik çeşitliliğin devamı açısından gereklilik taşımaktadır (Kaftanoğlu, 2001; Farshineh Adl ve ark., 2007; Oskay, 2008; Fornara ve ark., 2015; Frunze ve ark., 2021; Vercelli ve ark., 2020; Lin ve ark., 2025).

SONUÇ

Türkiye’nin sahip olduğu yerli arı ırklarının korunması, ıslah edilmesi ve modern arıcılık uygulamaları ile desteklenmesi, hem ulusal arıcılık sektörünün uzun vadeli sürdürülebilirliği hem de dünya arıcılığına sağlanacak katkılar açısından stratejik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Türkiye’nin ekolojik çeşitliliği içerisinde önemli bir yere sahip olan Kafkas arısının genetik değerinin korunması ve bu ırkın üretim sistemlerine bilimsel temelli yöntemlerle entegre edilmesi, yalnızca bal, propolis ve diğer arı ürünlerinin verimliliğini artırmakla kalmayacak; aynı zamanda soğuk iklim koşullarına dayanıklı, hastalıklara karşı daha toleranslı ve farklı çevresel stres faktörlerine uyum sağlayabilen kolonilerin oluşturulmasına da olanak sağlayacaktır. Bu yaklaşım, hem yerel hem de uluslararası düzeyde yaşanan koloni kayıplarının azaltılmasına, genetik çeşitliliğin korunmasına ve arıcılık sektörünün iklim değişikliği karşısında daha dirençli bir yapıya kavuşmasına katkıda bulunacaktır. Dolayısıyla, Kafkas arısının ve diğer yerli arı ırkları ve ekotiplerinin korunmasına yönelik politika ve ıslah programlarının güçlendirilmesi, Türkiye’nin arıcılıkta rekabet gücünü artıracak ve dünya arıcılığına değerli bir genetik kaynak sunma potansiyelini devam ettirecektir.

KAYNAKLAR

- Abrol, D. P. (2023). Beekeeping for sustainable economic development of India: challenges and opportunities. *Journal of the Indian Institute of Science*, 103(4), 997-1017.
- Aksoy, A., Özbek, E., & Özdemir, F. N. (2022). Türkiye'de gezginci arıcılık sektörüne ekonomik bir bakış. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 9(4), 1051-1061. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1165420>
- Akyol, E., & Kaftanoğlu, O. (2001). Colony characteristics and the performance of Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) and Mugla (*Apis mellifera anatoliaca*) bees and their reciprocal crosses. *Journal of Apicultural Research*, 40(3-4), 11-15.
- Akyol, E., Unalan, A., Yeninar, H., Ozkok, D., & Ozturk, C. (2014). Comparison of colony performances of Anatolian, Caucasian and Carniolan honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes in temperate climate conditions. *Italian Journal of Animal Science*, 13(3), 3409. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3409>
- Burucu, V., & Bal, H. S. G. (2017). Türkiye’de arıcılığın mevcut durumu ve bal üretim öngörüsü. *Tarım ekonomisi araştırmaları dergisi*, 3(1), 28-37.
- Cao, L. F., Zheng, H. Q., Pirk, C. W., Hu, F. L., & Xu, Z. W. (2016). High royal jelly-producing honeybees (*Apis mellifera ligustica*)(Hymenoptera: Apidae) in China. *Journal of economic entomology*, 109(2), 510-514. <https://doi.org/10.1093/jee/tow013>
- Çakmak, İ., Fuchs, S., Çakmak, S.S., Koca, A.Ö., Nentchev, P. & Kandemir, İ. (2014) Morphometric analysis of honeybees distributed in northern Turkey along the Black Sea coast. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 14 (2), 59-68.
- Çevrimli, M. B., Sakarya, E. (2018). Türkiye arıcılık sektöründe mevcut durum, sorunlar ve çözüm önerileri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(1), 58-67.
- Dimitrov, L., Uzunov, A., & Büchler, R. (2025). The Economics of Sustainable Bee Breeding. In *Sustainable Honey Bee Breeding: A Scientific Guide for Future Beekeeping* (pp. 181-189). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Dumrul, Y., & Kılıçarslan, Z. (2020). Türkiye’nin uluslararası ticareti ve ekolojik ayak izi. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(3), 1589-1597.
- FAO: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, Erişim tarihi: 11. 11. 2025.
- Farshineh Adl, M. B., Gençer, H. V., Firatli, Ç., & Bahreini, R. (2007). Morphometric characterization of Iranian (*Apis mellifera meda*), Central Anatolian (*Apis mellifera anatoliaca*) and Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) honey bee populations. *Journal of Apicultural Research*, 46(4), 225-231. <https://doi.org/10.1080/00218839.2007.11101399>
- Fornara, M. S., Kramarenko, A. S., Svistunov, S. V., Lyubimov, E. M., Sokol’Skii, S. S., & Zinovieva, N. A. (2015). Morphometric and molecular genetic differentiation of *Apis mellifera caucasica* L. honey bee lines reared in Sochi region. *Сельскохозяйственная биология*, (6 (eng)), 776-784. doi: 10.15389/agrobiolgy.2015.6.776rus
- Frunze, O., Brandorf, A., Kang, E. J., & Choi, Y. S. (2021). Beekeeping genetic resources and retrieval of honey bee *Apis mellifera* L. stock in the Russian Federation: A review. *Insects*, 12(8), 684. <https://doi.org/10.3390/insects12080684>

Gençer, H. V., & Fıratlı, Ç. (1999). Morphological characteristics of the Central Anatolian (A. m. anatoliaca) and Caucasian (A. m. caucasica) honey bees. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 23(7), 107-114.

Gül, A., & Nergiz, R. (2022). Kafkas Bal Arısı (Apis mellifera caucasica) gen merkezinin bozulmasına neden olan etmenler ve çözüm önerileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(Ek Sayı 2), 545-554. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1084184>

Haldhar, S. M., Nidhi, C. N., Singh, K. I., & Devi, A. S. (2021). Honeybees diversity, pollination, entrepreneurship and beekeeping scenario in NEH region of India. *Journal of Agriculture and Ecology*, 12, 27-43.

İnci, H., Karakaya, E., & Topluk, O. (2022). Bingöl ili arıcılık işletmelerinin yapısal özellikleri. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 9(4), 996-1013. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1174465>

Janashia, I., Westover, L., & Japoshvili, G. (2025). A review of Apis mellifera caucasica (Hym., Apidae): History, taxonomy and distribution. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 11(2), 455-468.

Kaftanoğlu, O. (2001). Bal arılarında ırk kavramı ve ırk seçimi. *Uludağ arıcılık dergisi* 1(3):11-20.

Kanakan, M., & Erkan, C. (2020). Hakkâri ilinde gezgin arıcılık faaliyetleri. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 30(4), 712-720. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.735034>

Kandemir, İ., Kence, M., & Kence, A. (2005). Morphometric and electrophoretic variation in different honeybee (Apis mellifera L.) populations. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 29(3), 885-890.

Kara, M., Sezgin, E., & Kara, A. (2012). Importance of Caucasian honeybee and its characteristics as a gene resource. *Journal of Agricultural Science and Technology*. A, 2(10A), 1197.

Kishan Tej, M., Aruna, R., Mishra, G., & Srinivasan, M. R. (2017). Beekeeping in India. In *Industrial entomology* (pp. 35-66). Singapore: Springer Singapore.

Lin, Z., Yang, L., Wang, Z., Wang, K., Niu, Q., & Ji, T. (2025). Honey Bee Breeding and Breed: Advancements, Challenges, and Prospects. *Animal Research and One Health*. <https://doi.org/10.1002/aro2.70003>

Lodesani, M., & Costa, C. (2003). Bee breeding and genetics in Europe. *Bee World*, 84(2), 69-85. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2003.11099579>

Meixner, M. D., Costa, C., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Ivanova, E., & Büchler, R. (2010). Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 85-92. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.12>

Oskay, D. (2008). Bal Arısı Irklarının Çeşitliliğinin Korunması, Kolonilerin Yönetimi ve Genetik Yapılarının İstenen Yönde Geliştirilmesi Üzerine Model Oluşturulması. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 8(2), 63-72.

Qu, X., Zhang, X., Zhang, G., Qin, H., Zhang, H., Tian, H., & Chen, X. (2024). Investigations on Beekeeping and Breeding of *Apis cerana* in China. *Life*, 15(1), 9. <https://doi.org/10.3390/life15010009>

Sancak, K., Zan Sancak, A., & Aygören, E. (2013). Dünya ve Türkiye’de arıcılık. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 5(10), 7-13.

Sıralı, R., & Cınbirtoğlu, Ş. (2022). Türkiye’de Bal Arısı Irk ve Ekotiplerinin Sürdürülebilirliğinde Karşılaşılan Risk Faktörleri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 4(4), 106-114.

Sülün, M., Altunoğlu, M. K., Akdoğan, G. E., & Akpınar, S. (2017). Kars ili 2013 yılı bal ve polen granüllerinin analizi. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 116-133.

Şahinler, N., & Gül, A. (2003). Hatay ilinde arıcılığın yapısal analizi, sorunları ve çözüm önerileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1-2), 105-118.

TAGEM. (2009). Türkiye Evcil Hayvan Genetik Kaynakları Tanıtım Kataloğu. Hayvansal Üretim, 51(2), 87.

Thomas, D., Pal, N., & Rao, K. S. (2002). Bee management and productivity of Indian honeybees. *Apiacta*, 3, 1-5.

TÜİK: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>, Erişim tarihi: 11.11.2025.

Uzundumlu, A., Aksoy, A., & Işık, H. B. (2011). Arıcılık işletmelerinde mevcut yapı ve temel sorunlar; Bingöl ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1), 49-55.

Varalan, A., & Çevrimli, M. B. (2023). Kars İlinde Arıcılık İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Yapısı Üzerine Bir Araştırma. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2), 102-107. <https://doi.org/10.47027/duvetfd.1330239>

Vercelli, M., Croce, L., & Mancuso, T. (2020). An economic approach to assess the annual stock in beekeeping farms: The honey bee colony inventory tool. *Sustainability*, 12(21), 9258. <https://doi.org/10.3390/su12219258>

Zheng, H. Q., Wei, W. T., & Hu, F. L. (2011). Beekeeping industry in China. *Bee World*, 88(2), 41-44. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2011.11417406>

Zheng, H., Cao, L., Huang, S., Neumann, P., & Hu, F. (2018). Current status of the beekeeping industry in China. *Asian beekeeping in the 21st century*, 129-158.

NATIVE ANIMAL GENETIC RESOURCES OF KARS AND ARDAHAN PROVINCES

Asst. Prof. Dr. Özge Şebnem ÇILDIR

Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Genetics, Kars, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7070-4212>

Ph.D. Selda KARADAĞ

D.V.M., Independent Researcher, Kars, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0571-9711>

ABSTRACT

Local animal breeds are genetic resources that have adapted over many years under natural and artificial selection to the climate, environmental, and socio-economic conditions of their regions. These breeds constitute a fundamental component of sustainable animal production due to traits such as disease resistance, high survival under low-input management, adaptation to environmental stress factors, and compatibility with regional production systems. Türkiye, with its broad ecological diversity and long-established livestock culture, possesses a rich potential of native animal genetic resources. However, modern breeding programs, the widespread adoption of commercial breeds, and changes in production systems have led to a decline in the populations of several indigenous breeds and genotypes, posing risks to genetic diversity. Located in northeastern Türkiye, the provinces of Kars and Ardahan represent a unique and important center of animal genetic resources due to their harsh continental climate, high altitude, and long-standing traditional livestock culture. These provinces are particularly notable as the natural habitats and traditional breeding centers of native genetic resources such as East Anatolian Red and Zavot cattle, Tuj sheep, Gürcü goat, Malakan horse, Caucasian bee, Kars and Ardahan geese, and Kars shepherd dog. The conservation, development, and integration of these breeds and genotypes into sustainable production systems are of strategic importance for both the continuity of biodiversity and regional development. The native breeds and the genotypes that have not yet been officially registered in Kars and Ardahan should be preserved not only as genetic resources but also as cultural heritage and fundamental elements of rural life.

Keywords: Local breeds, East Anatolian Red cattle, Zavot cattle, Tuj sheep, Gürcü goat, Malakan horse, Kars and Ardahan geese, Caucasian bee, Kars shepherd dog

KARS VE ARDAHAN İLLERİNİN YERLİ HAYVAN GENETİK KAYNAKLARI

Dr. Öğr. Üyesi, Özge Şebnem ÇILDIR

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Kars, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7070-4212>

Dr. Selda KARADAĞ

Veteriner Hekim, Bağımsız Araştırmacı, Kars, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0571-9711>

ÖZET

Yerli hayvan ırkları, bulundukları coğrafyanın iklim, çevre ve sosyo-ekonomik koşullarına uzun yıllar boyunca doğal ve yapay seleksiyon etkisi altında uyum sağlamış genetik kaynaklardır. Bu ırklar; hastalıklara dayanıklılık, düşük bakım-besleme koşullarında yüksek yaşama gücü, çevresel stres faktörlerine adaptasyon ve bölgesel üretim sistemleriyle uyum gibi özellikleri sayesinde sürdürülebilir hayvansal üretimin temel bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Türkiye, sahip olduğu geniş ekolojik çeşitlilik ve köklü hayvancılık kültürü sayesinde zengin bir yerli hayvan genetik kaynağı potansiyeline sahiptir. Ancak modern ıslah programları, kültür ırklarının yaygınlaşması ve üretim sistemlerindeki değişimler, birçok yerli ırkın ve genotipin popülasyonunun azalmasına yol açmakta ve genetik çeşitlilik açısından risk oluşturmaktadır. Türkiye'nin kuzeydoğusunda yer alan Kars ve Ardahan illeri, sahip oldukları sert karasal iklim koşulları, yüksek rakım özellikleri ve köklü geleneksel hayvancılık kültürü nedeniyle özgün ve önemli bir hayvan genetik kaynağı merkezi niteliği taşımaktadır. Bu iller, özellikle Doğu Anadolu Kırmızısı ve Zavot sığırları, Tuj koyunu, Gürcü keçisi, Malakan atı, Kafkas arısı, Kars ve Ardahan kazları ile Kars çoban köpeği gibi yerli genetik kaynakların doğal yayılış alanı ve geleneksel yetiştiricilik merkezi olarak dikkat çekmektedir. Bu ırkların ve genotiplerin korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir üretim sistemleriyle bütünleştirilmesi hem biyolojik çeşitliliğin devamlılığı hem de bölgesel kalkınma açısından stratejik önem taşımaktadır. Kars ve Ardahan illerinde bulunan yerli ırklar ve henüz ırk tescili yapılmamış genotipler, yalnızca genetik kaynak olarak değil, aynı zamanda kültürel miras ve kırsal yaşamın temel unsurları olarak da korunması gereken değerlerdir.

Anahtar kelimeler: Yerel ırklar, Doğu Anadolu Kırmızısı sığırları, Zavot sığırları, Tuj koyunu, Gürcü keçisi, Malakan atı, Kars ve Ardahan kazları, Kafkas arısı, Kars çoban köpeği

GİRİŞ

Yerli ırklar, bulundukları coğrafyanın doğal ve kültürel koşullarına uyum sağlamış, uzun yıllar boyunca yerel üretim sistemleri içinde evrimleşmiş hayvan popülasyonlarıdır. Bu ırklar, belirli coğrafi bölgelerde yetiştirilir, söz konusu bölgelerin iklim, bitki örtüsü ve çevresel stres faktörlerine uyum gösterirler. Bu ırklar hastalıklara karşı dirençleri, iklimsel değişimlere adaptasyon yetenekleri ve doğal besin kaynaklarından etkin yararlanabilme kapasiteleri ile öne çıkarlar. Bu özellikler, yerli ırkları sadece ekonomik açıdan değil, aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin korunması ve ekosistem dengesinin sürdürülebilmesi açısından da stratejik bir değer haline getirmektedir. Yerli ırklar, modern yetiştirme ve üretim tekniklerinden nispeten daha az etkilenir; adaptasyon yetenekleri, et ve süt verimi, çekim gücü gibi özellikler ile yerel gelenekler ve hayvancılık uygulamalarıyla doğrudan ilişkilidir (Ovaska ve ark., 2021).

Son yıllarda, modern üretim sistemlerinin yaygınlaşması ve çeşitli ıslah programlarının uygulanması, yerli ırkların popülasyonlarında belirgin bir azalmaya yol açmıştır. Bu durum, dünya genelinde bazı türlerin yerli genetik kaynaklarının tehlike altında olduğuna ve nesillerinin yok olduğuna dair öngörülerin artmasına neden olmaktadır (Mendelsohn, 2003). Bu durumun en önemli sebebi yerli ırkların bu üstün adaptif özelliklerine rağmen, verim potansiyeli, büyüme hızı ve döl verim özelliklerinin yabancı genotiplerle karşılaştırıldığında genellikle daha düşük düzeyde olmasıdır. Bu durum, yerli ırkların ekonomik verimlilik açısından bazı sınırlamalara sahip olduğunu göstermektedir. Ancak yerli ırklar, bölgesel üretim sistemlerinde düşük maliyetle verimli bir şekilde yetiştirilebilmekte, aynı zamanda ekosistem hizmetlerine katkıda bulunmaktadır. Özellikle tarım ve hayvancılığın zor iklim koşullarında yürütüldüğü kırsal alanlarda, yerli ırklar hem üreticiler için güvenli bir kaynak hem de kültürel ve genetik mirasın birer taşıyıcısı konumundadır. Böylece yerli ırkların korunması ve genetik kaynaklarının sürdürülebilir biçimde yönetilmesi, sadece ekonomik üretim açısından değil, aynı zamanda ulusal biyolojik çeşitlilik politikalarının ve ekosistem yönetiminin başarısı açısından da hayati öneme sahiptir. Ayrıca, yerli ırkların genetik materyali, gelecekte yapılacak seleksiyon ve ıslah çalışmaları için değerli bir rezerv niteliği taşımaktadır. Böylece, yerli ırkların korunması hem kısa vadeli üretim hedefleri hem de uzun vadeli genetik kaynak yönetimi açısından stratejik bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır (Gandini ve Villa, 2003; Leroy ve ark., 2017; Ovaska ve Soini, 2016; Ovaska ve ark., 2021).

KARS VE ARDAHAN İLLERİNİN YERLİ GENETİK KAYNAKLARI

Türkiye, sahip olduğu geniş coğrafi ve iklimsel çeşitlilik sayesinde çok sayıda yerli hayvan ırkı ve gen kaynağına ev sahipliği yapmaktadır. Bu yerli ırklar, uzun yıllar boyunca doğal seleksiyon ve bölgesel adaptasyon süreçleri sonucunda şekillenmiş, hem biyolojik çeşitlilik hem de kırsal üretim sistemlerinin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Ülke genelinde var olan bu genetik kaynakların bazıları, belirli illerde yoğunlaşmış ve kendine özgü ekolojik ve kültürel koşullar altında korunmuştur (Soysal ve ark., 2020).

Ülkemizde hayvan genetik kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı için üç yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntemler; *ex situ in vivo*; *in situ in vivo*, *ex situ in vitro* ve son yıllarda karşımıza çıkan *in silico* koruma yöntemleridir. *Ex situ in vivo* koruma canlıların doğal yaşam alanı dışında oluşturulan özel koruma sürülerinde korunmasıdır. Bu yaklaşım, tehdit altındaki yerli ırkların kontrollü koşullar altında çoğaltılmasını ve genetik çeşitliliğin güvence altına alınmasını amaçlamaktadır. *In situ in vivo* koruma kapsamında canlılar doğal yaşam alanında, yerel yetiştiricilerin bakımında sürdürülen koruma programları kapsamında yetiştirilirler. Bu yöntem, genetik kaynakların çevresel koşullarla etkileşim içinde evrimsel süreçlerine devam edebilmesine olanak sağlamakta ve yerli ırkların adaptasyon yeteneklerinin korunması ile geleneksel üretim sistemlerinin desteklenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. *Ex situ in vitro* koruma genetik materyalin dondurularak gen bankalarında muhafaza edilmesi, gen kaynaklarının uzun vadeli güvence altına alınmasında kullanılan diğer bir uygulamadır. Embriyo, sperma veya doku örnekleri gibi biyolojik materyallerin kriyoprezervasyon teknikleri ile saklanması, olası kayıplara karşı genetik çeşitliliğin korunmasına olanak sağlamaktadır. Bu uygulamalar aracılığıyla Türkiye'nin çiftlik hayvanları genetik kaynakları koruma altına alınmakta ve yerel yetiştiricilerin sürdürülebilir hayvancılık faaliyetleri desteklenmektedir. Böylelikle hem biyolojik çeşitliliğin devamlılığı sağlanmakta hem de geleneksel yetiştirme sistemlerinin güçlendirilmesine katkıda bulunmaktadır (Soysal ve ark., 2018; Soysal ve ark., 2020). Genom dizileme teknolojilerinin ve biyoteknolojik yöntemlerin gelişimi ile birlikte son yıllarda ortaya çıkan *in silico* koruma yönteminde ise korunmak istenen tür veya ırklara ait DNA dizilerinin elde edilmesi ve veri tabanlarında saklanması söz konusudur. Gelecekte canlının kendisinin veya canlıdan alınan hiçbir hücre/doku örneğinin bulunamaması halinde dahi ilgili tür veya ırkın hayata döndürülebilmesi mümkün hale gelecektir (Simm ve ark., 2022). İyi derecede korunmuş müze örneklerinden

alınan DNA'ların dizilenmesiyle elde edilen veriler ve genom düzenleme tekniklerinin birlikte kullanımı sonucunda nesli tükenen bazı türlerin yeniden hayata döndürülme girişimlerinde meydana gelen başarılar (Novak, 2018; Turner ve ark., 2025) koruma genetiğinde günümüzde ve gelecekte *in silico* koruma yönteminin önemli olacağını göstermektedir.

Türkiye genelinde yürütülen bu koruma ve destekleme uygulamaları, farklı ekolojik bölgelerde bulunan yerli hayvan ırklarının korunmasına yönelik stratejik bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu çerçeve, her bölgenin kendine özgü çevresel koşulları, üretim sistemleri ve genetik kaynakları dikkate alınarak şekillendirilmektedir. Bu bağlamda, zengin hayvansal üretim potansiyeline ve köklü yetiştiricilik kültürüne sahip olan ve 1992 yılında birbirinden ayrılmış Kars ve Ardahan illeri, yerli hayvan genetik kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı açısından özel bir öneme sahiptir. Kars ve Ardahan'ın coğrafi yapısı (Başayığı ve Uçar, 2019; Dede, 2023), çayır ve meraları (Bozkurt ve Vagapova, 2022; Özgül, 2020), iklim koşulları (Arıkan, 2025) ve uzun yıllara dayanan yetiştiricilik geleneği, bu illerdeki genetik kaynakların korunmasına yönelik çalışmaların değerlendirilmesi için uygun bir zemin oluşturmaktadır.

Kars ve Ardahan illerine özgü ya da bölgede belirgin şekilde yaygınlaşarak yerel hayvancılık sistemiyle güçlü biçimde özdeşleşen başlıca hayvan genetik kaynakları arasında Doğu Anadolu Kırmızısı ve Zavot sığır ırkları, Tuj koyunu, Gürcü keçisi, Malakan atı, Kars ve Ardahan kazları, Kafkas arısı ve Kars çoban köpeği yer almaktadır.

Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) Sıgırı

Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK), Anadolu coğrafyasının en eski ve köklü ırklarından birisidir. Son dönemlerde, sosyal, kültürel ve özellikle ekonomik faktörlerin etkisiyle DAK ırkının sayısı azalmış ve geleneksel üretim yöntemlerinin sürdürüldüğü küçük ölçekli işletmelerde sınırlı sayıda kalmıştır (Özdemir ve Doğru, 2009).

Filogenetik açısından bakıldığında DAK ve üç yerli Anadolu ırkında (Boz ırk, Güney Anadolu Kırmızısı ve Yerli Kara) mitokondriyal DNA'ya ait D-loop bölgesinde ırk içi ve ırklar arasında varyasyonlar görüldüğü; Avrupa ve Afrika taurine sığırlarında görülen haplotiplerin belirlendiği ve her ikisiyle de yakın genetik ilişkilere sahip olduğu tespit edilmiştir (Özdemir ve Doğru, 2009). 134 sığır ırkıyla yapılan bir çalışma, DAK ve diğer Anadolu yerli sığır ırklarının kökenlerine ilişkin oldukça önemli verilere ışık tutmuş; Bereketli Hilal'de evciltiren ilk sığırların yanı sıra, zebu (*Bos taurus indicus*) kökenli sığırlar ve Afrika taurine sığırlarından Anadolu ırklarına gen akışı olduğu tespit edilmiştir (Decker ve ark., 2014). 5 yerli ırk ile yapılan bir başka analiz ise DAK ırkının tarihsel olarak Asya kökenli ırklara daha yakın olduğunu göstermiş, ancak bu çalışmaya karşılaştırma örnekleri olarak Afrika taurine sığırlarının dahil edilmediği görülmüştür (Bayraktar ve ark., 2024). Yüzyıllar boyunca doğal seleksiyon ve hayvan hareketlilikleri sayesinde meydana gelen bu genetik altyapı, zorlu çevre koşullarına ve hastalıklara karşı direnç; düşük girdili bakım ve besleme koşullarına adaptasyon yeteneği gibi avantajlar sağlamaktadır. Örneğin; DAK ırkında sıcak stresine toleransla ilişkilendirilmiş bir genotipin frekansı diğer yerli ırklara karşı daha düşük bulunmuş; bu sonuç DAK ırkının soğuk iklim koşullarına adaptasyonu ile ilişkilendirilmiştir (Uzel ve ark., 2024).

2004 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ırk tescili tamamlanmış olan DAK, 1995 yılı itibarıyla Tarım ve Orman Bakanlığına ait Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde *ex situ in vivo* olarak korunmaya başlanmış; 2013 yılında ise halk elinde koruma programları kapsamında Erzurum/Olur/Kekikli ve Artvin/Ardanuç/Güleş'te *in situ* koruma kapsamında desteklenmiştir. Günümüzde ise büyükbaş hassas koruma kapsamında

Erzurum, Kars, Artvin, Ağrı, Bingöl, Van, Muş, Ardahan ve Ağrı illerimizde desteklenmektedir. *Ex situ in vivo* ve *in situ* koruma programlarının yanısıra, TÜRKHAYGEN-I projesi kapsamında Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü ve Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi bünyesinde kurulan gen bankalarında *in vitro* koruma programına da dahil edilmiştir (Ertuğrul ve ark., 2010; Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015; Resmi Gazete, 2025; Yüksel ve Karaçuhallılar, 2024).

Erzurum ve Kars yöresinde yaygın olarak yetiştirilen DAK ırkı, Bayburt, Erzincan, Ağrı, Muş, Artvin, Bingöl ve Van gibi çevre iller ile Sivas ve Konya gibi iç bölgelerde de yayılım göstermiştir; buna karşın, ırkın hem karakteristik özellikleri hem de doğal yayılım alanı çeşitli nedenlerle daralma eğilimi göstermektedir (Yüksel, 2019). DAK sığırlarında vücut rengi genellikle kırmızıdan koyu kırmızı tonlarına kadar değişen bir yoğunluk göstermektedir. Orta büyüklükte bir cüseye sahip olan bu ırk, aynı zamanda nispeten sert bir mizaca sahip olmasıyla da karakterize edilmektedir (Batu, 1953; Yüksel, 2019; Karaçuhallılar ve Yüksel, 2023). Ergin DAK sığırlarında ortalama canlı ağırlığın farklı yıllarda, *ex situ in vivo* ve *in situ* bakım koşullarında 257–372 kg, vücut uzunluğunun 121–135 cm ve cidago yüksekliğinin 108–118 cm aralığında olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, ortalama laktasyon süt veriminin 800–1620 kg arasında değiştiği ifade edilmektedir (Yüksel, 2019).

Zavot Sığırı

“Zavot” kelimesi, köken olarak **Rusça “zavod”** sözcüğünden gelmektedir. Rusçada *zavod* kelimesi **“üretim yeri, tesis, fabrika, işletme, harâ (damızlık çiftliği)”** anlamında kullanılmaktadır. Kars ve çevresi uzun bir süre Rus yönetimi altında kalmıştır. Bu dönemde bölgede **damızlık hayvan yetiştirme çiftlikleri (zavodlar)** kurulmuş ve Zavot sığırı da bu damızlık çiftliklerde geliştirildiği için ırkın adı doğrudan bu kelimeyle özdeşleşmiştir (Batu, 1952; Boğa Kuru, 2018).

Zavot sığır ırkı, Kars’ın Rus işgali döneminde bölgeye yerleştirilen göçmenlerin beraberlerinde getirdikleri Simental, Esmer ve Podolya sığırlarının, Kars yöresinde bulunan yerli Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) sığırları ile melezlenmesi sonucunda geliştirilmiştir (Aksoy ve ark., 2006; Batu, 1952; Yılmaz ve ark., 2012). Zavot sığır ırkı, düşük düzeyde kombine verim kapasitesine sahip bir ırk olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, karasal iklim koşullarının hâkim olduğu bölgelerde engebeli arazi yapısına ve doğal mera koşullarına yüksek uyum gösterebilmişlerdir (Boğa Kuru, 2018). Zavot sığırının sütü ortalama %4 yağ içeriğine sahiptir ve bir laktasyondaki ortalama süt verimi yaklaşık 1500 kg’dır. Ayrıca, besi kabiliyeti Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) ırkına göre daha yüksek olarak değerlendirilmektedir. Vücut rengi ise açık beyazdan koyu boza kadar değişen bir çeşitlilik göstermektedir (Yılmaz ve ark., 2012; Alpan ve Aksoy, 2015; İnal ve ark., 2016). Ergin canlı ağırlığın dişilerde 250–500 kg arasında değiştiği, buzağılama aralığının ortalama 13 ay olduğu ve laktasyon süresinin yaklaşık 275 gün sürdüğü bildirilmektedir. Doğum ağırlığı erkek buzağılarda 19–28 kg, dişilerde ise 17–24 kg arasında değişmekte olup, beside günlük canlı ağırlık artışının 900–1000 g düzeyinde gerçekleştiği belirtilmektedir (Boğa Kuru, 2018).

Zavot sığır ırkı, özellikle Kars ve Ardahan illerinde yoğun olarak yetiştirilmektedir. Söz konusu ırk, bu illerin uzun ve sert kış koşullarına uyum sağlayabilmekte ve düşük kaliteli mera alanlarını etkin bir şekilde değerlendirebilmektedir. Bununla birlikte, popülasyon sayısında gün geçtikçe azalmalar ve genotipte bozulmalar meydana gelmektedir (Boğa Kuru, 2018). Zavot sığırı 2014 yılında ırk olarak tescil edilmiştir. Risk altında olmasına karşın *in situ* ve *in vitro* koruma programları çerçevesinde korunmaktadır (Ertuğrul ve ark., 2010; Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015; Resmi Gazete, 2025).

Tuj Koyunu

Yöresel olarak farklı adlarla anılan Tuj koyunu, Kars koyunu, Çıldır koyunu ve Kesik olarak da bilinir ve Türkiye'nin Kuzeydoğu bölgesinde yetiştirilmektedir. Tuj koyunu, Rusya'nın güneyinde ve Kafkasya'da Tushin/Tuchin adıyla bilinmektedir (Akçapınar, 2000; Koyuncu, 2019). Sağrı bölgesinde birikmiş yağ kitlesi ile karakterize olan bu ırk, oyluğu yağlı koyun ırkları arasında yer almaktadır. Uzun yıllardır bölgede yetiştirilmesi ve çevresel koşullara uyum sağlaması nedeniyle Tuj koyunları yerli ırk olarak kabul edilmekle birlikte, popülasyon sayısında önemli ölçüde azalmalar gözlemlenmektedir (Ertuğrul ve ark., 2009). Vücut, beyaz renkli ve kaba ile karışık yapacağı ile örtülüdür. Göz çevresi ve ayaklarda belirgin siyah renk mevcuttur. Kuyruk yapısı kısa ve yağlı olup, kuyruk çevresinde yer alan geniş yağ dokusu oyluk bölgesi üzerinde yerleşmiş bir görünüm sergilemektedir (Akçapınar, 2000; Koyuncu, 2019). Bu ırkta cidago yüksekliği 55–65 cm arasında değişmekte olup, ortalama canlı ağırlık 40–55 kg'dır. Laktasyon süresi genellikle 3–4 ay olarak bildirilmektedir. Ortalama laktasyon süt verimi ise 50–55 kg arasında değişmektedir (Koyuncu, 2019). 2004 yılında tescil işlemleri tamamlanan Tuj ırkı (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015), güncel verilerde Türkiye'de risk altında olmasına karşın, Kars ve Ardahan illerinde *in situ in vivo* korunması için küçükbaş hassas koruma kapsamında desteklenmektedir (Resmi Gazete, 2025).

Gürcü Keçisi

Gürcü keçisinin kökeninin Kafkasya olduğu bilinmekte olup, bu lokal ırk günümüzde farklı adlarla da anılmaktadır. Türkiye'de Gürcü keçisi, Osmanlı keçisi, Tiflis keçisi veya Kafkas keçisi isimleriyle de tanınmaktadır. Günümüzde özellikle Doğu Anadolu Bölgesi'nde, Kars ve Ardahan illerinde diğer bölgelere göre daha sınırlı sayılarda da olsa yetiştiriciliği devam etmektedir. Ayrıca Gürcü keçisi, Artvin yöresinde yetiştirilen Abaza keçisi ile morfolojik ve fenotipik özellikler bakımından önemli benzerlikler göstermektedir (Batu, 1951). Gürcü keçilerinde renk varyasyonları siyah, gri, beyaz ve alaca şeklinde görülmektedir. Beyaz renkli bireylerde baş, kulaklar ve boynun üst kısmı çoğunlukla siyah pigmentasyon göstermektedir. Kıl rengi ve yapısı kıl keçilerine benzer nitelikte olup, kıllar kaba ve uzundur. Tekelerde yaklaşık 50 cm uzunluğa ulaşabilen, burgu şeklinde yukarı doğru yönelen boynuzlar bulunurken, dişilerde boynuzlu ve boynuzsuz tipler görülebilmektedir. Kulaklar genellikle sarkık yapıdadır. Alın bölgesinde kakül ve çene altında sakal mevcuttur. Bu ırk, vücut yapısı bakımından uzun boylu ve iri cüsseli bir görünüme sahiptir. Gürcü keçisi, süt yönlü bir keçi ırkı olarak sınıflandırılmakla birlikte et veriminin de oldukça yüksek olduğu bildirilmektedir. Ortalama laktasyon süt verimi 200–250 kg olup, laktasyon süresi 150–180 gün arasında değişmektedir (Kuru ve Boğa Kuru, 2020). Irk tescili yapılmamış bu ırk güncel durumda risk altındadır. Ardahan ilinde *in situ in vivo* korunması için küçükbaş hassas koruma sınıfında devlet desteği söz konusudur (Resmi Gazete, 2025).

Malakan Atı

Kars ve Ardahan illerinde at yetiştiriciliği, bölgenin geleneksel üretim yapısı ve kırsal yaşam biçimi açısından önemli bir işleve sahiptir. Tarımsal aletlerin yaygınlaşmasıyla birlikte ekim, biçim ve hasat işlemlerinde traktör ve diğer tarım makineleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmış olsa da, kırsal alanlarda atların iş gücünden yararlanılmaya devam edilmektedir. Özellikle Temmuz–Ağustos döneminde yürütülen tarla ve otlak biçim faaliyetlerinde, tırmık çekme işlemlerinde ve hasadın taşınmasında küçük aile işletmeleri için atlar hâlâ daha temel bir iş gücü unsuru konumundadır. Bunun yanı sıra, motorlu araçların ulaşım için uygun olmadığı engebeli arazilerde erişim atlar aracılığıyla sağlanmakta ve bu durum at yetiştiriciliğinin bölgedeki fonksiyonel önemini artırmaktadır (Kırmızıbayrak ve ark. 2004, Paksoy ve Ünal 2010; Karadağ ve Kırmızıbayrak, 2024).

Kars ve Ardahan illerinde yetiştiriciliği yapılan ve Türkiye'nin önemli yerli gen kaynaklarından biri olarak kabul edilen Malakan atlarının bölgeye gelişi, Osmanlı-Rus Savaşı sonrasında Kars yöresine yerleşen "Malakan" adı verilen topluluklar aracılığıyla gerçekleşmiştir (Batu, 1962; Akça ve Kıyanç, 2017; Boy, 2017). Malakan toplulukları, Kars'ın yerel kültürüne önemli katkılar sundukları gibi, tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin gelişimine de dikkate değer düzeyde katkı sağlamışlardır (Akça ve Kıyanç, 2017).

Malakan topluluklarının bölgeye beraberlerinde getirdikleri ve yörede "Malakan atı" olarak bilinen bu hayvanlar, yüksek iş gücü kapasitesine sahip, iri yapılı ve farklı tarımsal faaliyetlerde kullanım için son derece elverişli atlar olarak tanımlanmaktadır (Batu, 1962; Aksu ve ark., 2010; Taşkın ve Koçak, 2010). Malakan atının, Rus Biçuk (Bityug) atından köken alan Percheron, Clydesdale ve Ardene genotiplerinin Kars yöresine özgü yerli atlarla melezlenmesi sonucu olduğu bildirilmektedir (Batu, 1962; Taşkın ve Koçak, 2010). Biçuk atlarının ise Rus yerli atları ile Orloff (Orlov), Danimarka ve Hollanda atlarının melezlenmesi sonucunda elde edildiği belirtilmektedir (Hendricks, 1995).

Malakan atlarının vücut yapısı geniş ve derin bir gövde, sağlam kemik yapısı ve dayanıklı tırnaklarla karakterizedir. Don rengi bakımından belirgin bir standardizasyon bulunmamakla birlikte, yağız, kır, al ve doru renkleri en sık karşılaşılanlardır. Sakin mizaçları, soğuk iklim koşullarına yüksek adaptasyon yetenekleri ve dayanıklı fizyolojik yapılarıyla tanınan bu atlarda bel orta uzunlukta; boyun ve bacaklar nispeten kısa; göğüs geniş ve derin; sağrı ise güçlü ve iyi gelişmiştir (Taşkın ve Koçak, 2010). Cidago yüksekliği 137–140 cm arasında değişen Malakan atları, güçlü bir iş hayvanı olarak hem tarımsal faaliyetlerde hem de ulaşım amaçlı kullanımda uzun yıllar önemli bir işleve sahip olmuştur (Kırmızıbayrak ve ark., 2004).

Malakan atlarıyla ilgili bilimsel literatür sınırlı olup, bu genetik kaynağın tanınması, korunması ve fonksiyonel özelliklerinin daha ayrıntılı biçimde ortaya konulmasına yönelik çalışmaların artırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır (Karadağ ve Kırmızıbayrak, 2024). Malakan atlarının zaman içerisinde yörede yetiştirilen diğer at ırklarıyla kontrolsüz ve plansız şekilde melezlenmesi, bu genotipin karakteristik özelliklerinin zayıflamasına, genetik bütünlüğünün bozulmasına ve popülasyonunun belirgin ölçüde azalmasına yol açmıştır. Günümüzde sayıları oldukça azalmış olmakla birlikte, Malakan atları hâlen varlığını sürdürmekte ve bölge koşullarına yüksek uyum yetenekleri, dayanıklı yapıları ve güçlü iş kapasitesi nedeniyle tarımsal faaliyetlerde, yük taşımada ve ulaşımında önemli bir işlev üstlenmektedir (Taşkın ve Koçak, 2010; Karadağ ve Kırmızıbayrak, 2024). Koruma faaliyetleri kapsamında ise yalnızca hücre ve DNA'larının *in vitro* koruma altında olması söz konusudur (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015).

Kafkas Arısı (*Apis mellifera caucasica*)

Türkiye, çeşitli bal arısı ırkları ve ekotipleri için önemli bir doğal habitat ve genetik çeşitlilik merkezidir. Bu zengin genetik çeşitlilik içinde Kafkas arısı, özellikle Kuzeydoğu Anadolu kökenli bir ırk olarak dikkat çekmekte ve üreticiler arasında tercih edilen başlıca bal arılarından biri olarak değerlendirilmektedir (Akyol ve ark., 2014). Doğal yayılış alanı Kafkasya bölgesiyle ilişkili olan bu arı ırkı; Ermenistan, Azerbaycan, Gürcistan ve Rusya Federasyonu'nun Kuzey Kafkasya kesimlerinde olduğu gibi Türkiye'nin kuzeydoğusunda yer alan Artvin, Ardahan, Kars ve Iğdır illerinde de varlık göstermektedir (Çakmak ve ark., 2014; Janashia ve ark., 2025; Kaftanoğlu, 2001; Kandemir ve ark., 2005). Kafkas arısı 2004 yılında resmî olarak tescil edilmiş bir ırktır (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015). Günümüzde Ardahan ve Artvin illeri, Kafkas arısı ırkı için izole gen merkezleri olarak kabul edilmektedir (Gül ve Nergiz, 2022 Şahinler ve Gül, 2003;). Bu bölgelerde yabancı arıların girişine sınırlamalar getirilmiş olup, amaç Kafkas arısının genetik bütünlüğünün korunmasını

sağlamak ve değerli arı genetik kaynaklarının sürdürülebilirliğini temin etmektir (Gül ve Nergiz, 2022). Kafkas arısı, Kafkas Arısı Ü.E.G.M’de *ex situ in vivo*; Ardahan ve Artvin illerinde ise *in situ in vivo* koruma programları kapsamında koruma altındadır (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015; Resmi Gazete, 2025).

Kafkas arısının en ayırt edici morfolojik özelliklerinden biri, işçi arıların abdomen halkalarının belirgin biçimde koyu renkli ve genelde siyah renkte olmasıdır. Kafkas arısının doğal yayılış alanını çevreleyen bölgelerdeki Anadolu, İran, Suriye ve Ermenistan arılarının abdomen rengi sarı tonlarında görülmektedir (Sıralı ve Cınırtoğlu, 2022). Kafkas arısı; düşük oğul verme eğilimi, belirgin yağmacılık davranışı ve yüksek propolis toplama kapasitesi ile karakterize edilen bir ırktır. Çalışkan ve sakin mizacı ile tanınan bu arı ırkı, özellikle yüksek rakımlı ve soğuk iklim koşullarının hâkim olduğu bölgelere biyolojik olarak uyum sağlamış durumdadır. Ayrıca, diğer bal arısı ırklarına göre daha uzun dile sahiptir (Akyol ve Kaftanoğlu, 2001; Fornara ve ark., 2015; Frunze ve ark., 2021; Gençer ve Fıratlı, 1999; Kaftanoğlu, 2001; Kara ve ark., 2012).

Kars ve Ardahan Kazı

Kars ve Ardahan illeri, Türkiye’de kaz yetiştiriciliği açısından stratejik bir öneme sahip olup, özellikle Kars ili sahip olduğu kaz popülasyonu ile ülke genelinde lider konumda bulunmaktadır. Türkiye’de kaz popülasyonu büyük ölçüde yerli genotiplerden oluşmakta olup, yetiştiricilik faaliyetleri genellikle geleneksel üretim yöntemlerine dayanmaktadır (Karadağ, 2023; Kırmızıbayrak, 2002; Kırmızıbayrak, 2020). Yerli kazlarda çeşitli renk varyeteleri görülmekle birlikte, popülasyonda en yaygın olanlar siyah, beyaz, alaca ve sarı renktir (Tilki ve Saatçı, 2013). Türk yerli kazlarında herhangi bir ıslah çalışması yapılmamış olmasının da etkisiyle genel olarak yumurta verim düzeyleri düşük olup ekstansif yetiştiricilik koşullarında kaz başına 8–20 adet, entansif yetiştiricilik koşullarında ise 20–30 adet arasında değiştiği bildirilmektedir (Kırmızıbarak, 2001; Kırmızıbayrak ve ark., 2016; Kırmızıbayrak, 2018; Tilki ve İnal, 2004). Ortalama yumurta ağırlığının 155–175 g arasında değiştiği belirtilirken (Arslan ve Saatçı, 2003; Önk ve Kırmızıbayrak, 2019), kuluçka randımanının ise %55–65 düzeyinde olduğu bildirilmiştir (Önk ve Kırmızıbayrak, 2019). Ortalama canlı ağırlığın 4,500 g ve ortalama karkas ağırlığının 2,500 g üzerinde olduğu bildirilmiştir (Kırmızıbayrak ve ark., 2011; Tilki ve ark., 2011).

Türkiye, kaz yetiştiriciliği açısından oldukça zengin bir genetik çeşitliliğe sahip olmasına rağmen, yerli kaz popülasyonları hâlen tam olarak tanımlanmamış ve ırk düzeyinde tescillenmemiştir. Kaz yetiştiriciliğinin yoğun olarak gerçekleştirildiği Kars başta olmak üzere Ardahan, Muş ve Yozgat gibi illerde mevcut kaz varlıkları ırk bazında detaylı biçimde sınıflandırılmamıştır. Ayrıca, bazı bölgelerde yerli kazların yabancı kaz genotipleriyle bilinçsiz ve kontrolsüz şekilde melezlenmesi, genetik yapının bozulmasına ve özgün özelliklerin kaybolmasına yol açmaktadır. Bu durum, yerli genetik kaynakların zaman içerisinde kaybolma riskini artırmakta ve kaz yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğini tehlikeye atmaktadır (Kırmızıbayrak, 2020; Kırmızıbayrak ve ark., 2024). Kars ili, kaz yetiştiriciliğinin merkezi konumunda bulunmakta ve “Kars kazı” adıyla kendiliğinden bir marka niteliği kazanmış olsa da, bu genotipin genetik, morfolojik ve üretim özelliklerini kapsamlı biçimde ortaya koyan bilimsel çalışmalar sınırlıdır. Söz konusu eksiklik, yerli kaz genetik kaynaklarının tanımlanması ve korunmasına yönelik araştırmaların önemini yeniden vurgulamaktadır (Karadağ, 2025a; Karadağ, 2025b; Kırmızıbayrak, 2020).

Kars Türk Çoban Köpeği

Kars Çoban Köpeği, Kafkasya coğrafyasında ve Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Yüzyıllar boyunca soğuk iklim ve yüksek rakımlı çevre koşullarına uyum sağlamış olan Kars Çoban Köpeği, Kafkasya coğrafyasında yetiştirilen ve Kavkaskaya Ovtcharka, Caucasian Mountain Dog, Caucasian Sheepdog, Kavkazskaya Ovcharka, Caucasian Shepherd Dog ve Kafkas Çoban Köpeği olarak adlandırılan Caucasian Ovcharka köpek ırkları ile birçok morfolojik ve davranışsal benzerlik göstermektedir (Bektaşoğlu, 2023; Kırmızıbayrak, 2004). Kars Çoban Köpeği, genel olarak Kars ve çevresinde yetiştirilmekte olup, sert mizaçlı ve iri yapılı bir sürü koruma köpeği olarak tanımlanmaktadır. Bu ırk, Türkiye'de Bursa Gemlik'te bulunan Askeri Veteriner Okulu ve Eğitim Merkezi Komutanlığı tarafından 2002 yılında Türk Patent ve Marka Kurumu'na yapılan başvuru sonucunda "Kars Türk Çoban Köpeği" adıyla tescil edilmiştir (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2025). Kars Çoban Köpeği ırkı için mevcut herhangi bir koruma programı bulunmamaktadır, bu da ırkın risk altında olma potansiyelinin oldukça yüksek olduğunu gözler önüne sermektedir.

Kars Çoban Köpeğinde beden rengi genellikle gri tonlarında olup, kuyruk, bacaklar, karın altı ve yüzün özellikle göz çevresi bölgelerinde daha açık tonlarda, beyaz veya sarımsı renklere rastlanmaktadır. Kars Çoban Köpeklerinde genellikle ağız ve burun bölgesini kapsayan siyah bir maske bulunur. Koyu renkli baş bölgesinde, bazı bireylerde göz çevresi belirgin şekilde açık tonlarda, beyaz veya sarımsı renkte görülürken, hemen tüm örneklerde kulaklar koyu gri veya siyah renktedir. Başın genel görünümü, Kars Çoban Köpeğinde ayı başını andıracak biçimde tanımlanmaktadır (Kırmızıbayrak, 2004). Kars Çoban Köpeklerinde ergin canlı ağırlık ortalaması erkeklerde 35,3 kg, dişilerde ise 30,9 kg olup; cıdago yüksekliği ortalamaları sırasıyla erkeklerde 63,9 cm, dişilerde 61,4 cm ve beden uzunluğu ortalaması 65,6 cm olarak bildirilmektedir (Kırmızıbayrak, 2004; Erdoğan ve ark., 2012).

SONUÇ

Yerli hayvan ırklarının ve genotiplerinin koruma altına alınması, gelecekte karşılaşılabilecek teknolojik başarısızlıklar veya üretim sistemlerindeki olumsuz gelişmeler karşısında sürdürülebilirliğin güvence altına alınması açısından büyük bir öneme sahiptir. Geleceğe yönelik belirsizliklerin her zaman mümkün olduğu göz önünde bulundurulduğunda, yerli hayvan genetik kaynaklarının korunması stratejik bir zorunluluk olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca yerli hayvan gen kaynaklarının korunması; biyolojik çeşitliliğin devamlılığı, sürdürülebilir hayvansal üretim sistemlerinin geliştirilmesi, gıda güvenliği ve kültürel mirasın gelecek nesillere aktarılması açısından stratejik bir öneme sahiptir. Modern ıslah uygulamaları ve yoğun üretim sistemlerinin yaygınlaşması ve kontrolsüz melezlemeler birçok yerli ırkın popülasyon büyüklüğünde ciddi azalmalara yol açmakta; bu durum, genetik erozyon riskini her geçen gün artırmaktadır. Yerli genotiplerin koruma programlarına alınabilmesi için öncelikle ırk olarak tanımlanması gerekmektedir. Yabancı genotiplerin yaygınlaşması ve melezleme faaliyetleri nedeniyle, ırk tescili için yapılacak bilimsel çalışmalarla gerekli bilimsel altyapının oluşturulması konusunda zamanla yarışılmaktadır. Yerli ırkların korunmasına yönelik programların etkin bir şekilde planlanması, destek politikalarının güçlendirilmesi ve yetiştiricilerin bilinçlendirilmesi gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Bilimsel temelli koruma yaklaşımlarının hayata geçirilmesi hem ekosistem bütünlüğünün korunmasına hem de ülkemizin hayvancılık potansiyelinin sürdürülebilir biçimde değerlendirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Son olarak, son yıllarda teknolojik gelişmeler ışığında gelişen bir diğer koruma yöntemi olan *in silico* koruma metodu için gerekli altyapıların oluşturulması, gelecekte yerli genetik kaynakların korunmasına ilişkin yapılacak çalışmalar açısından oldukça faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

Akça, B., Kıyanç, S. (2017). Malakanlar'ın Anadolu'daki izleri. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 18 (39), 22-43.

Akçapınar, H. (2000). *Koyun yetiştiriciliği* (2. baskı, s. 115). İsmat Yayıncılık. Ankara.

Aksoy, A. R., Kirmizibayrak, T., & Saatci, M. (2006). The effect of age on slaughter and carcass characteristics in male Zavot cattle. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 30(6), 527-532.

Aksu, S, Aktopraklıgil, D., Koban, E., Aslan, Ö., Denizci, M., Balcıoğlu, K., Arat, S. (2010). Gen kaynaklarının ve biyoçeşitliliğin korunması kapsamında yerli at ırklarının genetik karakterizasyonu. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (1), 121-130.

Akyol, E., & Kaftanoğlu, O. (2001). Colony characteristics and the performance of Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) and Mugla (*Apis mellifera anatoliaca*) bees and their reciprocal crosses. *Journal of Apicultural Research*, 40(3-4), 11-15.

Akyol, E., Unalan, A., Yeninar, H., Ozkok, D., & Ozturk, C. (2014). Comparison of colony performances of Anatolian, Caucasian and Carniolan honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes in temperate climate conditions. *Italian Journal of Animal Science*, 13(3), 3409.

Alpan, O, Aksoy A. (2015). Sığır Yetiştiriciliği ve Besiciliği. VII. baskı, Favori Basım Yayın ve Reklamcılık, İstanbul.

Arkan, M. (2025). Türkiye'nin kuzeydoğusunda kar ve sıcaklık parametrelerinin trend ve korelasyon analizleri. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(3), 1204-1221.

Arslan, C, Saatci M. (2003). Kars yöresi yerli kazlarının yumurta verimi ve kuluçka özellikleri. *Türk J Vet Anim Sci*, 27 (6), 1361-1365.

Başayığıt, L., & Uçar, G. (2019). Kars İli Arazileri ve Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Değerlendirilmesi. *Kafkas University Institute of Natural and Applied Science Journal*, 12(1), 15-27.

Batu, S. (1951). Türkiye Keçi Irkları. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, Ankara.

Batu, S. (1952). Türkiye sığır ırkları ve sığır yetiştirme bilgisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları 41, Ders Kitabı 17, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Batu S. (1953). Doğu illeri hayvancılığı. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları: 52, Çalışmalar: 28, Ankara.

Batu, S. (1962). Türk atları ve at yetiştirme bilgisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları 13, Ders Kitabı 11, Rüzgarlı Matbaa, Ankara.

Bayraktar, M., Cebeci, Z., & Gökçe, G. (2024). Analysing the genetic diversity and population structure of five native Turkish cattle breeds using SNP data. *Reproduction in Domestic Animals*, 59(3). <https://doi.org/10.1111/rda.14545>

Bektaşoğlu, F. (2023). Determination of Fertility, Growth, Some Body Measurements and Morphological Characteristics of Kars Shepherd Dogs Kafkas University, Institute of Health Sciences, Department of Zootechnics, PhD Thesis, Kars.

Boğa Kuru, B. (2018). Zavot sığır ırkının mikrosatellitler ile genetik karakterizasyonu, Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı, Doktora tezi Kars.

Boy, A. (2017). Çarlık Rusya yönetiminde Kars' ta tarım ve hayvancılık. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (12), 417-434.

Bozkurt, Y., & Vagapova, A. (2022). Evaluation of Natural Grasslands Determined by Remote Sensing and GIS Applications in the Highlands of Eastern Turkey. *Vestnik of Brest State Technical University. Civil Engineering and Architecture*, №3(129), 34–36. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2022-129-3-34-36>

Çakmak, İ., Fuchs, S., Çakmak, S.S., Koca, A.Ö., Nentchev, P. & Kandemir, İ. (2014) Morphometric analysis of honeybees distributed in northern Turkey along the Black Sea coast. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 14 (2), 59-68.

Decker, J. E., McKay, S. D., Rolf, M. M., Kim, J. W., Molina Alcalá, A., Sonstegard, T. S., Hanotte, O., Götherström, A., Seabury, C. M., Praharani, L., Babar, M. E., Correia de Almeida Regitano, L., Yildiz, M. A., Heaton, M. P., Liu, W. S., Lei, C. Z., Reecy, J. M., Saif-Ur-Rehman, M., Schnabel, R. D., & Taylor, J. F. (2014). Worldwide Patterns of Ancestry, Divergence, and Admixture in Domesticated Cattle. *PLoS Genetics*, 10(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1004254>

Dede, V. (2023). Ardahan iline ait bazı temel coğrafi özelliklerin ve arazi-toprak verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile değerlendirilmesi (Kuzeydoğu Anadolu). *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 11(2), 82–98. <https://doi.org/10.33409/tbbbd.1373909>

Erdoğan, M, Tepeli, C, Özbeyaz, C, Akbulut, MD, Uğuz, C. (2012). Comparison of some morphological characteristics of native Turkish dog breeds. *Eurasian J Vet Sci*, 28(2): 106-110.

Ertuğrul, M., Dellal, G., Soysal, İ., Elmacı, C., Akın, O., Arat, S., ... & Yılmaz, O. (2009). Türkiye yerli koyun ırklarının korunması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 97-119.

Ertuğrul, M, Dellal G., Elmacı C., Akın O.A., Pehlivan, E., Soysal, M.İ., Arat, S., (2010). Çiftlik hayvanları genetik kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Kongresi. Ankara.

Fornara, M. S., Kramarenko, A. S., Svistunov, S. V., Lyubimov, E. M., Sokol'Skii, S. S., & Zinovieva, N. A. (2015). Morphometric and molecular genetic differentiation of Apis

mellifera caucasica L. honey bee lines reared in Sochi region. *Сельскохозяйственная биология*, (6 (eng)), 776-784.

Frunze, O., Brandorf, A., Kang, E. J., & Choi, Y. S. (2021). Beekeeping genetic resources and retrieval of honey bee *Apis mellifera* L. stock in the Russian Federation: A review. *Insects*, 12(8), 684.

Gandini, G. C., & Villa, E. (2003). Analysis of the cultural value of local livestock breeds: a methodology. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 120(1), 1-11.

Gençer, H. V., & Fıratlı, Ç. (1999). Morphological characteristics of the Central Anatolian (*A. m. anatoliaca*) and Caucasian (*A. m. caucasica*) honey bees. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 23(7), 107-114.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (2015). Türkiye Hayvan Genetik Kaynakları Ulusal Strateji ve Eylem Planı (2015-2020), Ankara.

Gül, A., & Nergiz, R. (2022). Kafkas Bal Arısı (*Apis mellifera caucasica*) gen merkezinin bozulmasına neden olan etmenler ve çözüm önerileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(Ek Sayı 2), 545-554.

Hendricks, B. L. (1995). International encyclopedia of horse breeds. University of Oklahoma Press, Norman, OK, USA.

İnal, Ş., Akmaz, A., & Garip, M. (2016). *Zootekni I*. Atlas Akademi. Konya.

Janashia, I., Westover, L., & Japoshvili, G. (2025). A review of *Apis mellifera caucasica* (Hym., Apidae): History, taxonomy and distribution. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 11(2), 455-468.

Kaftanoğlu, O. (2001). Bal arılarında ırk kavramı ve ırk seçimi. *Uludağ arıcılık dergisi* 1(3):11-20.

Kandemir, İ., Kence, M., & Kence, A. (2005). Morphometric and electrophoretic variation in different honeybee (*Apis mellifera* L.) populations. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 29(3), 885-890.

Kara, M., Sezgin, E., & Kara, A. (2012). Importance of Caucasian honeybee and its characteristics as a gene resource. *Journal of Agricultural Science and Technology*. A, 2(10A), 1197.

Karaçuhalılar, A., & Yüksel, S. (2023). Ex-situ Koşullarda Yetiştirilen Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) Irkı Buzağlarının Doğum Dönemine Ait Bazı Morfolojik Özelliklerin Belirlenmesi. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 208-218.

Karadağ, S. (2023). Egg Production and Characteristics and Hatching Characteristics of Gray Hungarian Geese and Mast Geese Crossbreeds in a Family Farm in Kars Province. Kafkas University, Institute of Health Sciences, Department of Zootechnics, PhD Thesis, Kars.

Karadağ, S. (2025a). Alternative species in poultry farming and their economic, social, and cultural importance. *Journal of Istanbul Veterinary Sciences*, 9(1), 30-37. <https://doi.org/10.30704/http-www-jivs-net.1620490>

Karadağ, S. (2025b). Common Errors In Breeding Management And Incubation Practices Of Geese Raised By Local Geese Farmers. *Current Veterinary Science* 2 (1): 19–21.

Karadağ, S., Kırmızıbayrak, T. (2024). At yetiştiriciliği, Kars'taki yeri ve Malakan Atı. M. B. Akkoyun, Ö. Gülaydın, H. T. Akkoyun ve A. Gülaydın (Ed.), Sağlık Bilimleri Alanında Uluslararası Akademik Çalışmalar ve Teorik Bilgiler - V (ss. 97–116). İksad Yayın Evi. <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12735248>

Kırmızıbayrak, T. (2001). Kars ilindeki kaz yetiştiriciliği ve ekonomik önemi. *Çiftlik Derg.* 206: 62-64.

Kırmızıbayrak T. (2002). Kars ilinde halk elinde yetiştirilen yerli ırk kazların kesim ve karkas özellikleri. *Türk J Vet Anim Sci*, 26, 667-670.

Kırmızıbayrak, T. (2004). Some morphological characteristics of Kars dogs. *Turkish J Vet Anim Sci*, 28(2): 351-353.

Kırmızıbayrak T. (2018). Türkiye’de kaz yetiştiriciliğinin ticari bir sektör olmasının önündeki engeller. Sayfa:53-68, Türkiye Kaz Yetiştiriciliği Çalıştayı Sonuç Raporu 22-23 Şubat, Yozgat.

Kırmızıbayrak T. (2020). Türkiye kazcılığı: Kars ve Ardahan illeri. 3. Türkiye Kaz Yetiştiriciliği Çalıştayı Ve Kaz Günü Etkinliği Sonuç Raporu, 17-18 Şubat, Kars.

Kırmızıbayrak, T, Aksoy A R, Tilki M, Saatçi M, (2004). Kars yöresi Türk yerli atlarının morfolojik özelliklerinin incelenmesi. *Kafkas Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi*. 17 (1): 69-72.

Kırmızıbayrak, T., Onk, K., & Yazıcı, K. (2011). Kars İlinde Serbest Çiftlik Koşullarında Yetiştirilmiş Yerli Irk Kazların Kesim ve Karkas Özellikleri Üzerine Yaş ve Cinsiyetin Etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(1).

Kırmızıbayrak, T, Boğa Kuru B, Yazıcı K. (2016). Kazlarda Yumurta Verimi ve Kalite Özellikleri ile Kuluçka Özellikleri. *Türkiye Klinikleri J Reprod Artif Insemin-Special Topics*, 2(1).

Kırmızıbayrak T, Karadağ S, Kuru Boğa B. (2024). Slaughter and carcass traits of Gray Hungarian and German Mast geese. *Van Veterinary Journal*, 35(1), 64-69. DOI: 10.36483/vanvetj.1386149.

Koyuncu, M. (2019). Koyun yetiştiriciliği (1. baskı, s. 41). Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Bursa.

Kuru, M., & Boğa Kuru, B. (2020). Kars ve Yöresinde Kaybolmaya Yüz Tutan Lokal Bir Irk: Gürcü Keçisi. In P. Ayvazoğlu Demir (Ed.), Tüm Yönleri ile Kuzey Doğu Anadolu Bölgesinde Hayvancılık. İKSAD Publishing House.

Leroy, G., Baumung, R., Notter, D., Verrier, E., Wurzinger, M., & Scherf, B. (2017). Stakeholder involvement and the management of animal genetic resources across the world. *Livestock Science*, 198, 120-128.

Mendelsohn, R. (2003). The challenge of conserving indigenous domesticated animals. *Ecological Economics*, 45(3), 501-510.

Novak, B. J. (2018). De-Extinction. *Genes*, 9(11), 548. <https://doi.org/10.3390/genes9110548>

Ovaska, U., & Soini, K. (2016). Native breeds as providers of ecosystem services: the stakeholders' perspective. *TRACE: Journal for Human-Animal Studies*, 2.

Ovaska, U., Bläuer, A., Kroløkke, C., Kjetså, M., Kantanen, J., & Honkatukia, M. (2021). The conservation of native domestic animal breeds in Nordic countries: From genetic resources to cultural heritage and good governance. *Animals*, 11(9), 2730.

Önk, K., & Kırmızıbayrak, T. (2019). Kars ili yetiştirici koşullarındaki kazların (Anser anser) yumurta verimi, kuluçka, büyüme, kesim ve karkas özellikleri (I. yumurta verimi ve kuluçka özellikleri). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(3), 543-549.

Özdemir, M., & Dogru, Ü. (2009). Determination of phylogenetic relationships of Turkish native cattle breeds with other cattle breeds using mitochondrial DNA D-loop sequence polymorphism. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(7), 955-961.

Özgül, M. (2020). Erzurum Kars Platosunda Yüksek Dağ ve Çayır Topraklarının Yaygın Özellikleri ve Arazi Kullanım Durumu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3), 309-320. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.710916>

Paksoy, Y., Ünal, N. (2010). The factors affecting horse racing performance (A review). *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 50 (2), 91-101.

Resmi Gazete (2025). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığında: 33067 sayılı, 4 Kasım 2025 tarihli “Hayvancılık Desteklemeleri Uygulama Tebliği (Tebliğ No: 2024/23)’nde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2025/30)”.

Sıralı, R., & Cınbirtoğlu, Ş. (2022). Türkiye’de Bal Arısı Irk ve Ekotiplerinin Sürdürülebilirliğinde Karşılaşılan Risk Faktörleri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 4(4), 106-114.

Soysal, M. İ., Ünal, E. Ö., & Gürcan, E. K. (2018). Evcil Hayvan Genetik Kaynaklarının Koruma Süreçlerinde Yok Olma Risk Derecesini Değerlendirme Metotları. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 1(1), 14-24.

Soysal, M. İ., Ünal, E. Ö., & Gürcan, E. K. (2020). Çiftlik hayvan genetik kaynaklarının koruma ve sürdürülebilir kullanımı. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 3(2), 210-227.

Şahinler, N., & Gül, A. (2003). Hatay ilinde arıcılığın yapısal analizi, sorunları ve çözüm önerileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1-2), 105-118.

Simm, G., Pollott, G., Mrode, R., Houston, R., & Marshall, K. (2022). Çiftlik Hayvanlarının Genetik Islahı (Soysal, M. İ. (Ed.); 1. Baskıdan çeviri). Nobel Akademik Yayıncılık. 59-96.

Taşkın, D., Koçak, S. (2010). Türk yerli atları. *Kocatepe Veterinary Journal*, 3 (2), 71-75.

Tilki, M, İnal Ş. (2004). Türkiye'de yetiştirilen değişik orijinli kazların verim özellikleri-I. Kuluçka özellikleri. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 28 (1): 149-155.

Tilki, M., Gül, B., Sarı, M., Önk, K., & Işık, S. (2011). Yetiştirici koşullarındaki yerli türk kazlarının büyüme, kesim ve karkas özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 6(3), 209-215.

Tilki, M, Saatçı M. (2013). Her Yönüyle Kaz Yetiştiriciliği. Salmat Basım Yayıncılık, s:20, Ankara, 2013.

Turner, S. D., Keyte, A., Pask, A., & Shapiro, B. (2025). De-extinction technology and its application to conservation. *Journal of Heredity*, 00, 1–16. <https://doi.org/10.1093/jhered/esaf06>

Türk Patent ve Marka Kurumu. (2025): <https://ci.turkpatent.gov.tr/>, Erişim tarihi: 24.11.2025.

Uzel, S. Ö., Argun Karsli, B., Bilginer, Ü., Demir, E., & Karsli, T. (2024). HSP90AB1 Variations in Four Cattle Breeds Raised in Türkiye. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 34(4), 649–655. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.1482723>

Yılmaz, O., Akin, O., Yener, S. M., Ertugrul, M., & Wilson, R. T. (2012). The domestic livestock resources of Turkey: cattle local breeds and types and their conservation status. *Animal Genetic Resources/Resources génétiques animales/Recursos genéticos animales*, 50, 65-73.

Yüksel, S. (2019). Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) Sığır Irkının Yöresel Durumu ve Yetiştirme Yöntemlerinin Bazı Irk Karakterlerine Etkisi Üzerine Bir Çalışma. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 59(2), 64-71.

Yüksel, S., & Karaçuhalılar, A. (2024). Defining of Some Morphological Characteristics in order to Determine the Infrastructure of Conservation Strategies of Indigenous Cattle for Designing Sustainable Methods and Conservation of Biodiversity: Eastern Anatolian Red Example Reared Under Ex-Situ Conditions in Türkiye. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 21(1), 233–245. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1277523>

VAGINAL PROLAPSE IN A GURCU GOAT DURING TWO SUBSEQUENT PREGNANCIES: A CASE REPORT

Asst. Prof., Murat Can DEMİR

Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Obstetrics and Gynaecology, Kars, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3803-069X>

ABSTRACT

The aim of this report was to present a case of vaginal prolapse that developed during the late stages of two consecutive pregnancies in a Georgian goat. The study material consisted of a 3.5-year-old Georgian goat raised at a university-owned farm. The animal was referred to the Kafkas University Faculty of Veterinary Medicine Animal Health Education, Research and Application Hospital with a history of a bright red, cylindrical mass protruding from the vulva during the last month of both pregnancies. The goat was presented approximately 30 days prepartum during the first pregnancy and 20 days prepartum during the second pregnancy. Based on clinical examination findings, a diagnosis of vaginal prolapse was established. No additional clinical abnormalities were detected apart from the vaginal prolapse. In both pregnancies, the prolapsed tissue appeared bright and edematous, with no evidence of mucosal damage or infection. For treatment, epidural anesthesia was first administered, followed by cleansing of the vagina with an antiseptic solution. Cold application was used to reduce edema of the prolapsed tissue, after which liquid paraffin was applied and the vaginal mass was gently repositioned manually into the pelvic cavity. To prevent recurrence, local anesthesia was infiltrated into the vulvar region, and the vulva was closed using simple interrupted sutures. To reduce straining, a spasmolytic and analgesic combination (butylscopolamine and metamizole) was administered intramuscularly for three days. During the postoperative follow-up, the general condition of the animal remained good, and no recurrence of clinical signs was observed. Parturition occurred uneventfully at the expected time. Due to the recurrence of vaginal prolapse in two consecutive pregnancies, it was recommended that the goat not be used for breeding purposes. In conclusion, a rare case of a Georgian goat experiencing vaginal prolapse in two consecutive pregnancies was successfully treated, and both parturitions occurred without complications. However, due to the recurrent nature of the genital tract disorder, culling from the breeding program was advised.

Keywords: Georgian, Goat, Prepartum, Prolapse, Vagina.

INTRODUCTION

Vaginal prolapse is defined as the partial or complete eversion of the vaginal wall resulting from weakening of the muscles and connective tissues of the pelvic floor, leading to the exposure of the vaginal mucosa between the vulvar lips (McLean, 1956). Vaginal prolapse is a reproductive disorder that typically occurs during the final month of gestation (Risken and Riese, 1982).

Vaginal prolapse is commonly observed in cattle, occurs sporadically in sheep, and is considered relatively rare in goats (Raja et al., 2020). Although vaginal prolapse most frequently develops during late gestation-primarily due to hormonal alterations such as decreased progesterone levels and increased estrogen concentrations-its etiology is multifactorial, and several contributing theories have been proposed. These include poor-quality feed, hypocalcemia, diets rich in estrogenic compounds, and overcrowded housing conditions. Individual animal-related risk factors include obesity, chronic coughing, and persistent straining associated with urination or defecation (Pugh et al., 2020).

Vaginal prolapse can be classified using a grading scale ranging from Grade I to Grade IV (Table 1). This classification system is based on the severity of the prolapse and the extent of tissue damage and is widely used to guide clinical decision-making and the selection of appropriate treatment strategies (Anderson, 2008).

Table 1: Clinical Grading Scale for Vaginal Prolapse (Hopper, 2021)

Grade	Description	Clinical Significance	Treatment
I	Most commonly observed when the animal is recumbent.	If left untreated, it is likely to progress to Grade II.	Temporary vulvar sutures
II	Continuous vaginal prolapse with or without retroversion of the urinary bladder.	Urination problems may occur if the urinary bladder is involved, or persistent straining may be present.	Temporary vulvar sutures
III	Vulva is everted; displacement of the urinary bladder is present, and the external portion of the cervix is visible.	May obstruct urine flow. Prompt treatment is required to prevent life-threatening injuries.	Temporary vulvar sutures, induction of parturition, or cesarean section
IV	In addition to Grade II or III findings, trauma, infection, and/or necrosis of the vaginal wall are present.	Requires wound management, elimination of infection, and repositioning of the vagina. In advanced chronic cases, vaginal resection may be necessary.	Temporary vulvar sutures, induction of parturition, or cesarean section

Following the occurrence of vaginal prolapse, the vaginal wall rapidly enlarges due to edema, which makes manual reduction increasingly difficult. Consequently, attempts to reposition the prolapsed mass without adequate caudal analgesia may result in vaginal rupture in some cases (Scott and Gessert, 1998). Vaginal rupture is a common complication of vaginal prolapse and typically involves tearing of the dorsal vaginal wall. As a result, herniation of the ileum, cecum, colon, and occasionally the uterus through the vaginal defect may occur (Hosie, 1989). Depending on the severity of vaginal prolapse, the prolapsed structures may include the dorsal vaginal wall, urinary bladder, uterus, or a combination of these organs.

Ultrasonography can be used as a valuable diagnostic tool to determine the involvement of the urinary bladder or uterus in cases of vaginal prolapse (Scott, 2012).

To minimize the risk of infection and necrosis of the prolapsed tissue, prompt reduction of the prolapsed mass is essential. Analgesics in combination with caudal epidural anesthesia should be administered to minimize pain, suppress abdominal straining, and prevent recurrence (Scott et al., 1995). Cleaning of the prolapsed tissue should be performed using non-irritating antiseptic solutions or sterile physiological saline. After successful reduction, surgical techniques such as the Bühner suture or simple vulvar suturing may be applied to prevent recurrence of the prolapse (Hosie, 1993). Sutures should be placed along the cranial margin of the vulva at an adequate depth to mimic the function of the vestibular sphincter muscle. Superficial placement of sutures may lead to insufficient support of the vaginal tissues, resulting in persistent or recurrent straining. Continuous straining may ultimately cause vulvar tearing (Anderson, 2008). Following suturing, spasmolytic and analgesic therapy in combination with broad-spectrum antibiotics is recommended. In cases where the goat exhibits significant discomfort, early induction of parturition using prostaglandins may be considered. Induction of parturition also allows for timely removal of the sutures. Animals with a history of vaginal prolapse should be selected for culling from the breeding herd after weaning of the current offspring (Matthews, 2016).

CASE HISTORY

A 3.5-year-old Gürcü goat raised at a university-owned farm was presented to the Kafkas University Faculty of Veterinary Medicine Animal Health Education, Research and Application Hospital with a history of a bright red, cylindrical mass protruding from the vulva approximately 30 days prepartum during its first pregnancy and 20 days prepartum during its second pregnancy. The goat was in normal body condition, and clinical examination revealed that body temperature, heart rate, and respiratory rate were within reference ranges. Additionally, no complications or adverse clinical findings were reported during either gestational period.

Following clinical examination, the prolapsed mass was identified as vaginal tissue (Figure 1). The prolapsed tissue appeared bright and edematous, with no evidence of mucosal damage or infection. Partial obstruction of the external urethral orifice by the prolapsed tissue resulted in stranguria. Intermittent episodes of severe straining were observed. Ultrasonographic examination revealed no involvement of the urinary bladder within the prolapsed tissue. Based on the clinical and ultrasonographic findings, a diagnosis of vaginal prolapse was established. No additional clinical abnormalities were detected apart from the vaginal prolapse.



Figure 1: Appearance of the prolapsed mass

Keçinin genel durumu değerlendirilerek, tedavi amacıyla öncelikle kaudal epidural anestezi uygulandı. Ardından vajina, antiseptik solüsyon ile yıkandı ve prolabe dokudaki ödemi azaltmak amacıyla soğuk uygulama gerçekleştirildi. Takiben, prolabe kitleye sıvı parafin uygulanarak manuel olarak nazıkçe reddi sağlandı ve vajinal doku pelvik kavite içerisine yeniden yerleştirildi. Nüksü önlemek amacıyla, vulva bölgesine lokal anestezi infiltrasyonu yapıldıktan sonra basit ayrı dikiş tekniği kullanılarak vulva dudakları dikildi (Resim 2). İkinmeyi önlemek ve abdominal kontraksiyonları azaltmak amacıyla üç gün süreyle spazmolitik ve analjezik kombinasyonu (Buscopan Compositum®, 25 mg/kg, İM) intramüsküler yolla uygulandı. Operasyon sonrası profilaktik amaçla sefazolin (İespor®, 2 mg/kg, İM) beş gün süreyle uygulandı. Postoperatif takip sürecinde hastanın genel durumunun iyi olduğu ve klinik bulguların tekrarlanmadığı gözlemlendi. Beklenen doğum tarihinden beş gün önce vulvadaki dikişler alındı ve doğum herhangi bir komplikasyon gelişmeden gerçekleşti.

Considering the general condition of the goat, caudal epidural anesthesia was initially administered for therapeutic purposes. The vagina was then cleansed with an antiseptic solution, and cold application was performed to reduce edema of the prolapsed tissue. Subsequently, liquid paraffin was applied, and the prolapsed mass was gently reduced manually and repositioned into the pelvic cavity. To prevent recurrence, local anesthetic infiltration was administered to the vulvar region, followed by closure of the vulva using a simple interrupted suture technique (Figure 2).

To prevent straining and reduce abdominal contractions, a spasmolytic and analgesic combination (Buscopan Compositum®, 25 mg/kg, IM) was administered intramuscularly for three days. Postoperatively, cefazolin (İespor®, 2 mg/kg, IM) was administered for five days as prophylactic antibiotic therapy. During the postoperative follow-up period, the general condition of the animal remained good, and no recurrence of clinical signs was observed. The vulvar sutures were removed five days prior to the expected parturition date, and delivery occurred uneventfully.



Figure 2: Appearance following simple interrupted vulvar suturing.

DISCUSSION AND CONCLUSION

This case report describes a rare occurrence of vaginal prolapse during the prepartum period in a Georgian goat. Vaginal prolapse is defined as the partial or complete protrusion of the vaginal wall through the vulva, with or without involvement of the cervix (Youngquist, 2007). While vaginal prolapse is a common reproductive disorder in cattle and sheep during the last trimester of pregnancy, it is relatively rare in goats (Kahn, 2005). Although vaginal prolapse primarily occurs in pregnant animals, cases have also been reported in non-pregnant ewes and heifers. Additionally, postpartum vaginal and uterine prolapse cases have been documented in the literature (Couri et al., 2012).

The etiology of vaginal prolapse is multifactorial and may result from abnormal connective tissue structure, hereditary predisposition, nutritional factors, hormonal imbalances, and various environmental risk factors acting in combination (Kahn, 2005). Conditions associated with severe straining include tenesmus related to gastrointestinal disorders such as coccidiosis, proctitis, and colitis; dysuria caused by urethral obstruction, cystitis, urolithiasis, or dystocia; neuropathy, chronic coughing, genetic factors, and increased intra-abdominal pressure (Sastri, 2001). In advanced pregnancy, the development of vaginal prolapse may also be associated with hypocalcemia (Radostits, 2009). Furthermore, functional insufficiency of the pelvic supporting tissues, constipation, elevated estrogen levels during late gestation, exposure to estrogenic feeds used as growth promoters, or ingestion of estrogenic mycotoxins may play a significant role in predisposing animals to vaginal and rectal prolapse (Chakrabarti, 2004). The physiological consequences of hypocalcemia include secondary bloat, ruminal stasis, constipation, anal relaxation, atony of skeletal and smooth muscles, and loss of the anal reflex. When prolapse occurs during mid or late gestation, pregnancy should be maintained using simple vulvar sutures, Böhner retention sutures, or prolapse retention devices. In goats, rectal prolapse during advanced pregnancy is often associated with multiple

fetuses and concurrent hypocalcemia and may be managed through appropriate induction of parturition (Roberts, 1971).

During pregnancy, several anatomical and physiological changes occur to facilitate parturition, including an increase in pelvic outlet dimensions and vaginal lumen volume (McLean and Claxton, 1958). These changes are thought to predispose animals to vaginal prolapse under conditions of increased intra-abdominal pressure (Jackson et al., 2014). Therefore, it is reasonable to assume that ongoing body growth, particularly in young animals, plays an additional contributory role in increasing susceptibility to vaginal prolapse.

In conclusion, a rare case of a Georgian goat experiencing vaginal prolapse during two consecutive pregnancies was successfully treated, and both parturitions occurred without complications. However, due to the recurrent nature of the genital tract disorder, the animal was recommended to be excluded from the breeding program.

REFERENCES

- Anderson, D.E. (2008). *Vaginal and Uterine Prolapse. Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice*, 382.
- Chakrabarti, A. (2004). *Text Book of Clinical Veterinary Medicine*. Kalyani Publishers, New Delhi, 233.
- Couri, B.M., Lenis, A.T., Borazjani, A., Paraiso, M.F.R. and Damaser, M.S. (2012). Animal models of female pelvic organ prolapse: lessons learned. *Expert Review of Obstetrics and Gynecology*, 7 (3), 249-260. doi:10.1586/eog.12.24.
- Hopper, R. M. (Ed.). (2021). *Bovine reproduction*. John Wiley & Sons.
- Hosie, B. (1989). *Vaginal prolapse and rupture in sheep*. In Pract. 11(5), 215-218.
- Hosie, B., (1993). *Treatment of vaginal prolapse in ewes*. In Pract. 15(1), 10-11.
- Jackson, R., Hilson, R.P.N., Roe, A.R., Perkins, N., Heuer, C., West, D.M. (2014). Epidemiology of vaginal prolapse in mixed-age ewes in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*, 62, 328–37.
- Kahn, C. (2005). *Merck veterinary manual*. (9 th Ed.) Rahway, NJ: Merck.
- Matthews, J.G. (2016). *Diseases of the Goat*. John Wiley & Sons.
- McLean, J.W., Claxton, J.H. (1958). Vaginal prolapse in sheep. Part IV: Cyclic changes in the vulva, vestibule, and vagina during the year. *New Zealand Veterinary Journal*, 6, 133–7.
- McLean, J.W. (1956). Vaginal prolapse in sheep. *New Zealand Vet. J.* 4(2), 38-55.
- Pugh, D.G., Baird, A.N.N., Edmondson, M.A., Passler, T. (2020). *Sheep, goat, and cervid medicine-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Radostits, O.M., Gay, C.C., Hinchcliff, K.W., Constable, P.D. (2009). *Veterinary Medicine A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. (10th Ed). W.B. Saunders Company, 279.
- Raja, S., Jayaganthan, P., Prabakaran, V., & Satheshkumar, S. (2020). Concurrent occurrence of vagino-cervical and rectal prolapse in a doe and its successful management. *Journal of Food and Animal Sciences*, 1(2), 136-139.
- Rischen, C.G., Riese, R.L. (1982). Reproductive management of the dairy goat doe. *Iowa State University Veterinarian*. 44(2), 82-89.
- Roberts, S.J. (1971). *Veterinary Obstetrics and Genital Diseases*, (2nd Ed). CBS Publisher & Distributors Pvt Ltd, New Delhi, 307.
- Sastri, G.A. and Rama Rao, P. (2001). *Veterinary Pathology*. CBS Publisher & Distributors Pvt Ltd, New Delhi, 352.
- Scott, P.R. (2012). Applications of diagnostic ultrasonography in small ruminant reproductive management. *Animal reproduction sci.* 130(3-4), 184-186.
- Scott, P.R., Gessert, M.E. (1998). Ultrasonographic examination of 12 ovine vaginal prolapses. *Veterinary journal*. 155(3), 323-324.
- Scott, P.R., Sargison, N.D., Penny, C.D., Strachan, W.D. (1995). The use of combined xylazine and lignocaine epidural injection in ewes with vaginal or uterine prolapses. *Theriogenology*. 43(7), 1175-1178.
- Youngquist, R.S and Threlfall, W.R. (2007). *Current Therapy in Theriogenology*. (IInd Ed). Saunders and Co., Philadelphia, U.S.A. 914.

ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜLLERİNİN ATLARDA KULLANIMI

Assist. Prof. Dr. Alper Serhat KUMRU

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Farmakoloji ve Toksikolojisi
Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8462-4264>

Prof. Dr. Haki KARA

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Farmakoloji ve Toksikolojisi
Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0295-0582>

ÖZET

Nanoteknoloji, nanometre ölçeğinde malzemelerin, maddelerin veya elementlerin yapısının manipüle edilmesini ve 1,0 nm ile 100 nm arasında yapılar üretilmesini ifade etmektedir. Nanoteknolojinin temelini oluşturan nanopartiküller ise küçük boyut, yüksek yüzey alanı, yüzey yükü, yüksek katalitik verimlilik, daha güçlü adsorpsiyon yeteneği gibi benzersiz özelliklere sahiptir. Altın, gümüş, bakır, çinko oksit gibi birçok metal ve metal oksit nanopartiküller mevcuttur. Nanopartiküller başta veteriner hekimlik, tıp, gıda teknolojisi, kimya, malzeme, elektronik olmak üzere birçok alanda kullanım alanı bulan kapsamlı bir materyal olarak karşımıza çıkmaktadır. Veteriner sahada başta hayvan yetiştiriciliği ile hastalıkların teşhisi ve tedavisi amacıyla kullanım alanı bulmaktadır. Bunların yanı sıra hayvanlarda üreme veriminin artırılması amacıyla da kullanılmaktadır. Nanopartiküller bağırsaktaki emilimi artırmaları, dağılım üzerinde etkiler göstermeleri, biyoyararlanım ve gelişmiş antimikrobiyal etki gibi çeşitli özelliklere de sahiptir. Çinko oksit nanopartiküller (ZnO-NP) uzun süredir veteriner sahada at yetiştiriciliğinde kullanım alanı bulan metal oksit nanopartiküllerdir. At yetiştiriciliğinde, antibiyotik direncini önlemek, sindirim bozukluklarını engellemek, yemlerin toksik kirleticileri olarak bulunan fungal metabolitlerin (mikotoksinler) oluşumunu engellemek, bağırsak sağlığı yönetimi ve yem verimliliğinin artırılması amaçlarıyla kullanılmaktadır. Atlarda ZnO-NP'lerin (30 ppm) yem sindirilebilirliğini, gaz üretimini, uçucu yağ asitlerinin (UYA) salınımını iyileştirdiği ve periodontal hastalıkları önlediği (40 ppm), dışkıda mineral salınımını azalttığı ve at türlerinde bağırsak sağlığını iyileştirdiği (1200 mg/kg diyet) ortaya konmuştur. Ayrıca, 30 ve 60 mg/kg diyetdeki ZnO-NP'ler antioksidan ve antiinflamatuvar etkiler gösterdiği ve yara iyileşmesini hızlandırıcı etki meydana getirdiği belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çinko oksit nanopartikülleri; At; Tedavi

USE OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES IN HORSES

ABSTRACT

Nanotechnology refers to the manipulation of the structure of materials, substances, or elements at the nanometer scale and the production of structures ranging between 1.0 nm and 100 nm. Nanoparticles, which constitute the foundation of nanotechnology, possess unique properties such as small size, high surface area, surface charge, high catalytic efficiency, and enhanced adsorption capacity. A wide variety of metal and metal oxide nanoparticles, including gold, silver, copper, and zinc oxide, are currently available. Nanoparticles represent a versatile class of materials with applications across numerous fields, particularly veterinary medicine, human medicine, food technology, chemistry, materials science, and electronics. In veterinary practice, nanoparticles are primarily utilized in animal husbandry, as well as in the diagnosis and treatment of diseases. In addition, they are employed to improve reproductive efficiency in animals. Nanoparticles exhibit several advantageous properties, including enhanced intestinal absorption, effects on distribution, increased bioavailability, and improved antimicrobial activity. Zinc oxide nanoparticles (ZnO-NPs) are metal oxide nanoparticles that have long been used in the field of veterinary science, particularly in equine husbandry. In horse breeding, ZnO-NPs are applied to prevent antibiotic resistance, reduce digestive disorders, inhibit the formation of fungal metabolites (mycotoxins) that act as toxic contaminants in feed, support intestinal health management, and improve feed efficiency. Studies have demonstrated that ZnO-NPs administered at 30 ppm improve feed digestibility, gas production, and the release of volatile fatty acids (VFAs), while supplementation at 40 ppm has been shown to prevent periodontal diseases. Furthermore, dietary inclusion of ZnO-NPs at 1200 mg/kg has been reported to reduce mineral excretion in feces and enhance intestinal health in equine species. Additionally, ZnO-NPs administered at 30 and 60 mg/kg in the diet have been shown to exert antioxidant and anti-inflammatory effects and to accelerate wound healing.

Key Words: Zinc oxide nanoparticles; Equine; Treatment;

GİRİŞ

Tarih boyunca insan faaliyetleri ve gelişim süreçleri sürekli olarak değişim ve dönüşüm geçirmiştir. Gelişim sürecinde ortaya çıkan yeni tekniklerden biri de nanoteknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (Adegbeye et al., 2019). Nanoteknoloji, malzemelerin, maddelerin veya elementlerin yapılarının nanometre ölçeğinde manipüle edilmesini ifade etmektedir ve bu sayede 1,0 nm ile 100 nm arasında boyutlara sahip yapıların üretilmesi mümkün olmaktadır. Nanoteknoloji kavramı ilk kez 1959 yılında Richard Feynman tarafından Nobel Ödülü konuşması kapsamında yaptığı “Plenty of Room at the Bottom” başlıklı sunumda dile getirilmiş; bu konuşmada, bir malzemenin atom atom bir araya getirilmesinin asla mümkün olmayacağı öne sürülmüştür. Fullerenlerin keşfi ve karbon nanotüplerin sentezlenmesiyle daha önce birer kurgu olarak değerlendirilen nanobilim ve nanoteknoloji, uygulanabilir bir teknoloji olarak kabul edilmeye başlanmıştır (Iijima, 1991; Kroto et al., 1985). 1991 yılında, atomların moleküler düzeyde manipülasyonunu içeren bir işleme yöntemi önerilmiştir. Daha sonraki süreçte, nanoteknolojinin gelişimine farklı faaliyet alanları katkıda bulunmuştur (Ferreira & Rangel, 2009). Bu alanlar arasında başta kimya, biyoloji, moleküler fizik, malzeme bilimi, bilgisayar bilimleri ile elektrik ve makine mühendisliği yer almaktadır. Nanoteknolojinin tıp alanındaki uygulamalarına yönelik artan ilgi, nanotıp (nanomedicine) olarak adlandırılan yeni bir disiplinin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Nanoteknolojinin

temelini oluşturan nanopartiküller üzerine yürütülen araştırmalar, hastalıkların tanı, kontrol ve tedavi süreçlerinde umut vadeden sonuçlar ortaya koymaktadır (Ianiski et al., 2021).

İnsanlar, uygulanabilir teknoloji ve teknikleri çoğunlukla diğer alanlardan hayvansal üretime uyarlamaktadır. Bu bağlamda veteriner hekimlikte yem katkı maddesi, yaraların daha hızlı iyileştirilmesi ve antimikrobiyal ajan olarak nanopartiküllerin kullanımına yönelik uygulamalar giderek artmaktadır (Adegbe et al., 2019). Bununla birlikte nanoyapıların farmakolojik ve immünolojik alanlarda kullanımı prognozu olumsuz olan hastalıklar için farklı tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesine katkıda bulunmuştur (Ianiski et al., 2021). Özellikle metal ve metal oksit nanopartiküller, antimikrobiyal ve biyolojik etkileri nedeniyle veteriner biyomedikal araştırmalarda giderek artan bir ilgi odağı hâline gelmiştir (Metwally et al., 2020).

Çinko oksit (ZnO), düşük maliyeti, yüksek biyoyumluluğu ve uzun süreli etkinliği sayesinde biyomedikal uygulamalarda potansiyel bir antibakteriyel metal oksit nanopartikül olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, farklı sentez yöntemleri, öncül maddeler veya kullanılan materyaller aracılığıyla ZnO nanopartiküllerinin (ZnO-NP) morfolojisinin değiştirilebilmesi, bu materyalin uygulama alanlarını daha da genişletmektedir (Pangprasit et al., 2025). Yapılan çalışmalarda ZnO-NP'lerin Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı etkili olduğu, aynı zamanda antioksidan ve yara iyileştirici özellikler sergilediği bildirilmiştir. Bu özellikler, ZnO-NP'leri özellikle spor, performans ve çalışma hayvanları arasında önemli bir yere sahip olan atlarda potansiyel bir terapötik ajan hâline getirmektedir (Rahman et al., 2022). Atlarda ZnO-NP kullanımına ilişkin çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, mevcut araştırmalar özellikle topikal yara tedavileri ve beslenme destek uygulamaları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Klinik çalışmalarda, yeşil ve kimyasal yöntemlerle sentezlenen ZnO-NP jellerin at ve eşeklerde travmatik yaralarda iyileşme sürecini hızlandırdığı, enfeksiyon kontrolünü desteklediği ve doku rejenerasyonunu teşvik ettiği bildirilmiştir (Metwally et al., 2020). Ayrıca, nanoteknolojik yem katkı maddeleri bağlamında ZnO-NP'lerin sindirim verimliliğini artırma, mikrobiyal dengeyi düzenleme ve bağışıklık yanıtını destekleme potansiyeli olduğu ifade edilmektedir (Adegbe et al., 2019). Yapılan araştırmalarda, ZnO-NP'lerin (30 ppm) atlarda yem sindirilebilirliğini, gaz üretimini, uçucu yağ asitlerinin salınımını düzenlediği, periodontal hastalığı önlediği (40 ppm), dışkıda mineral atılımını azalttığı ve bağırsak sağlığını iyileştirdiği (1200 mg/kg diyet) ortaya konmuştur. Ayrıca, 30 ve 60 mg/kg diyet dozlarında ZnO-NP'lerin antioksidan ve antiinflamatuvar aktivite gösterdiği ve yara iyileşmesini hızlandırdığı tespit edilmiştir (Rahman et al., 2022). Ancak bu uygulamaların klinik rutine girebilmesi için atlara özgü dozaj, güvenlik ve uzun dönem etkilerin netleştirilmesi gerekmektedir (Adegbe et al., 2019).

SONUÇ

Mevcut yapılan çalışmalar incelendiğinde, çinko oksit nanopartiküllerinin atlarda özellikle yara iyileştirme, antibakteriyel ve beslenme destek uygulamaları açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Topikal olarak uygulanan ZnO-NP'lerin, antibakteriyel etkinlikleri sayesinde yaralarda enfeksiyon riskini azalttığı ve doku onarımını hızlandırdığı; yem katkı maddesi olarak kullanımlarının ise sindirim sistemi fonksiyonlarını düzenlediği ve genel hayvan sağlığını olumlu yönde etkileyebileceği ifade edilmiştir (Evcı, 2024; Metwally et al., 2020). Bununla birlikte, ZnO-NP'lerin biyolojik sistemler üzerindeki etkileri doz, uygulama süresi ve partikül özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle, atlarda ZnO-NP kullanımının yaygınlaştırılabilmesi için toksikolojik değerlendirmelerin, uzun süreli in vivo çalışmaların ve standart uygulama protokollerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (Rahman et al., 2022).

Sonuç olarak, çinko oksit nanopartikülleri, uygun güvenlik ve etkinlik kriterleri sağlandığı takdirde, gelecekte at sağlığı ve üretimi alanında yenilikçi ve tamamlayıcı bir araç olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- Adegbe, M. J., Elghandour, M., Barbabosa-Pliego, A., Monroy, J. C., Mellado, M., Ravi Kanth Reddy, P., & Salem, A. Z. M. (2019). Nanoparticles in Equine Nutrition: Mechanism of Action and Application as Feed Additives. *J Equine Vet Sci*, 78, 29-37.
- Evcı, Ş. (2024). A new approach to the horse nutrition: Nanoparticles. *TURJFAS*, 6(1), 1-10.
- Ferreira, H. S., & Rangel, M. D. C. (2009). Nanotechnology: general aspects and potential applications in catalysis. *Química Nova*, 32, 1860-1870.
- Ianiski, L. B., et al. (2021). Nanotechnology in veterinary medicine: a review. *Ciência Rural*, 52, e20210195.
- Iijima, S. J. n. (1991). Helical microtubules of graphitic carbon. *354*(6348), 56-58.
- Kroto, H. W., Heath, J. R., O'Brien, S. C., Curl, R. F., & Smalley, R. E. (1985). C60: Buckminsterfullerene. *nature*, 318(6042), 162-163.
- Metwally, A., Abdel-Hady, A. N. A., Ebnalwaled, K., Morad, S. A., & Soliman, A. A. (2020). Wound-healing activity of green and chemical zinc oxide nanoparticles (ZnO-NPs) gels in equine wounds: a clinical study. *SVU-International Journal of Veterinary Sciences*, 3(1), 66-79.
- Pangprasit, N., Kongkaew, A., Saipinta, D., Pikulkaew, S., Intanon, M., Suriyasathaporn, W., & Chaisri, W. (2025). Evaluation of Antibacterial Properties of Zinc Oxide Nanoparticles Against Bacteria Isolated from Animal Wounds. *Pharmaceutics*, 17(2).
- Rahman, H. S., Othman, H. H., Abdullah, R., Edin, H., & Al-Haj, N. A. (2022). Beneficial and toxicological aspects of zinc oxide nanoparticles in animals. *Vet Med Sci*, 8(4), 1769-1779. <https://doi.org/10.1002/vms3.814>

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ADVANCING FOOD QUALITY CONTROL AND SAFETY: A BIBLIOMETRIC APPROACH

Prof. Dr. Ali KILIÇ

Konya Food and Agriculture University, Faculty of Engineering and Architecture,
Department of Industrial Engineering, Konya, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2777-0876>

Assoc. Prof. Dr. Müge HENDEK

Kastamonu University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Food
Engineering, Kastamonu, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4300-7790>

Damla USLU

Konya Food and Agriculture University, Faculty of Engineering and Architecture,
Department of Industrial Engineering, Konya, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-6146-6896>

ABSTRACT

Food safety is a crucial public health issue worldwide, directly related to human health, social, and economic development. It has affected all stages of the industrial food chain, such as the consuming or repurposing of spoiled foods and raw materials, the excessive use of preservatives and processing of foods, the fraudulent use of additives, toxic packaging materials. It was thought that Artificial Intelligence (AI) demonstrates outstanding potential and can be used to build a full-chain intelligent management and control system covering the entire process from farm to fork, including food source quality control, process safety management, regional traceability, and personalization.

This study aimed to identify and analyze the current state of artificial intelligence techniques applied in food quality control and safety systems. A primary research question that guided our exploration was: How has AI been employed to impact and enhance our understanding, monitoring, and optimization of quality control or food safety system outcomes? By searching electronic databases that provide articles on AI, food quality control, and safety, the authors utilized the Web of Science, as it contains the most suitable scientific publications within their scope of study. No limitation was determined for the timeframe, publication language, or document type for the publications. "Food *" AND "Safety" AND "Quality Control" AND "Artificial Intelligence" meta-search query formulation was used to obtain the results.

The results examines into two section as the "Descriptive Findings" and as "Content Analysis" obtained from the selected studies. For Descriptive Findings, the WOS results were analyzed using Bibliometrix software. The publication years spanned from 2008 to 2025, and most of the studies were conducted in 2025. Within this area, 65 studies were categorized as relatively suitable for this study. The most important keywords were “Artificial Intelligence”, “Food safety”, “Machine Learning”, “Quality”, “Quality Control”, “Computer Vision”. The following thematic issues were identified through content analysis: food analysis, food supply chain, food traceability, food quality monitoring and management, and food fraud prevention.

Key Words: Food Safety; Food Quality; Quality Analysis; Artificial Intelligence; Bibliometric Analysis

SPATIOTEMPORAL CHANGES IN BECLIN-1 EXPRESSION IN THE MOUSE UTERUS DURING EARLY PREGNANCY

Asst. Prof. Dr., Seda YAKUT

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology, Burdur, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1673-5661>

Assoc. Prof. Dr. Duygu MUTLUAY

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology, Burdur, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-3286-130X

ABSTRACT

Autophagy plays a crucial role in cellular remodeling and survival during the early stages of pregnancy. Beclin-1, a key autophagy-related protein, is known to regulate vesicular trafficking and apoptotic balance in reproductive tissues; however, its uterine distribution during the pre-implantation period remains incompletely defined. This study aimed to investigate the temporal and spatial expression pattern of Beclin-1 in the mouse uterus during early pregnancy.

Adult female (n = 9 per group) mice were mated overnight after determination of estrus, and the presence of a vaginal plug the next morning was designated as day 1 (D1) of pregnancy. Uterine tissues were collected on days 1, 4, and 5 of gestation and processed for immunohistochemistry. Paraffin-embedded sections (5 µm) were subjected to a modified streptavidin–biotin complex (SABC) method using a primary antibody against Beclin-1. Immunoreactivity was visualized with a chromogenic substrate and counterstained with Mayer's hematoxylin. Semi-quantitative evaluation was performed using the H-score method, calculated as the product of the percentage of positive cells and staining intensity.

Beclin-1 immunoreactivity was detected in the luminal and glandular epithelia as well as in the stromal compartment from day 1 of pregnancy. Staining intensity appeared stronger on days 4 and 5, particularly in the luminal epithelium, glandular epithelium, and peri-implantation stromal regions. These results suggest that Beclin-1 expression in the mouse uterus is dynamically regulated during early pregnancy, potentially contributing to cellular remodeling and tissue differentiation processes associated with implantation.

Keywords: Beclin-1, uterus, mouse, implantation, early pregnancy, autophagy

SIÇANLARDA İZOPROTERENOL İLE OLUŞTURULAN TESTİS HASARINA KARŞI KARVAKROL'UN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Assoc. Prof. Dr. Sefa KÜÇÜKLER

Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary Medicine, Atatürk University, Erzurum,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8222-5515>

Assist. Prof. Dr. Serpil AYGÖRMEZ

Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, Kars,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5675-5096>

ÖZET

Bu çalışmada, bitkisel kaynaklı Karvakrol'un, erkek *Sprague-Dawley* sıçanlarda İzoproterenol tarafından oluşturulan testis hasarını azaltma potansiyeli araştırılmıştır. Bu amaçla, sıçanlar beş gruba ayrıldı: Kontrol, Karvakrol, İzoproterenol, İzoproterenol+Karvakrol25 ve İzoproterenol+Karvakrol50. Sıçanlara İzoproterenol ve Karvakrol uygulandıktan sonra testis dokusunda oksidatif stres belirteçleri biyokimyasal olarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, testis dokusunda lipid peroksidasyonunun son ürünü olan malondialdehit düzeyinin İzoproterenol uygulanan sıçanların testis dokusunda arttığı ($p<0,05$) bulundu. İzoproterenol+Karvakrol25 ve İzoproterenol+Karvakrol50 tedavilerinin doza bağlı olarak bu artışı azalttığı tespit edildi. Enzimatik olmayan bir antioksidan olan glutatyon düzeyinin İzoproterenol uygulanan grupta azaldığı ($p<0,05$) bulundu. Karvakrol25 ile Karvakrol50 uygulamasının ise bu azalmayı arttırdığı tespit edildi. Testis dokusunda İzoproterenol uygulamasının süperoksit dismutaz içeren antioksidan enzimin aktivitesini, tedavi edilmeyen gruba kıyasla önemli ölçüde azalttığı tespit edildi ($p<0,05$). İzoproterenol ile birlikte kullanılan Karvakrol (25 ve 50 mg/kg) dozlarının süperoksit dismutaz antioksidan enzim aktivitesini artırdığını göstermektedir. Sonuç olarak çalışmada İzoproterenol'un testis dokusunda oksidatif strese neden olduğu, Karvakrol'un ise İzoproterenol kaynaklı bu oksidatif streste koruyucu özellik gösterebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İzoproterenol, Karvakrol, Malondialdehit, Glutatyon, Süperoksit Dismutaz

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CARVACROL AGAINST ISOPROTERENOL-INDUCED TESTICULAR DAMAGE IN RATS

ABSTRACT

In this study, the potential of plant-derived Carvacrol to reduce testicular damage induced by Isoproterenol in male *Sprague-Dawley* rats was investigated. For this purpose, rats were divided into five groups: Control, Carvacrol, Isoproterenol, Isoproterenol+Carvacrol25 and Isoproterenol+Carvacrol50. After Isoproterenol and Carvacrol were administered to rats, oxidative stress markers in testicular tissue were analyzed biochemically. The data obtained showed that the level of malondialdehyde, the end product of lipid peroxidation in testicular tissue, increased in the testicular tissue of rats administered Isoproterenol ($p<0.05$). It was determined that Isoproterenol+Carvacrol25 and Isoproterenol+Carvacrol50 treatments reduced this increase in a dose-dependent manner. The level of glutathione, a non-enzymatic antioxidant, was found to decrease in the Isoproterenol-treated group ($p<0.05$). It was determined that the application of Carvacrol25 and Carvacrol50 increased this reduction. It was found that Isoproterenol administration in testicular tissue significantly reduced the activity of antioxidant enzyme including superoxide dismutase compared to the untreated group ($p<0.05$). It has been shown that Carvacrol (25 and 50 mg/kg) doses used together with isoproterenol increase the activity of superoxide dismutase antioxidant enzyme. As a result, it was observed in the study that Isoproterenol caused oxidative stress in testicular tissue, and Carvacrol may have protective properties in this Isoproterenol-induced oxidative stress.

Key words: Isoproterenol; Carvacrol; Malondialdehyde; Glutathione; Superoxide Dismutase

INTRODUCTION

Isoproterenol is a β -adrenergic and catecholamine agonist (Pullaiah et al., 2021). It is used to stimulate the peroxidation of membrane phospholipids (Ahsan et al., 2022). It has been reported that it causes stress by producing free radicals and causes damage by stimulating lipid peroxidation in stress (Pullaiah et al., 2021). However, it has been stated that it is not yet clear whether isoproterenol will damage the organs and whether the damage will be reversible (Zhang et al., 2024). Reactive oxygen species, which are highly reactive molecules due to their ability to accept electrons, cause degenerative diseases at high levels. Isoproterenol, which produces highly cytotoxic reactive oxygen species, causes oxidative stress (Bekheit et al., 2025). Additionally, isoproterenol administration causes biochemical and pathophysiological changes such as inflammation, lipid peroxidation and necrosis (Asaikumar et al., 2019). Oxidative stress occurs due to the imbalance between the cellular antioxidant defense system and the production of reactive oxygen species (Hassan et al., 2017). Suppression of oxidative stress caused by the increase in reactive oxygen species occurs by strengthening antioxidant enzymes (Jain et al. 2018). Nutritional supplements or herbal medicines are used in traditional medicine around the world to reduce the side effects of drugs and increase their benefits (Saifullah et al., 2025). Natural products are in great demand in terms of efficacy and safety in various diseases (Pullaiah et al., 2021).

Carvacrol, produced from *Thymus* and *Origanum* aromatic plants, which are members of the mint family (*Lamiaceae*) and a phenolic monoterpene, is the main component of essential oils and is naturally found in plant and spice oils (Khalaf et al., 2021; Ghahreman et al., 2025). It is generally used in the fragrance, pharmaceutical and cosmetic industries as a flavoring and food additive because it can be added directly to human food (Abbasloo et al., 2023; Ghahreman et al., 2025). Carvacrol exhibits pharmacological effects such as antidiabetic, anti-inflammatory, hypotensive, antinociceptive, antioxidant, antidepressant, antitumor, antiapoptotic and anxiolytic (Samarghandian et al., 2016; Khalaf et al., 2021; Eleyan et al., 2025). In terms of the richness of essential oils, the antioxidant effect of Carvacrol is equivalent to the effects of vitamin E, butylhydroxytoluene and vitamin C (Khalaf et al., 2021; Eleyan et al., 2025). Its antioxidant properties are related to the presence of the

hydroxyl group covalently bonded to the aromatic ring (Kandemir et al., 2021). Carvacrol, which has a strong antioxidant effect, increases the level of glutathione and has a radical scavenging effect by removing reactive oxygen species (Samarghandian et al., 2016; Ibrahim et al., 2023). It prevents oxidative stress due to its protective effect against free radicals (Samarghandian et al., 2016; Abbasloo et al., 2023). It is metabolized and absorbed within twenty-four hours after application, and therefore the risk of accumulation in the organism to harmful levels is very low (Eleyan et al., 2025).

The aim of the presented study was to investigate the effects of Carvacrol on testicular damage caused by Isoproterenol.

MATERIALS AND METHODS

Chemicals

Isoproterenol was purchased from Thermo Scientific (Cat. No: 437210050, purity: 98%, Waltham, MA, United States). Carvacrol was obtained from Sigma-Aldrich (Cat. No: W224502, purity $\geq$ 98%, St. Louis, MO, United States).

Ethical Approval

Ethical approval was obtained from Atatürk University Animal Experiments Local Ethics Committee (Approval No: 2025/12/290).

Groups

In our study, thirty-five male *Sprague Dawley* rats were divided into five groups of seven animals each. The rats were housed in cages at 24-25°C with a 12-hour light-dark cycle.

Group I-Control: Distilled water was given orally for fourteen days.

Group II-Carcacrol: Rats were given 50 mg/kg carvacrol orally for fourteen days (Kandemir et al., 2021).

Group III-Isoproterenol: Rats were given 100 mg/kg Isoproterenol dissolved in saline subcutaneously on the thirteenth and fourteenth days (Küçükler et al., 2025).

Group IV-Isoproterenol+Carvacrol25: Rats were given 25 mg/kg carvacrol orally for fourteen days. On the thirteenth and fourteenth days, 100 mg/kg isoproterenol dissolved in saline was administered subcutaneously.

Group V-Isoproterenol+Carvacrol50: Rats were given 50 mg/kg carvacrol orally for fourteen days. On the thirteenth and fourteenth days, 100 mg/kg isoproterenol dissolved in saline was administered subcutaneously.

Twenty-four hours after the last drug administration (day 15), the rats were decapitated under light sevoflurane (Sevorane®; Queenborough, England) anesthesia, and testicular tissue was collected. The testicular tissue was stored at -80°C for biochemical analyses.

Analyses of Malondialdehyde and Glutathione Levels and Superoxide Dismutase Activity

Testicular tissue was homogenized with 1.15% potassium chloride to determine glutathione and malondialdehyde levels and superoxide dismutase activity, and supernatant was obtained by centrifugation. Superoxide dismutase activity in testicular tissue was analyzed using the method of Sun et al., (1988), and glutathione levels were analyzed using the method of Sedlak & Lindsay, (1968). The absorbance of the color formed by the thiobarbituric acid reaction at 532 nm was measured to determine the level of lipid peroxidation (Placer et al., 1966). Total protein content of testicular tissue was determined using the method of Lowry et al., (1951).

Statistical Analysis

The data obtained at the end of the study were statistically analyzed using SPSS 26.0 software. Data are presented as mean $\pm$ standard error (SEM). Tukey post hoc tests and one-way analysis of variance (ANOVA) were used for multiple comparisons. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS

Effects of Isoproterenol and Carvacrol on Malondialdehyde Levels in Testicular Tissue

Malondialdehyde levels, the end product of lipid peroxidation in testicular tissue, were found to increase in the testicular tissue of rats treated with Isoproterenol ($p < 0.05$). Isoproterenol+Carvacrol25 and Isoproterenol+Carvacrol50 treatments were found to reduce this increase in a dose-dependent manner (Figure 1).

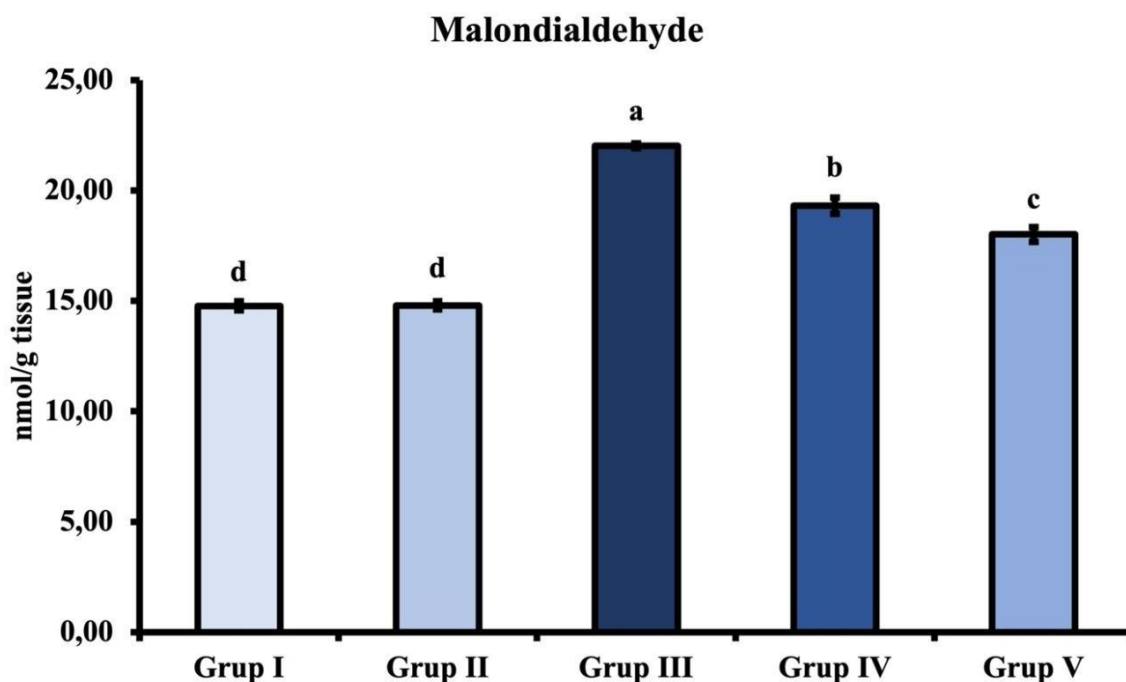


Figure 1: Effect of isoproterenol and carvacrol administration on malondialdehyde levels in testicular tissue of rats. Values for each group are given as mean $\pm$ SEM. ^{a-d}: Different letters in the columns indicate statistically significant differences ($p < 0.05$).

Effect of Isoproterenol and Carvacrol on Glutathione Levels in Testicular Tissue

Glutathione levels, a non-enzymatic antioxidant, were found to decrease in the Isoproterenol-treated group ($p < 0.05$). Carvacrol25 and Carvacrol50 administration increased this decrease (Figure 2).

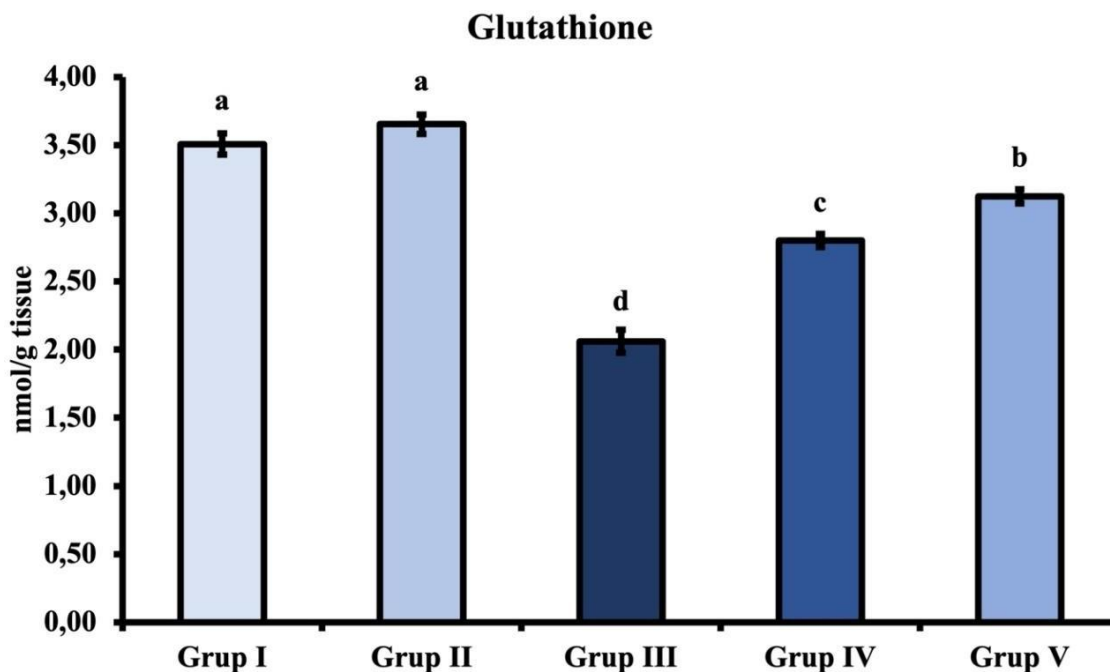


Figure 2: Effect of isoproterenol and carvacrol administration on glutathione levels in testicular tissue of rats. Values for each group are given as mean $\pm$ SEM. ^{a-d}: Different letters in the columns indicate statistically differences ($p < 0.05$).

Effect of Isoproterenol and Carvacrol on Testicular Superoxide Dismutase Activity

It was determined that isoproterenol administration in testicular tissue significantly reduced the activity of the antioxidant enzyme superoxide dismutase compared to the untreated group ($p < 0.05$). Carvacrol (25 and 50 mg/kg) doses used in conjunction with isoproterenol increased the activity of the antioxidant enzyme superoxide dismutase (Figure 3).

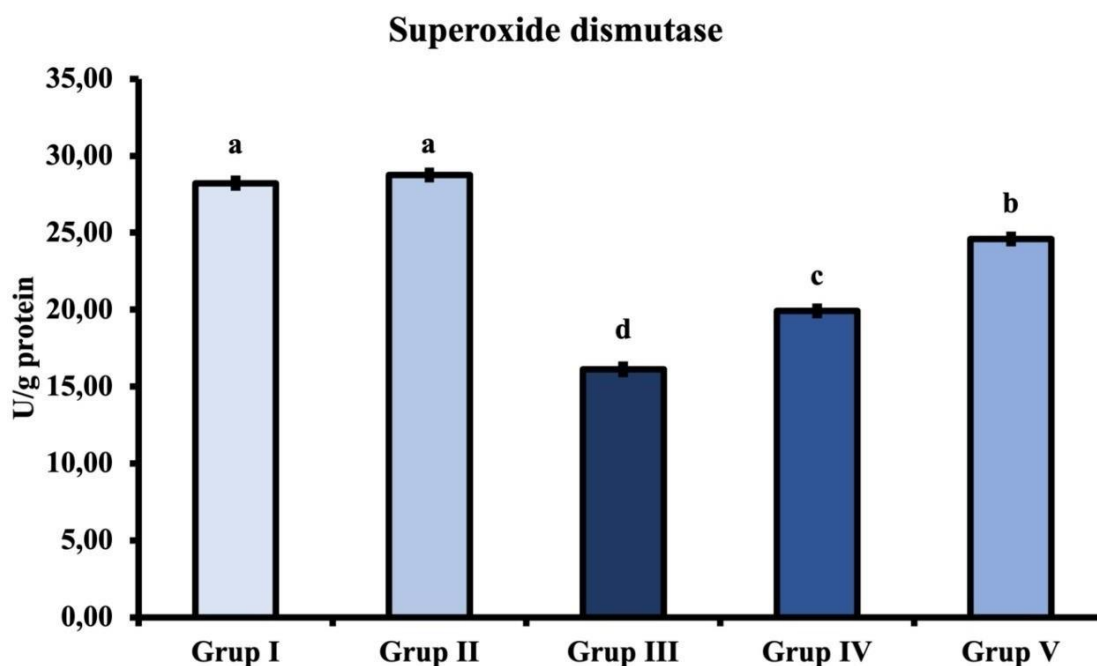


Figure 3: Effect of isoproterenol and carvacrol administration on superoxide dismutase activity in testicular tissue of rats. Values for each group are given as mean $\pm$ SEM. ^{a-d}: Different letters in the columns indicate statistically differences ($p < 0.05$).

CONCLUSION

It was found that malondialdehyde level increased and glutathione level and superoxide dismutase activity decreased in the testicular tissue of rats administered isoproterenol. Increased malondialdehyde levels are an indicator of lipid peroxidation, indicating oxidative stress. The decrease in glutathione level and superoxide dismutase activity following isoproterenol application is an indication of decreased antioxidant capacity. Especially in Isoproterenol application, the increase in malondialdehyde level and the decrease in glutathione level and superoxide dismutase activity indicate that antioxidant defense is insufficient. On the other hand, the increase in glutathione level and superoxide dismutase activity with carvacrol treatment reveals that endogenous antioxidant mechanisms work more effectively in this treatment. However, more comprehensive studies with larger analysis sizes should be conducted to better understand the biochemical changes with Isoproterenol and Carvacrol administration.

REFERENCES

- Abbasloo, E., Khaksari, M., Sanjari, M., Kobeissy, F., & Thomas, T. C. (2023). Carvacrol decreases blood–brain barrier permeability post-diffuse traumatic brain injury in rats. *Scientific Reports*, 13(1), 14546.
- Ahsan, F., Mahmood, T., Wani, T. A., Zargar, S., Siddiqui, M. H., Usmani, S., Shamim, A., & Wahajuddin, M. (2022). Effectual endeavors of silk protein sericin against isoproterenol induced cardiac toxicity and hypertrophy in wistar rats. *Life*, 12(7), 1063.
- Asaikumar, L., Vennila, L., Akila, P., Sivasangari, S., Kanimozhi, K., Premalatha, V., & Sindhu, G. (2019). Expression of concern: Preventive effect of nerolidol on isoproterenol induced myocardial damage in Wistar rats: Evidences from biochemical and histopathological studies. *Drug Development Research*, 80(6), 814-823.
- Bekheit, S. O., Kolieb, E., El-Awady, E. S. E., Alwaili, M. A., Alharthi, A., & Khodeer, D. M. (2025). Cardioprotective Effects of Ferulic Acid Through Inhibition of Advanced Glycation End Products in Diabetic Rats with Isoproterenol-Induced Myocardial Infarction. *Pharmaceuticals*, 18(3), 319.
- Eleyan, M., Zughbur, M. R., Hussien, M., Ayesh, B. M., & Ibrahim, K. A. (2025). Carvacrol modulates antioxidant enzymes, DNA integrity, and apoptotic markers in zearalenone-exposed fetal rat liver. *Drug and Chemical Toxicology*, 48(3), 547-556.
- Ghahreman, E., Eidi, A., Mortazavi, P., Asghari, A., & Asle-Rousta, M. (2025). Carvacrol attenuates varicocele-induced infertility in rats. *European Journal of Pharmacology*, 991, 177303.
- Hassan, M. Q., Akhtar, M., Ahmed, S., Ahmad, A., & Najmi, A. K. (2017). Nigella sativa protects against isoproterenol-induced myocardial infarction by alleviating oxidative stress, biochemical alterations and histological damage. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(4), 294-299.
- Ibrahim, D. E., Lebda, M. A., Hashem, A. E., & Elfeky, M. S. (2023). The Antioxidative effect of Carvacrol on Methotrexate induced testicular damage in rats. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 76(2).
- Jain, P. G., Mahajan, U. B., Shinde, S. D., & Surana, S. J. (2018). Cardioprotective role of FA against isoproterenol induced cardiac toxicity. *Molecular Biology Reports*, 45(5), 1357-1365.

- Kandemir, F. M., Caglayan, C., Darendelioğlu, E., Küçükler, S., İzol, E., & Kandemir, Ö. (2021). Modulatory effects of carvacrol against cadmium-induced hepatotoxicity and nephrotoxicity by molecular targeting regulation. *Life Sciences*, 277, 119610.
- Khalaf, A. A. A., Elhady, M. A., Hassanen, E. I., Azouz, A. A., Ibrahim, M. A., Galal, M. K., Noshay, P. A., & Azouz, R. A. (2021). Antioxidant role of carvacrol against hepatotoxicity and nephrotoxicity induced by propiconazole in rats. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 31(1), 67-74.
- Küçükler, S., Çomaklı, S., Özdemir, S., Değirmençay, Ş., Kandemir, F. M., Genç, A., Dalkılıç, E., & Aydın, Ş. (2025). Investigating the effects of carvacrol in isoproterenol-induced myocardial injury: Role of H-FABP and Gal-3/TLR4/MYD88/NF-κB signaling pathway modulation. *Bratislava Medical Journal*, 126(11), 2954-2970.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., & Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193(1), 265-275.
- Placer, Z. A., Cushman, L. L., & Johnson, B. C. (1966). Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. *Analytical Biochemistry*, 16(2), 359-364.
- Pullaiah, C. P., Nelson, V. K., Rayapu, S., GV, N. K., & Kedam, T. (2021). Exploring cardioprotective potential of esculetin against isoproterenol induced myocardial toxicity in rats: in vivo and in vitro evidence. *BMC Pharmacology and Toxicology*, 22(1), 43.
- Saifullah, M., Mahmood, T., Ahsan, F., Bano, S., Zaidi, S. M. H., & Khan, M. M. U. (2025). Cardioprotective Potential of d-limonene against Isoproterenol induced Myocardial Infarction in Rats. *Cell Biochemistry and Biophysics*, 83(2), 2389-2403.
- Samarghandian, S., Farkhondeh, T., Samini, F., & Borji, A. (2016). Protective effects of carvacrol against oxidative stress induced by chronic stress in rat's brain, liver, and kidney. *Biochemistry research international*, 2016(1), 2645237.
- Sedlak, J., & Lindsay, R. H. (1968). Estimation of total, protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Analytical Biochemistry*, 25, 192-205.
- Sun, Y., Oberley, L. W., & Li, Y. (1988). A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. *Clinical Chemistry*, 34(3), 497-500.
- Zhang, X. T., Zhang, X., Wang, M. W., Zhang, C., Weng, R., Xu, X., Gu, Z. X., & Gao, J. P. (2024). Multiple organs injury and myocardial energy metabolism disorders induced by isoproterenol. *Toxicology*, 503, 153752.

THE ROLE OF INDUSTRIAL HEMP (*Cannabis sativa* L.) AND ITS BY-PRODUCTS IN SMALL RUMINANT NUTRITION AND THEIR EFFECTS ON PRODUCT QUALITY

Assist. Prof. Ceyhun YÜCEL

Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Department of Feeds and Animal Nutrition, 66100, Yozgat, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1978-9051>

ABSTRACT

Introduction and Aim: High feed and nutrition costs in livestock farming have increased interest in alternative and cost-reducing feed raw materials. Due to this increased interest and trend, industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) and its by-products, whose cultivation areas have expanded in recent years, have come to the forefront as a cost-reducing, sustainable, and functional alternative feed supplement for small ruminants, which are widely raised in our country.

This review critically examines the nutritional potential, bioactive component profile, and effects on product quality of hemp seeds, hemp meal, hemp residues, and seed oil. The aim is to reveal the potential of hemp and its by-products to improve the performance, rumen functions, and product quality of small ruminants. It also aims to provide a scientific and comprehensive perspective on economic and sustainable small ruminant farming by discussing the limitations regarding cannabinoid residues and optimum usage rates.

Material and Methods: This study reviewed research articles, reviews, and scientific reports published between 2000 and 2025. Literature searches utilized PubMed, Web of Science, Scopus, and Google Scholar databases; research was conducted using keywords such as “industrial hemp by-products”, “hemp seed cake”, “small ruminant nutrition”, “meat quality”, and “milk fatty acids”. Selected scientific studies were analyzed systematically and planfully, focusing on nutritional composition, ruminal fermentation, performance parameters, meat and milk fatty acid profiles, antioxidant capacity, and cannabinoid residues.

Results: The chemical composition of industrial hemp and its by-products varied depending on the product type and processing methods, generally containing high levels of protein (20–40%), fat (10–35%), and polyunsaturated fatty acids (especially ALA and LA). Hemp-derived bioactive compounds (phenolics, flavonoids, tocopherols) were found to regulate rumen microbial activity, alleviate oxidative stress, and positively influence metabolic profiles. Studies using hemp seeds and meal have shown positive effects on daily live weight gain, feed consumption, carcass parameters, and milk fatty acid profile (increase in n-3, CLA, ALA). In addition, some studies have shown that excessive use of these products leads to a decrease in feed consumption; furthermore, monitoring and safe use of cannabinoid residues has become a necessity. It has been determined that fibrous byproducts such as hemp stalks do not directly improve animal performance, but can significantly improve volatile fatty acid production and digestibility in the rumen.

Discussion and Conclusion: The findings demonstrate that industrial hemp and its byproducts are a valuable alternative feed source offering both nutritional and functional advantages in small ruminant feeding. However, factors such as compositional differences within these byproducts, optimal usage doses, and the safety of cannabinoid residues appear to be key elements limiting their applicability in animal feeding. Future studies should focus on field trials that comprehensively evaluate the long-term in vivo effects of different hemp forms, their impact on product quality, and their roles in sustainable production models, as well as studies that reveal the fundamental mechanisms involved.

Keywords: Industrial hemp, Small ruminant nutrition, Hemp by-products, Nutritional quality, Rumen metabolism, Product quality, Sustainable feed resources

ENDÜSTRİYEL KENEVİR (*Cannabis sativa* L.) VE YAN ÜRÜNLERİNİN KÜÇÜKBAŞ HAYVAN BESLEMEDE ROLÜ VE ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr.Öğr.Üyesi Ceyhan YÜCEL

Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, 66100, Yozgat, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1978-9051>

ÖZET

Giriş ve Amaç: Çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde yem ve besleme maliyetlerinin yüksek olması alternatif ve maliyet düşürücü yem ham maddelerine yönelimi ve ilgiyi artırmıştır. Artan bu ilgi ve yönelime bağlı olarak, son yıllarda ekim alanları yaygınlaşan endüstriyel kenevir (*Cannabis sativa* L.) ve yan ürünlerinin, yine ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan küçükbaş hayvanların beslenmesinde maliyet düşürücü, sürdürülebilir ve fonksiyonel alternatif bir yem takviyesi olarak kullanımını ön plana çıkarmıştır.

Bu derlemede, kenevir tohumu, kenevir küspesi, kenevir unu, kenevir anızı ve tohum yağının besin potansiyeli, biyoaktif bileşen profili ve ürün kalitesi üzerindeki etkileri eleştirel bir bakış açısında incelenmiştir. Amaç, kenevir ve yan ürünlerinin küçükbaş hayvanların performans, rumen fonksiyonları ve ürün kalitesini iyileştirme potansiyelini ortaya koymaktır. Aynı zamanda kanabinoid kalıntıları ve optimum kullanım oranlarına ilişkin sınırlılıkları tartışarak ekonomik ve sürdürülebilir küçükbaş hayvancılık özelinde bilimsel ve kapsamlı bir bakış açısı kazandırmak amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot: Çalışmada 2000–2025 yılları arasında yayımlanmış araştırma makaleleri, derlemeler ve bilimsel raporlar incelenmiştir. Literatür taraması sırasında PubMed, Web of Science, Scopus ve Google Scholar veri tabanları kullanılmış; “industrial hemp by-products”, “hemp seed cake”, “small ruminant nutrition”, “meat quality”, “milk fatty acids” gibi belirlenen anahtar kelimeler kullanılarak araştırma yapılmıştır. Seçilen bilimsel çalışmalar; besin bileşimi, ruminal fermentasyon, performans parametreleri, et ve süt yağ asidi profili, antioksidan kapasite ve kanabinoid kalıntıları düzenli ve planlı bir bakış açısıyla analiz edilmiştir.

Sonuçlar: Endüstriyel kenevir ve yan ürünlerinin kimyasal kompozisyonunun ürünün türüne ve işleme yöntemlerine bağlı olarak değiştiği, genel olarak yüksek protein (%20–40), yağ (%10–35) ve çoklu doymamış yağ asitleri (özellikle ALA ve LA) ihtiva ettiği görülmüştür. Kenevir kaynaklı biyoaktif bileşikler (fenolikler, flavonoidler, tokoferoller) rumen mikrobiyal aktivitesini düzenlediği, oksidatif stresi hafiflettiği ve metabolik profilleri olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Kenevir tohum ve küspesiyle yapılan araştırmalar, günlük canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, karkas parametreleri ve süt yağ asidi profilinde (n-3, CLA, ALA artışı) olumlu yönde etkiler göstermiştir. Buna ek olarak, bazı çalışmalarda bu ürünlerin fazla miktarda kullanımı yem tüketiminde azalmaya neden olmuş; ayrıca kanabinoid kalıntılarının izlenmesi ve güvenli seviyelerde kullanımı bir zorunluluk haline gelmiştir. Kenevir anızı gibi lifli özellik gösteren yan ürünlerin doğrudan hayvan performansını artırmadığı, ancak rumende uçucu yağ asidi üretimini ve sindirilebilirliği önemli derecede iyileştirebildiği tespit edilmiştir.

Tartışma ve Sonuç: Elde edilen bulgular, endüstriyel kenevir ve yan ürünlerinin küçükbaş hayvan beslemede hem besinsel içerik hem de fonksiyonel üstünlükler sunan değerli bir alternatif yem kaynağı olduğunu göstermiştir. Bununla yanında, bu yan ürünlerin kendi içerisinde kompozisyon farklılıkları, optimum kullanım dozları ve kanabinoid kalıntılarının güvenliği gibi etkenler hayvan beslemede uygulanabilirliği sınırlandıran temel unsurlar olarak görünmektedir. Gelecek çalışmaların; farklı kenevir formlarının uzun dönemli in vivo etkilerini, ürün kalitesine yansımalarını ve sürdürülebilir üretim modellerindeki rollerini çok yönlü olarak değerlendiren saha denemelerine ve temel mekanizmaları ortaya koyan çalışmalara odaklanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel kenevir, Küçükbaş hayvan besleme, Kenevir yan ürünleri, Besin kalitesi, Rumen metabolizması, Ürün kalitesi, Sürdürülebilir yem kaynakları

6 ŞUBAT 2023 TARİHİNDE MEYDANA GELEN KAHRAMANMARAŞ DEPREMİ'NİN GAZİANTEP'TEKİ MEYVECİLİK SEKTÖRÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Assist. Prof. Dr. Murat AYDEMİR

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agricultural Engineering, Department of
Horticulture, Kahramanmaraş/Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3796-5562>

Assoc. Prof. Dr. Alihan COKKIZGIN

Gaziantep University, Nurdagi Vocational School, Nurdagi/Gaziantep/Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5066-0531>

Assoc. Prof. Dr. Zekeriya KARA

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agricultural Engineering, Department of
Soil Science and Plant Nutrition Dept . Kahramanmaraş/Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7855-4968>

ÖZET

Bu çalışma, 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremlerin, Türkiye'nin önemli tarım merkezlerinden biri olan Gaziantep ilindeki meyvecilik sektörü üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir. Doğal afetlerin tarımsal üretim, pazarlama zinciri ve kırsal yaşam üzerindeki potansiyel yıkıcı etkileri bağlamında, bu araştırma depremin bölgedeki spesifik sonuçlarını ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırma sürecinde, bölgedeki çiftçilerle yapılan görüşmeler ve Antep fıstığı işleme tesislerine gerçekleştirilen ziyaretler yoluyla veriler toplanmıştır. Elde edilen bulgular, depremin Gaziantep'teki meyve bahçeleri ve tarım arazileri üzerinde önemli veya kalıcı bir hasara neden olmadığını ortaya koymuştur. Bölgedeki üreticiler, depremin etkisinden çok, sulama yetersizliğinin daha büyük bir sorun teşkil ettiğini vurgulamışlardır. Sonuç olarak, 6 Şubat depremlerinin Gaziantep meyveciliği üzerindeki etkisinin sınırlı ve toparlanabilir düzeyde olduğu, ancak bölgedeki tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için su kaynakları yönetimi gibi yapısal sorunların daha öncelikli olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Deprem, Tarım, Meyvecilik, Gaziantep, Afet Yönetimi, Kırsal Kalkınma

THE EFFECT OF THE KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE ON FEBRUARY 6, 2023 ON THE FRUIT SECTOR IN GAZİANTEP

ABSTRACT

This study comprehensively analyzes the effects of the Kahramanmaraş-centered earthquakes of February 6, 2023, on the fruit-growing sector in Gaziantep province, a significant agricultural hub in Turkey. In the context of the potentially devastating impacts of natural disasters on agricultural production, supply chains, and rural life, this research aimed to identify the specific consequences of the earthquake in the region. Data was collected through interviews with local farmers and visits to pistachio processing facilities. The findings reveal that the earthquake did not cause significant or permanent damage to the fruit orchards and agricultural lands in Gaziantep. Producers in the region emphasized that insufficient irrigation presents a more substantial problem than the earthquake's impact. In conclusion, the effect of the February 6 earthquakes on Gaziantep's fruit-growing sector was determined to be limited and recoverable. However, it was identified that structural issues, particularly water resource management, are a higher priority for the sustainability of agricultural production in the region.

Keywords: Earthquake, Agriculture, Fruit-growing, Gaziantep, Disaster Management, Rural Development.

1. GİRİŞ

Doğal afetler, küresel ölçekte tarım sistemleri ve gıda güvenliği üzerinde giderek artan bir tehdit oluşturmaktadır. İklim değişikliğinin tetiklediği kuraklık, sel ve fırtınaların yanı sıra, jeolojik kökenli afetler olan depremler de tarım sektörü için öngörülemez ve yıkıcı sonuçlar doğurabilen olaylardır. Depremler, diğer afetlerden farklı olarak ani ve şiddetli bir şok etkisi yaratır; yalnızca fiziksel çevreyi değil, aynı zamanda tarımsal üretimin dayandığı karmaşık altyapı ve sosyo-ekonomik sistemleri de hedef alır. Tarımsal arazilerde yüzey deformasyonları, heyelanlar ve sıvılaşma gibi doğrudan hasarların yanı sıra; sulama kanalları, barajlar, ulaşım ağları ve enerji hatları gibi kritik altyapının tahrip olması, üretimi uzun süreli kesintiye uğratma potansiyeli taşır (FAO, 2021). Bu durum, kırsal nüfusun geçim kaynaklarını kaybetmesine, gıda tedarik zincirlerinin kopmasına ve bölgesel ekonomilerin ciddi yara almasına neden olabilir (UNDP, 2022).

Türkiye, dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri üzerinde yer alması nedeniyle bu riskle sürekli olarak yüzleşmektedir. 6 Şubat 2023 tarihinde, merkez üssü Kahramanmaraş olan 7.7 ve 7.6 büyüklüğündeki depremler, ülkenin güneydoğusundaki 11 ili kapsayan geniş bir coğrafyada, Cumhuriyet tarihinin en büyük afetlerinden birini tetiklemiştir. Etkilenen bu bölge, aynı zamanda Türkiye'nin en verimli tarım havzalarından birini oluşturmakta ve ülkenin gıda arzı için stratejik bir önem taşımaktadır (SBB, 2023). Bu nedenle, afetin tarım sektörü üzerindeki etkilerinin anlaşılması, ulusal gıda güvenliği ve kırsal kalkınma politikaları açısından hayati bir gerekliliktir.

Bu bağlamda, depremden etkilenen iller arasında yer alan Gaziantep, özel bir vaka incelemesi sunmaktadır. Gaziantep, Türkiye'nin sadece sanayi ve ticaret alanında değil, aynı zamanda

tarım sektöründe de en gelişmiş şehirlerinden biridir. Özellikle Antep fıstığı (*Pistacia vera L.*) üretiminde, Türkiye'nin toplam üretiminin yaklaşık %40'ını tek başına karşılayarak küresel pazarda dahi belirleyici bir konuma sahiptir (TÜİK, 2024). Antep fıstığının yanı sıra, zeytin, üzüm ve nar gibi yüksek katma değerli ve ihracat potansiyeli taşıyan stratejik ürünlerin yetiştiriciliği de il ekonomisinin ve kırsal istihdamın temel direklerindendir. Böylesine değerli bir tarımsal üretim merkezinin, büyük bir sismik şok karşısındaki kırılganlığının ve direnecinin incelenmesi, hem gelecekteki afetlere yönelik kriz yönetimi stratejileri geliştirmek hem de bölgesel tarım politikalarına yön vermek açısından büyük önem taşımaktadır.

Literatürde depremlerin kentsel altyapı üzerindeki etkileri geniş bir şekilde incelenmiş olsa da, yüksek değerli, özelleşmiş bir meyvecilik sektörü üzerindeki spesifik etkilerini saha verileriyle ortaya koyan çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmanın temel amacı, bu boşluğu doldurarak 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerin, Gaziantep'teki meyvecilik sektörü üzerindeki fiziksel, altyapısal ve sosyo-ekonomik etkilerini ampirik verilere dayanarak ortaya koymaktır. Araştırma, sektörün afete karşı gösterdiği tepkiyi analiz ederek, kırılganlık noktalarını ve direnç kapasitesini belirlemeyi ve bu doğrultuda öneriler geliştirmeyi hedeflemektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini, depremden etkilenen Gaziantep ilinin Nizip, Oğuzeli, Araban ve Yavuzeli gibi meyveciliğin yoğun olarak yapıldığı ilçelerdeki üreticiler ve tarımsal işletmelerden toplanan veriler oluşturmaktadır. Veri toplama sürecinde nitel araştırma yöntemleri kullanılmıştır.

Bu kapsamda;

Bölgede faaliyet gösteren 20'den fazla Antep fıstığı ve diğer meyve üreticisiyle yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir.

Antep fıstığı işleme ve paketleme tesislerinin yöneticileriyle görüşülerek tedarik zincirinde yaşanan olası aksaklıklar sorgulanmıştır.

Meyve bahçelerinde ve kırsal altyapıda (sulama kanalları, tarla yolları) depremin fiziksel etkilerini tespit etmek amacıyla saha gözlemleri yapılmıştır.

Gaziantep Tarım ve Orman İl Müdürlüğü ile TARSİM'in hasar tespit raporları ikincil veri kaynağı olarak incelenmiştir.

Elde edilen veriler, tematik analiz yöntemiyle değerlendirilerek depremin etkileri; fiziksel hasar, altyapı sorunları, iş gücü ve pazarlama başlıkları altında sınıflandırılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan saha çalışmaları ve görüşmeler, depremin Gaziantep'teki meyve bahçeleri üzerinde doğrudan ve yaygın bir fiziksel hasara yol açmadığını ortaya koymuştur. Ağaçlarda kitlesel devrilme, kök sistemlerinde ciddi hasar veya tarım arazilerinde üretimi engelleyecek boyutta kalıcı deformasyonlar gözlemlenmemiştir.

Bununla birlikte, depremin dolaylı etkileri birkaç başlık altında toplanabilir:

Altyapısal Etkiler: Özellikle kırsal bölgelerdeki bazı tarla içi yollarda ve sekonder sulama kanallarında küçük çaplı hasarlar meydana gelmiştir. Bu durum, hasat ve bakım faaliyetlerinde kısa süreli gecikmelere yol açsa da üretimi durduracak bir seviyeye ulaşmamıştır. Strateji ve Bütçe Başkanlığı'nın (SBB, 2023) raporunda da belirtildiği gibi,

deprem bölgesindeki en büyük altyapı hasarı genel olarak sulama tesislerinde görülmüştür, ancak Gaziantep özelinde bu hasar sınırlı kalmıştır.

İşgücü ve Sosyal Etkiler: Depremin hemen ardından yaşanan barınma sorunları ve göç hareketliliği, mevsimlik tarım işçisi temininde geçici zorluklara neden olmuştur. Ancak meyvecilikte iş gücü ihtiyacının yılın belirli dönemlerinde (budama, hasat) yoğunlaşması, bu sorunun kritik bir seviyeye ulaşmasını engellemiştir.

Pazarlama ve Tedarik Zinciri: Ulaşım altyapısındaki genel aksamalar nedeniyle ürünlerin işleme tesislerine ve pazarlara nakliyesinde ilk haftalarda bazı gecikmeler yaşanmıştır. Ancak ana arterlerin hızla onarılmasıyla tedarik zinciri kısa sürede normale dönmüştür.

Görüşülen üreticiler, depremin yarattığı etkilerden ziyade, bölgenin uzun süredir devam eden en büyük sorununun sulama yetersizliği ve kuraklık olduğunu vurgulamışlardır. Depremin yeraltı su seviyelerinde yarattığı olası değişimler uzun vadede izlenmesi gereken bir konu olmakla birlikte, üreticilerin öncelikli endişesi depremden ziyade su kaynaklarının sürdürülebilirliğidir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Gaziantep meyvecilik sektörü üzerinde kalıcı ve yıkıcı bir etki bırakmadığını göstermiştir. Sektör, afete karşı önemli bir direnç göstermiş; üretim altyapısı ve tedarik zincirleri kısa süreli aksaklıkların ardından faaliyetlerine devam etmiştir. Sektörün bu direnci, çok yıllık bitkilerin fiziksel dayanıklılığı ve bölgedeki sosyo-ekonomik yapının özellikleriyle açıklanabilir.

Bu sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

1. Bölgedeki tarım politikaları, deprem riskinden ziyade, üreticilerin de belirttiği gibi kuraklık ve su yönetimi sorunlarına odaklanmalıdır. Basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması ve su kaynaklarının verimli kullanımına yönelik projeler önceliklendirilmelidir.
2. Tarımsal sigorta sistemlerinin (TARSİM) kapsamı, sadece doğrudan ürün kaybını değil, deprem gibi afetler sonucu ortaya çıkabilecek dolaylı (altyapı, lojistik vb.) zararları da kapsayacak şekilde genişletilmelidir.
3. Kırsal altyapının (yollar, kanallar, enerji hatları) afetlere karşı daha dayanıklı hale getirilmesi için yatırım yapılması, gelecekteki olası krizlerin etkisini azaltacaktır.
4. Depremin yeraltı hidrolojisi üzerindeki uzun vadeli etkilerinin izlenmesi için akademik çalışmalar başlatılmalıdır.

5. KAYNAKÇA

FAO. (2021). *The Impact of Disasters and Crises on Agriculture and Food Security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

SBB. (2023). *2023 Yılı Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu*. T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ankara. <https://www.sbb.gov.tr/2023-kahramanmaras-ve-hatay-depremleri-raporu/>

TÜİK. (2024). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

UNDP. (2022). *Natural Disasters and Rural Livelihoods: Global Evidence and Resilience Strategies*. United Nations Development Programme.

Gaziantep Tarım ve Orman İl Müdürlüğü. (2023). *6 Şubat Depremleri Sonrası Tarımsal Zarar Tespit Raporu*.

A MULTIPLE REGRESSION MODEL OF CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.) YIELD BASED ON SEED MINERAL CONCENTRATIONS

Assoc. Prof. Dr. Alihan COKKIZGIN

Gaziantep University, Nurdagi Vocational School, Department of Park and Garden Plants,
Nurdagi/Gaziantep/Türkiye ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5066-0531>

Assoc. Prof. Dr. Cengiz YURURDURMAZ

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agricultural Engineering, Field Crops
Dept. Kahramanmaraş/Türkiye ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3407-0184>

Assoc. Prof. Dr. Zekeriya KARA

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agricultural Engineering, Department of
Soil Science and Plant Nutrition Dept. Kahramanmaraş/Türkiye ORCID
ID: <https://orcid.org/0000-0001-7855-4968>

ABSTRACT

Optimizing seeding rate is crucial for chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield, but its effect on the final seed mineral composition and its subsequent relationship with productivity is not well understood. This study aimed to identify the key seed mineral elements that predict seed yield in chickpea. A field experiment was conducted using the 'Katrán' chickpea cultivar with six seeding rates (10 to 35 kg da⁻¹). At maturity, seed yield and the concentrations of ten mineral elements (K, P, Ca, Mg, Na, Mn, B, Zn, Cu, and Fe) in the seeds were determined. The relationship between seed mineral concentrations and seed yield was analyzed using multiple linear regression. The model was highly significant ($p = 0.021$) and explained a substantial portion of the yield variability ($R^2 = 0.878$). Among the ten elements, seed potassium (K) concentration was a significant positive predictor of yield ($\beta = 0.025$, $p = 0.024$). Conversely, seed phosphorus (P) concentration showed a significant negative relationship with yield ($\beta = -0.082$, $p = 0.013$). These results suggest that while potassium accumulation in the seed is beneficial for yield, high phosphorus accumulation may indicate an antagonistic effect with micronutrients, creating an imbalance that limits productivity. Therefore, achieving optimal chickpea yield depends not only on the absolute concentration of macronutrients but also on the maintenance of a balanced seed mineral profile.

Keywords: *Cicer arietinum*, multiple regression, nutrient balance, plant nutrition, potassium, phosphorus, seeding rate.

INTRODUCTION

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is one of the world's most important grain legumes, playing a vital role in global food security and sustainable agriculture. As a primary source of dietary protein, fiber, and essential minerals for millions of people, particularly in developing countries, it is a cornerstone of nutritional security (Gaur et al., 2010). Furthermore, its ability to fix atmospheric nitrogen through symbiosis with rhizobia bacteria reduces the need for synthetic nitrogen fertilizers, making it an environmentally sustainable component of crop rotation systems (Merga & Haji, 2019).

Maximizing chickpea yield is a central goal for agronomists and breeders. Yield is a complex trait influenced by genetic potential, environmental conditions, and agronomic management practices. Among these practices, establishing an optimal plant population density through an

appropriate seeding rate is one of the most critical decisions a farmer makes. An insufficient seeding rate can lead to a low plant stand that fails to fully utilize available resources, while an excessive rate can induce intense inter-plant competition for light, water, and, crucially, mineral nutrients, which can paradoxically suppress the yield of individual plants and the overall crop.

The influence of seeding rate on yield is intrinsically linked to plant nutrition. Increased competition at higher densities can alter the uptake, translocation, and final concentration of mineral elements within the plant and its seeds. While numerous studies have focused on the effect of soil-applied fertilizers on chickpea yield, less attention has been paid to how the final mineral composition of the seed itself relates to productivity. The balance and interaction among nutrients are often more important than the absolute concentration of a single element (White & Brown, 2010). Understanding these complex relationships is key to developing more precise nutrient management strategies.

Therefore, the objective of this study was to investigate the relationship between the final seed mineral profile and seed yield in the 'Katrán' chickpea cultivar grown under six different seeding rates. Specifically, we utilized correlation and multiple linear regression analysis to identify which seed mineral elements are the most significant predictors of yield and to model the complex interactions among them.

MATERIALS AND METHODS

Experimental Site, Plant Material, and Growing Conditions

The field experiment was conducted during the 2023-2024 growing season (December 2023 - June 2024) at the experimental field of the Faculty of Agriculture, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş, Türkiye. The chickpea cultivar 'Katrán', a registered and commonly cultivated local variety, was used as the plant material. Climate data for the experimental period were obtained from the Turkish State Meteorological Service (MGM, 2025), and the baseline soil properties of the experimental site are presented in Tables 1 and 2.

Table 1. Baseline physical and chemical properties of the experimental site soil (0-30 cm depth) (Anonymous, 2024).

Variables	OM	BD	Lime	Mn	Zn	Fe	P
Unit	%	g/cm ³	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Average	2.32	1.38	14.20	5.50	0.60	9.60	7.20

Table 2. Kahramanmaraş Climate Data (Long-term 1930 - 2024) (MGM, 2025)

Data Type	Aver. Temp. (°C)	Aver. Sunshine Dur. (hours)	Aver. Number of Rainy Days	Avg. Monthly Total Precip. (mm)
Annual	16.8	6.7	73.2	721.6

Experimental Design and Treatments

The experiment was laid out in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. The use of RCBD is a standard procedure in agricultural field trials to minimize the effects of field heterogeneity on experimental error (Gomez & Gomez, 1984). The treatments consisted of six seeding rates: 10, 15, 20, 25, 30, and 35 kg da⁻¹. Each plot consisted of four rows, 5 m in length, with an inter-row spacing of 50 cm, resulting in a plot area of 10 m². Sowing was performed manually. Standard regional agronomic practices for weed and pest management were applied uniformly across all treatments.

Data Collection and Chemical Analysis

At physiological maturity, the two central rows of each plot were harvested manually to avoid border effects. The harvested material was threshed, and the seed was cleaned and weighed. The final seed yield was calculated and adjusted to kilograms per decare (kg da⁻¹).

Following the harvest, seed samples from each plot were collected for elemental analysis. The seed samples were oven-dried at 70°C to a constant weight and ground into a fine powder. A subsample of the ground material was then prepared for analysis using a wet acid digestion procedure with a nitric-perchloric acid mixture (Jones Jr. et al., 1991). The concentrations of Potassium (K), Sodium (Na), Manganese (Mn), Boron (B), Zinc (Zn), Copper (Cu), Iron (Fe), Magnesium (Mg), Phosphorus (P), and Calcium (Ca) in the digested samples were determined using ICP-OES.

Statistical Analysis

The relationship between seed mineral concentrations (independent variables) and seed yield (dependent variable) was investigated using correlation and multiple linear regression analysis. First, a Pearson correlation matrix was generated to assess the pairwise relationships among all measured variables.

Subsequently, a multiple linear regression model was developed to identify which mineral elements significantly predict seed yield. The full model included all ten mineral elements as explanatory variables. The significance of the overall model was evaluated using the F-test, and the model's explanatory power was determined by the coefficient of determination (R²). The significance of individual regression coefficients was tested using the t-test at a $p < 0.05$ probability level.

RESULTS

Descriptive Statistics and Correlation Analysis

The descriptive statistics for seed yield and the ten measured seed mineral concentrations are summarized in Table 3. Across all seeding rate treatments, the seed yield of the 'Katan' chickpea cultivar ranged from 122.10 kg da⁻¹ to 273.70 kg da⁻¹, with an average yield of 183.43 kg da⁻¹ (Table 3).

Table 3. Descriptive statistics of seed yield and seed mineral concentrations of 'Katan' chickpea (n=18).

Variable	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Seed Yield (kg/da)	122.100	273.700	183.434	36.723
K (ppm)	6383.000	15210.000	9413.348	2199.169
Na (ppm)	1.112	3.707	2.077	0.671
Mn (ppm)	14.160	35.460	24.705	5.848
Bor (ppm)	0.237	2.386	0.893	0.742
Zn (ppm)	41.240	143.800	93.223	30.943
Cu (ppm)	1.321	2.910	2.174	0.362
Fe (ppm)	97.890	400.300	196.341	95.960
Mg (ppm)	1245.000	2197.000	1705.564	283.815
P (ppm)	3807.000	5873.000	4486.884	521.247
Ca (ppm)	3012.000	9360.000	4817.309	2018.846

A Pearson correlation analysis was conducted to determine the relationships between seed yield and seed mineral concentrations, as well as among the mineral elements themselves (Table 4). Seed yield exhibited a moderate positive correlation with seed Manganese (Mn) ($r = 0.503$), Zinc (Zn) ($r = 0.402$), and Boron (B) ($r = 0.350$). Conversely, a moderate negative correlation was observed between seed yield and seed Phosphorus (P) ($r = -0.450$)

Table 4. Pearson correlation coefficients (r) among seed yield and seed mineral concentrations.

	Na	Mn	Bor	Zn	Cu	Fe	Mg	P	Ca	Seed Yield
K	0.117	0.209	0.464	-0.539	-0.319	-0.030	0.660	0.793	-0.130	-0.147
Na		-0.112	0.089	-0.115	-0.213	0.194	-0.192	0.393	-0.286	0.114
Mn			0.486	0.355	-0.068	0.332	0.780	-0.184	0.703	0.503
Bor				-0.069	0.081	0.233	0.537	0.332	0.320	0.350
Zn					0.239	0.321	0.071	-0.590	0.656	0.402
Cu						0.205	-0.158	-0.336	-0.109	0.282
Fe							0.179	0.020	0.227	0.104
Mg								0.239	0.550	0.139
P									-0.399	-0.450
Ca										0.309

Significant inter-correlations were also found among the mineral elements. Notably, Potassium (K) was strongly and positively correlated with Phosphorus (P) ($r = 0.793$) and

Magnesium (Mg) ($r = 0.660$). A strong positive correlation was also observed between Magnesium (Mg) and Manganese (Mn) ($r = 0.780$).

Multiple Linear Regression for Seed Yield Prediction

To identify the most significant predictors of seed yield, a multiple linear regression analysis was performed. The overall model, including all ten mineral elements, was statistically significant ($F(10, 7) = 5.061$, $p = 0.021$) and explained a substantial portion of the variability in seed yield. The coefficient of determination (R^2) was 0.878, while the adjusted R^2 was 0.705.

The relative importance and direction of each mineral element's effect on seed yield are visually summarized in Figure 1. The standardized coefficients indicate that potassium (K) had the strongest positive effect, while phosphorus (P) had the strongest significant negative effect on seed yield.

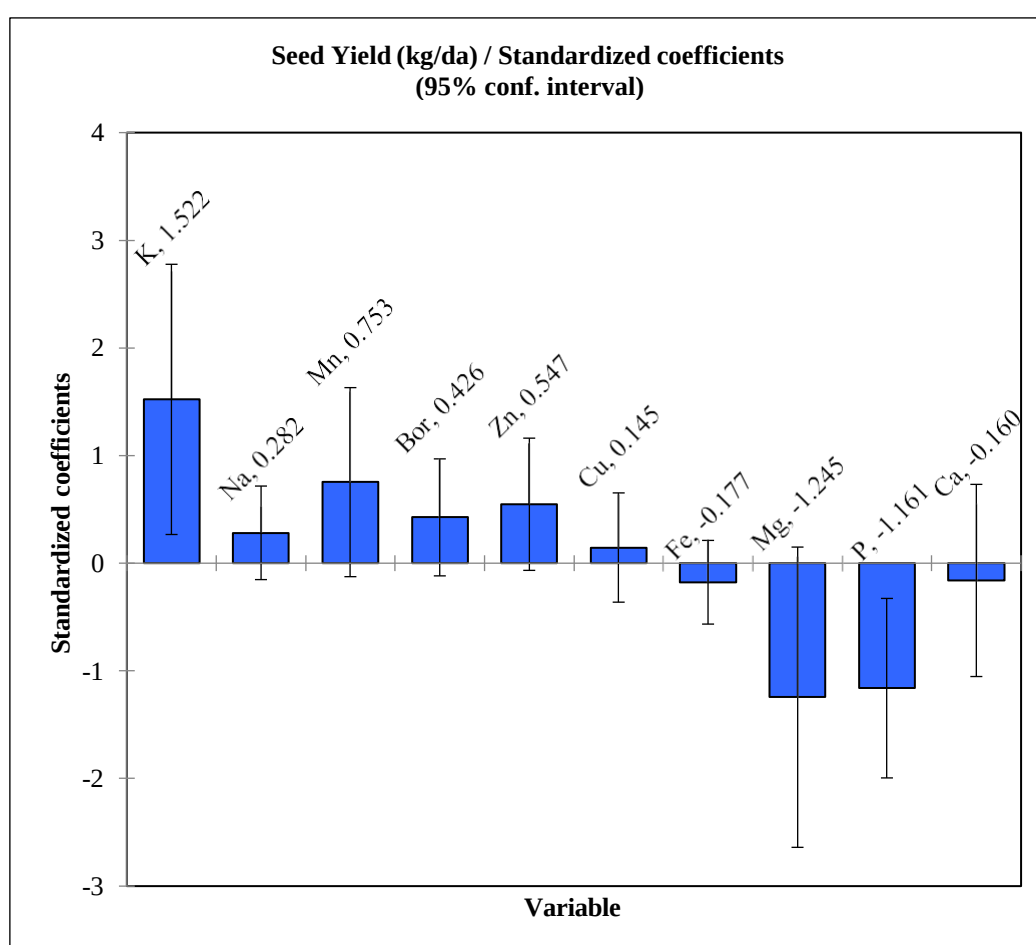


Figure 1. Standardized regression coefficients of seed mineral elements for the prediction of seed yield. Error bars represent the 95% confidence interval for each coefficient. Coefficients whose confidence intervals do not overlap with zero are considered statistically significant ($p < 0.05$).

The individual contributions of each seed mineral element to the model are presented in Table 5. Among the ten variables, only two were identified as statistically significant predictors of seed yield at the $p < 0.05$ level:

Seed Potassium (K) concentration showed a significant positive relationship with seed yield ($\beta = 0.025$, $p = 0.024$)

Seed Phosphorus (P) concentration showed a significant negative relationship with seed yield ($\beta = -0.082$, $p = 0.013$).

Although some elements like Mn, Zn, and Mg showed moderate simple correlations with yield, their effects were not statistically significant in the multiple regression model ($p > 0.05$).

Table 5. Multiple linear regression analysis results for the prediction of seed yield based on seed mineral concentrations.

Variable (Predictor)	Coefficient (β)	Standard Error (SE)	t-value	Pr > t
Intercept	352.948	119.414	2.956	0.021
K	0.025	0.009	2.867	0.024
Na	15.429	10.049	1.535	0.169
Mn	4.729	2.332	2.028	0.082
Bor	21.082	11.379	1.853	0.106
Zn	0.650	0.308	2.108	0.073
Cu	14.751	21.760	0.678	0.520
Fe	-0.068	0.063	-1.077	0.317
Mg	-0.161	0.076	-2.111	0.073
P	-0.082	0.025	-3.292	0.013
Ca	-0.003	0.007	-0.424	0.684

Note: Overall model statistics: $R^2 = 0.878$, Adjusted $R^2 = 0.705$, F-value = 5.061, p-value = 0.021. P-values in bold indicate statistical significance at $p < 0.05$.

DISCUSSION

The primary objective of this study was to investigate the relationship between seed mineral composition and seed yield in the 'Katran' chickpea cultivar. The multiple linear regression model successfully explained a significant portion of the yield variability ($R^2 = 0.878$), indicating that seed mineral balance is a critical determinant of final seed yield.

The most prominent finding was the significant positive linear relationship between seed potassium (K) concentration and seed yield ($p = 0.024$). This result is consistent with the well-established role of potassium in plant physiology. Potassium is a key driver of phloem loading and the transport of photoassimilates (sugars) from leaves to storage organs like seeds (Marschner, 2012). Therefore, higher accumulation of K in the seeds likely reflects a more efficient photosynthetic and translocation system, ultimately contributing to increased seed weight and overall yield (Zörb et al., 2014).

Perhaps the most intriguing result was the significant negative relationship between seed phosphorus (P) concentration and seed yield ($p = 0.013$). While phosphorus is an essential macronutrient, this finding suggests a more complex interaction. A primary hypothesis is the well-documented antagonistic effect between phosphorus and essential micronutrients. High levels of P in plant tissues are known to inhibit the uptake and translocation of zinc (Zn) and iron (Fe), a phenomenon often termed "P-induced Zn deficiency" (Mousavi et al., 2013). Although Zn was not a significant predictor in our final model, the strong negative correlation between seed P and seed Zn ($r = -0.590$) in our dataset strongly supports this hypothesis.

Excessive P accumulation in the seed may disrupt the optimal P:Zn ratio, creating an imbalance that limits full yield potential.

Where independent variables are correlated with each other, making it statistically challenging to isolate the unique contribution of each element (Graham, 2003). The strong positive correlations observed between K and P ($r = 0.793$), and between Mg and Mn ($r = 0.780$), confound the model (Dormann et al., 2013). In such cases, the regression model assigns significance to the variables that represent the strongest underlying drivers (or proxies) for the broader nutritional status of the plant, which in this study were K and P.

CONCLUSION

This study aimed to predict chickpea yield based on seed mineral concentrations and successfully developed a highly significant multiple linear regression model ($R^2 = 0.878$) that explains this relationship. The most critical findings of the research are that seed potassium (K) concentration has a statistically significant positive effect on yield, whereas seed phosphorus (P) concentration has a significant negative effect.

These results clearly demonstrate that achieving high yield in chickpea depends not only on the absolute quantities of macronutrients but also on the delicate balance among these elements. While high potassium accumulation in the seed enhances yield, likely by indicating efficient transport of photosynthates, high phosphorus accumulation points to a nutrient imbalance that limits yield, possibly by creating an antagonistic relationship with critical micronutrients like zinc (Zn).

Consequently, this study underscores the need to re-evaluate nutritional management strategies for chickpea. Rather than focusing solely on the sufficiency of individual nutrients, chickpea breeding programs and fertilization recommendations should aim to establish an optimal mineral profile and balance within the seed to maximize yield potential. Future research examining the impact of this K-P balance on yield across different chickpea cultivars and ecological conditions will provide valuable insights for sustainable chickpea agriculture.

REFERENCES

- Anonymous, 2024. Kahramanmaras Sutcu Imam University, Faculty of Agricultural Engineering, Soil Sci. Dept., Soil Analysis Results.
- Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., Marquéz, J. R. G., Gruber, B., Lafourcade, B., Leitão, P. J., Münkemüller, T., McClean, C., Osborne, P. E., Reineking, B., Schröder, B., Skidmore, A. K., Zurell, D., & Lautenbach, S. (2013). Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36(1), 27-46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>
- Gaur, P. M., Jukanti, A. K., & Varshney, R. K. (2010). Impact of genomic technologies on chickpea breeding. *Agronomy*, 2(3), 199-215. <https://doi.org/10.3390/agronomy2030199>
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research* (2nd ed.). John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-471-87092-0, 194p.
- Graham, M. H. (2003). Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. *Ecology*, 84(11), 2809-2815. <https://doi.org/10.1890/02-3114>
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Nahar, K., Hossain, M. S., Mahmud, J. A., Hossen, M. S., Masud, A. A. C., Moumita, & Fujita, M. (2018). Potassium: A vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*, 8(3), 31. <https://doi.org/10.3390/agronomy8030031>
- Jarrell, W. M., & Beverly, R. B. (1981). The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*, 34, 197-224. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60887-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60887-1)
- Jones Jr., J. B., Wolf, B., & Mills, H. A. (1991). *Plant analysis handbook: A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Micro-Macro Publishing, Inc.
- Marschner, H. (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). Academic Press. ISBN: 978-0-12-384905-2 DOI: 10.1016/C2009-0-63043-9
- Merga, B., & Haji, J. (2019). Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1615718. <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1615718>
- MGM (Turkish State Meteorological Service). (2025). *Long-term climate data for Kahramanmaras*. Retrieved from [www.mgm.gov.tr]
- Mousavi, S. R., Galavi, M., & Rezaei, M. (2013). Zinc (Zn) Importance for Crop Production– A Review. *International journal of Agronomy and Plant Production*, 4(1), 64-68.
- White, P. J., & Brown, P. H. (2010). Plant nutrition for sustainable development and global health. *Annals of Botany*, 105(7), 1073-1080. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq085>
- Zörb, C., Senbayram, M., & Peiter, E. (2014). Potassium in agriculture–status and perspectives. *Journal of Plant Physiology*, 171(9), 656-669. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2013.08.008>

INNOVATIVE FOOD PRESERVATION TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTEGRATION

Ahmet Zeki HEPÇİMEN

Asst. Prof. Dr., Manisa Celal Bayar University, Cooking Dept. Manisa – Türkiye,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2785-3607>

Necla ÇAĞLARIRMAK

Prof. Dr., Manisa Celal Bayar University, Saruhanlı College, Food Process Department,
Manisa – Türkiye,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1278-0991>

Mert SOYSAL

Asst. Prof. Dr., Manisa Celal Bayar University, Management and Organization, Business
Administration Saruhanlı College, Manisa – Türkiye,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9808-7858>

ABSTRACT

It is a known fact that advanced systems have begun to be used in food processing and production, as in every field in the world, and these advanced innovative methods will quickly find their place in the future. It is possible to achieve the desired efficiency, quality and capacity increase in food production with the latest methods and techniques, using practical and modern techniques. On the other hand, the global food system is currently confronted with severe environmental and economic pressures arising from food loss and waste. Every unit of food produced but not consumed represents the dissipation of valuable resources, including water, soil, energy, labor, and capital. Artificial Intelligence provides highly enabling solutions to the efficiency, safety, and quality challenges faced by the food industry. The main innovative technologies were summary pressure, lows; High-Pressure Processing (HPP) is a non-thermal preservation method in which prepackaged solid or liquid foods are placed in a pressure vessel and subjected to extremely high hydrostatic pressure—typically up to 600 MPa (87,000 psi)—via a pressure-transmitting medium such as water, The other one is Cold Plasma (CP) is generated by ionizing a gas under an applied electric field and is defined as the fourth state of matter. Pulsed Electric Fields, Ultrasound, and Active Packaging represent preservation strategies that minimize nutrient loss while maintaining nutritional value, flavor, and texture. These methods effectively control spoilage microorganisms. There are kinds of innovative methods such as Vacuum Impregnation, AI Application (Artificial Neural Networks), Nanotechnology Applications, Plant-Based Coatings, AI Application (Computer Vision) etc. Artificial Intelligence also plays a critical role in these methods. In the optimization of non-thermal processes, a variety of machine learning models are employed for different tasks.

Key Words: Innovative, food process, Artificial Intelligence, Food preservation,

THE IMPACT OF DIGITAL AGRICULTURE TECHNOLOGIES (DAT) ON AGRICULTURAL INPUT COSTS: A COMPARATIVE ECONOMIC STUDY IN PLANT AND ANIMAL PRODUCTION

Mert SOYSAL

Asst. Prof. Dr., Manisa Celal Bayar University, Management and Organization, Business Administration Saruhanlı College, Manisa – Türkiye,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9808-7858>

Necla ÇAĞLARIRMAK

Prof. Dr., Manisa Celal Bayar University, Saruhanlı College, Food Process Department, Manisa – Türkiye,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1278-0991>

Ahmet Zeki HEPCİMEN

Asst. Prof. Dr., Manisa Celal Bayar University, Cooking Dept. Manisa – Türkiye,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2785-3607>

ABSTRACT

The use of advanced techniques in mechanization technologies in agriculture and food production is becoming increasingly important. It has been found worth examining the contribution of methods such as digital agricultural technologies (DAT) to agricultural input costs in factors such as providing both quantitative and qualitative yield increases in the product with new production techniques and timing, making decisions at the right time, the most appropriate spraying or organic farming practices, optimizing fuel and energy costs, planting and harvesting at the optimum time, etc. Collectively, the resources focus on the economic and environmental sustainability of digital agricultural technologies (DATs), particularly in Europe and Turkey. Studies highlight the measurable benefits of DATs in plant production, indicating significant reductions in fertilizer, pesticide and water use. The empirical data obtained generally show that there are significant increases in crop yields thanks to technologies such as Variable Rate Technology (VRT) and Robotic Systems. Finally, one source examined relates the digitalization process in the agricultural sector to industrial and social transformations such as Industry 4.0 and Society 5.0 and discusses the structural changes that these transformations require in cost accounting practices. It is the comparison of the irregular agricultural input costs of traditional methods in plant and animal agriculture with the agricultural input costs of artificial intelligence, which are carefully considered in every stage of regular and planned agriculture, and the "estimate", that is, the judgment that is not completely certain of the result obtained. Finally, one source examined links the digitalization process in the agricultural sector to industrial and societal transformations such as Industry 4.0 and Society 5.0, discussing the structural changes these transformations require input costs practices.

Key Words: Agriculture Technologies (DAT), plant and animal production, Input costs, Economic benefits.

GENDER-RELATED CHANGES IN SOME HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND ERYTHROCYTE OSMOTIC RESISTANCE OF TURKISH SULTAN CHICKENS

Assoc. Prof. Dr. Ruhi KABAKÇI

Kirikkale University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Physiology
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9131-0933>

Assist. Prof. Dr. Mehmet Naci OKTAY

Kirikkale University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Breeding and Husbandry, Kirikkale, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1487-0096>

ABSTRACT

Sultan Chicken is an indigenous Turkish chicken breed, also known as Palace Chicken during the Ottoman Empire period. In recent years, the number of them with attractive appearance are increasing in Türkiye due to breeding as ornamental chicken. However, studies in Sultan chickens are very limited. In this study, therefore, we aimed to reveal some hematological blood parameters of Sultan Chickens and alteration of these values according to gender.

For this purpose, anticoagulated blood samples were collected from 40 roosters and 50 hens, all 60 weeks of age, by puncturing of Brachial wing vein. Blood cells were counted by dilution with Natt-Herrick solution in Thoma chamber while the packed cell volume (PCV) and hemoglobin (HGB) concentration were measured by microhematocrit and cyanmethemoglobin methods, respectively. Erythrocyte osmotic resistance was also determined in different concentrations of NaCl solution.

Our results showed that the red blood cell (RBC), HGB, and PCV values measured in roosters were significantly higher ($P<0.001$) than those in hens. Prehemolytic NaCl concentrations of erythrocyte were 0.4% for both roosters and hens. Significant difference in osmotic resistance of erythrocytes between roosters and hens observed at only 0.2% and 0.1% NaCl concentrations ($P<0,05$). The median corpuscular fragility (MCF) values of both sexes were statistically similar ($P>0,05$).

In conclusion, this study for the first time has revealed some hematological parameters and osmotic resistance of erythrocytes in Turkish Sultan Chickens. The results showed that erythrogram and the resistance of erythrocyte of Sultan chickens were significantly changed based on the gender. Finally, it is assumed that the findings obtained from this study may be useful reference values for veterinary practitioners and scientific data for researchers and/or future studies will be conducted with Sultan Chickens. This study was supported by Scientific Research Projects Coordination Unit of Kırıkkale University with the project number of 2024/033.

Key Words: Sultan chicken, hemogram, blood parameters, erythrocyte osmotic fragility, erythrogram, gender

TÜRK SULTAN TAVUKLARININ BAZI HEMATOLOJİK PARAMETRELERİNDE VE ERİTROSİT OZMOTİK DİRENCİNDE CİNSİYETE BAĞLI DEĞİŞİKLİKLER

Doç. Dr. Ruhi KABAKÇI

Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Kırıkkale, Türkiye

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9131-0933>

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Naci OKTAY

Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Kırıkkale, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1487-0096>

Özet

Sultan Tavuğu, Osmanlı İmparatorluğu döneminde Saray Tavuğu olarak da bilinen yerli bir Türk tavuk ırkıdır. Son yıllarda dikkat çekici görünümü ile süs tavuğu olarak yetiştirilen Sultan tavuklarının Türkiye'de sayısı giderek artmaktadır. Ancak Sultan tavukları ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu nedenle bu çalışmada, Sultan tavuklarının bazı hematolojik kan parametrelerinin ortaya konulması ve bu değerlerin cinsiyete göre nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlandı.

Bu amaçla, hepsi 60 haftalık yaştaki 40 horoz ve 50 tavuktan Brachial kanat altı venasından antikoagüle kan örnekleri toplandı. Kan hücreleri Thoma lamında Natt-Herrick solüsyonu ile seyreltilerek sayılırken, hematokrit (PCV) ve hemoglobin (HGB) konsantrasyonu sırasıyla mikrohematokrit ve siyanmethemoglobin yöntemleriyle ölçüldü. Eritrosit ozmotik direnci de farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltisi kullanılarak belirlendi.

Bulgularımız, horozlarda ölçülen kırmızı kan hücreleri (RBC), HGB ve PCV değerlerinin tavuklardan önemli oranda ($P<0,001$) daha yüksek olduğunu gösterdi. Eritrositlerin prehemolitik NaCl konsantrasyonları hem horozlar hem de tavuklar için %0,4 idi. Eritrositlerin ozmotik direncinde horozlar ve tavuklar arasında sadece %0,2 ve %0,1 NaCl konsantrasyonlarında anlamlı fark gözlemlendi ($P<0,05$). Her iki cinsiyetin medyan korpusküler fragilite (MCF) değerleri istatistiksel olarak benzerdi ($P>0,05$).

Sonuçta, bu çalışma ilk kez Türk Sultan tavuk ırkında bazı hematolojik parametreleri ve eritrositlerin ozmotik direncini ortaya koymuştur. Bulgular, Sultan tavuklarının eritrogram ve eritrosit zar direncinin cinsiyete bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini göstermiştir. Son olarak, bu çalışmadan elde edilen bulguların veteriner hekimler için yararlı referans değerler ve araştırmacılar ve/veya gelecekte Türk Sultan Tavukları ile yapılacak çalışmalar için bilimsel veri olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2024/033 proje numarası ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sultan tavuğu, hemogram, kan parametreleri, eritrosit osmotik fragilitesi, eritrogram, cinsiyet

1. INTRODUCTION

Industrial poultry farming prioritizes high-yield breeds for meat and egg production, which has led to a global decline in indigenous chicken populations and placed some local breeds at risk of extinction (Hall & Ruane, 1993). This trend may also contribute to a future reduction in genetic diversity among poultry (Ajayi, 2010; Oldenbroek, 2007). Despite their comparatively low productivity, native breeds possess valuable traits such as disease resistance and adaptation to harsh environments, making them crucial genetic resources (Al-Hillali & Abbas, 2007; Hall & Ruane, 1993).

In recent years, there has been an increase in the popularity of chickens with distinctive phenotypes as ornamental breeds. This has led to the establishment of associations and federations that define breed standards and organize visual evaluation competitions (EPA, 2025). One such breed is the Turkish Sultan chicken, an ornamental native of Türkiye, historically known as the "Palace Chicken" during the Ottoman era (Buffalo, 1874; Tegetmeier, 1873; Zeki, 1931). These birds are distinguished by their white plumage, tranquil temperament, and distinctive morphological characteristics, including a V-shaped comb, crest, and beard feathers, five toes, and feathering on the legs and toes. Adult roosters and hens typically weigh 1.5–2 kg and 1–1.5 kg, respectively (Buffalo, 1874; Tegetmeier, 1873). As the breed faces the threat of extinction, preservation efforts have been initiated at Kırıkkale University Faculty of Veterinary Medicine, which currently houses the only known institutional conservation project (Gökmen, 2023). Nevertheless, the scarcity of scientific data on the breed underscores the necessity for comprehensive studies.

Identifying the physiological traits unique to each breed is essential both for breed characterization and as a reference framework for future research. Hematological and biochemical parameters play a key role in assessing animal health, providing accessible indicators of clinical, physiological, and pathological conditions in avian species (dos Santos Schmidt et al., 2009; Sharma et al., 2015; Şimsek et al., 2015). These blood-based diagnostic tools are extensively used in veterinary medicine. It is well established that such parameters vary depending on species, breed, age, and sex (Ruhi Kabakçı et al., 2022; Moryani et al., 2021; Umar et al., 2022). For instance, Abdi-Hachesoo et al. (2013) reported significant sex-related differences in red blood cell count (RBC), packed cell volume (PCV), total leukocyte count (TLC), and leukocyte subpopulations in native chicken breeds.

The erythrocyte osmotic fragility (OF) test is widely used to assess RBC membrane resistance, particularly in conditions like anemia. While not routinely employed by clinicians, changes in erythrocyte fragility are observed in certain diseases (Slappendel, 1998). OF also reflects the surface-to-volume ratio of RBCs, which can vary in pathological states (Beutler, 1990). The test quantifies hemolysis via colorimetric measurement of hemoglobin released after exposing RBCs to hypotonic NaCl, using complete lysis in distilled water as the reference (Perk et al., 1964). Several intrinsic (e.g., age, sex, breed, species, genotype) and extrinsic (e.g., temperature, pH, oxygenation, drugs) factors are known to influence OF (Igbokwe, 2018).

Moreover, blood analysis has been critical for identifying specific poultry diseases and has furthered understanding in avian immunology and comparative pathology (Bonadiman et al., 2009). Consequently, clinical hematology and serum biochemistry remain fundamental tools in poultry diagnostics. However, there is a notable lack of research on hematological profiles in Turkish Sultan chickens. Therefore, the present study aimed to evaluate selected hematological parameters and the erythrocyte osmotic fragility in this endangered native breed.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. *Animals*

This study was conducted on 90 healthy Turkish Sultan chickens, all approximately 60 weeks old and kept under identical conditions at Kırıkkale University Faculty of Veterinary Medicine. Birds were reared on a litter floor (5 birds/m²), with ad libitum access to water and commercial feed, under a lighting schedule of 16 hours light and 8 hours dark. The animals were divided into roosters (n=40) and hens (n=50) to evaluate sex-related differences in the measured parameters. All procedures were approved by the Kırıkkale University Local Ethics Committee (25.01.2024; No: 2024/01) and carried out during early summer, with an average ambient temperature of 25.0 °C.

2.2. *Blood sample collection and analysis*

Approximately 3 mL of blood was drawn from the brachial vein of each bird into 5 mL K₃-EDTA anticoagulated tubes between 09:00 and 12:00 for hematological and osmotic fragility analyses. All the hematological assays were conducted manually. In summary, the quantity of red blood cells (RBC) was determined by means of the Thoma chamber, following which the cells were diluted with Natt-Herrick solutions. The measurement of packed cell volume (PCV) and hemoglobin concentrations of blood samples was conducted by means of the microhematocrit and cyanmethemoglobin methods, respectively.

2.3. *Erythrocyte osmotic fragility test*

In order to determine osmotic resistance of erythrocytes, we initially prepared phosphate buffered sodium chloride solution (PBS, 154 mM NaCl, 10 mM sodium phosphate, pH 7.4) containing gradually increased concentrations of NaCl from 0 to 0.90 in 10 tubes as previously described (Kabakci & Kara, 2023; R. Kabakçı et al., 2022). Afterwards, equal volume (10 µL) of whole blood samples was added into each tube containing 2.5 mL PBS-NaCl dilutions and incubated for 30 minutes at laboratory temperature following gently mixing. These mixtures, then, were centrifuged at 1000 g for 10 min and optical density of supernatants were measured using a spectrophotometer (Multiskan Go, Thermo Scientific, Finland) at 540 nm. The hemolysis percentage of each erythrocyte sample was determined by comparison with those in distilled water, which was considered to be 100% hemolysis. The percentages of erythrocyte hemolysis in other NaCl concentrations were then calculated using the following formula: % hemolysis = (absorbance of test tubes/absorbance of 0% NaCl dilution tube) x 100. The results were expressed as % hemolysis. Additionally, the median corpuscular fragility (MCF) was determined from the erythrocyte fragility curve, which is equivalent to the NaCl concentration that causes hemolysis in 50% of erythrocytes. This analysis was conducted to make a comparison between roosters and hens (Kabakci & Kara, 2023).

2.4. *Statistical analysis*

The descriptive and statistical analyses were conducted using SPSS 20.0 software (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). The normality of the data collected from the hematological and osmotic fragility analyses was tested using the Levene test. Subsequently, parametric data underwent analysis using a Student t-test, while non-parametric data was subjected to analysis using a Mann-Whitney U-test. The statistical significance threshold was set at P<0.05.

3. RESULTS

The measured values for selected blood parameters in Turkish Sultan Chickens demonstrated significant disparities depending on gender ($p < 0.001$). Specifically, the level of RBC, HGB and PCV in roosters were found to be considerably higher in roosters compared to hens (Figure 1).

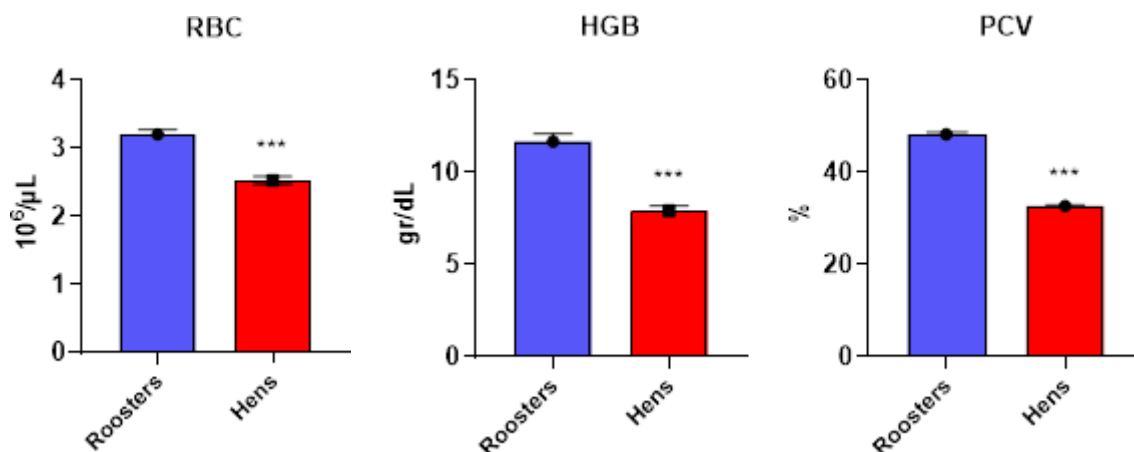


Figure 1. Effect of gender on red blood cell counts (RBC), hemoglobin (HGB) concentration and packed cell volume (PCV) of Turkish Sultan Chickens. The mean values of RBC, HGB and PCV between 40 roosters and 50 hens were not statistically significant. Results were expressed as mean and standard error mean. ***: $P < 0.001$.

As illustrated in Figure 2, the prehemolytic NaCl concentrations of the erythrocytes were found to be 0.4% for almost all chickens. A statistically significant discrepancy in the osmotic resistance of erythrocytes was observed between roosters and hens at only 0.2% and 0.1% NaCl concentrations ($P < 0.05$). The median corpuscular fragility (MCF) values of both sexes shown in Figure 3 were found to be statistically similar ($P > 0.05$).

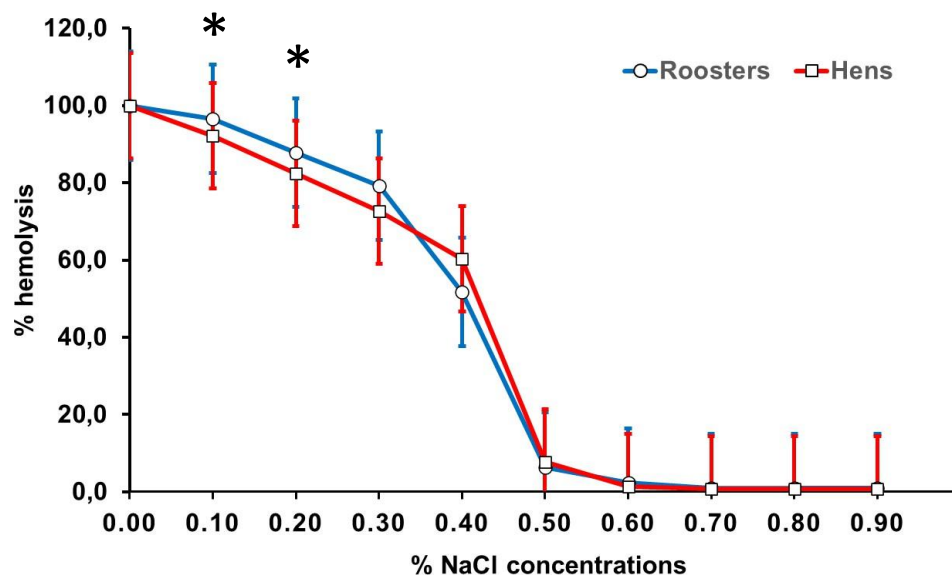


Figure 2. Effect of gender on erythrocyte osmotic fragility curve of Turkish Sultan Chickens. Asterisks show erythrocyte osmotic resistance of 24 roosters and 20 hens in different sodium chloride (NaCl) concentrations. Results were expressed as a percentage of total hemolysis. *: $P < 0.05$.

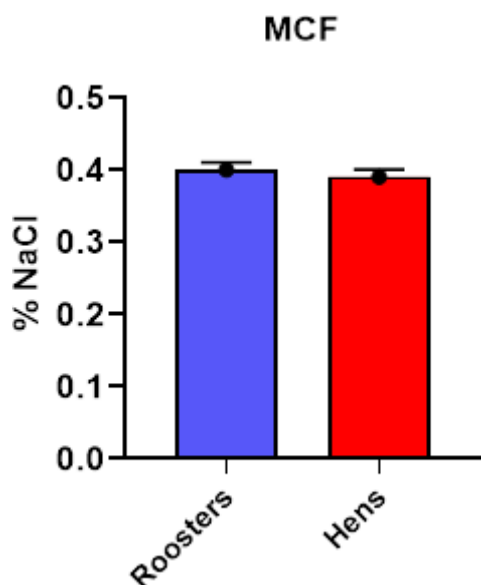


Figure 3. Effect of gender on erythrocytes median corpuscular fragility (MCF) of Turkish Sultan Chickens. The mean values of MCF between 24 roosters and 20 hens were not statistically significant. ns: non-significant means $P > 0.05$.

4. DISCUSSION

The Sultan chicken is an indigenous Turkish breed originating from the Ottoman period, historically known as the “Palace Chicken.” It is distinguished by its white plumage and characteristic crest and leg feathers. In recent years, the breed has gained popularity in Türkiye as an ornamental chicken; however, scientific information remains scarce. Therefore, the present study reports for the first time erythrocyte osmotic fragility and selected hematological parameters in Turkish Sultan chickens.

In veterinary diagnostics, hemato-biochemical markers are essential for evaluating health status and are widely utilized tools (Umar et al., 2022). These parameters, however, can vary with species, breed, age, and sex (Moryani et al., 2021; Umar et al., 2022). In this study, we established reference values for Turkish Sultan chickens and examined sex-based differences. Erythrocyte-related parameters fell within the expected avian ranges (Bounous & Stedman, 2000). However, roosters exhibited significantly higher RBC, HGB, and PCV than those of hens. Although some studies report no sex-based variation (Abdi-Hachesoo et al., 2013; Akinyemi et al., 2024; Albokhadaim, 2012; Gambo et al., 2021; Olayemi & Ojo, 2007) or even higher values in females (Abdi-Hachesoo et al., 2013; Gambo et al., 2021; Kundu et al., 2013), our findings are consistent with reports showing elevated erythrocyte indices in males (Albokhadaim, 2012). Factors such as nutrition, stress, and age may influence these differences, but reproductive hormones—especially androgens—are known to enhance erythropoiesis (Abdi-Hachesoo et al., 2013; Adedibu et al., 2014; McManus et al., 2020; Warren & Grossmann, 2022), potentially explaining the higher values observed in roosters.

The EOF curve of healthy Turkish Sultan Chickens obtained from this study was relatively in convenient with earlier reports (Azeez et al., 2009; Habibu et al., 2013; Oladele et al., 2003).

Since the number is quite limited, there is no study investigating the blood parameters of Sultan chickens. Therefore, in addition to hematological values, this is the first report indicated the variations EOF in Turkish Sultan Chicken depending on the gender. Prehemolytic NaCl concentrations for erythrocytes of all chickens was 0.40% which is similar to findings of (Oladele et al., 2003). Like other physiological variables, EOF can be influenced by gender differences (Azeez et al., 2011; R. Kabakçı et al., 2022; Oyewale & Durotoye, 1988). In agreement with this knowledge, EOF of roosters was higher than those of hens at only lower NaCl concentrations (0.2% and 0.1%), in contrast to isotonic and mid-hypotonic NaCl solutions. Azeez et al. (2011) and Oyewale and Durotoye (1988) have been also reported erythrocyte of male turkey and fowls were more susceptible to hemolysis at 0.1% NaCl compared to females, respectively. This is most probably due to the increasing effect of testosterone on susceptibility to hemolysis in males (Kaniyas et al., 2016) and/or stabilizing effect of estrogen on erythrocyte membrane resistance in females (R. Kabakçı et al., 2022).. The median corpuscular fragility (MCF) values of roosters and hens of Turkish Sultan Chickens were 0.40 ± 0.01 and 0.39 ± 0.01 , respectively. Similar non-significant effects of gender on MCF have been also previously reported in other species (Basarab et al., 1980; Jain, 1973).

5. CONCLUSION

This study provides the first reference values for red blood cell parameters and erythrocyte osmotic fragility (EOF) in Turkish Sultan chickens under standardized conditions. Significantly higher RBC, HGB and PCV values were observed in roosters compared to hens, highlighting sex-based physiological differences in hematological profiles. Additionally, while prehemolytic NaCl concentrations and median corpuscular fragility (MCF) values were unaffected by gender, hens were found to have more fragile erythrocytes than roosters at 0.2% and 0.1% NaCl concentrations. Together, these findings provide novel baseline data for breed-specific hematological assessment and support the use of EOF as a complementary tool for evaluating erythrocyte membrane stability in this indigenous chicken breed.

Acknowledgement

We want to thank Assis. Prof. Gokhan Sen, Assis. Prof. Yasin Senel, Res. Asist. Ali Karapinar and Res. Assis. Taha Altug for their valuable contribution during sample collection. In addition, this study was supported by Scientific Research Projects Coordination Unit of Kırıkkale University with the project number of 2024/033.

REFERENCES

- Abdi-Hachesoo, B., Talebi, A., Asri-Rezaei, S., & Basaki, M. (2013). Sex related differences in biochemical and hematological parameters of adult indigenous chickens in Northwest of Iran. *Journal of Animal Science Advances*, 3(10), 512-516.
- Adedibu, I., Ayorinde, K., & Musa, A. (2014). Identification of hematological markers suitable for improving productivity of helmeted guinea fowl *Numida meleagris*. *American Journal of Experimental Agriculture*, 4(10), 1186-1196. <https://doi.org/https://doi.org/10.9734/AJEA/2014/10066>
- Ajayi, F. (2010). Nigerian indigenous chicken: A valuable genetic resource for meat and egg production. *Asian journal of poultry science*, 4(4), 164-172. <https://doi.org/https://doi.org/10.3923/ajpsaj.2010.164.172>

- Akinyemi, O. F., Adu, O. A., & Chineke, C. A. (2024). Effects of strain and sex on haematological and serum biochemical parameters of broiler chickens at different ages. *Animal Research International*, 21(3), 5756-5766. <https://doi.org/https://doi.org/10.51791/njap.v48i2.2924>
- Al-Hillali, A., & Abbas, A. (2007). Inheritance of Blood Glucose in Local Iraqi Fowl and Its Association with Productive Traits. *iraqi poultry sciences journal*, 2(2), 1.
- Albokhadaim, I. (2012). Hematological and some biochemical values of indigenous chickens in Al-Ahsa, Saudi Arabia during summer season. *Asian journal of poultry science*, 6(4), 138-145. <https://doi.org/https://doi.org/10.3923/ajpsaj.2012.138.145>
- Azeez, O., Olayemi, F., & Olanrewaju, J. (2011). Age and sex influences on the haematology and erythrocyte osmotic fragility of the Nigerian Turkey. *Research Journal of Veterinary Sciences*, 4(2), 43-49.
- Azeez, O., Oyewale, J., & Okunola, O. (2009). Erythrocyte osmotic fragility of Nera Black fowls of two-age groups. *International Journal of Poultry Science*, 8(2), 192-194.
- Basarab, J., Berg, R., & Thompson, J. (1980). Erythrocyte fragility in "double-muscled" cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 60(4), 869-876.
- Beutler, E. (1990). Osmotic Fragility. In Williams JW, Beutler E, & Erslev AJ (Eds.), *Hematology (Amsterdam, Netherlands)* (4th ed., pp. 1726–1728). McGraw Hill Publishing Co.
- Bonadiman, S. F., Stratievsky, G. C., Machado, J. A., Albernaz, A. P., Rabelo, G. R., & Damatta, R. A. (2009). Leukocyte ultrastructure, hematological and serum biochemical profiles of ostriches (*Struthio camelus*). *Poultry Science*, 88(11), 2298-2306. <https://doi.org/https://doi.org/10.3382/ps.2009-00176>
- Bounous, D., & Stedman, N. (2000). Normal avian hematology: chicken and turkey. In B. V. Feldman, J. G. Zinkl, N. C. Jain, & O. W. Schalm (Eds.), *Schalm's veterinary hematology* (1st ed., pp. 1147-1154). Wiley.
- Buffalo, N. Y. (1874). *The American Standard of Excellence* (1st ed.). United Poultry Fanciers of America.
- dos Santos Schmidt, E. M., Paulillo, A. C., Martins, G. R. V., Lapera, I. M., Testi, A. J. P., Junior, L. N., Denadai, J., Fagliari, J. J., & FAPESP-Brazil, B. (2009). Hematology of the bronze turkey (*Meleagris gallopavo*): Variations with age and gender. *International Journal of Poultry Science*, 8(8), 752-754. <https://doi.org/https://doi.org/10.3923/ijps.2009.752.754>
- EPA. (2025). *European Association of Poultry, Pigeon, Cage bird, Rabbit and Cavy Breeders*. European Association of Poultry. Retrieved 27.05.2025 from <https://entente-ee.eu/geflugel-poultry-volailles/>.
- Gambo, H., Alkali, I., & Badau, S. (2021). Haematological parameters in relation to age, sex and body weight of free range village chickens (*Gallus gallus domesticus*) in Maiduguri, Nigeria. *Journal of Sustainable Veterinary & Allied Sciences*, 1(1), 78-84. <https://doi.org/http://doi.org/10.54328/covm.josvas.2021.020>
- Gökmen, M. F. (2023). *Nesli tükenme tehlikesindeki yerli tavuk ırkları üniversitede korunuyor*. Anadolu Ajans. Retrieved 14.12.2025 from <https://www.aa.com.tr/tr/yasam/nesli-tukenme-tehlikesindeki-yerli-tavuk-irklari-universitede-korunuyor/3089658>
- Habibu, B., Yaqub, L., Ahmed, I., Kawu, M., Buhari, H., Tauheed, M., & Isa, H. (2013). Erythrocyte osmotic fragility and haematologic parameters of three breeds of 9-week-old broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 12(5), 277-279.
- Hall, S. J. G., & Ruane, J. (1993). Livestock Breeds and Their Conservation - a Global Overview. *Conservation Biology*, 7(4), 815-825. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.740815.x>
- Igbokwe, N. (2018). A review of the factors that influence erythrocyte osmotic fragility. *Sokoto Journal of Veterinary Sciences*, 16(4), 1-23.
- Jain, N. (1973). Osmotic fragility of erythrocytes of dogs and cats in health and in certain hematologic disorders.
- Kabakci, R., & Kara, E. (2023). The Alterations of Erythrocyte Osmotic Fragility and Hematological Parameters in Puppies with Parvoviral Enteritis in Kirikkale, Türkiye. *International Journal of Veterinary and Animal Research (IJVAR)*, 6(2), 66-71.

- Kabakçı, R., Çufaoğlu, G., & Şen, G. (2022). Effect of kefir consumption on intestinal microbiota and some blood parameters in Angora cats. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 46(3), 376-384. <https://doi.org/https://doi.org/10.55730/1300-0128.4207>
- Kabakçı, R., Yiğit, A. A., Kara, E., Çınar, M., Ekici, H., & Aluç, Y. (2022). Age-and sex-related changes in selected hematological parameters, lipid peroxidation and erythrocytes osmotic fragility of Turkish Angora cats. *Journal of The Hellenic Veterinary Medical Society*, 73(1), 3715-3722. <https://doi.org/https://doi.org/10.12681/jhvms.25515>
- Kanias, T., Sinchar, D., Osei-Hwedie, D., Baust, J. J., Jordan, A., Zimring, J. C., Waterman, H. R., de Wolski, K. S., Acker, J. P., & Gladwin, M. T. (2016). Testosterone-dependent sex differences in red blood cell hemolysis in storage, stress, and disease. *Transfusion*, 56(10), 2571-2583.
- Kundu, A., De, A. K., Kundu, M. S., Sunder, J., & Jeyakumar, S. (2013). Comparative haematology of Vanaraja, Nicobari fowls and their various F crosses under hot humid climate of Andaman and Nicobar Islands, India. *Veterinary world*, 6(12), 1008-1011. <https://doi.org/https://doi.org/10.14202/vetworld.2013.1008-1011>
- McManus, J. F., Nguyen, N. Y. N., Davey, R. A., MacLean, H. E., Pomilio, G., McCormack, M. P., Chiu, W. S., Wei, A. H., Zajac, J. D., & Curtis, D. J. (2020). Androgens stimulate erythropoiesis through the DNA-binding activity of the androgen receptor in non-hematopoietic cells. *European Journal of Haematology*, 105(3), 247-254. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ejh.13431>
- Moryani, A. A., Rajput, N., Naeem, M., Shah, A. H., & Jahejo, A. R. (2021). Screening of the Herbs and Evaluation of their Combined Effects on the Health and Immunity of Coccidiosis Challenged Broiler Chickens. *Pakistan Veterinary Journal*, 41(2), 228-234. <https://doi.org/https://doi.org/10.29261/pakvetj/2021.005>
- Oladele, S., Ayo, J., Ogundipe, S., & Esievo, K. (2003). Seasonal and species variations in erythrocytes osmotic fragility of indigenous poultry species in Zaria, Northern Guinea savannah zone of Nigeria.
- Olayemi, F., & Ojo, O. (2007). Haematology of the Nigerian turkey. *Folia Veterinaria*, 51(1), 43-46. <https://doi.org/https://doi.org/10.4314/bahpa.v55i4.32821>
- Oldenbroek, K. (2007). *Utilisation and conservation of farm animal genetic resources* (1st ed.). Wageningen Academic Publishers.
- Oyewale, J., & Durotoye, L. (1988). Osmotic fragility of erythrocytes of two breeds of domestic fowl in the warm humid tropics. *Laboratory Animals*, 22(3), 250-254.
- Perk, K., Hort, I., & Perri, H. (1964). The degrees of swelling and osmotic resistance in hypotonic solutions of erythrocyte from various domestic animals. *Refuah vet*, 20, 122-128.
- Sharma, S. L., Singh, P., Patil, A. K., & Sharma, J. (2015). Effect of feeding compressed complete feed block containing guar meal on blood biochemical profile of crossbred calves. *Journal of Animal Research*, 5(3), 575-578. <https://doi.org/https://doi.org/10.5958/2277-940X.2015.00096.0>
- Slappendel, R. (1998). Abnormal osmotic fragility of erythrocytes in dogs and cats. *Veterinary Quarterly*, 20(sup1), S38-S39.
- Şimsek, Ö., Atmaca, N., Güner, B., Kabakçı, R., & Bilmen, F. S. (2015). Selected haematological and biochemical parameters in healthy Damascus goats. *Journal of Turkish Veterinary Medical Association*, 15(1-2), 86-92.
- Tegetmeier, W. B. (1873). *The Poultry Book: Comprising the Breeding and Management of Profitable and Ornamental Poultry; to which is Added The Standard of Excellence in Exhibition Birds* (1st ed.). Woodfall and Kinder.
- Umar, Z., Qureshi, A. S., Usman, M., Shahid, R., Deebe, F., Sarfaz, A., Umar, T., & Hussain, M. (2022). Hemato-biochemical Profile of Ostriches based on Gender and Age of Birds. *Journal of The Hellenic Veterinary Medical Society*, 73(1), 3867-3874. <https://doi.org/https://doi.org/10.12681/jhvms.26038>
- Warren, A. M., & Grossmann, M. (2022). Haematological actions of androgens. *Best Practice & Research: Clinical Endocrinology & Metabolism*, 36(5), 101653. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.beem.2022.101653>
- Zeki, S. (1931). *Asri tavukçuluk* (3rd ed.). Hüsniyatıat Matbaası.

TÜRKİYE’DE ZEYTİN VE ZEYTİNYAĞI PİYASASINA YÖNELİK UYGULANAN POLİTİKALARIN İNCELENMESİ¹

Bedir Zana DEMİR

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara, Türkiye (mezun)

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6035-1770>

Prof. Dr. Yener ATASEVEN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0590-5493>

ÖZET

Zeytin ve zeytinyağı sektörü, Türkiye ekonomisinde hem tarımsal üretime hem de ihracata sağladığı katkılar nedeniyle öne çıkmakta; ekonomik, sosyal ve çevresel açılardan çok boyutlu bir stratejik değer taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’deki zeytin ve zeytinyağı sektörüne yönelik uygulanan politikaları tarihsel süreçten günümüze kadar kapsamlı bir şekilde incelemek, sektörün karşılaştığı mevcut sorunları ve yapısal zorlukları belirlemek ve bu yönde öneriler sunmaktır.

Bu çalışma literatüre dayalı olarak yürütülmüş olup Türkiye’deki zeytin ve zeytinyağı piyasasına ilişkin politikaların genel bir değerlendirmesini sunmayı amaçlamaktadır. Araştırmada ulusal ve uluslararası raporlar, makaleler, kitaplar, internet kaynakları ve ilgili mevzuat incelenmiştir. Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada kapsamlı bir literatür taraması yapılmış, ikinci aşamada ise kaynaklar çeşitli açılardan analiz edilmiş, içerikleri yorumlanmış ve sentezlenmiştir. Böylece Türkiye’de uygulanan politika araçları, düzenleyici çerçeve ve destekleme mekanizmaları bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir.

Araştırmada neticesinde Türkiye’nin sofralık zeytin üretiminde dünya lideri konumunu sürdürdüğü ve zeytinyağı üretiminde de ilk üç ülke arasında yer aldığı belirlenmiştir. Buna karşın, sektörün sahip olduğu potansiyel henüz tam olarak değerlendirilememektedir; bunun başlıca nedenleri arasında geleneksel üretim yöntemlerinin yaygınlığı, düşük verimlilik, kalite kontrol ve sertifikasyon mekanizmalarının yetersizliği ile pazarlama süreçlerinde yaşanan aksaklıklar öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra bu çalışma sektörün çevresel boyutlarını da değerlendirmektedir. Özellikle zeytinlik alanların korunması ve madencilik faaliyetleri ile yaşanan çatışmalar sürdürülebilir üretim açısından önemli bir risk olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma zeytin ve zeytinyağı sektörünün yapısal sorunlarını aşmak için üretim teknolojilerinin modernizasyonu, AR-GE yatırımlarının artırılması, lisanslı depoculuk ve üretici örgütlenmelerinin güçlendirilmesi gibi politika önerileri sunmaktadır. Bu bağlamda çalışma Türkiye’nin zeytin ve zeytinyağı sektöründe stratejik planlama ve politika tasarımı bilimsel bir temel sağlayacak niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Zeytin, Zeytinyağı, Tarım Politikası, Türkiye

¹ Bu makale, Prof. Dr. Yener ATASEVEN danışmanlığında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü’nde Bedir Zana DEMİR tarafından hazırlanan “Türkiye’de Zeytin ve Zeytinyağı Piyasasına Yönelik Uygulanan Politikaların İncelenmesi” başlıklı Mezuniyet Tezi’nden üretilmiştir.

GİRİŞ

Zeytin ve zeytinyağı insanlık tarihindeki en eski tarımsal ürünlerden biri olup özellikle Akdeniz Havzası'nda binlerce yıldır ekonomik, kültürel ve toplumsal açıdan önemli bir yere sahiptir. Türkiye bu coğrafyada zeytin yetiştiriciliğinin köklü bir geçmişe sahip olduğu ülkelerden biri olarak zeytin ve zeytinyağı üretiminde küresel ölçekte önde gelen aktörler arasında yer almaktadır. Türkiye'nin iklim koşulları, coğrafi konumu ve tarihsel birikimi zeytin tarımını stratejik bir sektör haline getirmiştir. Bugün Türkiye dünya zeytinlik alanlarının yaklaşık %8,2'sini (Anonymous, 2024a) ve sofralık zeytin üretiminde lider konumunu elinde bulundurmakta zeytinyağı üretiminde ise İspanya'nın ardından ikinci sırayı alacağı öngörülmektedir (Anonymous, 2024b). Bu üretim kapasitesi sektörün Türkiye ekonomisine sağladığı katkıyı açıkça ortaya koymaktadır. Zeytin ve zeytinyağı sektörü yüz binlerce çiftçiye geçim kaynağı sağlamakta tarımsal ihracatta önemli bir paya sahip olmakta ve kırsal kalkınmada kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, zeytinyağının Akdeniz diyetinin temel unsurlarından biri olarak sağlıklı beslenme ile ilişkilendirilmesi zeytinin uluslararası talepteki yerini daha da güçlendirmektedir.

Bununla birlikte Türkiye'nin zeytin ve zeytinyağı sektörü sahip olduğu potansiyeli tam anlamıyla kullanamamakta ve uluslararası pazarda beklenen rekabet gücüne ulaşmakta zorluklarla karşılaşmaktadır. Sektörde karşılaşılan temel sorunlar arasında düşük verimlilik, geleneksel üretim yöntemlerinin yaygınlığı, kalite kontrol mekanizmalarının yetersizliği ve pazarlama ile dağıtım kanallarındaki aksaklıklar yer almaktadır. Vardar (2019) Türkiye'nin zeytinyağı sektöründeki uluslararası rekabet gücünün sınırlı kalmasının en önemli nedenlerini verim düşüklüğü ve kalite standartlarının geliştirilememiş olması olarak tanımlamaktadır. Geleneksel üretim teknikleri, birim başına maliyetleri artırırken, ürün kalitesinde tutarsızlıklara yol açmakta; bu da Türk zeytinyağının uluslararası pazarlarda katma değerli bir ürün olarak konumlanmasını zorlaştırmaktadır. Öte yandan sektörün yapısal sorunları, politikaların etkinliği ve uygulanabilirliği ile doğrudan ilişkilidir. Devlet tarafından uygulanan destekleme politikaları zaman zaman üreticilerin ihtiyaçlarına tam anlamıyla yanıt verememiş; bürokratik engeller ve yetersiz teşvikler sektörün modernizasyonunu geciktirmiştir (Liman, 2021). İhracat politikalarında ise markalaşma eksikliği ve dökme ihracatın ağırlığı Türkiye'nin zeytinyağı ticaretinden elde ettiği katma değeri sınırlamaktadır (Bayramer, 2015).

Bu bağlamda, zeytin ve zeytinyağı sektörüne yönelik uygulanan politikaların incelenmesi sektörün mevcut durumunu anlamak ve geleceğe yönelik sürdürülebilir stratejiler geliştirmek açısından büyük önem taşımaktadır. Türkiye'de zeytincilik politikaları tarihsel olarak 3573 Sayılı Zeytinciliğin Islahı ve Yabancılarının Aşıltilması Hakkında Kanun (1939) ile şekillenmeye başlamış ve zamanla üretim desteklerinden dış ticaret düzenlemelerine kadar geniş bir yelpazede evrilmiştir. Ancak, bu politikaların sektörün ihtiyaçlarına ne ölçüde yanıt verdiği uygulanan düzenlemelerin etkinliği ve yapısal sorunların çözümüne katkısı tartışma konusudur. Örneğin, zeytinlik alanların korunmasına yönelik yasal düzenlemeler ile madencilik faaliyetleri arasında yaşanan gerilim politikaların tutarlılığı ve uygulanabilirliği hakkında soru işaretleri doğurmuştur. Benzer şekilde, fiyat ve destekleme politikalarının üretim hacmi üzerindeki etkisi sınırlı kalmış; dış ticaret politikaları ise Türkiye'nin küresel pazardaki konumunu güçlendirmede yetersiz bulunmuştur (Bulut, 2020).

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'de zeytin ve zeytinyağı piyasasına yönelik uygulanan politikaları tarihsel ve güncel perspektiflerden ele alarak bu politikaların sektörün gelişimi ve uluslararası rekabet gücü üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemektir. Araştırma, politikaların güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymayı, mevcut uygulamaların sektörel sorunlara ne ölçüde çözüm sunduğunu değerlendirmeyi ve sürdürülebilir bir zeytincilik sektörü için kanıta dayalı politika önerileri sunmayı hedeflemektedir.

KAVRAMSAL TEMELLER

Zeytinlik alanlar ile ilgili yasal düzenlemeler zeytincilik kanunu olarak da bilinen 3573 Sayılı Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerinin Aşılattırılması Hakkında Kanun’la açıklanmıştır. İlgili kanunda “zeytinlik sahaları” terimi kullanılmıştır; ancak yasada net bir alan veya ağaç yoğunluğu tanımı yoktur (Resmi Gazete, 1939a).

Uluslararası Zeytin Konseyi’ne (IOC, 2022) göre zeytinyağı yalnızca mekanik veya fiziksel işlemlerle elde edilen, doğal özelliklerini koruyan ve çözücü veya yeniden esterifikasyon işlemlerine tabi tutulmamış yağları ifade etmektedir. Zeytinyağı çeşit ve kalite olarak sınıflandırılırken asitlik derecelerine göre değerlendirilmekte, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği ve Türk Standartları Enstitüsü’nün tanımlamalarına göre kategorilere ayrılmaktadır (Resmi Gazete, 2017b). Aynı yönetmelikte zeytinyağı çeşitlerine ilişkin tanımlamalar aşağıdaki şekilde yer almaktadır.

Natürel zeytinyağı zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısı ortamında, sadece yıkama, sızdırma, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen, fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri itibarıyla sınıfına ait özelliklere uygun yağlarını ifade eder. Natürel zeytinyağı; natürel sızma, natürel birinci ve ham zeytinyağı olarak üç sınıfa ayrılmaktadır (Resmi Gazete, 2017b):

- Natürel sızma zeytinyağı; doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,8 gramdan fazla olmayan yağdır.
- Natürel birinci zeytinyağı; serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 gramdan fazla olmayan yağlar sınıfında bulunmakta olup, natürel sızma zeytinyağı gibi doğrudan tüketime uygundur.
- Ham zeytinyağı “lampant” ise; doğrudan tüketime uygun olmayan, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden %3,3’ün üzerinde olan ya da duyuşal ve karakteristik özellikleri bakımından natürel zeytinyağı özelliklerini taşımayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun yağlar sınıfında bulunmaktadır.

Rafine zeytinyağı, ham zeytinyağının trigliserit yapısını değiştirmeyen yöntemlerle rafine edilmesiyle elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden 100 gramda en fazla 0,3 gram olan yağdır. Riviera zeytinyağı rafine zeytinyağı ile doğrudan tüketime uygun natürel zeytinyağlarının karışımından oluşur ve serbest yağ asitliği 100 gramda 1 gramı aşmaz. Çeşnili zeytinyağı ise natürel sızma zeytinyağının baharat, meyve, sebze veya doğal aroma maddeleriyle zenginleştirilmesiyle elde edilir ve serbest yağ asitliği 100 gramda 0,8 gramdan fazla değildir. Prina yağı ise çoğunlukla yem ve sanayide değerlendirilmekle birlikte zeytinyağı olarak kabul edilmemektedir (Resmi Gazete, 2017b).

Sofralık zeytin kültüre alınmış uygun zeytin çeşitlerinin işlenebilir olgunlukta hasat edilen meyvelerinin belirli teknik işlemlerden geçirilerek acılığının giderilmesi ve yeme olgunluğu kazandırılmasıyla elde edilen sade olarak veya izin verilen katkı maddeleriyle ambalajlanan zeytin daneleri olarak tanımlanmaktadır. Sofralık zeytinler olgunluk derecelerine göre siyah, yeşil ve rengi dönük (turning colour) olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Garrido Fernández vd.1997).

Siyah zeytin, tam olgunlaşma döneminde ya da bu döneme çok yakın bir aşamada hasat edilen; rengi siyah veya siyaha yakın olup koyu mor, yeşilimsi siyah, koyu kahverengi ya da kırmızı siyahtan menekşe siyahına kadar değişebilen meyveleri ifade etmektedir. Yeşil zeytin, olgunlaşma sürecinin başlangıcında, renk değişimi gerçekleşmeden önce hasat edilen ve

normal büyüklüğüne ulaşmış yeşilden sarımsı yeşile kadar değişen renkteki meyveleri kapsamaktadır. Rengi dönük (pembe) zeytin ise tam olgunlaşma öncesinde renk değişim evresinde pembe, kırmızı, şarabi veya açık kahverengi tonlarında iken toplanan meyveler olarak tanımlanmaktadır (Özkan, 2023).

Zeytinyağı ve sofralık zeytin işlenmiş ürünler kapsamında değerlendirilmektedir. Ham haldeki dane zeytin olgunlaşmış olsa dahi doğrudan tüketime uygun değildir; tüketilebilir hale gelmesi için belirli bir işleme ya da olgunlaştırma sürecinden geçmesi gerekmektedir. Uluslararası Zeytin Konseyi (IOC) tarafından zeytinyağı üretim sezonu 1 Ekim-30 Eylül (bir sonraki yıl), sofralık zeytin üretim sezonu ise 1 Eylül-30 Ağustos (bir sonraki yıl) olarak tanımlanmaktadır (Anonymous, 2024b).

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Türkiye’de zeytin ve zeytinyağı sektörünün mevcut durumunu ve sektöre yönelik uygulanan politika ile yasal düzenlemeleri ortaya koymak amacıyla; ilgili tezler, bilimsel makaleler, tebliğler, mevzuat metinleri, Resmî Gazete, raporlar ve resmî internet kaynakları (TÜİK, IOC, FAO, TBMM) incelenmiştir.

Bu çalışma nitel ve nicel analiz yöntemlerinin bir arada kullanıldığı, çoklu veri kaynaklarına dayalı bir yaklaşımla yürütülmüştür. Nitel analizler politikaların tarihsel gelişimini, yasal düzenlemeleri ve sektörel dinamikleri anlamak amacıyla kullanılmıştır. Nicel analizler ise üretim, tüketim, dış ticaret ve fiyat verilerinin istatistiksel olarak incelenmesinde temel bir rol oynamıştır. Bu çift yönlü yaklaşım, politikaların hem yapısal hem de sayısal etkilerini bütüncül bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Çalışma iki aşamalı bir yöntemsel aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada zeytin ve zeytinyağı piyasasının çevresel, ekonomik ve kurumsal boyutlarını ele alan literatür araştırması yapılmıştır. İkinci aşamada ise elde edilen literatürler ilgili kategoriler çerçevesinde incelenmiş, içerikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve sektörün öne çıkan yönleri ve karşılaşılan zorluklar incelenmiştir. Bu inceleme süreci sonucunda zeytin ve zeytinyağı kapsamında ilgili politika araçları değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA VE BULGULARI

Dünyada Zeytin ve Zeytinyağı Sektörünün Genel Durumu

Zeytinlik alanlar

Zeytin, hem yağlık hem de sofralık olarak işlenebilen ve işleme sürecinde ortaya çıkan yan ürünleri değerlendirilebilen önemli bir tarımsal üründür. Bitkinin belirli iklim koşullarına ihtiyaç duyması nedeniyle zeytincilik faaliyetleri dünya genelinde ağırlıklı olarak Akdeniz havzasındaki ülkelerde yoğunlaşmaktadır (İspanya, Tunus, İtalya, Fas, Türkiye, Yunanistan, Suriye, Cezayir, Portekiz ve Libya) (Özkan, 2023). Günümüzde dünya zeytin ağacı varlığının yaklaşık %93’ü bu ülkelerde bulunmaktadır. FAO’nun 2022 verilerine göre ise dünya genelinde yaklaşık 10,9 milyon hektar alanda 21 milyon ton zeytin üretimi gerçekleştirilmektedir.

Çizelge 1’de sunulan FAO verilerine göre, 2022 yılı itibarıyla dünya genelindeki zeytinlik alanlar 10,95 milyon hektar olarak belirlenmiştir. Ülke bazında değerlendirildiğinde, zeytinlik alanlar içinde en yüksek paya sahip ülkeler sırasıyla İspanya (%24,1), Tunus

(%16,4), Fas (%11), İtalya (%9,8), Türkiye (%8,2) ve Yunanistan (%7,7) olup, bu ülkelerin ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 1. Dünya zeytinlik alanları (bin ha) (Anonymous, 2024a)

	2018	2019	2020	2021	2022
İspanya	2.579	2.602	2.624	2.623	2.635
Tunus	2.424	1.271	2.999	1.251	1.799
Fas	1.045	1.073	1.069	1.104	1.201
İtalya	1.142	1.139	1.146	1.129	1.077
Türkiye	864	879	887	889	901
Yunanistan	963	903	906	826	847
Suriye	693	693	696	693	676
Cezayir	431	432	439	440	458
Portekiz	361	378	381	380	380
Libya	205	206	239	239	220
Arjantin	108	115	116	123	130
Mısır	90	103	101	108	113
Lübnan	66	62	63	63	64
Ürdün	57	57	57	57	58
Filistin	40	121	52	58	54
Diğer	316	322	310	346	336
Dünya Toplamı	11.384	10.356	12.085	10.329	10.949

Üretim

Dünya sofralık zeytin üretimi periyodisite, hastalıklar ve doğal koşullar gibi etkenlere bağlı olarak yıllar itibarıyla dalgalanmalar göstermekle birlikte, son altı üretim sezonunun ortalaması yaklaşık 3 milyon ton düzeyindedir. Türkiye, dünya sofralık zeytin üretiminde önemli bir yere sahiptir. IOC'nin 2024 dünya sofralık zeytin üretimi verilerine göre, Türkiye 2023/24 sezonunda hem periyodisite hem de olumsuz hava koşullarının etkisi sebebiyle bir önceki sezona göre %34 düşüş yaşamıştır. Ancak, 2024/25 sezonunda Türkiye'nin 700 bin ton ile dünya sofralık zeytin üretiminde birinci sırada yer alacağı öngörülmektedir (Çizelge 2).

2024/25 sezonu tahminine göre dünya sofralık zeytin üretiminin Türkiye %22, Mısır %19 ve İspanya %15'ini gerçekleştirecektir.

Çizelge 2. Dünya sofralık zeytin üretimi (bin ton) (Anonymous, 2024b)

	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25*
Türkiye	414	360	450	735	490	700
Mısır	650	650	650	600	650	600
İspanya	458,2	546,3	659,5	414,1	407,4	468,3
Cezayir	327	272,5	306,5	256,5	286	263,5
Yunanistan	222	230	175	325	110	238,5
Peru	115	91	149	134,5	136	130,5
Fas	135	130	130	120	120	120
Suriye	105	105	105	115	96,5	109
İran	62,5	61,5	59,5	65	85	91
Arjantin	80	78	75	80	82	75
Diğer	392,30	313,20	348,50	383,90	365,60	382,20
Dünya Toplamı	2.961	2.837	3.108	3.229	2.828	3.178

* Tahmin

Dünya zeytinyağı üretimi uzun dönemde dalgalanma göstermekle birlikte son altı sezon incelendiğinde ortalama üretim 3 milyon tondur. Bununla birlikte, 2022/23 sezonunda zeytinyağı üretimindeki gerileme daha belirgin bir nitelik kazanmıştır. IOC verilerine göre, üretimde öncü konumda bulunan İspanya ve İtalya’da yaşanan kuraklık nedeniyle dünya zeytinyağı üretimi bir önceki sezona kıyasla yaklaşık %25 oranında azalarak 2,6 milyon tona düşmüştür. 2024/25 sezonu iklim koşullarının da olumlu geçmesi sebebiyle dünya zeytinyağı üretiminin 3,3 milyon ton olacağı öngörülmektedir (Çizelge 3).

Dünya zeytinyağı üretiminde önemli bir yere sahip olan Türkiye’de 2023/24 sezonunda periyodisite ve olumsuz hava koşulları sebebiyle üretim bir önceki sezona göre %52 oranında düşerek 215 bin ton olmuştur. 2024/25 sezonu verilerine göre iklim koşullarının olumlu geçmesiyle beraber Türkiye’nin 450 bin ton üretim ile dünya zeytinyağı üretiminde ikinci sırada yer alacağı öngörülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Dünya zeytinyağı üretimi (bin ton) (Anonymous, 2024b)

	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25*
İspanya	1.125,30	1.389,00	1.493,00	665,8	854	1.289,90
Türkiye	230	193,5	235	451	215	450
Tunus	440	140	240	217	220	340
Yunanistan	275	275	232	345	175	250
İtalya	366,5	273,5	329	240,9	328,5	224
Portekiz	140,5	100	206,2	126	160,9	195
Suriye	118	143	105	134	80	105
Fas	145	160	190	107	106	90
Cezayir	126	70,5	94,5	75,5	93	85
Mısır	40	38	48,5	49,5	45	40
Diğer	262,70	237,00	242,80	348,30	286,60	306,60
Dünya Toplamı	3.269	3.019	3.416	2.760	2.564	3.375

* Tahmin

Dünya zeytinyağı üretiminde 2024/25 sezonunda İspanya’nın %38 pay ile birinci sırada yer alacağı öngörülmüştür. Aynı sezonda Türkiye’nin ikinci sırada yer alarak üretimin %13’ünü gerçekleştireceği öngörülmüştür. Türkiye’nin ardından %10 ile Tunus, %7 ile Yunanistan ve %7 ile İtalya takip etmiştir.

Dış ticaret

2024/25 pazarlama yılında dünya sofralık zeytin ihracatının bir önceki döneme kıyasla %3 artış göstererek 747 bin tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Küresel sofralık zeytin ihracatında İspanya, Türkiye, Mısır, Yunanistan ve Fas başlıca ihracatçı ülkeler arasında yer almaktadır. 2024/25 pazarlama dönemi öngörülleri incelendiğinde, İspanya’nın ihracatını önceki döneme göre %11 artırarak 171 bin tona çıkardığı bu miktarla dünya sofralık zeytin ihracatının %23’ünü karşıladığı ve ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Aynı dönemde Türkiye ise %25’lik artışla 125 bin ton ihracat gerçekleştirmiş böylece küresel ihracattan %17 pay alarak ikinci sırada konumlanmıştır. Akdeniz ülkesi olmamalarına rağmen sofralık zeytin ihracatında kayda değer paya sahip olan Arjantin ve Peru da dikkat çeken ülkeler arasında yer almaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Dünya sofralık zeytin ihracatı (bin ton) (Anonymous, 2024b)

	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25*
İspanya	173,3	179,4	186,7	170,2	153,2	171,5
Türkiye	80	50	110	100	100	125
Mısır	97,5	124	144,5	90	137	103,5
Yunanistan	62,1	90,2	90,8	94,3	96	97,1
Fas	85	109	76,5	87	67,5	88
Arjantin	54,5	53,5	49,5	55,5	56	50
Peru	25	30	33,5	45,5	34,5	30,5
İtalya	13	18,6	20,1	19	20,8	17,5
Portekiz	15,4	15	11,4	12,4	7,2	13,2
Arnavutluk	8,5	9,5	9,5	14,5	14,5	13
Diğer	35,2	34,8	38,5	45,1	34,8	37,7
Dünya Toplamı	649,5	714	771	733,5	721,5	747

* Tahmin

Dünya zeytinyağı ihracatının 2024/25 pazarlama döneminde bir önceki döneme göre %27 oranında artarak 1,3 milyon ton olacağı öngörülmüştür. Bu artışta 2024/25 üretim sezonundaki olumlu iklim koşullarının etkisi büyüktür. Dünyada zeytinyağı ihracatında İspanya, Tunus, İtalya ve Türkiye önde gelen ülkelerdir. 2024/25 dönemi tahminlerine göre, 416 bin tonluk ihracat hacmiyle İspanya dünya zeytinyağı ihracatının %32'sini karşılamaktadır. İspanya'yı ikinci sırada izleyen Tunus ise bir önceki döneme kıyasla %57 oranında artış göstererek 310 bin ton ihracat gerçekleştirmiş ve dikkat çekici bir performans sergilemiştir. Aynı dönemde Türkiye %117 oranında artış göstererek 150 bin ton ihracata ulaşmıştır. Böylece Türkiye'nin dünya zeytinyağı ihracatındaki payının %12 olacağı öngörülmüştür (Çizelge 5).

Çizelge 5. Dünya zeytinyağı ihracatı (bin ton) (Anonymous, 2024b)

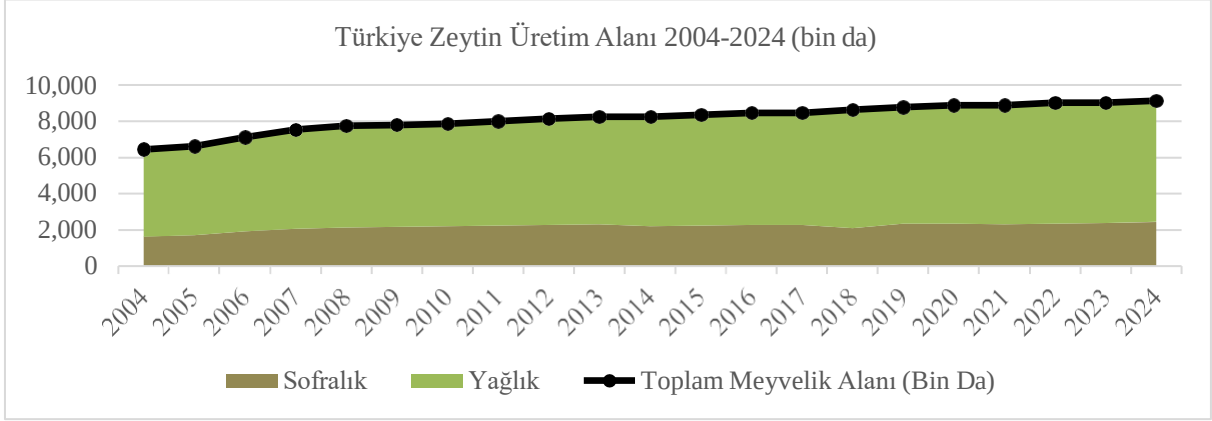
	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25*
İspanya	420,7	464,6	468,1	316,5	332,4	415,5
Tunus	355	205	187	198,5	196,5	310
İtalya	214,8	222,6	234,7	186,6	188,8	210,5
Türkiye	45	42	58	150	69	150
Portekiz	80,2	76,1	72,7	59	55,1	60
Suriye	15	18,5	23,5	41	48	38
Arjantin	23	23	27	26,5	37	25
Yunanistan	20,8	24,5	24,5	23,3	19,6	20
Şili	15,5	13	16	16,5	15,5	16,5
ABD	3,5	4	3,5	5,5	9	10
Diğer	46,50	53,20	62,50	60,60	44,60	38,00
Dünya Toplamı	1.240	1.146	1.177	1.084	1.015	1.293

* Tahmin

Türkiye’de Zeytin ve Zeytinyağı Sektörünün Genel Durumu

Üretim Alanı

Türkiye’nin 2024 zeytinlik alanı 913 bin hektardır. Çizelge 1’de görüleceği üzere Türkiye dünyadaki zeytinlik alanlarının %8,2’sine sahiptir. Türkiye sahip olduğu bu zeytinlik alanıyla dünyada beşinci sıradadır. Bu durum, Türkiye’nin zeytin yetiştiriciliğindeki küresel önemini ve potansiyelini ortaya koymaktadır. 2024 yılı için Türkiye’nin toplam zeytinlik alanının %73’ü yağlık ve %27’si sofralık zeytin alanıdır (Anonim, 2025a).



Şekil 1. Türkiye sofralık ve yağlık toplu zeytin meyvelikleri alanı 2004-2024 (bin da) (Anonim, 2025a)

Türkiye’nin sofralık zeytin üretim alanı 243 bin hektardır. Manisa ve Bursa illeri toplam sofralık zeytin üretim alanının %50’sine sahiptir (Anonim, 2025a). Şekil 2’de görüleceği üzere sofralık zeytin üretimi Ege, Güney Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve az miktarda Orta ve Doğu Karadeniz Bölgeleri’nde yapılmaktadır.



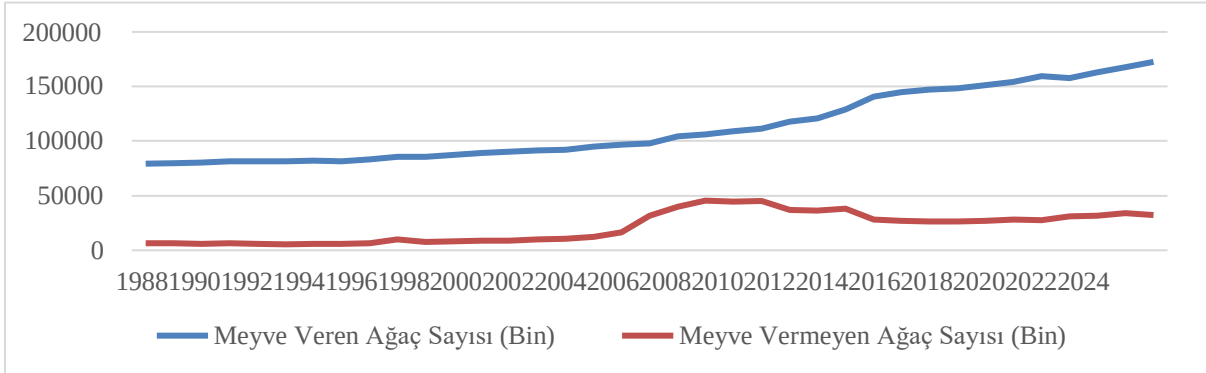
Türkiye’nin yağlık zeytin üretim alanı ise 669 bin hektardır. Aydın, Muğla ve İzmir illeri toplam yağlık zeytin üretim alanının %50’sine sahiptir (Anonim, 2025a). Şekil 3’te görüleceği üzere yağlık zeytin üretimi Ege, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve az miktarda Güneybatı Marmara Bölgeleri’nde yapılmaktadır.

Şekil 2. Türkiye 2024 sofralık zeytin üretim alanı haritası (da) (Anonim, 2025a)



Şekil 3. Türkiye 2024 yağlık zeytin üretim alanı haritası (da) (Anonim, 2025a)

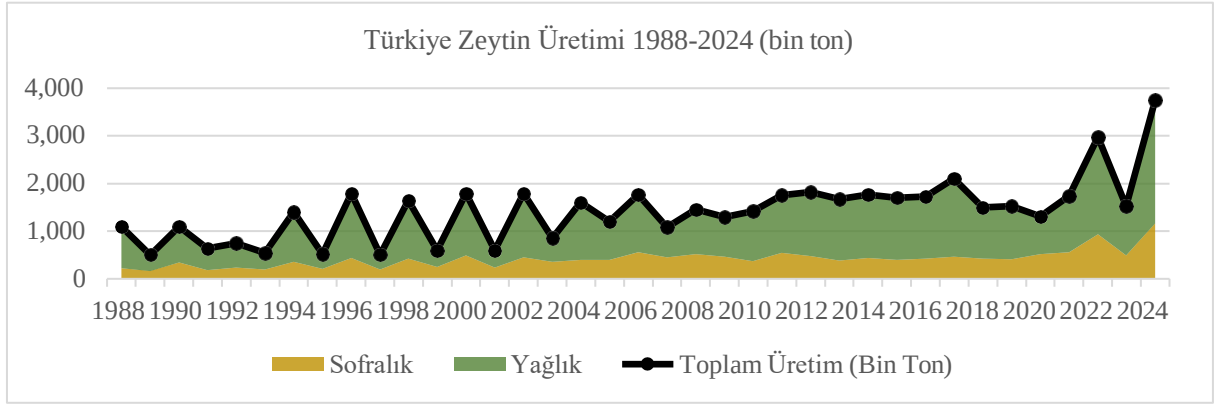
Türkiye'nin yıllara göre zeytin meyvelikleri alanı incelendiğinde genel olarak artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 1). Nitekim, yıllara göre meyve veren ve meyve vermeyen zeytin ağacı sayısını incelendiği zamanda bu artışı gözlemlemek mümkündür. Özellikle 2005 yılından sonra meyve vermeyen ağaç varlığındaki artış ve bunu takiben 2012 yılından sonraki meyve veren ağaç sayısındaki artış dikkat çekicidir (Şekil 4). Bu dönemde zeytin meyveliklerine yönelik neredeyse %40 artışa varan bir yatırımın söz konusu olduğu söylenebilir.



Şekil 4. Türkiye yıllara göre meyve veren ve meyve vermeyen zeytin ağacı sayısı 1988-2024 (bin) (Anonim, 2025a)

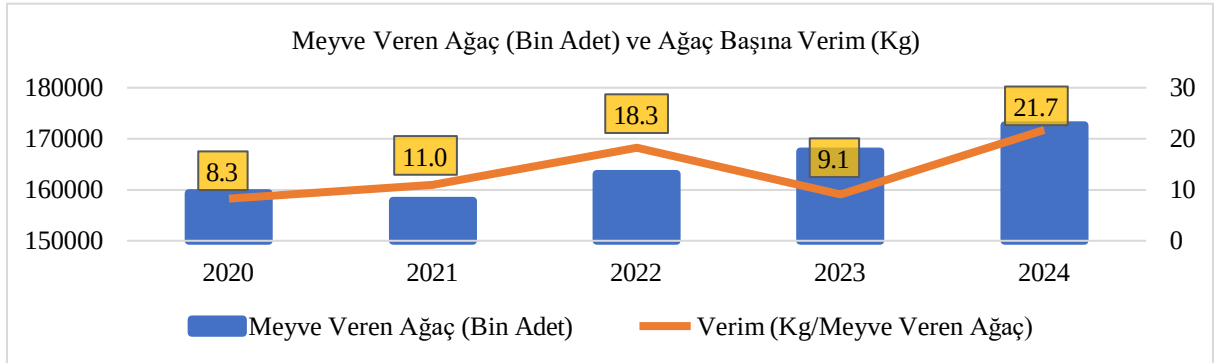
Üretim verileri

Türkiye'de zeytin üretimi Şekil 5'te görüleceği üzere 1988-2024 yılları arasında genel itibariyle yükselmektedir. Zeytin meyvesinin periyodisite göstermesi sebebiyle var yılı ve yok yılı kavramları ortaya çıkmaktadır. Nitekim, yıllara göre Türkiye'de zeytin üretimi incelendiğinde gerçekleşen bu etkiyi gözlemlemek mümkündür. 2023 yılında hem yok yılı olması hem Akdeniz iklim kuşağında zeytin için olumsuz iklim koşulları gerçekleşmesi sebebiyle; ilgili sezonda meyve veren ağaç varlığına nazaran rekoltede %50'ye varan ciddi düşüş gerçekleşmiştir. 2024 yılında hem zeytinde var yılı olması hem de zeytin için uygun iklim şartlarının görülmesi sebebiyle 3.750.000 ton ile rekor üretim gerçekleşmiştir.



Şekil 5. Türkiye yıllara göre zeytin üretimi 1988-2024 (bin ton) (Anonim, 2025a)

Türkiye’de meyve veren zeytin ağacı ve ağaç başına düşen meyve verimi incelendiğinde yıllar itibariyle verimde yükseliş gözlenmektedir. Ancak daha önce de bahsedildiği üzere 2023 yılında gerçekleşen olumsuz koşulların zeytin verimi üzerine olan etkisi dikkat çekicidir. İlgili yılda meyve veren ağaç başına verim 9,1 kg olmuştur. Şekil 6’da yer alan ağaç varlığı ve verim arasındaki ilişki incelendiğinde, bunun son dönemde yaşanan en anormal düşüş olduğu söylenebilir. Bu durum, zeytin tarımında çevre koşullarının önemini ve etkisini ortaya koymaktadır.



Şekil 6. Türkiye yıllara göre meyve veren ağaç (bin) ve ağaç başına verim (kg) 2019-2023 (Anonim, 2025a)

İhracat verileri

Türkiye’nin 2024 sofralık zeytin ihracatının %99’u salamura/konserve olarak yapılmaktadır. 2020-2024 dönemi incelendiğinde sofralık zeytin ihracat miktarının rekolteye ve pazar durumuna bağlı olarak değişkenlik gösterdiği ancak ihracat değerinin genel olarak artış eğiliminde olduğu söylenebilir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Türkiye'nin sofralık zeytin ihracat miktarı (bin ton) ve değeri (bin \$) (Anonim, 2025a)

	2020	2021	2022	2023	2024
Zeytin (taze/soğutulmuş) - 070992					
Miktar	169	245	528	231	359
Değer	114	204	488	218	486
Zeytin (geçici konserve) - 071120					
Miktar	96	65	79	22	7
Değer	138	93	114	38	27
Zeytin (salamura/konserve) - 200570					
Miktar	129.739	151.480	177.716	156.975	138.163
Değer	129.665	140.133	158.091	174.281	204.327
Toplam					
Miktar	130.004	151.790	178.322	157.228	138.530
Değer	129.917	140.430	158.693	174.537	204.840

Türkiye'nin 2024 yılında sofralık zeytin ihracatında başlıca pazarlar incelendiğinde, Irak %24'lük pay ile ilk sırada yer alırken, Almanya ve Romanya %16'şar pay ile onu izlemekte, Bulgaristan ise %8'lik paya sahip bulunmaktadır (Anonim, 2025a).

Türkiye'nin 2024 zeytinyağı ihracatının %63'ü saf zeytinyağından ve %37'si diğer zeytinyağından (rafine ve riviera) oluşmaktadır. Yıllara göre zeytinyağı ihracatı incelendiğinde dalgalanma göstermekle beraber genel olarak artış eğiliminde olduğu söylenebilir (Çizelge 7). Türkiye'nin 2024 yılında en fazla ihracat yaptığı ülkeler incelendiğinde %32'lik pay ile ABD birinci sırada, %20 ile İspanya ikinci sırada ve %10 ile İtalya üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2025a).

Çizelge 7. Türkiye'nin zeytinyağı ihracat miktarı (bin ton) ve değeri (bin \$) (Anonim, 2025a)

	2020	2021	2022	2023	2024
Saf zeytinyağı - 150910, 2022 yılından sonra 150920, 150930 ve 150940					
Miktar	23.879	27.691	47.844	79.739	49.887
Değer	66.441	89.300	183.548	422.752	352.855
Diğer zeytinyağı - 150990					
Miktar	22.599	16.949	29.338	43.790	28.861
Değer	48.018	53.313	107.476	212.860	181.971
Toplam					
Miktar	46.479	44.640	77.182	123.529	78.749
Değer	114.459	142.613	291.025	635.612	534.827

Türkiye'de Zeytin ve Zeytinyağı Piyasasına Yönelik Uygulanan Politikalar

Zeytin ve zeytinyağı sektörüne ilişkin yasal düzenlemeler

Zeytin, Akdeniz iklim kuşağının en önemli tarımsal ürünlerinden biridir. Türkiye'de zeytinciliğin geliştirilmesi amacıyla 26 Ocak 1939 tarihinde yürürlüğe konulan "3573 Sayılı Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerinin Aşılattırılması Hakkında Kanun", yabani zeytinliklerin aşılattırılması ve mevcut zeytinliklerin ıslahını hedeflemiştir. Zeytincilik Kanunu olarak da

bilinen bu yasa Türkiye'nin zeytin tarımını geliştirmek, mevcut zeytinliklerin bakımını sağlamak, kamu arazilerindeki yabani zeytin ağaçlarını aşılıyarak verimli tarım alanlarına dönüştürmek ve zeytinliklerin korunmasını sağlamak amacıyla çıkarılmıştır. Yirmi beş maddeden oluşan kanunun 1939, 1995, 2008 ve 2018 yıllarında kimi maddeleri mülga edilmiş veya değiştirilmiştir (Resmi Gazete, 1939a).

Yasayla ilgili yapılan düzenlemeler ve tartışmalar

3573 sayılı yasa çıkarıldığından bu yana birçok kez değişiklik talebiyle meclis gündemine gelmiştir. Yasanın en çok tartışılan maddesi zeytinlik alanlarda ve yakın çevresinde zeytinliklere zarar verecek yapılaşmaya izin vermeyen 20. maddesidir. Sunulan meclis önermeleri incelendiğinde bu maddenin maden ve enerji kaynaklarından faydalanılmasının önüne geçtiğini ve gelişmekte olan Türkiye ekonomisine zarar verdiği görüşü hakimdir.

Sunulan bazı önermeler ve 20. maddede yapılmak istenilen değişiklik talepleri şu şekildedir:

- Zeytinlik sahaları içinde ve bu sahalara en az 3 kilometre mesafede, zeytinliklerin bitkisel gelişimini ve çoğalmalarını engelleyecek tesis yapılamaz ve işletilemez. Ancak bu sahalarda, Tarım ve Köyişleri Bakanlığından izin almak kaydıyla zeytin ağaçlarına zarar vermeyecek şekilde her türlü teknik önlemi almış zeytinyağı fabrikaları, tarımsal sanayi işletmeleri, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesisleri yapılabilir ve işletilebilir (Anonim, 2009).
- Bakanlıkça tespit ve ilan edilen zeytinlik sahaları içinde zeytinliklerin üreme ve gelişmesine mâni olmayacağı Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) sürecinde belirlenmiş olan zeytinyağı fabrikaları, zeytine dayalı tarımsal sanayi işletmeleri, madencilik arama ve işletme faaliyetleri ile geçici tesisler ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesisleri, seracılık, termal tesisler yapılabilir ve işletilebilir (Anonim, 2010a).
- Zeytinlik sahaları içinde ve bu sahalara en az 3 kilometre mesafede, zeytinliklerin bitkisel gelişimini ve çoğalmalarını engelleyecek tesis yapılamaz ve işletilemez. Ancak bu sahalarda, Tarım ve Köyişleri Bakanlığından izin almak kaydıyla zeytin ağaçlarına zarar vermeyecek şekilde her türlü teknik önlemi almış zeytinyağı fabrikaları, tarımsal sanayi işletmeleri, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesisleri yapılabilir ve işletilebilir (Anonim, 2010b).

Ayrıca 2017 yılında gündeme gelen Üretim Reform Paketi yasa tasarısında 3573 sayılı kanunun 20. maddesinde değişiklik yapılmak istenmiş, ancak gelen tepkiler üzerine bu madde söz konusu reform paketinden çıkarılarak kanunlaştırılmıştır (Resmi Gazete, 2017a) Çıkarılan bu madde, 3573 sayılı kanunun 20. maddesini şu şekilde değiştirmek istemektedir:

- Zeytinlik sahaları içinde ve bu sahalara en az üç kilometre mesafede, zeytinliklerin bitkisel gelişimini ve çoğalmalarını engelleyecek kimyasal atık oluşturacak tesis yapılamaz ve işletilemez. Ancak, alternatif alan bulunmaması ve kurulun uygun görmesi şartıyla bakanlıklarca kamu yararı kararı alınmış yatırımlar için zeytinlik sahalarında yatırım yapılmasına Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından izin verilebilir. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı bu yetkisini gerektiğinde valiliklere devredebilir. Bu sahalarda yapılacak zeytinyağı fabrikaları ile 18/4/2006 tarihli ve 5488 sayılı Tarım Kanununda belirtilen tarımsal işletmelerin yapımı ve işletilmesi Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının iznine bağlıdır (Anonim, 2017a).

Aynı Üretim Reform Paketi yasa tasarısında “zeytinlik alan” tanımı değiştirilmek istenmiştir. Buna göre 3573 sayılı kanunun 1.maddesine “Orman sınırları dışında kalan ve bir dekar alanda en az onbeş kültür çeşidi veya yabani zeytin bitkisinin bulunduğu alan” ifadesi eklenerek, dekara en az 15 zeytin ağacı olmayan alanların zeytinlik olarak kabul edilmemesi istenmiştir (Anonim, 2017a). Gelen tepkiler üzerine Üretim Reform Paketi yasa tasarısı komisyona geri gönderilerek bu maddesi de tasarıdan çıkarılmıştır. Gerekçe olarak, Türkiye’nin dünyada zeytincilikte ikinci önemli ülke olduğu, tarım arazilerinin %2,2’sinin zeytincilik için kullanıldığı, 500 bin ailenin buradan geçimini sağladığı ve zeytincilikle ilgili maddelerin tehlikeli durumlar yaratabileceği vurgulanmıştır (Anonim, 2017b).

Tüm bu değişiklik taleplerinin gerekçesi olarak maden ve enerji kaynaklarından faydalanmak ve gelişmekte olan Türkiye ekonomisinde önemli bir yer tutan sanayi yatırımlarının ekonomik açıdan değerlendirilmesine imkân tanınması amaçlanmaktadır (Anonim, 2017b). 3573 sayılı kanun zeytinlik alanlarda ve çevresinde gerçekleştirilmek istenilen maden faaliyetleri, sanayi ve ilgili yapılaşmaları kesin olarak yasaklamıştır. Nitekim 2014 yılında, Soma’da Kolin Termik Santralinin yapımı amacıyla Yırca Köyü zeytinlik alanında kalan taşınmazların acele kamulaştırılması Danıştay 6.Dairesi tarafından 28.10.2014 tarihi 2014/7272 kararı ile acele kamulaştırılmasına ilişkin işlemin iptali ve yürütmenin durdurulması kararı verilmiştir. Gerekçe olarak 3573 sayılı kanunun 3. ve 20. maddeleri gösterilmiştir (Anonim, 2014).

Zeytinlik alanları koruyan 3573 sayılı kanunun 20. maddesinin değiştirilmesi için sunulan meclis önergeleri ve Üretim Reform Paketi yasa tasarısının ilgili maddeleri kanunlaşmamıştır. Ancak 1 Mart 2022 tarihinde 31765 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Maden Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” ile zeytinliklerin maden projelerine açılması mümkün hale gelmiştir. Bu yönetmelik ile 30187 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Maden Yönetmeliği’nin 115 inci maddesine aşağıdaki fıkra eklenmiştir (Resmî Gazete, 2022):

Ülkenin elektrik ihtiyacını karşılamak üzere yürütülen madencilik faaliyetlerinin tapuda zeytinlik olarak kayıtlı olan alanlara denk gelmesi ve faaliyetlerin başka alanlarda yürütülmesinin mümkün olmaması durumunda madencilik faaliyeti yürütecek kişinin faaliyetlerin bitiminde sahayı rehabilite ederek eski hale getireceğini taahhüt etmesi şartıyla Genel Müdürlük tarafından belirlenen çalışma takvimi içerisinde zeytin sahasının madencilik faaliyeti yürütülecek kısmının taşınmasına, sahada madencilik faaliyetleri yürütülmesine ve bu faaliyetlere ilişkin geçici tesisler inşa edilmesine kamu yararı dikkate alınarak Bakanlıkça izin verilebilir. Zeytin sahasının taşınmasının mümkün olmadığı durumlarda sahada madencilik faaliyetleri yürütülmesine ve bu faaliyetlere ilişkin geçici tesisler inşa edilmesine kamu yararı dikkate alınarak Bakanlıkça izin verilebilmesi için madencilik faaliyeti yürütecek kişinin madencilik faaliyetleri bitiminde sahayı rehabilite ederek eski hale getireceğini ve Tarım ve Orman Bakanlığınca (TOB) uygun görülecek alanda dikim normlarına uygun, faaliyet yürütülecek saha ile eşdeğer büyüklükte zeytin bahçesi tesis edeceğini taahhüt etmesi zorunludur. Bu fıkra kapsamında zeytin sahasının taşınmasına ilişkin tüm masraflardan ve zeytin sahasının taşınmasından kaynaklanan tüm taleplerden madencilik faaliyeti yürütmesi yönünde lehine karar verilen kişi sorumludur. Bu fıkra kapsamında zeytin sahasının

taşınmasına ilişkin usul ve esaslar TOB'un uygun görüşü alınarak Bakanlıkça, zeytin bahçesi tesis edilmesine ilişkin usul ve esaslar TOB tarafından belirlenir.

Bu yönetmelik değişikliğiyle madencilik faaliyeti zeytinlik alanı dışında yürütülemiyorsa kamu yararı gözetilerek faaliyet sonrası alanın rehabilite edilmesi ve zeytin sahasının taşınması şartıyla madencilik ve ilgili tesislere izin verilmiştir. Eğer söz konusu zeytinlik sahasının taşınması mümkün değilse madencilik faaliyeti bitiminde sahayı rehabilite etmek ve tahrip edilen alana eşdeğer büyüklükte başka bir alanda zeytin bahçesi tesis etmek şartıyla aynı şekilde kamu yararı gözetilerek madencilik faaliyetinin yürütülmesine ve ilgili tesislerin inşasına izin verilmiştir. Ancak bu yönetmelik yürürlüğe girdikten sonra açılan dava ile Danıştay 8. Dairesi Temmuz 2024'te Maden Yönetmeliği'nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliğin 1. maddesi ile eklenen Maden Yönetmeliği'nin 115. maddesinin 4. fıkrasının iptaline karar vermiştir (Anonim, 2024). Böylece zeytinlik alanların maden projelerine açılmasını mümkün kılan ilgili değişiklik iki yıl yürürlükte kaldıktan sonra kaldırılmıştır.

Ancak Danıştay'ın iptal kararının ardından enerji ihtiyacının karşılanması gerekçesiyle zeytinlik alanlarının madencilığe açılması konusu 13 Haziran 2025 tarihinde TBMM'ye sunulan 2/3159 esas nolu "Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Teklifi" ile yeniden tartışmaya açılmıştır (Anonim, 2025c). Söz konusu kanun teklifi 19 Temmuz 2025'te kabul edilmiştir. 24 Temmuz 2025 tarihli ve 32965 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak 3213 sayılı Maden Kanunu'na aşağıdaki Geçici 45. madde eklenmiştir (Resmî Gazete, 2025): Bu maddenin yürürlüğe girdiği tarihte ruhsat sahibi veya rüdvansçı olan gerçek ya da tüzel kişilerce, ülkenin elektrik ihtiyacının karşılanması amacıyla yürütülen madencilik faaliyetlerinin; tapuda zeytinlik olarak kayıtlı veya fiilen zeytinlik bulunan ve bu Kanuna ekli Harita ve Koordinat Listesi sınırları içinde yer alan alanlara isabet etmesi ve söz konusu faaliyetlerin başka alanlarda gerçekleştirilmesinin mümkün olmaması hâlinde, maden sahasında bulunan zeytin ağaçlarının öncelikle ilgili ilçe ve il sınırları içinde taşınması, sahada madencilik faaliyetlerinin yürütülmesi ve bu faaliyetlere ilişkin geçici tesislerin inşa edilmesine, kamu yararı gözetilerek Bakanlık tarafından izin verilebilecektir.

Zeytin ağaçlarının taşınmasından doğan tüm maliyetler ve talepler, madencilik faaliyetinin yürütülmesi yönünde lehine karar verilen kişi tarafından karşılanır. Zeytin ağaçlarının taşınmasının mümkün olmadığı durumlarda ise, ilgili alanda madencilik faaliyetlerinin yürütülmesine ve bu faaliyetlere ilişkin geçici tesislerin inşa edilmesine kamu yararı gözetilerek Bakanlıkça izin verilebilmesi için, izin öncesinde biyolog ve ziraat mühendisi dâhil uzman kişilerden alınan görüşler doğrultusunda Bakanlıkça belirlenecek alanda; faaliyet yürütülecek sahaya eşdeğer büyüklükte, dikim normlarına uygun ve öncelikle maden sahalarının bulunduğu ilçe ve il sınırları içinde olmak üzere, taşınan ve taşınamayan zeytin ağacı sayısının en az iki katı kadar zeytin ağacından oluşan yeni bir zeytinlik tesis edilmesi zorunludur.

Bu madde kapsamında, zeytinlik olarak kayıtlı ya da fiilen üzerinde zeytinlik bulunan alanlarda madencilik faaliyeti yürütülen her yıl için, söz konusu sahaların rehabilitasyonunun sağlanması amacıyla ruhsat sahibinden işletme ruhsat bedeline eşdeğer tutarda ek bir bedel tahsil edilir. Bu alanlar, madencilik faaliyetleri öncesinde sahada mevcut olan zeytin ağacı

sayısı esas alınarak aynı sayıda zeytin ağacı dikilmek suretiyle rehabilite edilir. Zeytin ağaçlarının taşınmasına ve zeytin sahası tesisine ilişkin usul ve esaslar ise Bakanlık tarafından belirlenir.

Bu madde kapsamında yeni kurulacak zeytin bahçeleri ile taşınacak zeytin ağaçları için Hazine taşınmazlarına ihtiyaç duyulması hâlinde, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca uygun görülen taşınmazlar ile maden sahalarının bulunduğu il sınırları içinde yer alan ve ilgili kamu iktisadi teşebbüslerince uygun bulunan taşınmazlar; zeytinliği kamulaştırılan taşınmaz maliklerinden talepte bulunanlara, 2/7/1964 tarihli ve 492 sayılı Harçlar Kanunu'nun 63'üncü maddesinde yer alan harca esas değer %1'i üzerinden yirmi yıl süreyle doğrudan kiralanabilir. Kira süresinin sonunda bakım yükümlülüklerini yerine getirdiği tespit edilen ve talepte bulunan kiracıların söz konusu kira süresi, onar yıllık dönemler hâlinde uzatılabilir.

Yeni düzenleme ile ülkenin elektrik ihtiyacını karşılamak üzere yürütülen madencilik faaliyetlerinin tapuda zeytinlik olarak kayıtlı ya da fiilen üzerinde zeytinlik bulunan alanlara denk gelmesi ve başka alanda yürütülmesinin mümkün olmaması durumunda, kamu yararı dikkate alınarak Bakanlıkça izin verilebileceği hükme bağlanmıştır. Kanun, madencilik yapılacak sahadaki zeytin ağaçlarının öncelikle faaliyet alanının bulunduğu ilçe ve il sınırları içinde taşınmasını şart koşmakta, ancak taşınmanın mümkün olmadığı durumlarda ise biyolog ve ziraat mühendislerinin görüşleri doğrultusunda, faaliyet alanına eş değer büyüklükte ve ağaç sayısının en az iki katı kadar yeni zeytin sahası tesis edilmesini zorunlu kılmaktadır.

Ayrıca, sahanın rehabilitasyonu ve yeni dikim alanları için Hazine ve kamu iktisadi teşebbüslerine ait taşınmazların kiralanabilmesine olanak sağlanmıştır.

İlgili maddede belirtilen zeytin sahasının taşınması pratikte mümkün değildir. Çünkü zeytin sahası içinde bulunan habitat ve iklim yapısıyla yerinde zeytinliktir. Yeni bir zeytin bahçesinin tesisi, ağaçların verime gelmesi ve üreticiye ekonomik değer sağlaması oldukça uzun bir süreçtir. Bölgedeki toprak yapısı ve zeytin ağaçlarının yaşam alanının tahrip edilmesi sebebiyle, madencilik faaliyetinin bitiminde sahayı rehabilite etmek ve yeniden zeytin sahasına dönüştürmek pratikte mümkün görünmemektedir.

Ayrıca, yeni düzenleme ile 3213 sayılı Kanunun 7. maddesinde değişiklikler yapılarak, ÇED sürecine yönelik de düzenlemeler yapılmıştır. ÇED sürecinde ilgili kurumların görüşlerini en geç üç ay içinde sunmaları gerekmektedir. Kurumların ilave süre talep etmeleri hâlinde, en fazla bir ay ek süre tanınır. Belirlenen süreler içinde tüm değerlendirmelerini tamamlayarak görüş bildirmeyen kurumların görüşleri olumlu kabul edilir. İzin vermiş olan kurumlar, ÇED süreci kapsamında olumsuz görüş bildiremez. ÇED olumlu kararı verilen madencilik faaliyetleri için ise, ilgili kurum tarafından varsa mali yükümlülükler tahsil edilmek suretiyle diğer işlemler en geç bir ay içinde tamamlanır (Resmi Gazete, 2025).

Madencilik izin süreçlerine getirilen bu süre kısıtlaması da zeytinlikler için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Yapılan düzenlemeye göre, ÇED sürecinde ilgili kurumların görüşlerini bildirmeleri için en fazla üç aylık bir süre tanınmıştır. Ancak zeytinliklerin durumu, taşınıp taşınamayacağı veya bölgedeki ekosistemin analizi gibi konular uzmanlarca yapılacak detaylı

incelemeleri gerektirir. Bu incelemelerin üç ay gibi kısa bir süreye sıkıştırılması, bilimsel değerlendirme sürecinin niteliğini zayıflatma potansiyeli taşımaktadır.

Zeytin ve zeytinyağı üretimine yönelik fiyat ve destekleme politikaları

Tarımsal fiyat politikası devletin veya yetkilendirdiği kurumların tarımsal ürünlere ilişkin fiyat mekanizmasının işleyişine müdahale ederek, bu mekanizmanın toplum açısından daha olumlu sonuçlar üretmesini sağlamak amacıyla aldığı kararlar ve uyguladığı önlemlerin bütünü olarak tanımlanabilir (Arpazlı, 2008).

Fiyat politikasının bu tanımı çerçevesinde, zeytinyağının 1966 yılında destekleme kapsamına alınmasının gerekçeleri arasında üretimde periyodisitenin bulunması, milli gelire katkı sağlayan bir ürün olması, üreticilerin yeterli düzeyde örgütlenememesi, depolama imkânlarının sınırlı olması, tarıma dayalı sanayiye hammadde temin etmesi, geniş bir üretici kitlesi tarafından üretilmesi ve önemli bir ihracat ürünü niteliği taşıması yer almaktadır. Bu doğrultuda ilk kez 1966/67 döneminde uygulamaya konulan alım politikalarıyla üreticinin aleyhine olabilecek fiyat dalgalanmalarının önlenmesi ve zeytinyağının iç ve dış pazarlarda istikrarlı ve uygun fiyatlardan arz edilmesi hedeflenmiş; politikanın temel aracı olarak destekleme fiyatı uygulaması benimsenmiştir (Akay, 1993).

Türkiye’de geçmiş yıllar incelendiğinde iki farklı fiyat oluşumunun varlığı dikkat çekmektedir. Bunlardan ilki, devlet tarafından belirlenen ve birlikler aracılığıyla uygulanan alım fiyatları; ikincisi ise büyük ölçüde bu fiyatlardan etkilenmekle birlikte piyasa koşulları çerçevesinde oluşan serbest piyasa fiyatlarıdır. Ticaret borsalarında ve üretim bölgelerinde alım-satım yapan tüccar ile yağhanelerin uyguladığı fiyatlar piyasa fiyatı olarak kabul edilmektedir. TARİŞ ve diğer bölgesel birlikler faaliyet gösterdikleri bölgelerde fiyat oluşumunu önemli ölçüde etkilerken, bu etkinin sınırlı olduğu bölgelerde fiyatlar daha çok serbest piyasa koşullarına göre belirlenmektedir (Arpazlı, 2008).

Fiyat oluşumunu etkileyen bir diğer önemli unsur Türkiye’de hasat tekniklerinin halen yeterince bilinçli uygulanmamasına bağlı olarak periyodisitenin keskin biçimde yaşanması ve işletmelerin büyük ölçüde küçük ölçekli yapıya sahip olmasıdır. Bu iki faktörün yol açtığı düşük üretim hacmi, üretim birimlerinin pazarlama faaliyetlerini kendi imkânlarıyla gerçekleştirememelerine ve ürünlerini bulundukları bölgelerdeki toplayıcılara veya yağhanelere satmak zorunda kalmalarına neden olmaktadır. Bu durum, zeytin ve zeytinyağı fiyatlarının oluşumunda söz konusu araçların belirleyici bir rol üstlenmesine yol açmaktadır. Ayrıca bazı yörelerde, önemli bir maliyet kalemi olan hasat giderlerinin karşılanabilmesi için üreticilerin hasat öncesinde ya da hasadın hemen ardından nakit ihtiyacı nedeniyle ürünlerini araçılara satmak zorunda kalmaları, fiyatların düşük düzeylerde oluşmasına neden olmaktadır (Arpazlı, 2008).

Arz fazlası ürünlerdeki pazarlama sorunu ve değerinde satılamama, eksikliği olan ürünlerde ise ithalat ve temin sorunları ile bunların yıldan yıla değişkenlik göstermesi sebebiyle 28 Ağustos 2024 tarihinde yayınlanan 8859 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile 2025 yılı itibariyle bitkisel üretimde üretim planlamasıyla beraber yeni destekleme modeline geçilmiştir. Uygulamanın başlangıcı için 2025-2027 yılları arasında 3 yılı kapsayacak şekilde

bitkisel üretime yönelik desteklemeler ile diğer bazı tarımsal desteklemelere ilişkin karar yürürlüğe konulmuştur. İlgili karar incelendiğinde desteklerin sade ve basit hale getirildiği ve üretim yılı başlamadan önce açıklandığı görülmektedir. Yeni modelde destekler Temel Destek, Planlı Üretim Desteği ve Üretimi Geliştirme Destekleri olmak üzere üç başlıkta toplanmıştır (Resmi Gazete, 2024b).

2025-2027 yıllarında yapılacak bitkisel üretime yönelik desteklemeler katsayı hesabı ile yapılmaktadır. Temel girdi maliyetlerine göre ürünler kategorilere ayrılarak her bir kategori için destek katsayısı belirlenmiştir. Temel, planlı üretim ve üretimi geliştirme destekleme tutarı, destek katsayı değeri ile destek katsayısının çarpımı sonucu elde edilmektedir (Resmi Gazete, 2024b).

Zeytin ve zeytinyağı 2025-2027 döneminde uygulanacak yeni destekleme modelinde planlama kapsamına alınmamıştır. Bu nedenle ilgili kararda Tablo 1’de yer alan “Diğer ürünler” kapsamında değerlendirilerek destek kat sayısı 1,0 olarak belirlenmiştir. 2025 üretim yılı için destek katsayı değeri dekara 244 TL olarak açıklanmıştır. Bu destek tutarı, mazot maliyetinin %50’sini ve gübre maliyetinin %25’ini karşılayacak şekilde belirlenmektedir. Bu doğrultuda, zeytin üreticisine 2025 yılında dekara 244 TL alan bazlı destek verilecektir.

Ayrıca sertifikalı ve standart fidan kullanım desteği için, zeytin de destek katsayısı standart meyve fidanında 2,0 ve sertifikalı meyve fidanında 5,0 olarak belirlenmiştir (Resmi Gazete, 2024b).

Yıllara göre zeytin üreticisinin faydalanabileceği destek şekilleri ve birim fiyatları Resmî Gazete’de yayımlanan ilgili kararlardan alınarak Çizelge 8’de derlenmiştir.

Çizelge 8. Resmî Gazete, Bitkisel Üretim Destekleme Tebliği

Destek Şekli	Birim	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Dane zeytin fark ödemesi	kr/kg	-	-	15	15	15	15	15	20	-
Zeytinyağı fark ödemesi	kr/kg	80	80	80	80	80	80	80	100	-
Geleneksel zeytin bahçeleri rehabilitasyonu	TL/da	100	100	100	100	100	100	100	200	-
Zeytin fidan kullanımı/Standart	TL/da	100	100	100	100	100	100	250	400	488
Zeytin fidan kullanımı/Sertifikalı	TL/da	280	280	280	280	280	280	600	1000	1220
Mazot	TL/da	9	10	15	15	17	63	86	103	-
Gübre	TL/da	4	4	4	4	8	21	21	35	-
Küçük işletmeler	TL/da	100	100	100	100	100	100	200	200	-

Geleneksel zeytin bahçelerinin rehabilitasyonu desteği ile zeytin bahçesi alanının en az 5 da olması ihtiyaç duyulan ağaçlarda gençleştirme budaması yapacağını tespit ettiren ve en az %20’sinde gençleştirme budamasını yapan çiftçilere budanan alan üzerinden destekleme

ödemesi yapılmıştır. Önceki yıllarda uygulanan geleneksel zeytin bahçelerinin rehabilitasyonu desteği, yeni destekleme modeli ile 2025-2027 dönemine dahil edilmemiştir.

Lisanslı depolarda muhafaza edilen zeytin ve zeytinyağı için yeni destekleme modelinden önceki yıllarda kira, nakliye ve analiz ücreti desteği verilmiştir. 2024 yılında kira için Ticaret Bakanlığı tarafından belirlenen kira ücret tarifesinin %60'ı oranında nakliye ücreti için 30 tonu aşmaması şartıyla 100 TL/ton ve analiz ücreti için Ticaret Bakanlığı tarafından belirlenen analiz ücret tarifesinin %50'si oranında destek verilmiştir (Resmi Gazete, 2024a).

Ancak yeni destek modeli ile 2025-2027 döneminde lisanslı depolarda muhafaza edilen zeytin ve zeytinyağı için nakliye ücreti desteği ve analiz ücreti desteği kaldırılmış, sadece kira ücreti için destek açıklanmıştır. Ticaret Bakanlığı tarafından belirlenen kira ücret tarifesinin %75'i oranında destek verilecektir (Resmi Gazete, 2024b). 2025 yılı için Ticaret Bakanlığı tarafından zeytin lisanslı depo ücret tarifesi 136,45 TL/ton/ay olarak açıklanmıştır (Anonim, 2025b).

Türkiye’de bitkisel üretimde kimyasal ilaç kullanımının azaltılması ve kalıntının önlenmesi, bitkisel ürünlere arız olan zararlı organizmalara karşı biyolojik veya biyoteknik mücadelenin yaygınlaştırılması amacıyla örtüaltında/kapalı ortamda ve açık alanda, biyolojik veya biyoteknik mücadele yöntemleri ile üretim yapan üreticilere destekleme ödemesi yapılmaktadır. Yeni destekleme modeliyle 2025-2027 döneminde zeytin üreticilerinin, zeytin sineğine karşı biyoteknik mücadelede ruhsatlı olan feromon ve tuzak desteğinden yararlanabilmeleri için bireysel olarak en az 40 dekar zeytinlik alanda biyoteknik mücadele yaptığını beyan etmesi şartı koşulmuştur (Resmi Gazete, 2024c). 2025 yılı için bu destek tutarı açık alanlarda 1.305 TL/da olarak belirlenmiştir (Resmi Gazete, 2024b).

Zeytin ve zeytinyağına yönelik dış ticaret politikaları

Türkiye coğrafi konumu, uygun iklim şartları ve tarihi mirası sayesinde zeytin ve zeytinyağı üretiminde dünyanın önde gelen ülkelerinden biridir. Ancak sektördeki rekabet gücünün sürdürülebilirliği için dış ticaret politikaları hayati öneme sahiptir. Zeytin ve zeytinyağına yönelik dış ticaret politikaları tarihsel süreç içerisinde değişim göstermiş olup, özellikle Türkiye’nin AB ile ilişkileri ve DTÖ çerçevesinde uyguladığı politikalar sektörde önemli etkiler yaratmıştır. Türkiye’nin dış ticaret politikalarında uyguladığı gümrük tarifeleri ve ithalat kotaları, iç piyasa üreticilerini korumaya yönelik olup, sektördeki üreticilerin rekabet edebilirliğini desteklemektedir (Bayramer, 2015).

Türkiye sahip olduğu ekolojik üstünlükler, tarihsel birikimi ve geleneksel tarım yapısıyla dünyanın önde gelen zeytin ve zeytinyağı üreticilerinden biri olma potansiyeline sahiptir. Ancak bu potansiyelin dış ticarete yeterince karşılık bulamaması, uygulanan politikaların yetersizliği ve yapısal sorunlarla yakından ilgilidir. Dış ticaret politikaları sadece miktarsal artış sağlamak değil, aynı zamanda kalite, markalaşma ve uluslararası pazarlarda rekabet gücü kazanmak gibi stratejik hedefleri de kapsamalıdır.

Zeytinyağı, 1985 yılına kadar ithalatı izne tabi tutulan ürünler arasında yer almıştır. Bu tarihten sonra uygulamaya konulan dış ticaretin serbestleştirilmesi politikalarıyla birlikte, özellikle üretimin yetersiz kaldığı dönemlerde serbest ithalata konu olmuştur (Arpazlı, 2008). Günümüzde ise zeytinyağı ithalatına, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği'ne uygunluk sağlanması koşuluyla izin verilmektedir. Bununla birlikte, Türkiye'de zeytin ve zeytinyağı ithalatı oldukça sınırlı düzeyde kalmakta olup, bu durum ülkenin iç piyasa talebini karşılayabilecek düzeyde üretim kapasitesine sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Özkan, 2023).

Bazı dönemlerde ithalatı kısıtlamaya yönelik tedbirler alınmıştır. Amaç, yerli üreticiyi ithal ürün baskısından koruyarak iç piyasada rekabet gücünü sürdürebilmektir. Ayrıca uygulanan gümrük vergileri, ithalatın cazibesini azaltmakta ve yurt içi üretimin önceliklendirilmesini sağlamaktadır. Özellikle AB üyesi ülkelerden gelen zeytinyağı ithalatında uygulanan koruyucu tarifeler, Türkiye'nin dış ticaret rejiminin tarımsal üretimi destekleyici karakterini göstermektedir (Sönmüş, 2020).

Çizelge 9. Türkiye tarafından sofralık zeytine uygulanan ortalama tarife (tahmini) (%) (Anonymous, 2025)

	2024
Zeytin (taze/soğutulmuş) - 070992	19,3
Zeytin (geçici konserve) - 071120	19,5
Zeytin (salamura/konserve) - 200570	39,0

Çizelge 10. Türkiye tarafından zeytinyağına uygulanan ortalama tarife (tahmini) (%) (Anonymous, 2025)

	2024
Saf zeytinyağı - 150910, 2022 yılından sonra 150920, 150930 ve 150940	31,12
Diğer zeytinyağı - 150990	31,12

Bu politikalar ithalat baskısını azaltmakla birlikte zaman zaman iç piyasadaki arz darlığı nedeniyle fiyat dalgalanmalarını engelleyememektedir. Alternatif bir ara çözüm olarak stratejik stoklama, fiyat istikrar fonları veya ithalat kotaları gibi esnek düzenlemelerin de gündeme gelmesi gerekmektedir. Özellikle kuraklık gibi arz şoklarının yaşandığı yıllarda düzenli bir ithalat politikasının eksikliği, iç piyasada fahiş fiyatların oluşmasına neden olabilmektedir (Tunalıoğlu, 2010).

Ayrıca ithalat politikaları yalnızca koruma eksenli değil; aynı zamanda kalite kontrol mekanizmaları, standartlar, hijyen ve sertifikasyon prosedürleri gibi teknik düzenlemelerle de desteklenmelidir. Bu sayede hem Türk tüketicisinin korunması hem de yerli üretimin kalitesinin sürekli artması sağlanabilmektedir. Türkiye'de zeytin ithalatında, 070992 GTİP numaralı zeytinler Zararlı Risk Analizi'ne (ZRA) tabi tutulmakta olup, analiz süreci tamamlanmadan ithalatına izin verilmemektedir. Buna karşılık, 071120 ve 200570 GTİP

numaralı işlenmiş zeytinler %50 oranında analiz sıklığına tabi olarak ithal edilmektedir (Özkan, 2023).

Zeytinyağı, Türkiye'nin geleneksel ihracat ürünleri arasında yer almaktadır. Ancak zeytinyağı ihracatı, zeytinde görülen var ve yok yılları arasındaki üretim farklılıklarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Bunun yanı sıra işleme teknolojileri, depolama ve stoklama koşulları, uygulanan pazarlama politikaları ile diğer zeytinyağı üreticisi ülkelerdeki üretim artış veya azalışları da Türkiye'nin zeytinyağı ihracat performansını belirleyen temel unsurlar arasında bulunmaktadır (Arpazlı, 2008).

Zeytinyağı ihracat teşvik politikaları tarihsel süreçte dökme ihracattan katma değeri yüksek, ambalajlı ve markalı ihracata geçişi destekleyecek şekilde evrilmiştir. 1984 yılında vergi iadesi sisteminin kaldırılmasının ardından, 1990'lı yılların sonuna kadar Destekleme Fiyat İstikrar Fonu kaynaklı ödemelerle özellikle 1-5 kg'lık ambalajlı ihracatın desteklenmesi hedeflenmiştir. 2000'li yıllarda Dünya Ticaret Örgütü Tarım Anlaşması çerçevesinde şekillenen yeni dönemde ise 2007/2 sayılı Para-Kredi ve Koordinasyon Kurulu Kararı belirleyici olmuştur. Bu düzenleme ile ihracat iadeleri doğrudan ambalaj büyüklüğüne ve markalaşmaya endekslenmiştir. Buna göre, dökme zeytinyağı yerine "Tescilli Türk Markaları" ve "Made in Turkey" ibaresi taşıyan ürünlere, ambalaj hacmi küçüldükçe artan oranlarda (ton başına 125\$'dan başlayıp 1 kg altı ambalajlarda 400\$'a varan) destek sağlanarak Türk zeytinyağının uluslararası pazarlarda markalı olarak yer alması stratejisi benimsenmiştir (Arpazlı, 2008).

Uygulanan bu ihracat destekleri Para-Kredi ve Koordinasyon Kurulu tarafından 06/04/2018 tarihinde yayımlanan "Tarımsal Ürünlerde İhracat İadesi Yardımları" kararında güncellenmiştir. Yeni düzenlemeyle zeytinyağına (ambalajlanmamış) uygulanan ihracat iade miktarı 20 TL/ton, miktar barajı %100 ve azami ödeme oranı %2 olarak güncellenmiştir. Dökme zeytinde ise ihracat iade miktarı 185 TL/ton, miktar barajı %100 ve azami ödeme oranı %8 olmuştur. Eğer ürün organik tarım yöntemleri ile üretilmiş ve bu durum Organik Ürün Sertifikası ile tevsik edilmiş ise belirtilen ihracat iade miktarı ve azami ödeme oranı %50 oranında artırılır. Eğer zeytinyağı ve dökme zeytin paketlenmiş halde ihraç edilirse bu geri ödeme miktarı ve oranları değişmektedir. Zeytinyağı için azami net ağırlığı 5 kg'a kadar (5 kg dahil) ambalajlarda ihraç edilmiş ise mahsup hesabına dahil edilir.

Ayrıca yeni düzenleme ile hakediş devri limiti en fazla %85 olacak şekilde yükseltilmiştir. Tüm bu geri ödemeler Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası nezdinde ihracatçı adına açılacak hesaptan, anılan Banka kanalıyla mahsup yoluyla karşılanmaktadır (Anonim, 2018).

Türkiye'de zeytin ve zeytinyağı ihracatını teşvik etmeye yönelik politikalar tarımsal destekleme sistemleriyle bütünleşmiş olarak çalışmaktadır. Özellikle Dahilde İşleme Rejimi, KDV iadesi, ihracat kredileri ve Türk malı tanıtım faaliyetleri gibi uygulamalar, ihracatçılar için önemli avantajlar sunmaktadır (Bayramer, 2015). Ancak uygulamada çeşitli yapısal sorunlar öne çıkmaktadır. Örneğin; ihracatın büyük bölümü halen "dökme" yani ambalajsız şekilde yapılmakta ve bu durum Türkiye'nin markalaşmasını engelleyen temel sorunlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Markasız ihracat katma değerini yurt dışına transferine neden olmakta Türk zeytinyağı başka ülkelerde ambalajlanarak daha yüksek fiyatlarla

yeniden pazar bulabilmektedir (Tunalıoğlu, 2010). Diğer yandan AB üyesi ülkeler tarafından uygulanan gümrük tarifeleri ve ithalat kotaları Türkiye'nin ihracatını kısıtlayan temel unsurlar arasındadır. Bu engellerin aşılabilmesi için uluslararası ticaret görüşmelerinde özellikle zeytin ve zeytinyağı sektörüne özgü diplomatik yaklaşımlar geliştirilmelidir (Sönmüş, 2020).

Ayrıca Türkiye'nin ihracatçı ülkelerle rekabet edebilmesi için sektörel bazda AR-GE yatırımlarını artırması, coğrafi işaretlemeyi yaygınlaştırması ve ulusal kalite politikalarının uluslararası standartlarla uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. İhracatçıları, Lisanslı Depoculuk Sistemi gibi altyapı düzenlemelerinin geliştirilmesi halinde fiyat dalgalanmalarının önlenebileceğini kaliteli ham madde temininin kolaylaşacaktır görüşündedir. Bununla birlikte pazar çeşitlendirmesi, e-ihracat ve dijital tanıtım olanaklarının kullanılması da yeni nesil politika enstrümanları olarak öne çıkmaktadır (Bayramer, 2015).

Sonuç olarak, Türkiye'nin zeytin ve zeytinyağına yönelik dış ticaret politikalarının yalnızca destekleme eksenli değil aynı zamanda yapısal reformları, dijital dönüşümü ve stratejik tanıtım politikalarını da kapsayacak şekilde bir bütün olarak kurgulanması gerekmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye'de zeytin ve zeytinyağı sektörü, sahip olduğu ekolojik avantajlar, tarihsel birikim ve üretim kapasitesiyle dünya pazarında önemli bir yere sahip olma potansiyeli taşımaktadır. Ancak bu çalışmada ortaya konduğu üzere, sektörün bu potansiyeli tam anlamıyla hayata geçirebilmesi için mevcut politikaların etkinliği, yapısal sorunların çözümü ve uluslararası rekabet gücünün artırılması noktasında ciddi eksiklikler bulunmaktadır. Bu bölümde çalışmanın temel bulguları özetlenerek, sektörel sorunların çözümüne yönelik kapsamlı öneriler sunulacaktır.

Türkiye'de zeytin ve zeytinyağı sektörüne yönelik politikalar, 1939 yılında yürürlüğe giren 3573 Sayılı Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerinin Aşılattırılması Hakkında Kanun ile temellenmiştir. Bu kanun, zeytinlik alanların korunması ve geliştirilmesi adına önemli bir adım olsa da, özellikle son yıllarda zeytinlik alanların madencilik ve sanayi faaliyetlerine açılma girişimleri, sektörel sürdürülebilirlik ve çevresel denge açısından ciddi tehditler oluşturmuştur. Örneğin, 2022'de yayımlanan "Maden Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik", zeytinliklerin madencilik faaliyetlerine açılmasını mümkün kılmış ve iki yıl yürürlükte kaldıktan sonra Danıştay tarafından iptal edilmiştir. Ancak hemen ardından 19 Temmuz 2025'te 3213 sayılı Maden Kanunu'na yapılan değişiklik ile zeytinlik alanların madencilik faaliyetlerine açılması yeniden mümkün kılınmış ve bu kararın uzun vadeli etkileri göz ardı edilmiştir. Bu durum, politikaların tutarlılık ve uzun vadeli planlama eksikliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Destekleme politikaları üretim hacmini artırma konusunda belirli bir başarı sağlamış, ancak kalite ve verimlilik üzerindeki etkisi sınırlı kalmıştır. 2025-2027 dönemi için açıklanan yeni destekleme modeli, zeytin ve zeytinyağını planlama kapsamına almamıştır. Bu durum, sektörün stratejik öneminin yeterince kavranmadığını göstermektedir. Fark ödemesi destekleri üretici kararlarını olumlu yönde etkilese de desteklerin şeffaf, erişilebilir ve ihtiyaç odaklı bir şekilde yeniden yapılandırılması gerekmektedir.

Fiyat politikaları piyasa istikrarını kısmen sağlamış, ancak periyodisite ve geleneksel üretim yöntemlerinin yaygınlığı nedeniyle tam etkinlik gösterememiştir. Zeytin yetiştiriciliğinin doğasında bulunan periyodisite, üretimde dalgalanmalara yol açmakta ve fiyat istikrarını zorlaştırmaktadır. Ayrıca, üreticilerin pazarlama olanaklarının sınırlı olması ve aracılardan fiyat oluşumunda baskın rol oynaması, üretici gelirlerini olumsuz etkilemektedir.

Dış ticaret politikaları ihracatı artırma konusunda belirli bir başarı elde etmiş, ancak markalaşma ve katma değerli ürün ihracatında yetersiz kalmıştır. Türkiye, dünya zeytinyağı ihracatında önemli bir paya sahip olmasına rağmen, ihracatın büyük kısmı dökme olarak gerçekleştirilmekte, bu da katma değer yitimi ve yurt dışına kaymasına neden olmaktadır. AB ülkelerinin uyguladığı gümrük tarifeleri ve ithalat kotaları ise ihracatın önünde önemli bir engel teşkil etmektedir.

Sektörün karşılaştığı önemli zorluklardan biri, yasal düzenlemeler ile madencilik faaliyetleri arasındaki gerilimdir. Zeytinlik alanların korunmasına yönelik kanunlar ile ekonomik kalkınma hedefleri arasında yaşanan çatışma, politikaların tutarlılığını ve uygulanabilirliğini sorgulanır hale getirmiştir. Madencilik faaliyetleri nedeniyle zeytinlik alanların tahrip edilmesi hem sektörel hem de çevresel sürdürülebilirliği tehdit etmektedir.

Üretici örgütlenmelerinin zayıf olması, desteklerin etkin dağılımını ve sektörel gelişimi engelleyen bir diğer önemli faktördür. Küçük ölçekli işletmelerin yaygınlığı ve kooperatifleşme konusundaki bilinç eksikliği, üreticilerin fiyat oluşumunda etkin bir rol oynayamamasına yol açmaktadır. Geleneksel üretim yöntemlerinin devam etmesi ise verimlilik ve kalite standartlarını düşürmekte, Türkiye'nin uluslararası pazarda rekabet gücünü sınırlamaktadır.

İhracat politikalarında ise markalaşma eksikliği ve dökme ihracatın ağırlığı katma değer kaybına neden olmaktadır. Türk zeytinyağı, başka ülkelerde ambalajlanarak daha yüksek fiyatlarla satılmakta, bu da Türkiye'nin pazarlama ve markalaşma stratejilerindeki eksikliklerini göstermektedir.

Sektörün sürdürülebilir gelişimi ve uluslararası rekabet gücünün artırılması için aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- Modern sulama sistemleri, mekanizasyon ve dijital tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması için teşvikler artırılmalıdır. Bu sayede, üretimde verimlilik artışı sağlanarak geleneksel yöntemlerin getirdiği kısıtlamalar aşılabılır.
- Periyodisiteyi azaltan ve verimliliği artıran yeni zeytin çeşitlerinin geliştirilmesi amacıyla AR-GE faaliyetleri desteklenmelidir. Bu, üretimdeki dalgalanmaların minimize edilmesine ve daha istikrarlı bir arz yapısının oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.
- Üreticilere yönelik eğitim programlarıyla modern üretim teknikleri konusunda bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır. Eğitimler hem verimlilik hem de kalite açısından sektörün gelişimine önemli katkılar sunacaktır.
- Uluslararası kalite standartlarına uyum sağlamak için sertifikasyon süreçleri güçlendirilmeli ve kalite kontrol mekanizmaları sıkılaştırılmalıdır. Bu, Türk zeytinyağının küresel pazarda prestij kazanmasını sağlayacaktır.

- Coğrafi işaretleme ve organik üretim gibi katma değeri artıran uygulamalar teşvik edilmelidir. Bu uygulamalar, Türk zeytinyağının farklılaşmasını ve rekabet avantajı elde etmesini sağlayacaktır.
- Türk zeytinyağının kalitesini tanıtmak amacıyla uluslararası tadım panelleri ve yarışmalar düzenlenmelidir. Bu tür etkinlikler, Türk zeytinyağının küresel ölçekte tanınırlığını artıracaktır.
- Destekler, üreticilerin gerçek ihtiyaçlarına yönelik, şeffaf ve erişilebilir bir şekilde tasarlanmalıdır. Destekleme politikaları, kalite ve verimlilik odaklı teşvik mekanizmalarını da içermelidir.
- Lisanslı depoculuk sistemleri yaygınlaştırılarak, üreticilerin ürünlerini daha iyi koşullarda saklamaları ve pazarlamaları sağlanmalıdır. Bu, fiyat dalgalanmalarının önlenmesine ve üretici gelirlerinin istikrar kazanmasına yardımcı olacaktır.
- Dökme ihracat yerine ambalajlı ve markalı ürün ihracatını teşvik eden özel destek programları oluşturulmalıdır. Bu sayede, katma değer Türkiye’de kalarak sektörün gelirleri artırılabilir.
- Türk zeytinyağının uluslararası pazarlarda tanıtımı için fuar katılımı, tadım etkinlikleri ve dijital pazarlama kampanyaları daha çok desteklenmelidir. Bu, Türk zeytinyağının küresel pazarda daha geniş kitlelere ulaşmasını sağlayacaktır.
- İhracatçılara yönelik markalaşma ve pazarlama stratejileri konusunda eğitim programları düzenlenmelidir. Bu eğitimler, ihracatçıların küresel pazarlarda daha etkin rekabet etmelerine olanak tanıyacaktır.
- Kooperatif ve birliklerin güçlendirilmesi için mali ve teknik destek sağlanmalıdır. Güçlü üretici örgütlenmeleri, desteklerin daha adil dağılımını ve pazarlama süreçlerinde üreticilerin söz sahibi olmasını sağlayacaktır.
- Üreticilere yönelik bilinçlendirme programlarıyla kooperatifleşme farkındalığı artırılmalıdır. Bu, küçük ölçekli üreticilerin bir araya gelerek daha güçlü bir yapı oluşturmalarına yardımcı olacaktır.
- Zeytinlik alanların madencilik, sanayi faaliyetleri ve kaçak yapılaşmaya karşı korunması için yasal düzenlemeler sıkılaştırılmalı ve denetimler artırılmalıdır. Bu, sektörün sürdürülebilirliği açısından hayati öneme sahiptir.
- Sürdürülebilir zeytin yetiştiriciliği uygulamaları teşvik edilmeli ve çevre dostu üretim modelleri desteklenmelidir. Bu hem çevresel dengeyi koruyacak hem de sektörün uzun vadeli geleceğini güvence altına alacaktır.
- Zeytinlik alanların rehabilitasyonu ve gençleştirilmesi için özel fonlar oluşturulmalıdır. Bu fonlar, geleneksel zeytinliklerin modernizasyonuna ve verimliliğin artırılmasına katkı sağlayacaktır.
- Geleneksel pazarların ötesinde, Asya, Amerika ve Afrika gibi yeni ihracat pazarları araştırılmalı ve geliştirilmelidir. Pazar çeşitlendirmesi, Türkiye’nin zeytinyağı ihracatında daha geniş bir yelpazeye hitap etmesini sağlayacaktır.
- E-ihracat platformlarının kullanımı ve dijital tanıtım olanaklarının artırılmasıyla Türk zeytinyağının küresel erişimi genişletilmelidir. Dijital dönüşüm, sektörün uluslararası pazarda daha rekabetçi olmasına katkı sağlayacaktır.
- AB ve DTÖ gibi kuruluşlarla iş birliği güçlendirilerek, gümrük tarifeleri ve ithalat kotalarının hafifletilmesi için diplomatik girişimler yapılmalıdır. Bu, Türk zeytinyağının küresel pazarda daha rahat rekabet etmesini sağlayacaktır.
- Zeytin yetiştiriciliğinde ve zeytinyağı üretiminde yenilikçi yöntemler geliştirilmesi için AR-GE yatırımları teşvik edilmelidir. İnovasyon, sektörün verimliliğini ve kalitesini artırarak rekabet gücünü yükseltecektir.

Sonuç olarak Türkiye, zeytin ve zeytinyağı sektöründe sahip olduğu doğal avantajlar ve üretim kapasitesiyle küresel pazarda lider bir konuma ulaşma potansiyeline sahiptir. Ancak bu potansiyelin hayata geçirilmesi, politikaların bütüncül, uzun vadeli ve sektörel sorunlara odaklı bir yaklaşımla yeniden tasarlanmasına bağlıdır. Üretim modernizasyonu, kalite standartlarının yükseltilmesi, markalaşma, üretici örgütlenmelerinin güçlendirilmesi ve çevresel sürdürülebilirlik gibi alanlarda atılacak adımlar, sektörün uluslararası rekabet gücünü artıracak ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlayacaktır. Bu uygulamalar, Türkiye'nin zeytin ve zeytinyağı sektöründe hak ettiği yere ulaşmasını ve küresel pazarda daha güçlü bir aktör haline gelmesini mümkün kılacaktır.

KAYNAKÇA

Akay, Z. (1993). *Türkiye’de ve Avrupa Topluluğu’nda Zeytinyağı için Uygulanan Destekleme Politikalarının Çeşitli Yönlerden Karşılaştırılması*. İzmir: Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Yayınları.

Anonim. (2009). *Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerinin Aşılattırılması Hakkında Kanunda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun Teklifi*. TBMM.

Anonim. (2010a). *Maden Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Teklifi*. TBMM.

Anonim. (2010b). *Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerinin Aşılattırılması Hakkında Kanunda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun Teklifi*. TBMM.

Anonim. (2014). *Danıştay 6. Daire Başkanlığı E. 2014/7272*.

Anonim. (2017a). *Sanayinin Geliştirilmesi ve Üretimin Desteklenmesi Amacıyla Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Tasarısı (1/837)*. TBMM.

Anonim. (2017b). *Sanayi Komisyonu Raporu ve Kanun Tasarısı (1/837)*. TBMM.

Anonim. (2018). *Tarımsal Ürünlerde İhracat İadesi Yardımlarına İlişkin Para-Kredi ve Koordinasyon Kurulu Kararı*. Erişim adresi <https://ticaret.gov.tr>. Son Erişim 14.06.2025.

Anonim. (2024). *Danıştay 8. Daire Başkanlığı 2022/4979 E., 2024/4311 K.*

Anonim. (2025a). *Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)*. Erişim adresi <https://www.tuik.gov.tr/>. Son Erişim 16.06.2025.

Anonim. (2025b). *Zeytin Lisanslı Depo Ücret Tarifesi*. Erişim adresi <https://ticaret.gov.tr>. Son Erişim 26.05.2025.

Anonim. (2025c). *Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Teklifi (2/3159)*. TBMM.

Anonymous. (2024a). *FAOSTAT*. Erişim adresi <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Son Erişim 19.04.2025.

Anonymous. (2024b). *International Olive Council*. Erişim adresi <https://www.internationaloliveoil.org/>. Son Erişim 21.10.2024.

- Anonymous. (2025). *Trade Map - Trade statistics for international business development*. Erişim adresi <https://www.trademap.org/>. Son Erişim 14.06.2025.
- Arpazlı, T. (2008). *Türkiye’de uygulanan zeytinyağı politikaları*. (Yüksek Lisans Tezi). Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bayramer, G. (2015). *Türkiye’nin sofralık zeytin ve zeytinyağı ihracatındaki sorunların değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bulut, E. (2020). *Türkiye’de uygulanan tarımsal destekleme politikalarının üretim etkisi*. (Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- IOC (International Olive Council). (2022). *Trade standard applying to olive oils and olive-pomace oils (COI/T.15/NC No 3/Rev. 14)*. International Olive Council.
- Garrido Fernández, A., Fernández-Díez, M. J., ve Adams, R. M. (2007). *Table olives: Production and processing* (2nd ed.). Springer.
- Liman, K. (2021). *Zeytin ve zeytinyağında uygulanan destekleme politikalarının Hatay ili Altınözü ilçesinde üreticilere yansımaları ve üretici görüşleri*. (Yüksek Lisans Tezi). Hatay: Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özkan, Z. (2023). *TEPGE Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Ürün Raporu*. Erişim adresi <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>. Son Erişim 02.11.2024.
- Resmi Gazete. (1939a). 3573 Sayılı Kanun. Sayı: 4126.
- Resmi Gazete. (2017a). *Sanayinin Geliştirilmesi ve Üretimin Desteklenmesi Amacıyla Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun*. Sayı: 30111.
- Resmi Gazete. (2017b). *Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği*. Sayı: 30183.
- Resmi Gazete. (2022). *Maden Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*. Sayı: 31765.
- Resmi Gazete. (2024a). *2024 Yıllarında Yapılacak Bitkisel Üretime Yönelik Desteklemeler İle Diğer Bazı Tarımsal Desteklemelere İlişkin Karar*. Sayı: 8858.
- Resmi Gazete. (2024b). *2025-2027 Yıllarında Yapılacak Bitkisel Üretime Yönelik Desteklemeler İle Diğer Bazı Tarımsal Desteklemelere İlişkin Karar*. Sayı: 8859.
- Resmi Gazete. (2024c). *2025-2027 Yıllarında Yapılacak Bitkisel Üretime Yönelik Desteklemeler İle Diğer Bazı Tarımsal Desteklemelere Ödeme Yapılmasına Dair Tebliğ*. Sayı: 32769.
- Resmi Gazete. (2025). *Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun*. Sayı: 32965.
- Sönmüş, A. (2020). *Zeytinyağı piyasasında Türkiye’nin rekabet gücü: Seçilmiş ülkelerle karşılaştırmalı ampirik bir analiz*. (Doktora Tezi). Gaziantep: Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tunalıoğlu, R. (2010). *Türkiye Zeytinciliğinde Tarihsel ve Ekonomik Gelişmeler*. *Zeytin Bilimi*, 1(1), 15-22.
- Vardar, Y. (2019). *Türkiye’de zeytinyağı sektörü’nün uluslararası rekabet gücü analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

AVRUPA YEŞİL MUTABAKATI ÇERÇEVESİNDE ORGANİK TARIM: POLİTİKALAR VE GELECEK YAKLAŞIMLARI

Prof. Dr. Yener ATASEVEN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0590-5493>

ÖZET

Avrupa Yeşil Mutabakatı Avrupa Birliği'nin 2050 yılına kadar iklim nötr bir yapıya ulaşma hedefi doğrultusunda tarım sektöründe daha sürdürülebilir, dirençli ve kaynak verimli üretim modellerini teşvik eden kapsamlı bir politika yaklaşımı sunmaktadır. Bu çalışmada organik tarımın Avrupa Yeşil Mutabakat kapsamındaki stratejik konumu ele alınarak organik tarım politikalar açısından oynadığı kritik rol değerlendirilmektedir. Özellikle Tarladan Sofraya ve Biyoçeşitlilik Stratejileri çerçevesinde 2030 yılına kadar tarım arazilerinin en az %25'inin organik üretime dönüştürülmesi hedefi çalışmanın temel odak noktalarından birini oluşturmaktadır.

Bu çalışma literatüre dayalı olup Avrupa Yeşil Mutabakatı'nda yer alan organik tarım konusunda genel bir değerlendirme yapabilmek için çeşitli kurumların ve kuruluşların yapmış olduğu çalışmalar incelenmiş; konu ile ilgili yayımlanmış olan çeşitli makale, kitap, internet kaynakları ve ilgili mevzuattan yararlanılmıştır. Çalışma yönteminin birinci aşamasında kapsamlı literatür taraması yapılmıştır. İkinci aşamada ise kaynakların çeşitli açılardan değerlendirilmesi, yorumlanması ve sentezlenmesi yapılmış ve bunların neticesinde Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında organik tarım konusundaki genel politikalar incelenmiştir.

Çalışmanın bulguları, Avrupa Yeşil Mutabakatı ile uyumlu politika çerçevesinin organik tarımın yaygınlaştırılmasında belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Özellikle Organik tarım uygulamalarının çevresel performansın iyileştirilmesi, toprak sağlığının desteklenmesi, karbon tutumu ve su kaynaklarının korunması gibi alanlarda önemli katkılar sağlayabileceği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte üretim maliyetleri, kontrol ve sertifikasyon süreçlerinin karmaşıklığı, çiftçilerin bilgi düzeyi ve piyasa istikrarı gibi ilişkin belirsizlikler de geleceğe yönelik politika tasarımlarında dikkatle ele alınması gereken yapısal zorluklar olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak çalışma, organik tarımın Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın sürdürülebilir tarım hedeflerine ulaşmada stratejik bir araç olduğunu ve çevresel olduğu kadar sosyoekonomik açıdan da uzun vadeli fırsatlar sunduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Avrupa Yeşil Mutabakatı, Organik Tarım, Politika, Sürdürülebilirlik

ORGANIC FARMING WITHIN THE FRAMEWORK OF THE EUROPEAN GREEN DEAL: POLICIES AND FUTURE APPROACHES

ABSTRACT

The European Green Deal presents a comprehensive policy approach that promotes more sustainable, resilient and resource-efficient production models in the agricultural sector, in line with the European Union's goal of achieving climate neutrality by 2050. This paper examines the strategic position of organic agriculture within the European Green Deal and assesses its critical role in terms of organic agriculture policies. In particular, the target of converting at least 25% of agricultural land to organic production by 2030, within the framework of the Farm to Fork and Biodiversity Strategies is one of the main focal points of the study.

This study is literature-based and examines the work carried out by various institutions and organizations in order to provide a general assessment of organic agriculture as outlined in the European Green Deal. It draws upon various articles, books, internet sources and relevant legislation published on the subject. The first stage of the study involved a comprehensive literature review. In the second stage, the sources were evaluated, interpreted and synthesized from various perspectives and as a result, the general policies on organic agriculture within the scope of the European Green Deal were examined.

The findings of the study indicate that a policy framework aligned with the European Green Deal plays a decisive role in promoting organic agriculture. In particular, it is understood that organic agriculture practices can make significant contributions in areas such as improving environmental performance, supporting soil health, carbon sequestration and protecting water resources. However, uncertainties related to production costs, the complexity of control and certification processes, farmers' level of knowledge and market stability also emerge as structural challenges that must be carefully addressed in future policy design.

In conclusion, the study demonstrates that organic agriculture is a strategic tool for achieving the sustainable agriculture objectives of the European Green Deal and offers long-term opportunities not only environmentally but also socioeconomically.

Keywords: European Green Deal, Organic Agriculture, Policy, Sustainability

GİRİŞ

Avrupa Birliği (AB)'nin 2050 yılına kadar iklim nötrlüğüne ulaşmayı hedefleyen kapsamlı dönüşüm programı olan Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) çevresel sürdürülebilirliği merkeze alan yeni bir politika çerçevesi sunmaktadır (European Commission, 2019). AYM kapsamında tarım ve gıda sistemlerinin dönüşümünü hedefleyen Tarladan Sofraya Stratejisi ile AB Biyoçeşitlilik Stratejisi sürdürülebilir ve dirençli üretim modellerinin yaygınlaştırılmasını temel öncelik haline getirmiştir (European Commission, 2020a; 2020b). Bu stratejik çerçeve içinde organik tarım hem çevresel etkilerin azaltılması hem de biyoçeşitliliğin desteklenmesi açısından kritik bir konuma sahiptir. Nitekim Avrupa Komisyonu 2030 yılına kadar AB'de bulunan tarım arazilerinin en az %25'inde organik üretim yapılmasını temel hedef olarak belirlemiştir (European Commission, 2021a). Bu çerçevede organik tarım kimyasal girdi kullanımının azaltılması, toprak sağlığının korunması, su kalitesinin iyileştirilmesi ve biyoçeşitliliğin desteklenmesi gibi çevresel amaçlarla doğrudan ilişkili stratejik bir araç olarak ön plana çıkmaktadır.

Avrupa Komisyonu'nun 2030 yılı itibarıyla AB'deki tarım arazilerinin en az %25'inin organik üretime dönüştürülmesi hedefi organik tarımı yalnızca alternatif bir üretim modeli olmaktan çıkararak ekolojik olduğu kadar ekonomik ve politik bir dönüşüm alanı haline getirmiştir. Nitekim son yıllarda organik tarımın sürdürülebilirlik politikaları içindeki merkezi konumunu güçlendiren bulgular hem uluslararası kuruluşlar hem de akademik literatürde yer almaktadır. FAO (2021a) ve IFOAM (2020) tarafından yayınlanan raporlar organik üretim tekniklerinin toprak organik maddesini artırdığını, karbon tutma kapasitesini geliştirdiğini ve agro-ekosistemlerde tür çeşitliliğini desteklediğini ortaya koyarken akademik çalışmalar organik tarım sistemlerinin uzun vadeli çevresel faydalarını bilimsel olarak göstermektedir (Seufert vd., 2012; Reganold ve Wachter, 2016).

Diğer yandan organik tarımın yaygınlaştırılmasına ilişkin yapısal zorluklar literatürde önemli bir tartışma alanı oluşturmaktadır. Kontrol ve sertifikasyon süreçlerinin maliyetli ve zaman alıcı yapısı (Lee vd., 2023), geçiş döneminde verim düşüşü riskleri (Ponisio vd., 2015), üreticilerin teknik bilgi eksiklikleri, organik girdilerin yetersizliği ve pazar dalgalanmaları gibi unsurlar sektörün genişlemesini sınırlayan temel faktörler arasında yer almaktadır (Sanders vd., 2016; Lampkin vd., 2020; Willer vd., 2025). Ayrıca AB'nin organik ürünlerle ilgili yeni mevzuatı olan Regulation 2018/848 sürdürülebilir üretim için daha sıkı standartlar getirirken aynı zamanda üreticiler üzerindeki uyum yükümlülüklerini de artırmaktadır (EU, 2018).

Bu nedenle AYM kapsamında organik tarımın konumunun değerlendirilmesi hem mevcut politika araçlarının etkinliğinin anlaşılması hem de geleceğe yönelik sürdürülebilir tarım politikalarının tasarlanması açısından önem arz etmektedir. AB politika belgeleri, uluslararası kuruluş raporları ve güncel akademik çalışmalar ışığında organik tarımın AB'nin sürdürülebilirlik hedeflerindeki rolü, karşılaşılan zorluklar ve ortaya çıkan yeni fırsatlar bütüncül bir düşünce ile bu çalışmada incelenmektedir. Dolayısıyla bu çalışma organik tarımın AYM sürecindeki dönüşümsel etkilerini literatür temelli olarak değerlendirmeyi ve geleceğe yönelik politika tartışmalarına katkı sunmayı amaçlamaktadır.

KAVRAMSAL TEMELLER

Organik tarım modern tarımsal üretim sistemleri içinde çevresel, ekonomik ve toplumsal sürdürülebilirliği bütüncül bir yaklaşımla ele alan bir üretim biçimi olarak tanımlanmaktadır. Temel olarak ekosistem sağlığının korunması, doğal kaynakların döngüsel kullanımının teşvik edilmesi, kimyasal girdilerin sınırlandırılması ve biyoçeşitliliğin desteklenmesi gibi ilkeler üzerine kuruludur (IFOAM, 2020; Reganold ve Wachter, 2016). Organik tarımın bu nitelikleri onu yalnızca bir üretim tekniği olmaktan çıkararak sürdürülebilir gıda sistemlerinin inşasında stratejik bir araç hâline getirmektedir (Gomiero, 2018).

Sürdürülebilirlik kavramı tarım sistemlerinin uzun vadeli ekolojik dayanıklılığını, ekonomik uygulanabilirliğini ve toplumsal refahı eş zamanlı olarak güvence altına alma amacını taşır (WCED, 1987). Bu çerçevede organik tarım, sürdürülebilirliğin üç temel boyutunu-çevresel, ekonomik ve sosyal-bir araya getiren bütüncül bir politika alanı olarak önem kazanmıştır. Çevresel boyutta toprak sağlığının iyileştirilmesi su kaynaklarının korunması ve iklim değişikliğiyle uyum üzerindeki olumlu etkiler öne çıkarken (Mäder vd., 2020; Lorenz ve Lal, 2016); ekonomik boyutta pazar büyümesi, katma değer artışı ve üretici gelirlerinde iyileşme potansiyeli dikkat çekmektedir (Willer vd., 2025). Sosyal boyutta ise kırsal kalkınma, gıda güvenliği ve sağlık odaklı tüketici eğilimleri belirleyici rol oynamaktadır (Squalli, 2021).

Organik tarımın politika boyutu özellikle AB gibi üst düzey yönetim sistemlerinde daha belirgin hâle gelmiştir. AYM, Ortak Tarım Politikası (OTP) ve Biyoçeşitlilik Stratejisi

organik tarımı sürdürülebilir tarım dönüşümünün temel bileşeni olarak konumlandırmaktadır. Bu bağlamda organik tarım artık yalnızca çiftçilerin bireysel tercihlerine bağlı bir üretim pratiği değil doğrudan devlet destekleri, çevresel destek mekanizmaları, stratejik planlar ve piyasa düzenlemeleriyle şekillendirilen kurumsal bir politika alanıdır (Pe'er vd., 2022).

Politika perspektifinden bakıldığında organik tarım çevre ve iklim hedeflerinin gerçekleştirilmesi için bir araç aynı zamanda gıda sistemlerinin yeniden yapılandırılmasına yönelik uzun vadeli bir stratejinin temel unsurudur. Bu nedenle organik tarım politikaları kontrol ve sertifikasyon, pazar düzenlemeleri, AR-GE destekleri, çiftçi eğitimi, tedarik zinciri yönetimi ve tüketici bilinci gibi çok boyutlu unsurları kapsamaktadır (Sanders vd, 2016; Niggli vd., 2016). Bu unsurlar sürdürülebilirlik hedeflerinin uygulanabilir politika araçları haline gelmesini sağlayan yönetim mekanizmalarını temsil etmektedir.

Sonuç olarak organik tarım-politika-sürdürülebilirlik ilişkisi günümüz tarım sistemlerinin dönüşümünde giderek daha merkezi bir kavramsal çerçeve oluşturmaktadır. Organik tarımı destekleyen politikaların etkili biçimde tasarlanması ve uygulanması AYM gibi geniş ölçekli stratejik girişimlerin başarısını belirleyen en kritik faktörler arasında yer almaktadır. Bu kavramsal temel çalışmanın ilerleyen bölümlerinde ele alınan incelemelerin ve değerlendirmelerin teorik ve politik arka planını oluşturmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma nitel bir araştırma tasarımı benimseyerek literatüre dayalı olarak yürütülmüş olup AYM kapsamında organik tarıma yönelik politika çerçevesinin genel bir değerlendirmesini sunmayı amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında uluslararası kuruluşların yayınladığı raporlar, akademik makaleler, kitaplar, çevrimiçi veri kaynakları ve ilgili AB mevzuatı incelenmiştir.

Materyal olarak AB'nin organik tarımla ilgili politika belgeleri, strateji raporları ve mevzuat düzenlemeleri incelenmiştir. Bu kapsamda Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan AYM, Tarladan Sofraya, AB Biyoçeşitlilik Stratejisi, Organik Üretim Eylem Planı, AB Yönetmelik 2018/848 temel birincil kaynaklar olarak alınmıştır. Ayrıca AYM ve organik tarım konusunda yayınlanan akademik makaleler detaylı olarak incelenmiş ve güncel bilgilerin verilmesine çalışılmıştır.

Çalışma iki aşamalı bir yöntemsel tasarıma sahiptir. İlk aşamada organik tarımın çevresel, ekonomik ve kurumsal boyutlarını ele alan kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiş; organik üretim standartları, kontrol ve sertifikasyon süreçleri, destekleme mekanizmaları ve AYM'nin 2030 hedeflerine ilişkin temel politika belgeleri derlenmiştir. İkinci aşamada ise elde edilen kaynaklar incelenmiş, içerikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve organik tarım politikalarının güçlü yönleri ile karşılaşılan yapısal zorluklar sentezlenmiştir. Bu inceleme süreci sonucunda AYM kapsamında organik tarıma yönelik politika araçlarının kapsamı, uygulanabilirliği ve etkileri bütüncül bir perspektifle ele alınmış; organik tarımın AB'nin sürdürülebilir tarım vizyonundaki stratejik konumu literatür temelli olarak ortaya konmuştur.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde AYM çerçevesinde organik tarım politikalarının mevcut görünümü, uygulama mekanizmaları ve sektörde karşılaşılan yapısal sorunlar güncel literatür, AB politika belgeleri ve uluslararası kuruluşların değerlendirme raporları temelinde kapsamlı biçimde incelenmiştir. Yapılan inceleme organik tarımın AYM'nin çevresel ve sosyoekonomik hedefleri doğrultusunda nasıl konumlandırıldığını, bu politikaların işleyiş dinamiklerini ve uygulamada ortaya çıkan kısıtlayıcı faktörleri bütüncül bir perspektifle ele almaktadır.

Bu çerçevede sunulan bulgular hem organik tarımın AB'nin sürdürülebilir tarım dönüşümündeki stratejik rolünü hem de bu dönüşümün hayata geçirilmesinde karşılaşılan sorunları ortaya koymaktadır. Böylelikle söz konusu değerlendirmeler AYM kapsamında organik tarım politikalarının etkililiğini değerlendirmeye yönelik daha derinlikli bir kavramsal zemin sağlamaktadır. Bulgular;

1. Organik Tarımın Çevresel Katkıları
2. Ekonomik ve Kurumsal Dönüşüm
3. Politika Uyumuna ve Yönetişim Süreçleri
4. Yapısal Sorunlar
5. Yeni Fırsatlar ve Geleceğe Yönelik Yaklaşımlar başlıkları altında sunulmuştur.

Organik Tarımın Çevresel Katkılarına İlişkin Bulgular

Toprak sağlığı ve ekosistem dayanıklılığı:

Organik üretim sistemlerinin toprak sağlığına olumlu etkileri literatürde güçlü biçimde belirtilmiştir. Uzun dönemli karşılaştırmalı çalışmalar organik tarımsal üretimin toprağın organik maddesini %20-30 oranında artırdığını (Mäder vd., 2002), mikrobiyal biyokütle ve toprak biyolojik aktivitesini artırarak toprak verimliliğini güçlendirdiğini (Fließbach vd., 2007), toprak erozyonunu azaltarak ekosistem dayanıklılığına katkı sağladığını (Gattinger vd., 2012) göstermektedir.

Bu bulgular, AYM'nin yalnızca genel sürdürülebilirlik vizyonu ile değil aynı zamanda AB'nin toprak ekosistemlerinin korunmasına yönelik bütüncül yaklaşımının temel bileşenlerinden biri olan “EU Mission: A Soil Deal for Europe (Mission Soil)” programının hedefleriyle de güçlü bir uyum sergilemektedir. Mission Soil 2030 yılına kadar AB topraklarının en az %75'inin sağlıklı hale getirilmesini hedeflemekte bu doğrultuda toprak organik maddesinin artırılması, karbon depolama kapasitesinin güçlendirilmesi, erozyon ve toprak sıkışması gibi bozulma süreçlerinin azaltılması ve toprak biyoçeşitliliğinin geliştirilmesi gibi öncelikleri merkeze almaktadır (European Commission, 2021b; Joint Research Centre, 2022).

Dolayısıyla literatür bulguları organik tarımın AYM kapsamındaki toprak sağlığını yalnızca eski haline getirme hedefiyle uyumlu olmadığını aynı zamanda Mission Soil'in uygulama alanlarında doğrudan etki üreten stratejik bir politika aracı olduğunu güçlü şekilde göstermektedir. Bu çerçevede organik tarım AB'nin 2030'a kadar hem iklim hem de toprak politikalarında öngörülen dönüşümün merkezinde konumlanan ekolojik olarak güçlü temellere sahip ve politika düzeyinde geniş etkileri bulunan bir üretim modelidir.

Biyçeşitlilik zerindeki etkiler:

Organik tarımın biyçeşitliliği desteklediğine ilişkin bilimsel kanıtlar literatürde göçü bir şekilde ortaya konulmaktadır. Organik tarım alanlarında tür zenginliğinin konvansiyonel üretim sistemlerine kıyasla ortalama %20-30 daha yüksek olduğunu göstermektedir (Bengtsson vd., 2005; Tuck vd., 2014). Bu artış yalnızca bitki türleriyle sınırlı olmayıp toprak mikroorganizmaları, eklembacaklılar, kuşlar ve memeli popülasyonları gibi çoklu trofik düzeyleri kapsamaktadır. Örneğin Hole vd. (2005) organik tarım uygulanan peyzajlarda doğal avcı türlerinin çeşitliliğinin zararlı baskısını azaltıcı ekosistem hizmetleri sağladığını belirtmektedir. Ayrıca Rundlf vd. (2015) tarafından yapılan çalışma organik tarım alanlarında tozlayıcı popülasyonlarının-özellikle yaban arıları ve kelebeklerin-hem bolluk hem de faaliyet açısından konvansiyonel alanlardan anlamlı derecede yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Toprak biyçeşitliliği açısından da organik tarım önemli kazanımlar sunmaktadır. Organik sistemlerde toprak solucanı yoğunluğunun ve mikrobiyal aktivitenin belirgin şekilde arttığı, bunun da toprak verimliliği ve karbon döngüsü üzerinde olumlu etkiler doğurduğu çok sayıda çalışmada gösterilmiştir (Van Bruggen ve Finckh, 2016; Lori vd., 2017). Habitat bağlantısallığının organik üretim alanlarında daha göçü olduğu ve peyzaj ölçeğinde ekolojik koridorların srekliiliğini desteklediği bulgusu da ekolojik bütünlüğün korunması açısından özellikle önem arz etmektedir (Tuck vd., 2014).

Bu bulguların AB Biyçeşitlilik Stratejisi'nin 2030 hedefleriyle örtüştüğü ifade edilebilir. Biyçeşitlilik Stratejisi tarım alanlarının ekolojik işlevlerinin güçlendirilmesi, tür kayıplarının durdurulması, peyzaj mozaiğinin korunması ve sürdürülebilir toprak yönetimi uygulamalarının yaygınlaştırılması yönünde açık hedefler ortaya koymaktadır (European Commission, 2020b). Organik tarımın biyçeşitlilik üzerine olumlu etkileri bu hedeflere ulaşmada bir rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca AB'nin "Pollinators Initiative" programı tozlayıcı gerilemesini durdurmak için organik tarımı temel bir destekleyici mekanizma olarak tanımlamaktadır (European Commission, 2020c). Benzer şekilde Avrupa evre Ajansı (EEA, 2022) organik tarımın peyzaj ölçeğinde biyçeşitlilik artışına katkıda bulunduğunu ve tarımsal ekosistemlerin iklim şoklarına karşı direnç kapasitesini güçlendirdiğini raporla ortaya koymuştur. Bu çerçevede organik tarım yalnızca çevresel sürdürülebilirliği iyileştiren bir üretim modeli değil aynı zamanda AB'nin ekosistem restorasyonu, tür koruma ve habitat bütünlüğünün sağlanması gibi uzun vadeli biyçeşitlilik hedeflerinin gerçekleştirilmesinde kritik bir politika aracıdır.

Sera gazı emisyonları ve iklim etkileri:

Organik tarımın iklim değişikliği üzerindeki etkileri literatürde çoğunlukla iki yönlü bir çerçevede ele alınmaktadır. Bir taraftan organik üretim sistemlerinin azotlu gübre kullanmaması, daha düşük fosil yakıt girdisi, yoğunlaştırılmış toprak işleme uygulamalarından kaçınma ve arttırılmış toprak organik karbon birikimi gibi mekanizmalar yoluyla hektar başına sera gazı emisyonlarını kayda değer ölçüde azalttığı gösterilmiştir (Nemecek vd., 2011; Gattinger vd., 2012). Ayrıca organik tarımsal üretimde altında toprakta mikrobiyal aktivitenin artması ve organik madde döngüsünün iyileşmesi karbon tutulum kapasitesinin uzun vadede güçlenmesine katkıda bulunmaktadır (Lorenz ve Lal, 2016).

Diğer taraftan bazı çalışmalar organik üretimde verim düşüşü yaşanabileceğini ve bu durumun birim ürün başına dşen emisyonları arttırabileceğini ileri sürmektedir (Seufert vd., 2012; Smith vd., 2019). Özellikle azot kullanım etkinliğinin daha düşük olması, organik sistemlerin hektar başına daha geniş alan gerektirmesi ve bazı ürünlerde verim açığının %20-

30 düzeyinde seyretmesi iklim faydalarının ürün-bazlı değerlendirmelerde sınırlı kalabileceğini göstermektedir. Buna karşın diğer çalışmalar organik tarımın tarımsal peyzaj ölçeğinde biyoçeşitliliği artırması, toprak erozyonunu azaltması ve ekosistem direncini güçlendirmesi gibi dolaylı iklim faydalarının da hesaba katılması gerektiğini vurgulamaktadır (Mäder vd., 2020; Ponisio vd., 2015).

Bu çerçevede organik tarımın AYM'nin iklim nötrlüğü hedeflerine katkısının koşullu ve büyük ölçüde verimlilik düzeyi, ürün grubu, bölgesel ekolojik koşullar ve yönetim uygulamalarının etkinliği gibi faktörlere bağlı olduğu söylenebilir. Dolayısıyla organik tarımın iklim etkisini değerlendirirken hem hektar-bazlı hem de ürün-bazlı göstergelerin birlikte ele alınması AYM'nin bütüncül yaklaşımıyla daha uyumlu bir değerlendirme sunacaktır.

Genel olarak organik tarımın çevresel katkılarına ilişkin bulgular değerlendirildiğinde organik tarımın çevresel katkıları güçlü bilimsel kanıtlarla desteklenmekte ve bu katkılar AYM'nin çevresel hedefleriyle yüksek düzeyde uyum göstermektedir. Bununla birlikte bu katkıların en yüksek düzeye çıkarılabilmesi organik üretim sistemlerinin uygun yönetim uygulamalarıyla desteklenmesine, bilgi ve teknoloji kullanımının artırılmasına ve çevresel performansın ürün ve bölge bazında izlenmesine bağlıdır. Bu çerçevede organik tarım çevresel sürdürülebilirlik açısından tek başına yeterli bir çözüm olmaktan ziyade daha geniş bir agroekolojik dönüşümün merkezi ve tamamlayıcı bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir.

Ekonomik ve Kurumsal Dönüşüme İlişkin Bulgular

Organik ürün pazarının büyümesi

Eurostat (2023) tarafından açıklanan güncel veriler AB'de organik ürün pazarının son on yılda iki kattan fazla büyüdüğünü ortaya koymaktadır. Bu eğilim yalnızca tüketici talebindeki artışa değil aynı zamanda AB'nin sürdürülebilir tarım politikalarının ekonomik etkilerine de işaret etmektedir. Nitekim küresel organik tarım raporları AB organik pazarının 2024 yılı itibarıyla 46,5 milyar avro (tüm pazarın %34,1'i) büyüklüğe ulaştığını göstermektedir (Willer vd., 2025). Bu büyüklük AB'yi küresel organik pazarın en dinamik ve en yüksek hacimli bölgesi konumuna getirmektedir.

Ayrıca organik gıda tüketiminin Avrupa'daki ülkeler bakımından dağılımına bakıldığında Almanya'nın (%11,8) ve Fransa'nın (%8,7) toplam tüketimin önemli bir bölümünü oluşturduğu görülmektedir (Willer vd., 2025). Bu durum, organik pazarın belirli ülkelerde yoğunlaşmasına karşın AB genelinde giderek daha geniş bir tüketici kitlesine yayıldığını göstermektedir.

AB organik pazarındaki bu güçlü büyüme eğilimi organik tarımı yalnızca çevresel bir araç değil aynı zamanda AYM kapsamında stratejik bir ekonomik fırsat alanı haline getirmektedir. Genişleyen iç pazarın üreticilere yeni gelir olanakları sunması, kırsal kalkınmayı desteklemesi ve sürdürülebilir değer zincirlerinin oluşmasını teşvik etmesi organik tarımın AYM'nin ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik bileşenleriyle de uyumlu olduğunu göstermektedir.

Ortak Tarım Politikası ve AYM ilişkisi

OTP 2023-2027 dönemini kapsayan yeni uygulama çerçevesi çevresel sürdürülebilirliği doğrudan politika tasarımının merkezine yerleştirmiş ve organik üretimi bu hedeflerin gerçekleştirilmesinde kilit bir araç olarak konumlandırmıştır. Yeni dönemde getirilen çevresel destek mekanizmaları çevre ve iklim dostu tarımsal uygulamalara doğrudan gelir desteği sağlamakta organik tarım ise bu mekanizma kapsamında en yüksek desteklenen uygulamalar arasında yer almaktadır (European Commission, 2021c; Pe'er vd., 2022). Üye devletler ulusal stratejik planlarında organik tarımı yalnızca çevresel bir uygulama olarak değil aynı zamanda kırsal kalkınma, çiftçi gelirlerinin istikrarı ve tarımsal piyasalarda katma değer yaratma açısından stratejik bir sektör olarak önceliklendirmiştir (Pe'er vd., 2022; Mattioli vd., 2024).

Avrupa Çevre Ajansı ve Avrupa Sayıştay raporları organik tarım desteklerinin özellikle toprak sağlığının iyileştirilmesi, pestisit kullanımının azaltılması, su kaynaklarının korunması ve tarımsal biyoçeşitliliğin güçlendirilmesi gibi alanlarda OTP'nin çevresel hedefleriyle yüksek düzeyde uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır (European Court of Auditors, 2023; EEA, 2022). Schader vd., (2015), organik tarım desteklerinin hem üretici davranışları üzerinde etkili olduğunu hem de organik tarımın yaygınlaştırılmasında kilit rol oynadığını vurgulamaktadır. Bunun yanı sıra organik üretimin ekosistem hizmetleri üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle çevresel destek mekanizmaları içinde "yüksek çevresel performanslı uygulama" kategorisinde değerlendirildiği ve bu nedenle daha yüksek prim oranlarıyla desteklendiği görülmektedir (Pe'er vd., 2022).

Ayrıca OTP'nin yeni performans temelli yönetim modeli kapsamında organik tarım üye ülkelerin iklim azaltımı, karbon tutumu, toprak restorasyonu ve girdi kullanımının azaltılması gibi göstergelerde hedeflere ulaşmasında ölçülebilir katkı sağlayan bir araç olarak tanımlanmaktadır (European Commission, 2021c; Hart vd., 2023). Bu durum organik tarımın yalnızca gönüllü bir üretim tercihi olmaktan çıkarak kurumsal politika tasarımı içinde stratejik ve yapılandırılmış bir dönüşüm aracı haline geldiğini göstermektedir. Dolayısıyla yeni OTP dönemi organik tarımın AYM hedefleriyle bütünleşmesini kurumsal düzeyde güçlendiren temel politika alanlarından biri olarak öne çıkmaktadır.

Organik sertifikasyon ve mevzuat uyumu

AB'de organik tarımın kurumsal altyapısı 1 Ocak 2022 itibarıyla yürürlüğe giren Regulation (EU) 2018/848 ile köklü biçimde yeniden yapılandırılmıştır. Bu yeni düzenleme ile birlikte organik üretimde kontrol ve sertifikasyon, izlenebilirlik, denetim, ithalat kuralları ve grup sertifikasyonu gibi alanlarda daha bütüncül ve sıkı bir kontrol sistemi oluşturulmuştur (European Union, 2018). Bu sistem özellikle risk temelli denetim yaklaşımının güçlendirilmesi, sahteciliğin önlenmesi ve tüketici güveninin artırılması açısından önemli bir kurumsal ilerleme olarak değerlendirilmektedir (European Court of Auditors, 2023).

Literatürde kontrol mekanizmalarının güçlendirilmesinin organik ürünlerin piyasadaki güvenilirliğini ve şeffaflığını artırdığına yönelik güçlü bulgular bulunmaktadır. Bray vd. (2018), kontrol ve sertifikasyon sistemlerinin tüketici güveni üzerinde belirleyici bir rol oynadığını ve izlenebilirlik düzeyinin yükselmesinin organik pazara olan talebi doğrudan desteklediğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Hamm ve Stolze (2020) sertifikasyonun yalnızca teknik bir uyum süreci değil aynı zamanda organik ürünlerin pazarda fiyat primi elde edebilmesinin temel koşulu olduğunu vurgulamaktadır.

Bununla birlikte, yeni mevzuatın getirdiği yüksek uyum standartları özellikle küçük ölçekli üreticiler açısından önemli yapısal zorluklar doğurmaktadır. Kontrol ve sertifikasyon maliyetleri, kayıt tutma yükümlülükleri ve teknik danışmanlık gereksinimleri küçük çiftçiler

üzerinde orantısız bir ekonomik yük oluşturmaktadır (Bray vd., 2018). Bu durum, bazı bölgelerde organik üretime geçiş kararlarının gecikmesine veya üreticilerin sistem dışına çıkmasına yol açabilmektedir. Zira Sahm vd. (2013) organik tarıma geçişin yalnızca ekonomik değil sosyal, psikolojik ve politik boyutları olan karmaşık bir karar olduğunu ifade etmiştir.

Bu noktada yapılan çalışmalar kooperatifleşme ve grup sertifikasyonu modellerinin uyum sürecinde önemli bir kolaylaştırıcı rol oynadığını ortaya koymaktadır. Darnhofer vd. (2010), örgütlü üretici yapılarının kontrol ve sertifikasyon maliyetlerini düşürdüğünü, bilgi paylaşımını hızlandırdığını ve piyasa erişimini güçlendirdiğini vurgulamaktadır. Nitekim Regulation (EU) 2018/848 kapsamında resmi olarak tanınan grup sertifikasyonu modeli özellikle küçük aile işletmelerinin organik pazara entegrasyonunu artırmayı amaçlayan önemli bir politika aracı olarak öne çıkmaktadır (European Union, 2018; European Commission, 2021).

Sonuç olarak AYM çerçevesinde kontrol ve sertifikasyon ve mevzuat uyumu organik tarımın kurumsal güvenilirliğini güçlendiren temel yapı taşlarından biri olmakla birlikte maliyet, teknik kapasite ve kurumsal örgütlenme düzeyine bağlı olarak üreticiler arasında asimetrik uyum sorunları yaratmaktadır. Bu durum, organik tarım politikalarının geleceğinde sertifikasyon desteklerinin artırılması, kooperatif modellerinin teşvik edilmesi ve küçük üreticilere yönelik hedefli uyum mekanizmalarının güçlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Genel organik tarımın ekonomik ve kurumsal dönüşüme ilişkin bulgular değerlendirildiğinde organik tarımın AYM kapsamında tarım sektörünün yeniden yapılandırılmasında önemli bir görev gördüğünü ortaya koymaktadır. Organik tarım piyasa mekanizmaları, kamu destekleri ve düzenleyici çerçeveler aracılığıyla hem değer zincirlerinin sürdürülebilirlik yönünde dönüşmesini hem de tarım politikalarının çevresel performans odaklı bir yapıya dönüştürülmesini desteklemektedir. Bununla birlikte bu dönüşümün kapsayıcı ve dengeli biçimde gerçekleşebilmesi küçük ölçekli üreticilerin desteklenmesine, piyasa istikrarının güçlendirilmesine ve kurumsal yüklerin adil biçimde dağıtılmasına bağlı görünmektedir. Bu yönüyle organik tarım AYM'nin ekonomik ve yönetsel boyutlarını birleştiren stratejik bir politika alanı olarak değerlendirilebilir.

Politika Uyumuna ve Yönetişim Süreçlerine İlişkin Bulgular

AYM'de yer alan organik tarıma ilişkin hedeflerin üye ülkelerde uygulanmasına yönelik yönetim süreçleri incelendiğinde politika uyumunun ve uygulama hızının ülkeler arasında belirgin farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Avrupa Parlamentosu Araştırma Servisi (European Parliamentary Research Service, 2022) özellikle OTP Stratejik Planları çerçevesinde organik tarım hedeflerinin hayata geçirilmesinde kurumsal kapasite, idari koordinasyon, bütçe büyüklüğü ve ulusal önceliklerin belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bazı üye devletlerin organik tarımı iklim, biyoçeşitlilik ve kırsal kalkınma politikalarıyla güçlü biçimde bütünleştirdiği buna karşılık bazı ülkelerde organik tarım hedeflerinin daha sınırlı finansmanla desteklendiği tespit edilmektedir (European Parliamentary Research Service, 2022; Pe'er vd. 2022).

Ulusal Organik Eylem Planlarının başarısı büyük ölçüde çok düzeyli yönetim yapılarının etkinliği yani AB kurumları, ulusal bakanlıklar, yerel yönetimler ve üretici örgütleri arasındaki eşgüdüm düzeyi ile ilişkilidir. Avrupa Komisyonu (2021) tarafından yayımlanan AB Organik Üretim Eylem Planı yönetim kapasitesinin güçlendirilmesini, teknik danışmanlık ağlarının yaygınlaştırılmasını ve kamu-özel sektör iş birliklerinin artırılmasını organik dönüşümün temel bileşenleri arasında göstermektedir. Buna paralel

olarak Hart vd (2023), OTP Stratejik Planlarının çevresel performansının büyük ölçüde ulusal yönetimlerin uygulama kapasitesine ve izleme mekanizmalarının şeffaflığına bağlı olduğunu vurgulamaktadır.

Organik tarımın sahada yaygınlaştırılmasında çiftçi danışmanlık sistemleri ve bilgi aktarım ağları kritik öneme sahiptir. Ingram ve Maye (2020) organik dönüşüm süreçlerinde teknik bilginin yalnızca bireysel çiftçi kapasitesiyle değil aynı zamanda yayım hizmetleri, kooperatif yapıları ve tarımsal bilgi-innovasyon sistemleri aracılığıyla yayıldığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde EU SCAR tarımsal bilgi-innovasyon sistemleri raporları danışmanlık hizmetlerinin yetersiz olduğu bölgelerde organik tarıma geçiş oranlarının daha düşük kaldığını göstermektedir (European Commission, 2022).

Öte yandan yapılan çalışmalar bazı ülkelerde organik tarımın son yıllarda hızlı büyümesinin AYM hedeflerine uyumu kolaylaştırdığını özellikle Almanya, Fransa, Avusturya ve Danimarka gibi ülkelerin yüksek kamu destekleri, güçlü tüketici talebi ve kurumsallaşmış kooperatif yapıları sayesinde organik dönüşümde daha ileri bir konuma ulaştığını ortaya koymaktadır (Willer vd., 2025; Eurostat, 2023). Buna karşılık Doğu ve Güney Avrupa'nın bazı bölgelerinde destek mekanizmalarının sınırlı kalması, danışmanlık altyapısının zayıflığı ve pazara erişim sorunları nedeniyle AYM hedeflerine ulaşmanın daha yavaş ilerlediği belirtilmektedir (Pe'er vd. 2022; European Court of Auditors, 2023).

Sonuç olarak bu bulgular AYM kapsamında organik tarım hedeflerine ulaşılmasının yalnızca finansal teşviklere değil aynı zamanda yönetim kalitesi, politika tutarlılığı, danışmanlık altyapısı ve ulusal uygulama kapasitesine doğrudan bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum organik tarım politikalarının geleceğinde çok düzeyli yönetim mekanizmalarının güçlendirilmesinin ve teknik yayım sistemlerinin yaygınlaştırılmasının stratejik bir zorunluluk olduğunu göstermektedir.

Yapısal Sorunlara İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmalar organik tarımın yaygınlaşma potansiyeline rağmen sektörün gelişimini sınırlayan bir dizi yapısal, kurumsal ve ekonomik sorunun varlığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Çeşitli çalışmalarda özellikle verim farklılıkları, kontrol ve sertifikasyon ve mevzuat yükleri, yüksek üretim maliyetleri, pazar ve tedarik zinciri kırılganlıkları, teknik bilgi eksikliği ve çiftçilerin geçiş sürecinde karşılaştığı belirsizlikler organik tarımdaki başlıca kısıtlar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle organik tarım politikalarının etkili olabilmesi, söz konusu yapısal sorunların azaltılmasına ve üreticilerin kurumsal kapasitesinin güçlendirilmesine bağlı görünmektedir.

Verim açığı:

Organik tarım sistemlerinin en çok tartışılan yapısal sınırlılıklarından biri verim açığı sorunudur. Uluslararası ölçekte gerçekleştirilen kapsamlı analizler organik tarımın konvansiyonel tarım sistemlerine kıyasla ortalama olarak %20-25 oranında daha düşük ürün verimi sağladığını ortaya koymaktadır (De Ponti vd. 2012; Ponisio vd. 2015). Bu verim farkı kimyasal ilaç ve gübre kullanımının yasaklanması, hastalık ve zararlılarla mücadelenin biyolojik yöntemlere dayanması gibi bazı üretim kısıtlarıyla doğrudan ilişkilidir.

Bununla birlikte literatür verim açığının ürün türüne, iklim koşullarına, toprak yapısına ve çiftlik yönetim becerilerine bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini vurgulamaktadır. Ponisio vd (2015) özellikle baklagiller, bazı tahıllar ve çok yıllık yem bitkileri gibi ürün gruplarında uygun ürün rotasyonu, örtü bitkisi kullanımı ve entegre besin

yönetimi gibi agroekolojik uygulamalarla verim farkının büyük ölçüde azaltılabildiğini ortaya koymuştur. De Ponti vd (2012) ise verim açığının iyi yönetilen organik sistemlerde %10'un altına kadar düşürülebildiğini, zayıf yönetim koşullarında ise farkın %30'un üzerine çıkabildiğini göstermektedir.

AYM açısından verim açığı yalnızca teknik bir tarımsal sorun değil aynı zamanda gıda arz güvenliği, tarımsal gelir istikrarı ve ekonomik sürdürülebilirlik boyutlarıyla doğrudan ilişkili stratejik bir politika meselesi olarak değerlendirilmektedir. Avrupa Komisyonu Tarladan Sofraya Stratejisi kapsamında organik tarımın yaygınlaştırılmasının ancak verim kayıplarının bilgi-temelli inovasyon, dijital tarım uygulamaları, hassas tarım ve agroekolojik üretim teknikleri ile dengelenmesi durumunda ekonomik olarak sürdürülebilir olabileceğini vurgulamaktadır. Aksi durumda üretim maliyetlerinin artması ve birim ürün başına düşen gelirlerin azalması çiftçilerin organik üretime geçiş motivasyonunu zayıflatabilecek temel risk faktörleri arasında yer almaktadır.

Bu bağlamda verim açığı AYM'nin hem iklim ve biyoçeşitlilik hedefleri ile tarımsal rekabet gücü ve gıda güvenliği hedefleri arasındaki dengeyi test eden kritik bir politika alanı olarak öne çıkmaktadır. Dolayısıyla organik tarım politikalarının başarısı yalnızca alan genişlemesine değil aynı zamanda birim alandan elde edilen verimin sürdürülebilir yöntemlerle artırılmasına yönelik AR-GE yatırımlarının, bilgi transfer mekanizmalarının ve çiftçi eğitim sistemlerinin güçlendirilmesine bağlı görünmektedir.

Teknik bilgi ve AR-GE eksikliği

Organik tarım sistemleri konvansiyonel tarıma kıyasla daha yüksek düzeyde teknik bilgi, planlama ve sürekli izleme gerektiren üretim modelleridir. Kimyasal girdilerin kullanımının sınırlandırılması, zararlı ve hastalıklarla mücadelenin biyolojik ve kültürel yöntemlere dayanması, toprak besleme süreçlerinin ise organik madde yönetimi, yeşil gübreleme ve baklagil rotasyonları yoluyla gerçekleştirilmesi, çiftçilerin bilgi ve beceri düzeyine olan bağımlılığı önemli ölçüde artırmaktadır (Niggli vd. 2016; Tittone, 2014).

Literatür organik tarıma geçiş sürecindeki çiftçilerin özellikle entegre zararlı yönetimi, toprak verimliliği planlaması, organik gübre ve biyogirdi kullanımı, münavebe tasarımı ve mekanik yabancı ot kontrolü gibi alanlarda ciddi teknik desteğe ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır (Niggli vd. 2016; Ingram ve Maye, 2020). Bu bilgi eksikliği geçiş sürecinde verim kayıplarını artırmakta, üretim risklerini yükseltmekte ve bazı durumlarda çiftçilerin organik üretimden vazgeçmesine yol açabilmektedir (Seufert vd. 2012; Ponisio vd. 2015).

AYM ve Tarladan Sofraya Stratejisi kapsamında organik tarımın yaygınlaştırılmasına yönelik hedeflerin başarısı büyük ölçüde tarımsal AR-GE yatırımlarının, dijital tarım teknolojilerinin ve bilgi-innovasyon sistemlerinin etkinliğine bağlıdır. Avrupa Komisyonu organik tarım için geliştirilen yeni biyoteknik mücadele yöntemleri, biyo-gübreler, toprak mikrobiyal aktivitesini artıran uygulamalar ve hassas tarım teknolojilerinin verim açığının kapatılmasında ve üretim istikrarının sağlanmasında stratejik rol oynadığını vurgulamaktadır.

Ancak mevcut bulgular AB genelinde organik tarıma yönelik AR-GE harcamalarının hâlen konvansiyonel tarım teknolojilerine kıyasla daha sınırlı düzeyde kaldığını göstermektedir (Niggli vd. 2016; EU SCAR, 2020). Özellikle küçük ölçekli üreticilerin yenilikçi organik teknolojilere erişimde finansman, bilgi ve danışmanlık altyapısı açısından dezavantajlı konumda olduğu belirtilmektedir (Ingram ve Maye, 2020; European Court of Auditors, 2023). Bu durum organik tarımın AYM hedeflerine katkısının ülkeler ve bölgeler arasında asimetrik biçimde gerçekleşmesine neden olmaktadır.

Sonuç olarak teknik bilgi ve AR-GE eksikliği organik tarımın çevresel performansını sınırlayan bir unsur olmanın ötesinde ekonomik sürdürülebilirlik, verim istikrarı ve çiftçi gelirlerinin korunması açısından da kritik bir yapısal sorun alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle AYM kapsamında organik tarıma ilişkin politikaların başarısı yalnızca destekleme ödemelerine değil aynı zamanda bilgi üretimi, yayımı ve teknoloji transferi mekanizmalarının bütüncül biçimde güçlendirilmesine doğrudan bağlı görünmektedir.

Piyasa ve tedarik zinciri sorunları

Organik tarımın AYM kapsamındaki yaygınlaşmasının önündeki temel yapısal sorunlardan biri organik ürün piyasalarının ve tedarik zincirlerinin henüz yeterince olgunlaşmamış olmasıdır. FAO (2021b) tarafından yayımlanan raporda organik ürünlerin tarladan sofraya uzanan değer zincirinde lojistik, depolama, işleme ve dağıtım aşamalarında önemli eşgüdüm sorunları bulunduğu özellikle küçük ölçekli üreticilerin bu zincire entegrasyonunun sınırlı kaldığı vurgulanmaktadır. Aynı rapor, organik ürünlerin konvansiyonel ürünlere kıyasla daha yüksek maliyetli üretim yapısına sahip olmasının fiyat oynaklığını artırdığını ve üretici gelirlerinde istikrarsızlığa yol açtığını belirtmektedir (FAO, 2021b).

OECD (2020) ise organik tarım piyasalarında arz-talep dengesinin bölgesel olarak düzensiz seyrettiğini bazı ülkelerde talep hızla artarken üretimin aynı hızda genişleyememesi nedeniyle ithalata bağımlılığın yükseldiğini ortaya koymaktadır. Bu durum hem karbon ayak izinin artmasına hem de yerel üreticilerin fiyat rekabetinde zorlanmasına yol açmaktadır (OECD, 2020). Ayrıca raporda, organik ürün piyasalarında perakende sektörünün yüksek kar marjları elde ederken üretici fiyatlarının aynı oranda artmadığı ve bu nedenle değer zinciri içerisinde gelir dağılımının üreticiler aleyhine bozulduğu ifade edilmektedir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında yapısal sorunlara ilişkin bulgular organik tarımın AYM kapsamındaki başarısının yalnızca destekleme düzeyine veya alan artışına bağlı olmadığını verimlilik, bilgi üretimi, kurumsal kapasite ve piyasa yapılarının eş zamanlı olarak güçlendirilmesini gerektiren bütüncül bir politika yaklaşımına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu sorunlar ele alınmadığı takdirde organik tarımın çevresel potansiyeli yüksek olsa dahi ekonomik sürdürülebilirlik, üretici refahı ve gıda sistemi dayanıklılığı açısından beklenen katkıyı tam olarak sağlayamayacağı açıktır. Dolayısıyla AYM bağlamında organik tarım politikalarının etkinliği yapısal kısıtların azaltılmasına yönelik uzun vadeli, koordineli ve bilgi temelli müdahalelerin başarısına doğrudan bağlı görünmektedir.

Yeni Fırsatlar ve Geleceğe Yönelik Yaklaşımlara İlişkin Bulgular

Dijital tarım ve inovasyon

Dijital tarım teknolojileri ve inovasyon temelli üretim yaklaşımları organik tarımın verimlilik, çevresel performans ve izlenebilirlik kapasitesini artırarak AYM hedeflerine ulaşmada stratejik bir dönüşüm aracı olarak değerlendirilmektedir. Özellikle hassas tarım uygulamaları kapsamında kullanılan sensör tabanlı toprak nemi ve besin elementi izleme sistemleri, uydu destekli görüntüleme teknikleri, değişken oranlı gübreleme teknolojileri ve yapay zeka destekli erken uyarı sistemleri organik tarımda girdi kullanımının optimize edilmesini ve çevresel yükün azaltılmasını mümkün kılmaktadır (Rose ve Chilvers, 2018; Wolfert vd. 2017).

Organik tarım sistemlerinde kimyasal pestisit kullanımının yasaklı olması zararlı yönetimini daha karmaşık hâle getirmekte; bu durum dijital destekli biyolojik mücadele,

erken zararlı tespit sistemleri ve organik uyumlu biyopestisitlerin kullanımını daha da kritik hale getirmektedir. Nitekim FAO (2021) dijital zararlı izleme ağları ile biyolojik kontrol yöntemlerinin birlikte kullanımının organik tarımda verim kayıplarını önemli ölçüde azalttığını ortaya koymaktadır. Ayrıca toprak sağlığına yönelik dijital karar destek sistemleri organik tarımda münavebe planlaması, yeşil gübreleme ve kompost uygulamalarının etkinliğini artırarak üretkenliği desteklemektedir (Niggli vd. 2016).

Bununla birlikte dijitalleşmenin organik tarımda yaygınlaştırılmasının önünde veri altyapısı eksikliği, yüksek yatırım maliyetleri, dijital okuryazarlık düzeyinin düşüklüğü ve küçük ölçekli işletmelerin teknolojiye erişimde yaşadığı güçlükler gibi önemli yapısal sorunlar bulunmaktadır (Wolfert vd. 2017; Ingram ve Maye, 2020). AB'nin bilgi ve inovasyon sistemleri çerçevesinde çiftçi-egitim kurumları-özel sektör iş birliklerinin güçlendirilmesi ve dijital tarım danışmanlığının yaygınlaştırılması bu sorunların aşılmasında temel politika araçları arasında yer almaktadır (EU SCAR, 2020).

Bu bağlamda dijital tarım ve inovasyon yalnızca organik tarımın teknik kapasitesini artıran bir araç değil aynı zamanda AYM'nin iklim, biyoçeşitlilik, kaynak verimliliği ve gıda güvenliği hedeflerini bütüncül biçimde destekleyen stratejik bir dönüşüm bileşeni olarak değerlendirilmektedir (Rose ve Chilvers, 2018; FAO, 2021).

Kısa tedarik zincirleri ve yerel üretim modelleri

COVID-19 pandemisi sonrasında küresel gıda tedarik zincirlerinde yaşanan kırılmalıklar kısa tedarik zincirleri ve yerel üretim modellerinin stratejik önemini belirgin biçimde artırmıştır. Özellikle sınır kapanmaları, lojistik aksaklıklar ve arzda meydana gelen aksaklıklar yerel üretim ve doğrudan satış modellerine dayalı gıda sistemlerinin krizlere karşı daha dirençli olduğunu göstermiştir (Marsden, 2020; FAO, 2021). Bu süreçte organik tarım doğası gereği yerel pazarlara, doğrudan üretici-tüketici ilişkilerine ve bölgesel gıda ağlarına daha uyumlu bir üretim modeli olarak öne çıkmıştır.

Kısa tedarik zincirleri üretici ile tüketici arasındaki aracı sayısını azaltarak hem üretici gelirlerini artırmakta hem de tüketicilerin gıdaya erişimde güven, şeffaflık ve izlenebilirlik beklentilerini karşılamaktadır. Avrupa genelinde yapılan çalışmalar çiftçi pazarları, topluluk destekli tarım, kooperatif satış ağları ve dijital doğrudan satış platformlarının organik ürünlerde katma değeri yükselttiğini ortaya koymaktadır (Kneafsey vd. 2013; European Commission, 2020). Ayrıca bu modeller taşımadan kaynaklanan karbon emisyonlarını azaltarak AYM'nin iklim hedefleriyle doğrudan uyum göstermektedir (FAO, 2021; IPES-Food, 2020).

Pandemi sonrası tüketici davranışlarında gözlenen değişim de yerel ve organik ürün talebini hızlandırmıştır. Tüketicilerin gıda güvenliği, taze ürünlere erişim, etik üretim ve çevresel sürdürülebilirlik konularına duyarlılığının artması, yerel organik üreticiler için yeni pazar fırsatları yaratmıştır (Marsden, 2020; OECD, 2021). Bununla birlikte kısa tedarik zincirlerinin ölçeklenebilirlik sorunları, lojistik altyapı yetersizlikleri, soğuk zincir eksikliği ve dijital pazarlama kapasitesinin sınırlılığı gibi yapısal sorunlar özellikle küçük ölçekli organik üreticiler açısından önemli kısıtlar oluşturmaya devam etmektedir (Kneafsey vd. 2013; OECD, 2021).

Bu çerçevede kısa tedarik zincirleri ve yerel üretim modelleri yalnızca organik tarımın ekonomik sürdürülebilirliğini güçlendiren araçlar değil aynı zamanda AYM kapsamında gıda sistemlerinin dayanıklılığını artıran, karbon ayak izini azaltan ve kırsal kalkınmayı destekleyen bütüncül politika bileşenleri olarak değerlendirilmektedir (European Commission, 2020; FAO, 2021).

Tüketici bilinci ve yeşil talep artışı

Son yıllarda AB genelinde tüketici davranışlarında çevresel duyarlılığın belirgin biçimde arttığı ve bu eğilimin gıda tüketim tercihlerini doğrudan etkilediği görülmektedir. Kantar (2022) ve Nielsen tarafından yayımlanan tüketici araştırmaları AB’de çevresel etiketlere, karbon ayak izine, sürdürülebilir ambalaja ve organik sertifikaya yönelik farkındalığın önemli ölçüde yükseldiğini ortaya koymaktadır. Özellikle pandemi sonrası dönemde tüketicilerin sağlık, gıda güvenliği ve çevresel sürdürülebilirlik konularına yönelik hassasiyetinin artması, organik ürünlere olan talebi ivmelendiren temel faktörlerden biri haline gelmiştir (Kantar, 2022; NielsenIQ, 2022).

NielsenIQ (2022) verilerine göre AB tüketicilerinin %70’inden fazlası sürdürülebilirlik etiketine sahip ürünleri satın alma konusunda daha istekli olduğunu belirtirken tüketicilerin önemli bir bölümü organik ürünler için daha yüksek fiyat ödemeyi kabul edebileceğini ifade etmektedir. Bu eğilim organik tarımı yalnızca çevresel bir üretim modeli değil aynı zamanda ekonomik açıdan da güçlü bir pazar haline getirmektedir. Kantar (2022) tarafından gerçekleştirilen analizler ise özellikle genç tüketiciler ve şehirli nüfus arasında “yeşil tüketim” davranışlarının hızla yaygınlaştığını ve organik ürünlerin bu grubun temel tercihleri arasında yer aldığını göstermektedir.

Tüketici bilincindeki bu dönüşüm AYM “talep yönlü dönüşüm” yaklaşımıyla da doğrudan örtüşmektedir. Tarladan Sofraya Stratejisi sürdürülebilir üretim kadar sürdürülebilir tüketimin de teşvik edilmesini temel politika alanlarından biri olarak tanımlamakta ve tüketici tercihleri yoluyla piyasa mekanizmalarının dönüştürülmesini hedeflemektedir (European Commission, 2020). Bu bağlamda çevre dostu ürünlere yönelik artan talep organik tarımın yaygınlaşmasını destekleyen kritik bir itici güç olarak değerlendirilmektedir.

Bununla birlikte literatürde “yeşil talep” artışının tüm tüketici gruplarına eşit biçimde yansımadağı gelir düzeyi, eğitim seviyesi ve bölgesel farklılıkların organik ürün tüketimini belirleyen önemli unsurlar olduğu da vurgulanmaktadır (NielsenIQ, 2022; OECD, 2021). Dolayısıyla organik ürün talebindeki artışın kalıcı hale gelmesi yalnızca tüketici bilincine değil aynı zamanda fiyat erişilebilirliğine, etiket güvenilirliğine ve tedarik zinciri şeffaflığına bağlı görünmektedir. Bu çerçevede artan yeşil talep AYM kapsamında organik tarım için istikrarlı bir pazar zemini oluşturma potansiyeline sahip olmakla birlikte bu potansiyelin sürdürülebilir biçimde değerlendirilebilmesi bütüncül politika araçlarını gerekli kılmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde bu araştırmanın bulguları organik tarımın AYM’nin çevresel ve sosyoekonomik hedeflerine ulaşmada stratejik bir politika aracı olarak giderek daha merkezi bir rol üstlendiğini göstermektedir. Organik üretim sistemlerinin toprak sağlığının korunması, biyoçeşitliliğin desteklenmesi, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve sera gazı emisyonlarının azaltılması gibi çevresel hedeflere güçlü katkılar sunduğu literatürde geniş bir uzlaşıyla desteklenmektedir. Aynı zamanda AB düzeyinde mevzuatın güncellenmesi, çevresel desteklerinin yaygınlaştırılması ve ulusal organik eylem planlarının uygulanmasıyla birlikte organik tarımın kurumsal çerçevesinin önemli ölçüde güçlendiği görülmektedir.

Bununla birlikte organik tarımın yapısal sınırlılıkları da AYM hedeflerinin bütüncül biçimde gerçekleştirilmesinin önünde önemli sorunlar oluşturmaya devam etmektedir. Özellikle organik üretimde gözlenen verim açığı, geçiş sürecindeki ekonomik belirsizlikler, kontrol ve sertifikasyon maliyetlerinin küçük ölçekli üreticiler üzerindeki orantısız yükü ile organik ürün piyasalarında gözlenen fiyat dalgalanmaları sektörün sürdürülebilir büyümesini sınırlayan temel sorun alanları olarak öne çıkmaktadır. Bu unsurlar, organik tarımın yalnızca çevresel değil aynı zamanda ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik boyutları bakımından da çok boyutlu politika müdahalelerine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Bu çerçevede AYM'nin organik tarıma ilişkin hedeflerinin başarısı destekleme politikalarının tasarımıdaki etkinliğe, çok düzeyli yönetim mekanizmalarının işleyiş kapasitesine, çiftçi danışmanlık ve bilgi-inovasyon sistemlerinin güçlendirilmesine ve dijital tarım teknolojileri ile yenilikçi uygulamaların yaygınlaştırılmasına doğrudan bağlı görünmektedir. Organik tarımın AYM kapsamında uzun vadeli bir dönüşüm aracı haline gelebilmesi çevresel kazanımların ekonomik uygulanabilirlik ve toplumsal kabul ile dengeli biçimde bütünleştirilebilmesine bağlıdır. Bu nedenle önümüzdeki dönemde organik tarım politikalarının yalnızca alan genişliği hedeflerine değil aynı zamanda verimlilik, piyasa istikrarı ve üretici refahını birlikte gözeten bütüncül bir politika seti çerçevesinde ele alınması kritik önem taşımaktadır.

Organik tarım konusunda geleceğe yönelik yaklaşımlara dair genel bir değerlendirme yapılırsa organik tarımın AYM kapsamındaki konumu önümüzdeki dönemde hem politika tasarımının hem de üretim-tüketim dinamiklerinin yeniden şekillenmesine yol açacak stratejik dönüşüm alanlarına işaret etmektedir. Bu bağlamda geleceğe dönük yaklaşımlar ekolojik dayanıklılığın güçlendirilmesi, kurumsal kapasitenin artırılması ve piyasa ve değer zincirlerinde sürdürülebilirliğin derinleştirilmesi gibi üç temel eksen etrafında yoğunlaşmaktadır. Politika tasarımının daha bütüncül, bilim temelli ve yenilikçi mekanizmalarla desteklenmesi durumunda organik tarım AB'nin sürdürülebilir tarım hedeflerinin gerçekleştirilmesinde merkezi bir rol üstlenmeye devam edecektir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada elde edilen bulgular organik tarımın AYM'nin çevresel, ekonomik ve yönetsel hedefleriyle yüksek düzeyde örtüştüğünü ve AB'nin sürdürülebilir tarım dönüşümünde stratejik bir politika aracı olarak merkezi bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır. Literatür çalışmaları organik üretim sistemlerinin toprak sağlığının iyileştirilmesi, biyoçeşitliliğin korunması, ekosistem dayanıklılığının artırılması ve sera gazı emisyonlarının azaltılması gibi çevresel hedeflere güçlü katkılar sunduğunu açık biçimde göstermektedir. Özellikle Mission Soil hedefleriyle uyumlu olarak organik tarımın toprak organik maddesini artırması, karbon tutma kapasitesini güçlendirmesi ve erozyonu azaltması AYM'nin iklim nötrlüğü ve ekosistem restorasyonu hedeflerine doğrudan katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte bulgular organik tarımın yalnızca çevresel bir araç değil aynı zamanda AB'nin kırsal kalkınma, tarımsal gelir istikrarı ve sürdürülebilir değer zincirleri oluşturma hedefleri açısından da önemli bir ekonomik fırsat alanı haline geldiğini göstermektedir. AB organik pazarının hızlı büyümesi, organik ürünlere yönelik tüketici talebindeki artış ve yeni OTP dönemi kapsamında sağlanan çevresel destek mekanizmaları organik tarımı kurumsal politika mimarisi içinde güçlendiren temel dinamikler olarak öne çıkmaktadır. Kontrol ve sertifikasyon sistemleri ile birlikte izlenebilirlik sistemlerinin güçlendirilmesi ise tüketici güvenini artırarak organik pazarın derinleşmesine katkı sağlamaktadır.

Ancak araştırma bulguları organik tarımın yaygınlaşmasının önünde önemli yapısal sorunların varlığını sürdürdüğünü de ortaya koymaktadır. Özellikle verim açığı, teknik bilgi ve AR-GE yetersizliği, kontrol ve sertifikasyon maliyetlerinin küçük ölçekli üreticiler üzerindeki yükü, piyasa istikrarsızlıkları ve tedarik zinciri kırılganlıkları AYM hedeflerinin bütüncül biçimde gerçekleştirilmesinin önündeki temel risk alanlarıdır. Bu sorunlar, organik tarımın yalnızca çevresel performansı açısından değil aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirliği ve üretici refahı açısından da çok boyutlu politika müdahalelerine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Yönetişim boyutunda elde edilen bulgular ise AYM kapsamında organik tarım hedeflerine ulaşılmasının yalnızca finansal desteklere değil aynı zamanda çok düzeyli yönetim yapılarının etkinliğine, ulusal uygulama kapasitesine, çiftçi danışmanlık sistemlerinin gücüne ve bilgi-innovasyon ağlarının yaygınlığına doğrudan bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Üye ülkeler arasındaki uygulama farklılıkları AYM hedeflerinin sahaya yansımada yönetsel kapasitenin belirleyici rol oynadığını açıkça göstermektedir.

Bu sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki politika önerileri verilebilir:

- *AYM hedefleriyle uyumlu ulusal organik tarım stratejilerinin güçlendirilmesi*
 - ✓ Ulusal stratejik planlar organik tarımı merkeze alan, bağlayıcı ve performans odaklı göstergeler içerecek şekilde yeniden yapılandırılmalı.
 - ✓ Üye ülkeler arasındaki uygulama eşitsizliklerinin azaltılması için AB düzeyinde standartlaştırılmış izleme sistemleri ve ortak değerlendirme kriterleri geliştirilmeli.
- *Çevresel destek mekanizmalarının organik tarımı daha fazla teşvik edecek biçimde yeniden tasarlanması*
 - ✓ Destekler organik üretim yapan çiftçiler için daha yüksek ve daha istikrarlı destekler sunacak biçimde düzenlenmeli.
 - ✓ Organik tarıma geçiş süreci için ayrı bir “geçiş paketi” oluşturulmalı.
- *Organik tarımın AYM’nin iklim ve biyoçeşitlilik hedefleriyle bütünleşmesinin sağlanması*
 - ✓ Organik tarım karbon çiftçiliği, ekosistem yenilenmesi, biyoçeşitlilik ve toprak sağlığı programları gibi AYM bileşenleriyle daha güçlü şekilde bütünleştirilmeli.
- *Organik tarımda çok düzeyli yönetim mekanizmalarının kurumsallaştırılması*
 - ✓ AB düzeyinde politika yapıcılar, ulusal otoriteler, yerel yönetimler ve üretici örgütleri arasında sürekli iletişimi sağlayan “Organik Tarım Yönetişim Platformları” oluşturulmalı.
 - ✓ Kurumlar arasında eşgüdüm için çalışılmalı.
- *Organik tarımın gıda sistemleri politikalarıyla bütünleştirilmesi*
 - ✓ Organik tarım Tarladan Sofraya ve Döngüsel Ekonomi Eylem Planı ile daha güçlü bir şekilde ilişkilendirilmeli.
 - ✓ Organik üretim gıda kaybı-israf azaltımı, sürdürülebilir ambalaj, yeşil lojistik ve kamu alımlarıyla bütünleştirilmeli.
- *Organik ürün pazarının AYM çerçevesinde yeniden düzenlenmesi*
 - ✓ Organik pazarın güçlenmesi için fiyat istikrarı politikaları, pazar düzenlemeleri ve tüketiciyi yanıltıcı çevresel iddialara karşı daha katı düzenlemeler geliştirilmeli
- *Adil dönüşüm yaklaşımının organik tarım politikaları ile bütünleştirilmesi*
 - ✓ AYM’nin sosyal boyutu güçlendirilerek organik tarım politikaları düşük gelirli üreticiler, kadın çiftçiler ve genç çiftçiler için özel destek mekanizmaları içermeli. Böylece organik tarıma geçiş yalnızca çevresel değil aynı zamanda sosyal olarak da kapsayıcı hale gelecektir.
- *AB dışı ülkelerle organik ticaret ilişkisinin AYM standartları doğrultusunda yeniden düzenlenmesi*
 - ✓ Organik ürün ithalatında ikili uyum mekanizmaları güçlendirilmeli, sürdürülebilirlik kriterleri sıkılaştırılmalı ve AYM standartlarına uymayan üretim süreçleri için geçiş süreleri belirlenmeli.

Genel olarak konu bütünlüğü kapsamında bir değerlendirme yapılırsa organik tarım AYM kapsamında çevresel iyileşme, iklim değişikliğiyle mücadele, biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir gıda sistemlerinin inşasında vazgeçilmez bir araç konumuna gelmiştir. Ancak bu potansiyelin tam olarak hayata geçirilebilmesi yalnızca alan genişliği hedeflerine değil üretim verimliliği, ekonomik uygulanabilirlik, piyasa istikrarı ve yönetim kapasitesini birlikte gözeten bütüncül politika yaklaşımlarının benimsenmesine bağlıdır. Bu yönüyle organik tarım, AYM'nin başarısını belirleyecek en kritik dönüşüm alanlarından biri olmaya devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- Bengtsson, J., Ahnström, J., Weibull, A. C. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42(2), 261-269. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x>
- Bray, J., Johns, N., Kilburn, D. (2018). An exploratory study into the factors impeding ethical consumption. *Journal of Business Ethics*, 98(4), 597-608. <https://doi.org/10.1007/s10551-010-0640-9>
- Darnhofer, I., Lindenthal, T., Bartel-Kratochvil, R., Zollitsch, W. (2010). Conventionalisation of organic farming practices: From structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(1), 67–81. <https://doi.org/10.1051/agro/2009011>
- De Ponti, T., Rijk, B., Van Ittersum, M.K. (2012). The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems*, 108, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.12.004>
- European Parliamentary Research Service. (2022). The EU's organic farming policy: Main trends and implementation challenges European Parliament. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2022\)733592](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2022)733592)
- European Commission. (2019). The European Green Deal. Publications Office of the European Union.
- European Commission (2020a). A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. Brussels.
- European Commission. (2020b). EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives. Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2020c). EU Pollinators Initiative: Progress report. Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2021a). Action Plan for the Development of Organic Production in the EU. Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2021b). EU Mission: A Soil Deal for Europe. Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2021c). CAP strategic plans 2023–2027: Joint effort and collective ambition. Publications Office of the European Union. https://agriculture.ec.europa.eu/cap-my-country/cap-strategic-plans_en
- European Commission. (2022). Agricultural knowledge and innovation systems (AKIS) in the CAP. Publications Office of the European Union.

European Court of Auditors. (2023). The EU's support for organic farming: A greener policy, but with limited impact. Special Report No. 09/2023. Publications Office of the European Union. <https://www.eca.europa.eu/en/publications/sr-2023-09>

European Environment Agency (EEA). (2022). Biodiversity and agriculture: Trends and pressures in Europe. EEA Report.

European Union. (2018). European Union. (2018). Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products. Official Journal of the European Union, L150, 1–92. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/848/oj>

EU SCAR. (2020). Agricultural knowledge and innovation systems: Towards innovation-driven agriculture in Europe (Strategic Working Group AKIS Report). Standing Committee on Agricultural Research, European Commission. <https://scar-europe.org/index.php/akis>

Eurostat. (2023). Organic farming statistics. European Statistical Office. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Organic_farming_statistics

FAO (Food and Agriculture Organization) (2021a). The State of Food and Agriculture 2021. FAO.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2021b). The global status of organic agriculture and markets: Sustainability and supply chain challenges. FAO.

Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fliessbach, A., Buchmann, N., Niggli, U. (2012). Enhanced topsoil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(44), 18226–18231. <https://doi.org/10.1073/pnas.1209429109>

Gomiero, T. (2018). Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: Findings and issues. *Applied Soil Ecology*, 123, 714–728. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.10.014>

Hamm, U., Stolze, M. (2020). Organic farming and market development in Europe. In S. Chandran (Ed.), *Organic farming: Global perspectives* (pp. 215–236). Springer.

Hart, K., Baldock, D., Tucker, G. (2023). Delivering environmental and climate outcomes through the CAP Strategic Plans. Institute for European Environmental Policy (IEEP).

Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., Evans, A. D. (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122(1), 113–130. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.07.018>

IFOAM. (2020). The IFOAM Norms for Organic Production and Processing. IFOAM-Organics International.

Ingram, J., Maye, D. (2020). What are the implications of digitalisation for agricultural knowledge? *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 90, 100313. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00066>

IPES-Food (2020). International Panel of Experts on Sustainable Food Systems. COVID-19 and the crisis in food systems: Symptoms, causes, and potential solutions.

Joint Research Centre (JRC). (2022). Soil health and sustainable land management in the European Union: Technical assessment for the EU Soil Strategy and Mission Soil. Publications Office of the European Union.

- Kantar. (2022). Sustainability sector index 2022: European consumer attitudes towards sustainable food and products. Kantar Group. <https://www.kantar.com/campaigns/sustainability-sector-index-2021>
- Kneafsey, M., Venn, L., Schmutz, U., Balázs, B., Trenchard, L., Eyden-Wood, T., Bos, E., Sutton, G., Blackett, M. (2013). Short food supply chains and local food systems in the EU: A state of play of their socio-economic characteristics. European Commission Joint Research Centre.
- Lampkin, N., Foster, C., Padel, S., Midmore, P. (2020). Organic farming and agricultural policy in the EU. *Journal of Sustainable Agriculture*, 44(3), 245–262.
- Lee, H., Bae, J., Fischer, L. (2023). Organic certification costs and farmers' adoption barriers: A systematic review. *Journal of Rural Studies*, 99, 102-115.
- Lorenz, K., Lal, R. (2016). Environmental impacts of organic agriculture. In E. Lichtfouse (Ed.), *Sustainable Agriculture Reviews*, 20, 1-28. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7_1
- Lori, M., Symnaczik, S., Mäder, P., De Deyn, G., Gattinger, A. (2017). Organic farming enhances soil microbial abundance and activity-A meta-analysis and meta-regression. *PLOS ONE*, 12(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180442>
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., Niggli, U. (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 296(5573), 1694-1697. <https://doi.org/10.1126/science.1071148>
- Marsden, T. (2020). Food, agriculture and the COVID-19 crisis: Towards a multi-level food governance. COVID-19 and the crisis in food systems, 1-12.
- Mattioli, E., De Benedetto, G., Marino, D. (2024). Organic farming and eco-schemes in the new Common Agricultural Policy: Opportunities and challenges. *EuroChoices*, 23(1), 43-50.
- Nemecek, T., Huguenin-Elie, O., Dubois, D., Gaillard, G., Schaller, B., Chervet, A. (2011). Life cycle assessment of Swiss farming systems: II. Extensive and intensive production. *Agricultural Systems*, 104(3), 233-245. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.07.007>
- NielsenIQ. (2022). The sustainability imperative: New insights on consumer expectations. NielsenIQ Global Report.
- Niggli, U., Slabe, A., Schmid, O., Halberg, N., & Schlüter, M. (2016). Organic farming and environmental challenges: The role of research and innovation. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL).
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2020). Rebuilding agricultural supply chains for organic markets: Policy challenges and trade-offs. OECD Publishing.
- Pe'er, G., Bonn, A., Bruelheide, H., Dieker, P., Eisenhauer, N., Feindt, P. H., Hagedorn, G., Lakner, S., Midler, E., Pereira, H. M., Schindler, S., Schwarze, S., Sirami, C., Zinngrebe, Y. (2022). Action needed for the EU Common Agricultural Policy to address sustainability challenges. *People and Nature*, 4(4), 589-609.
- Ponisio, L. C., M'Gonigle, L. K., Mace, K. C., Palomino, J., de Valpine, P., Kremen, C. (2015). Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1799). <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1396>
- Reganold, J. P., Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2, 15221. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221>

- Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products. Official Journal of the European Union.
- Rose, D. C., Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 87. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>
- Rundlöf, M., Andersson, K.S.G., Bommarco, R., Fries, I., Hederström, V., Herbertsson, L., Jonsson, O., Klatt, B.K., Pedersen, T.R., Yourstone, J., Smith, H.G. (2015). Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature*, 521, 77-80. <https://doi.org/10.1038/nature14420>
- Sahm, H., Sanders, J., Nieberg, H., Behrens, G., Kuhnert, H., Strohm, R., Hamm, U. (2013). Conversion to organic farming: A multidimensional analysis. *Land Use Policy*, 30(1), 253-264.
- Sanders, J., Stolze, M., Padel, S. (2016). EU organic farming report 2016. Thünen Institute.
- Schader, C., Grenz, J., Meier, M., Stolze, M. (2015). Scope and precision of sustainability assessment approaches to food systems. *Ecology and Society*, 20(3), 41. <https://doi.org/10.5751/ES-06866-190342>
- Seufert, V., Ramankutty, N., Foley, J.A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485(7397), 229-232. <https://doi.org/10.1038/nature11069>
- Squalli, J. (2021). Consumer demand for organic food. *Food Policy*, 102, 102-113.
- Smith, L. G., Kirk, G. J. D., Jones, P. J., Williams, A. G. (2019). The greenhouse gas impacts of converting food production in England and Wales to organic methods. *Nature Communications*, 10, 4641. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12622-7>
- Tittonell, P. (2014). Ecological intensification of agriculture-Sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>
- Tuck, S.L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L.A., Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: A hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51(3), 746-755. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219>
- Van Bruggen, A. H. C., Finckh, M.R. (2016). Plant diseases and management approaches in organic farming systems. *Annual Review of Phytopathology*, 54, 25-54. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080615-100123>
- Willer, H., Trávníček, J., Schlatter, B. (Eds.). (2025). The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2025. Frick (CH): Research Institute of Organic Agriculture FiBL; Bonn (DE): IFOAM-Organics International.
- WCED (World Commission on Environment and Development). (1987). *Our common future*. Oxford University Press.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming-A review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.01.023>

THE EFFECTS OF ORGANIC ACID, OZONE AND ULTRASOUND TREATMENTS ON PESTICIDE REMOVAL IN CHERRIES AND GRAPES

Asst. Prof. Dr. Nuray CAN

İstanbul Aydın University, Anadolu Bil Vocational School, Food Technology Program,
İstanbul, Türkiye

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering,
Tekirdağ, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2410-9487>

Dr. Damla ZOBAR

Ministry of Agriculture and Forestry, Tekirdağ Viticulture Research Institute, Tekirdağ,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3559-3833>

Assoc. Prof. Dr. Göksel TIRPANCİ SİVRİ

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering,
Tekirdağ, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9192-2825>

Assoc. Prof. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering,
Tekirdağ, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9161-6286>

ABSTRACT

Cherries and grapes are among the fruits most produced and consumed in Turkey. However, there are studies showing that they may contain prohibited pesticides. Furthermore, some studies have shown that they may contain pesticide residue levels exceeding the maximum residue limits permitted by legislation. For this reason, practices aimed at reducing pesticide residues in fruits before they are offered for consumption have gained importance, and research on this topic has accelerated in recent years.

This study aims to investigate the possibilities of reducing certain pesticide residues applied to cherries and grapes using different methods. For this purpose, boscalid, cyprodinil, deltamethrin, fludioxonil, malathion, and pyraclostrobin were applied to cherries before harvest, while azoxystrobin, cypermethrin, cyprodinil, deltamethrin, difenoconazole, fludioxonil, penconazole, pyrimethanil, and tebuconazole were applied to grapes. After harvest, cherries and grapes were treated individual and combined treatments, organic acids (acetic, citric, lactic), ultrasound, and ozone. Individual treatments were carried out for 5 and 10 minutes, while combined treatments were carried out for 5 minutes.

As a result of the treatments, pesticide residues reduced by 2.01-74.07% in cherries and 0.38-71.89% in grapes. The highest reduction in all pesticide residues in cherries was provided by ultrasound treatment. The highest reduction in azoxystrobin, cypermethrin, deltamethrin and difenoconazole residues in grapes was provided by ultrasound treatment, and in other pesticide residues by washing with ozonated water.

At the same time, water-soluble dry matter, moisture, pH, titratable acidity, color, fruit flesh firmness, total phenolic content, total monomeric anthocyanin content, and antioxidant activity of the samples were determined. The effect of the treatments on the examined quality characteristics of cherries and grapes varied at different levels. However, it generally remained within acceptable limits.

Key Words: Pesticide Removal; Cherries; Grapes; Organic Acids; Ozone; Ultrasound

This study is based on ¹Nuray CAN's PhD thesis, supported by the Research Fund of Tekirdağ Namık Kemal University (Project number: NKUBAP.03.GA.23.505).

PESTICIDE RESIDUES IN FRUITS AND REMOVAL METHODS

Asst. Prof. Dr. Nuray CAN

İstanbul Aydın University, Anadolu Bil Vocational School, Food Technology Program,
İstanbul, Türkiye
Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering,
Tekirdağ, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2410-9487>

Dr. Damla ZOBAR

Ministry of Agriculture and Forestry, Tekirdağ Viticulture Research Institute, Tekirdağ,
Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3559-3833>

Assoc. Prof. Dr. Göksel TIRPANCİ SİVRİ

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering,
Tekirdağ, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9192-2825>

Assoc. Prof. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering,
Tekirdağ, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9161-6286>

ABSTRACT

Sustainable vegetative production is essential to meet today's increasing nutritional needs. Therefore, control plant diseases and pests that cause yield and product loss is an important issue. A large portion of fruit losses occur during agricultural production. This makes pest control essential, and one method used for this purpose is the application of pesticides. Pesticides used on fruits reduce crop loss and economic damage, but on the other hand, they can pose a danger to human and environmental health as a result of their incorrect and unconscious use.

Fruits are an integral part of the daily diet. However, prohibited pesticides have been detected in fruits. Furthermore, various studies have shown that pesticide residues in fruits can exceed the maximum residue limits permitted by legislation. It is reported that processes such as washing, peeling and cooking reduce residues to varying levels depending on the structure of the fruit, the chemical properties of the pesticide and environmental conditions.

Consuming fruits that are mostly eaten raw and without peeling them also means that pesticides are taken into the body, and as a result, consumers are at risk of being exposed to acute, subacute and chronic adverse effects caused by pesticides. Hence, practices aimed at reducing pesticide residues in fruits before they are offered for consumption are gaining importance, and research on this subject has accelerated, especially in recent years. Techniques commonly studied in the literature for their effects on pesticide removal include cold plasma, irradiation, ozone, ultrasound, organic acids, and the use of various chemicals. The effect of these treatments on pesticide removal varies depending on factors such as fruit type, pesticide type, and treatment conditions. This study discusses pesticide residues in fruits and the treatments that can be used to reduce these residues.

Key Words: Pesticide Residues; Pesticide Removal Methods; Fruits

This study is based on ¹Nuray CAN's PhD thesis, supported by the Research Fund of Tekirdag Namik Kemal University (Project number: NKUBAP.03.GA.23.505).

MOLECULAR DETECTION OF *BLASTOCYSTIS* SPP. IN DOG IN AKSARAY PROVINCE, TURKIYE

Ph.D., Candidate, Onur AKSOY

Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine,
Aksaray, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-7070-6677>

Assoc. Prof. Dr. Adnan AYAN

Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, Aksaray,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6335-7019>

Prof. Dr. İlker ÇAMKERTEN

Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine,
Aksaray, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6952-7703>

ABSTRACT

Blastocystis spp. are common intestinal protozoa with zoonotic potential, reported in humans and various animal hosts worldwide. However, data on canine infections in Türkiye remain limited. This study aimed to investigate the presence of *Blastocystis* spp. in dogs from Aksaray Province using molecular methods.

Fecal samples (n = 100) were collected from dogs aged 0–10 years admitted to the Aksaray University Faculty of Veterinary Medicine Animal Hospital and local veterinary clinics for diagnostic and treatment purposes. Residual portions of these samples were subjected to DNA extraction. Polymerase chain reaction (PCR) was performed using specific primers targeting *Blastocystis* spp. PCR products were analyzed by agarose gel electrophoresis and visualized under UV illumination. PCR analysis detected *Blastocystis* spp. in one of the 100 samples (1%).

This study provides the first molecular evidence of *Blastocystis* spp. in dogs in Aksaray Province, Türkiye. Although the prevalence detected was low, the finding highlights the potential role of dogs as carriers of zoonotic parasites. Further studies with larger sample sizes and subtyping approaches are warranted to better understand the epidemiology and public health significance of canine *Blastocystis* infections in the region.

Key Words: Aksaray, *Blastocystis* spp., Dog, Molecular Prevalence

INTRODUCTION

Blastocystis spp. is an anaerobic, unicellular, eukaryotic protozoan that colonizes the gastrointestinal tract of humans and a wide variety of animals, including mammals, birds, reptiles, and insects (Stensvold & Clark, 2016). Despite being discovered over a century ago, its pathogenicity remains a subject of debate. While often identified in asymptomatic carriers, *Blastocystis* infection has been associated with non-specific gastrointestinal symptoms such as diarrhea, abdominal pain, bloating, and nausea, as well as dermatological issues like urticaria, particularly in immunocompromised individuals (Tan, 2008; Bahrami et al., 2020).

Transmission occurs primarily via the fecal-oral route through the ingestion of cysts in contaminated water or food. However, the "One Health" perspective emphasizes the interconnection between human, animal, and environmental health, suggesting that animals living in close proximity to humans such as dogs and cats may serve as reservoirs for zoonotic transmission (Shams et al., 2022). Dogs share a common environment with humans, making the investigation of their parasitic burden crucial for public health surveillance.

Diagnosis of *Blastocystis* has traditionally relied on microscopic examination of fecal smears. However, the parasite's polymorphic nature (existing in vacuolar, granular, amoeboid, and cyst forms) often leads to misidentification or underestimation of prevalence (Malatyali & Özçelik, 2011). Molecular methods, particularly Polymerase Chain Reaction (PCR) targeting the small subunit ribosomal RNA (SSU rRNA) gene, offer significantly higher sensitivity and specificity compared to microscopy and are essential for accurate detection (Santín et al., 2011).

In Türkiye, while studies on human *Blastocystis* infections are relatively common, data regarding the molecular epidemiology of the parasite in companion animals, particularly in the Central Anatolia Region, are scarce. This study aimed to determine the molecular prevalence of *Blastocystis* spp. in dogs in Aksaray Province, Türkiye, to contribute to the understanding of the epidemiological status of this protozoan in the region.

MATERIALS AND METHODS

Study Area and Sample Collection

This study was conducted in Aksaray Province, located in the Central Anatolia Region of Türkiye. A total of 100 fecal samples were collected from dogs aged 0 to 10 years. These animals were admitted to the Aksaray University Faculty of Veterinary Medicine Animal Hospital and various local veterinary clinics for general diagnostic and treatment purposes. Fresh fecal samples were collected, placed in sterile containers, and transported to the laboratory in a cold chain. Samples were stored at +4°C until DNA extraction processing.

Genomic DNA Extraction

Genomic DNA was extracted from the fecal samples using the GeneMATRIX Stool DNA Purification Kit (EURx, Gdańsk, Poland) according to the manufacturer's protocol. The extracted DNA was stored at -20°C until used for PCR amplification.

PCR Amplification To detect the presence of *Blastocystis* spp., a fragment of the SSU rRNA gene was amplified using the genus-specific primers described by Santín et al. (2011): Forward Blast (5'-GGA GGT AGT GAC AAT AAA TC-3') and Reverse Blast (5'-TGC TTT CGC ACT TGT TCA TC-3').

The PCR amplification was performed in a final volume of 20 µL, containing 4 µL of 5× FIREPol Master Mix (7.5 mM MgCl₂), 0.8 µL of each primer (8 pmol), 1.6 µL of template DNA, and 12.8 µL of nuclease-free water. The thermal cycling conditions were as follows: an initial denaturation at 95°C for 5 minutes; followed by 35 cycles of denaturation at 95°C for 30 seconds, annealing at 54°C for 30 seconds, and extension at 72°C for 1 minute; with a final extension step at 72°C for 5 minutes. (Table 1)

Table 1. Primers and PCR cycling conditions used for the amplification of the SSU rRNA gene of *Blastocystis* spp.

Target Gene	Primer Name	Sequence (5'-3')	Product Size (bp)	PCR Cycling Conditions	Reference
SSU rRNA	Forward Blast	GGA GGT AGT GAC AAT AAA TC	~500 bp	Initial Denaturation: 95°C, 5 min	Santín et al., 2011
	Reverse Blast	TGC TTT CGC ACT TGT TCA TC		Denaturation: 95°C, 30 sec (35 cycles)	
				Annealing: 54°C, 30 sec	
				Extension: 72°C, 1 min	
				Final Extension: 72°C, 5 min	

Gel Electrophoresis

PCR products were separated by electrophoresis on a 1.5% agarose gel stained with RedSafe™ Nucleic Acid Staining Solution. The bands were visualized under UV light. Samples yielding a band of approximately 500 bp were considered positive for *Blastocystis* spp.

RESULTS

In this study, 100 dog fecal samples were analyzed using PCR. The molecular analysis revealed that only 1 of the 100 samples was positive for *Blastocystis* spp. DNA, indicated by a specific band at the 500 bp region on the agarose gel.

Consequently, the molecular prevalence of *Blastocystis* spp. in the sampled dog population in Aksaray was determined to be 1%. (Table 2)

Table 2. Summary of molecular detection of *Blastocystis* spp. in dog in Aksaray province.

Parameter	Description / Result
Study Area	Aksaray Province, Türkiye
Host	Dog
Age Group	0–10 Years
Total Samples Examined	100
Diagnostic Method	PCR (SSU rRNA gene)
Positive Samples (n)	1
Prevalence (%)	1%

DISCUSSION

Blastocystis spp. is a globally distributed parasite with significant zoonotic potential. The role of dogs as reservoir hosts has been investigated in various countries, with prevalence rates varying widely depending on geographical location, animal management (stray vs. pet), and diagnostic methods. In the present study, we detected a low prevalence of 1% in dogs from Aksaray.

Our findings are consistent with several international studies that have reported low prevalence rates in canines. For instance, Wang et al. (2013) reported a prevalence of 1.3% in dogs in Cambodia, and similarly, Suh et al. (2022) found a prevalence of 1.3% in Korean dogs. Furthermore, a study in Northern Egypt reported a prevalence of 2.6% in pets (Naguib et al., 2022). In contrast, significantly higher prevalence rates have been reported elsewhere, such as 70.8% in Australia (Duda et al., 1998) and 24% in India (Wang et al., 2013). In Türkiye, previous studies on stray dogs have shown varying results, often influenced by the living conditions of the animals.

The low prevalence observed in this study (1%) compared to higher rates reported in stray populations (e.g., Daryani et al., 2008 in Iran reported 28%) could be attributed to the nature of the sampled population. Our samples were collected from animals admitted to veterinary clinics and a university hospital. These animals are more likely to be owned pets receiving regular veterinary care, deworming, and controlled diets, which significantly reduces the risk of parasitic infection compared to free-roaming stray dogs that scavenge for food and water.

Despite the low prevalence, the detection of *Blastocystis* spp. is significant. Dogs share close quarters with humans, and previous molecular studies have identified zoonotic subtypes (such as ST1, ST2, and ST3) in dogs, suggesting interspecies transmission is possible (Osman et al., 2015; Ahmed & Karanis, 2018). Although subtyping was not performed in this specific study, the presence of the parasite necessitates awareness among veterinarians and pet owners regarding hygiene practices to prevent potential zoonotic transmission.

Limitations: The primary limitation of this study is the lack of DNA sequencing to identify the specific subtype (ST) of the positive sample. Determining the subtype is crucial for assessing the direct zoonotic risk. Additionally, the sample size was limited to 100 clinically admitted dogs; a broader survey including shelter or stray dogs in Aksaray might yield different prevalence data.

CONCLUSION

This study represents the first molecular report of *Blastocystis* spp. in dogs in Aksaray Province, Türkiye. A molecular prevalence of 1% was detected. While this rate is low, the presence of this protozoan confirms that dogs in the region can act as carriers. Considering the "One Health" approach, even a low prevalence in companion animals warrants attention due to the close contact between dogs and humans. Future research should focus on larger sample sizes covering different dog populations (stray vs. owned) and include molecular subtyping to fully elucidate the zoonotic epidemiology of *Blastocystis* in the region.

REFERENCES

- Ahmed, S. A., & Karanis, P. (2018). *Blastocystis* spp., ubiquitous parasite of human, animals and environment. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Elsevier.
- Bahrami, F., Babaei, E., Badirzadeh, A., Riabi, T. R., & Abdoli, A. (2020). *Blastocystis*, urticaria, and skin disorders: Review of the current evidences. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 39, 1027–1042.
- Daryani, A., Sharif, M., Amouei, A., Ettehad, G., Ziaei, H., Gohardehi, S., & Bastani, R. (2008). *Blastocystis* sp.: A neglected zoonotic protozoan. *Proceedings of the ASEAN Congress of Tropical Medicine and Parasitology*, 3, 59-62.
- Duda, A., Stenzel, D., & Boreham, P. (1998). Detection of *Blastocystis* sp. in domestic dogs and cats. *Veterinary Parasitology*, 76(1-2), 9–17.
- Malatyali, E., & Özçelik, S. (2011). *Blastocystis* spp.'nin insandan izolasyonu ve besiyerinde farklı evrim şekillerinin izlenmesi [Isolation of *Blastocystis* spp. from human hosts and in vitro determination of different morphological forms]. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 35(1), 19–22.
- Naguib, D., Gantois, N., Desramaut, J., Arafat, N., Even, G., Certad, G., Chabé, M., & Viscogliosi, E. (2022). Prevalence, subtype distribution and zoonotic significance of

Blastocystis sp. isolates from poultry, cattle and pets in Northern Egypt. *Microorganisms*, 10(11), 2259.

Osman, M., Bories, J., El Safadi, D., Poiriel, M. T., Gantois, N., Benamrouz-Vanneste, S., Delhaes, L., Hugonnard, M., Certad, G., & Zenner, L. (2015). Prevalence and genetic diversity of the intestinal parasites *Blastocystis* sp. and *Cryptosporidium* spp. in household dogs in France and evaluation of zoonotic transmission risk. *Veterinary Parasitology*, 214(1-2), 167–170.

Santín, M., Gómez-Muñoz, M. T., Solano-Aguilar, G., & Fayer, R. (2011). Development of a new PCR protocol to detect and subtype *Blastocystis* spp. from humans and animals. *Parasitology Research*, 109(1), 205–212.

Shams, M., Shamsi, L., Yousefi, A., Sadrebazzaz, A., Asghari, A., Mohammadi-Ghalehbin, B., Shahabi, S., & Hatam, G. (2022). Current global status, subtype distribution and zoonotic significance of *Blastocystis* in dogs and cats: a systematic review and meta-analysis. *Parasites & Vectors*, 15, 225.

Stensvold, C. R., & Clark, C. G. (2016). Current status of *Blastocystis*: A personal view. *Parasitology International*, 65(6), 763–771.

Suh, S., Lee, H., Seo, M. G., Kim, K. T., Eo, K. Y., Kwon, Y. S., Park, S. J., Kwon, O. D., Kim, T. H., & Kwak, D. (2022). Molecular detection and genetic diversity of *Blastocystis* in Korean dogs. *The Korean Journal of Parasitology*, 60(4), 289.

Tan, K. S. (2008). New insights on classification, identification, and clinical relevance of *Blastocystis* spp. *Clinical Microbiology Reviews*, 21(4), 639–665.

Wang, W., Cuttell, L., Bielefeldt-Ohmann, H., Inpankaew, T., Owen, H., & Traub, R. J. (2013). Diversity of *Blastocystis* subtypes in dogs in different geographical settings. *Parasites & Vectors*, 6, 1-5.

MOLECULAR DETECTION OF *BLASTOCYSTIS* SPP. IN SHEEP IN AKSARAY PROVINCE, TURKIYE

Ph.D., Candidate, Onur AKSOY

Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine,
Aksaray, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-7070-6677>

Assoc. Prof. Dr. Adnan AYAN

Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, Aksaray,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6335-7019>

Prof. Dr. İlker ÇAMKERTEN

Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine,
Aksaray, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6952-7703>

ABSTRACT

Blastocystis spp. are among the most frequently encountered intestinal protozoa in humans and animals, yet their epidemiological distribution in small ruminants remains insufficiently documented. This study aimed to determine the molecular prevalence of *Blastocystis* spp. in sheep within Aksaray province, Türkiye.

Fecal samples (n=100) were collected from sheep (aged 0–4 years) admitted to the Aksaray University Faculty of Veterinary Medicine Animal Hospital and various local veterinary clinics for diagnostic and treatment purposes. Residual portions of these samples were utilized for molecular analysis. DNA was extracted. Subsequently, PCR was performed using the relevant primers. The PCR products were subjected to electrophoresis. Images were obtained under UV light. The PCR results showed positivity in 34 of the 100 samples.

The high prevalence of *Blastocystis* detected in clinically admitted sheep underscores the potential reservoir role of small ruminants and highlights the necessity of robust molecular diagnostic approaches. These findings significantly contribute to the limited epidemiological data from Türkiye and emphasize the need for broader molecular investigations to better elucidate the zoonotic importance of *Blastocystis* spp. in livestock populations.

Key Words: Aksaray, *Blastocystis* spp., Molecular Prevalence, Sheep

INTRODUCTION

Blastocystis spp. is an anaerobic, unicellular, eukaryotic protozoan that colonizes the gastrointestinal tract of humans and a wide variety of animals, including mammals, birds, reptiles, and insects (Stensvold & Clark, 2016). Although it was first described over a century ago, its pathogenicity remains a subject of debate. While often considered a commensal organism, numerous studies have associated *Blastocystis* infection with gastrointestinal symptoms such as diarrhea, abdominal pain, nausea, and bloating, particularly in immunocompromised hosts and during co-infections (Tan, 2008).

The transmission of *Blastocystis* occurs primarily through the fecal-oral route, involving the ingestion of cysts from contaminated water or food (Ayan et al., 2024). Consequently, animals living in close proximity to humans, particularly livestock such as sheep, cattle, and water buffaloes, are considered significant potential reservoirs for zoonotic transmission (Onder et al., 2021). Molecular epidemiological studies utilizing the small subunit ribosomal RNA (SSU rRNA) gene have identified numerous subtypes (STs), with ST1–ST9 and ST12 being frequently reported in humans, suggesting a zoonotic link between livestock and their handlers (Stensvold et al., 2009).

Sheep farming is a major agricultural activity in Türkiye, particularly in the Central Anatolia region. However, data regarding the molecular epidemiology of *Blastocystis* in small ruminants in this specific region are limited. Previous studies in Türkiye have focused largely on humans or other animal hosts, and traditional microscopic methods often underestimate the true prevalence of the parasite due to its polymorphic nature (vacuolar, granular, amoeboid, and cyst forms) (Malatyali & Özçelik, 2011). Polymerase Chain Reaction (PCR) offers significantly higher sensitivity and specificity for detecting *Blastocystis* spp. compared to conventional microscopy.

The aim of this study was to determine the molecular prevalence of *Blastocystis* spp. in sheep in Aksaray Province, Türkiye, using PCR methods, thereby contributing to the understanding of the epidemiological status of this protozoan in the region's livestock.

MATERIALS AND METHODS

Study Area and Sampling

This study was conducted in Aksaray Province, located in the Central Anatolia Region of Türkiye. A total of 100 fecal samples were collected from sheep admitted to the Aksaray University Faculty of Veterinary Medicine Animal Hospital and various local private veterinary clinics for diagnostic and treatment purposes. The sampled sheep ranged in age from 0 to 4 years. Fresh fecal samples were collected directly from the rectum using sterile gloves, placed in sterile containers, and transported to the laboratory in a cold chain. Samples were stored at +4°C until DNA extraction.

Genomic DNA Extraction

Genomic DNA was extracted from the fecal samples using the GeneMATRIX Stool DNA Purification Kit (EURx, Gdańsk, Poland) according to the manufacturer's protocol. The extracted DNA was stored at -20°C until used for PCR amplification.

PCR Amplification To detect the presence of *Blastocystis* spp., a fragment of the SSU rRNA gene was amplified using the genus-specific primers described by Santín et al. (2011): Forward Blast (5'-GGA GGT AGT GAC AAT AAA TC-3') and Reverse Blast (5'-TGC TTT CGC ACT TGT TCA TC-3').

The PCR amplification was performed in a final volume of 20 µL, containing 4 µL of 5× FIREPol Master Mix (7.5 mM MgCl₂), 0.8 µL of each primer (8 pmol), 1.6 µL of template DNA, and 12.8 µL of nuclease-free water. The thermal cycling conditions were as follows: an initial denaturation at 95°C for 5 minutes; followed by 35 cycles of denaturation at 95°C for 30 seconds, annealing at 54°C for 30 seconds, and extension at 72°C for 1 minute; with a final extension step at 72°C for 5 minutes. (Table 1)

Table 1. Primers and PCR cycling conditions used for the amplification of the SSU rRNA gene of *Blastocystis* spp.

Target Gene	Primer Name	Sequence (5'-3')	Product Size (bp)	PCR Cycling Conditions	Reference
SSU rRNA	Forward Blast	GGA GGT AGT GAC AAT AAA TC	~500 bp	Initial Denaturation: 95°C, 5 min	Santín et al., 2011
	Reverse Blast	TGC TTT CGC ACT TGT TCA TC		Denaturation: 95°C, 30 sec (35 cycles)	
				Annealing: 54°C, 30 sec	
				Extension: 72°C, 1 min	
				Final Extension: 72°C, 5 min	

Gel Electrophoresis

PCR products were separated by electrophoresis on a 1.5% agarose gel stained with RedSafe™ Nucleic Acid Staining Solution. The bands were visualized under UV light. Samples yielding a band of approximately 500 bp were considered positive for *Blastocystis* spp.

RESULTS

In this study, 100 sheep fecal samples were examined using molecular methods. The PCR analysis revealed that 34 of the 100 samples were positive for *Blastocystis* spp. DNA, indicated by specific bands at the 500 bp region.

The overall molecular prevalence of *Blastocystis* spp. in the sampled sheep population in Aksaray was determined to be 34%. (Table 2)

Table 2. Summary of molecular detection of *Blastocystis* spp. in sheep in Aksaray province.

Parameter	Description / Result
Study Area	Aksaray Province, Türkiye
Host	Sheep
Age Group	0–4 Years
Total Samples Examined	100
Diagnostic Method	PCR (SSU rRNA gene)
Positive Samples (n)	34
Prevalence (%)	34.00%

DISCUSSION

Blastocystis spp. is a ubiquitous parasite with a global distribution. While it is frequently detected in humans, its prevalence in livestock varies significantly depending on geographical region, animal management practices, and diagnostic methods employed (Stensvold & Clark, 2016). In the present study, we detected a molecular prevalence of 34% in sheep from Aksaray province.

Our findings are consistent with several international and local studies, though variations exist. For instance, the prevalence in our study (34%) is comparable to the 38.2% prevalence reported in sheep in other regions of Türkiye by Onder et al. (2021). However, it is higher than the 11.3% prevalence reported in sheep in Inner Mongolia, China (Zhang et al., 2023), and the 17.4% prevalence reported in sheep in Iran (Heydarian et al., 2024). Conversely, studies in the United Arab Emirates and Italy have reported significantly higher prevalences, reaching up to 63.6% and 81.8%, respectively (AbuOdeh et al., 2019; Gabrielli et al., 2021).

The relatively high prevalence observed in our study (34%) compared to some international reports might be attributed to the nature of the sampling. Our samples were collected from animals admitted to veterinary clinics and a university hospital for various health issues. Animals under clinical stress or with concurrent infections may be more susceptible to *Blastocystis* colonization or proliferation compared to healthy herds. Furthermore, differences in housing (intensive vs. extensive farming) and hygiene standards significantly impact transmission rates (Zhang et al., 2023).

While this study focused on detection rather than subtyping, it is important to note that sheep are known hosts for several *Blastocystis* subtypes, particularly ST10, ST14, and ST5 (Zhang et al., 2023; Heydarian et al., 2024). ST10 and ST14 are predominantly found in ruminants, but zoonotic subtypes such as ST1, ST3, and ST7 have also been identified in sheep in previous studies, highlighting the potential risk to public health (Onder et al., 2021). In a recent study on Anatolian water buffaloes in the neighboring regions, Ayan et al. (2024) identified ST10, ST14, ST25, and ST26, further suggesting that ruminants in this geography harbor a diverse array of subtypes.

The use of PCR in this study provided a reliable assessment of infection status. Traditional microscopic examination often fails to detect *Blastocystis* due to its morphological variability and the presence of fecal debris. The molecular data presented here helps fill a gap in the epidemiological map of parasitic infections in Central Anatolia.

CONCLUSION

This study confirms that *Blastocystis* spp. is common among sheep in Aksaray province, with a molecular prevalence of 34%. The results suggest that small ruminants in this region may act as significant reservoirs for this protozoan. Given the potential for zoonotic transmission, particularly to farmers, veterinarians, and slaughterhouse workers, further studies involving molecular subtyping (DNA sequencing) are recommended to determine the specific subtypes circulating in Aksaray and to assess the public health risk more accurately.

REFERENCES

- AbuOdeh, R., Ezzedine, S., Madkour, M., Stensvold, C. R., Samie, A., Nasrallah, G., AlAbsi, E., & ElBakri, A. (2019). Molecular subtyping of *Blastocystis* from diverse animals in the United Arab Emirates. *Protist*, 170(5), 125679. <https://doi.org/10.1016/j.protis.2019.125679>
- Ayan, A., Çelik, B. A., Çelik, Ö. Y., Yılmaz, A. B., Kılınç, Ö. O., & Ayan, Ö. O. (2024). Prevalence and subtypes distribution (ST10, ST14, ST25, ST26) of *Blastocystis* spp. in Anatolian Water Buffalo (*Bubalus bubalis*) in Van, Türkiye. *Veterinary Medicine and Science*, 10, e70054. <https://doi.org/10.1002/vms3.70054>
- Gabrielli, S., Palomba, M., Furzi, F., Brianti, E., Gaglio, G., Napoli, E., Rinaldi, L., Alburquerque, R. A., & Mattiucci, S. (2021). Molecular subtyping of *Blastocystis* sp. isolated from farmed animals in southern Italy. *Microorganisms*, 9(8), 1656. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081656>
- Heydarian, M., Naeini, K. M., Kheiri, S., & Abdizadeh, R. (2024). Prevalence and subtyping of *Blastocystis* sp. in ruminants in Southwestern, Iran. *Scientific Reports*, 14, 20254. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70907-4>
- Malatyali, E., & Özçelik, S. (2011). *Blastocystis* spp.'nin insandan izolasyonu ve besiyerinde farklı evrim şekillerinin izlenmesi [Isolation of *Blastocystis* spp. from human hosts and in vitro determination of different morphological forms]. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 35(1), 19–22.

- Onder, Z., Yildirim, A., Pekmezci, D., Duzlu, O., Pekmezci, G. Z., Ciloglu, A., Simsek, E., Kokcu, N. D., Yetismis, G., & Ercan, N. (2021). Molecular identification and subtype distribution of *Blastocystis* sp. in farm and pet animals in Turkey. *Acta Tropica*, 220, 105939. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.105939>
- Santín, M., Gómez-Muñoz, M. T., Solano-Aguilar, G., & Fayer, R. (2011). Development of a new PCR protocol to detect and subtype *Blastocystis* spp. from humans and animals. *Parasitology Research*, 109(1), 205–212. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2244-9>
- Stensvold, C. R., Alfellani, M. A., Nørskov-Lauritsen, S., Prip, K., Victory, E. L., Maddox, C., Nielsen, H. V., & Clark, C. G. (2009). Subtype distribution of *Blastocystis* isolates from synanthropic and zoo animals and identification of a new subtype. *International Journal for Parasitology*, 39(4), 473–479. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2008.07.006>
- Stensvold, C. R., & Clark, C. G. (2016). Current status of *Blastocystis*: A personal view. *Parasitology International*, 65(6), 763–771. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2016.05.015>
- Tan, K. S. (2008). New insights on classification, identification, and clinical relevance of *Blastocystis* spp. *Clinical Microbiology Reviews*, 21(4), 639–665. <https://doi.org/10.1128/CMR.00022-08>
- Zhang, J., Fu, Y., Bian, X., Han, H., Dong, H., Zhao, G., Li, J., Li, X., & Zhang, L. (2023). Molecular identification and genotyping of *Blastocystis* sp. in sheep and goats from some areas in Inner Mongolia, Northern China. *Parasitology International*, 94, 102739. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2023.102739>

CAMAL (SÜREKLİ ALTERNATİF ÇİFTLEŞTİRME VE KUZULAMA) SİSTEMİ: SIK KUZULATMADA DÖNGÜSEL BİR YÖNETİM MODELİ

Assoc. Prof. Dr. Buket BOĞA KURU

Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Breeding and
Husbandry, Kars, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7170-270X>

ÖZET

Sürekli Alternatif Çiftleştirme ve Kuzulama (CAMAL) sistemi, yıl boyunca kuzu üretimini sürdürmek amacıyla döngüsel bir üreme yönetimi yaklaşımı üzerine kurulmuş hızlandırılmış kuzulatma modelidir. Sistem, sürünün dört alt gruba ayrılarak her iki ayda bir dönüşümlü biçimde çiftleştirilmesini ve kuzulamasını esas alır. Bu döngü, işletmede düzenli kuzu arzının korunmasını ve barınak, yem ile iş gücü kaynaklarının daha etkin kullanılmasını hedefler.

Ancak koyunlarda ortalama 146 günlük gebelik süresi, üreme dönemleri arasındaki tam senkronizasyonu sınırlandırmakta ve çiftleşme ile kuzulama dönemlerinin kısmen çakışmasına neden olmaktadır. Bu nedenle sistemin başarılı uygulanabilmesi; ayrıntılı yönetim planlaması, hormon destekli östrus senkronizasyonu ve dengeli besleme ile barınak düzeninin sağlanmasını gerektirir. Literatür bulguları, CAMAL sisteminin teorik olarak döl verimliliğini artırabileceğini ancak pratikte yalnızca altyapısı güçlü, entansif işletmelerde sürdürülebilir olduğunu göstermektedir. Türkiye koşullarında, çoğu yerli ırkın mevsimsel poliöstrik yapısı ve üretimin büyük ölçüde mera temelli olması nedeniyle sistemin tam uygulanması güçtür. Bununla birlikte, yerli ırkların uygun progesteron-eCG protokolleriyle desteklenmesi ve doğum aralıklarının uzatılması (örneğin iki yılda üç kuzulatma modeli) sürdürülebilir bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Genel olarak CAMAL sistemi, Türkiye ve benzeri koşullar için bölgesel hızlandırılmış kuzulatma stratejilerinin geliştirilmesine yönelik değerli bir teorik çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: CAMAL sistemi, hızlandırılmış kuzulatma, döl verimi, koyun, Türkiye, yönetim sistemleri

THE CAMAL (CONTINUOUS ALTERNATING MATING AND LAMBING) SYSTEM: A CYCLIC MANAGEMENT MODEL IN ACCELERATED LAMBING

ABSTRACT

The Continuous Alternating Mating and Lambing (CAMAL) system is an accelerated lambing model developed to achieve year-round lamb production through cyclic reproductive management. The system divides the flock into four subgroups that mate alternately every two months, creating a continuous mating–lambing cycle. This rotation aims to maintain a stable lamb supply and optimize the use of housing, feed, and labor resources. However, the biological constraint of the average 146-day gestation period limits synchronization between reproductive phases, leading to potential overlap between mating and lambing. Successful implementation therefore requires precise planning, hormone-assisted estrus synchronization, and careful nutritional and housing management. Literature indicates that while CAMAL offers a theoretical framework for maximizing reproductive efficiency, its practical application is limited to intensive systems with advanced infrastructure and high management capacity. Under Turkish conditions, where most sheep breeds are seasonally polyestrous and production remains pasture-based, full adoption of CAMAL is challenging. Nevertheless, modified applications—combining locally adapted breeds with optimized progesterone–eCG protocols and extended lambing intervals—can provide a realistic alternative. Overall, CAMAL represents a valuable step toward continuous production strategies in small ruminants, offering insights for the development of region-specific accelerated lambing programs in Türkiye and similar environments.

Keywords: CAMAL system, accelerated lambing, reproductive efficiency, sheep, Türkiye, management systems

1. GİRİŞ

Koyunlar (*Ovis aries*) mevsimsel poliöstriktir; günlerin kısalmasıyla artan melatonin, hipotalamo-hipofizer-gonadal eksenini uyararak üreme aktivitesini başlatır ve kızgınlık sezonu belirginleşir (Robinson & Noakes, 2019). Bu fotoperiyodik bağımlılık, çoğu ırkta yıllık tek kuzulatma ile sonuçlanır ve üretim yoğunluğunu sınırlar. Üretimi hızlandırma amacıyla geliştirilen yaklaşımlar; koç katımının zamanlanması, ışık manipülasyonu, flushing ve özellikle östrus senkronizasyonu gibi protokolleri içerir (Abecia ve ark., 2012; Gordon, 1997; Kuru ve ark. 2017). Progesteron içeren sünger veya silikon cihazlar ve kısarak koryonik gonadotropini (eCG) başta olmak üzere hormon temelli protokoller, sezon dışı dönemde siklusun kontrolünde temel araçlardır (Gordon, 1997; Abecia ve ark., 2012; Boğa Kuru ve ark., 2024).

Bu çerçevede hızlandırılmış kuzulatma kavramı; yıl içinde birden fazla, planlı çiftleşme-kuzulama döngüsü ile sürüden sabit ve yüksek kuzu akışı sağlamayı amaçlar. Klasik “iki yılda üç” ve “yılda iki” modellerinin yanında, CAMAL (Sürekli Alternatif Çiftleştirme ve Kuzulama) sistemi öne çıkan tarihsel bir yaklaşımdır (Hogue, 1987). CAMAL’da sürü dört alt gruba ayrılır ve iki ayda bir döngüsel olarak çiftleşme ve kuzulama periyotları dönüşümlü yürütülür; amaç, işletme düzeyinde yıl boyunca kesintisiz kuzu arzı ve daha dengeli nakit akışıdır (Boğa Kuru & Kuru, 2024; Hogue, 1987). Türkiye’de hızlandırılmış kuzulatma sistemlerine ilişkin ilk kapsamlı değerlendirme, Keskin ve ark., (2002) tarafından yapılmış olup, dört alt sürüye dayalı modellerin üretim planlamasında ve yıl boyu kuzu arzında önemli bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir. Sistem, Cornell Üniversitesi uygulamalarında

değerlendirilmiş; CAMAL mantığındaki “aylık/iki aylık” rotasyonel organizasyonun pratikte sürü üretim sıklığını artırabileceği bildirilmiştir (Gül & Keskin, 2010).

Bununla birlikte, CAMAL’da biyolojik takvim ile yönetim takvimi arasında yapısal bir uyumsuzluk vardır: koyunda gebelik ortalama 146 gündür; sabit iki aylık döngü, doğum ve koç katımı periyotlarının tam örtüşmemesine yol açabilir, böylece besleme (prepartum/postpartum) ve barındırma planlarında karmaşıklık yaratır (Hogue, 1987). Dört alt sürünün eşzamanlı fakat farklı durumlarda olması (bir grupta kuzulama sürerken diğerinde çiftleşme) iş gücü, alan kullanımı ve hassas zamanlama gereksinimini yükseltir (Hogue, 1987). CAMAL’ın bu sınırlılıkları, biyolojik sürelerle takvim yılını uyumlu hale getiren varyantlara (ör. STAR) zemin hazırlamıştır; burada döl veriminin mevsim, yaş ve doğumdan sonra geçen süre ile etkileştiği ayrıntılı biçimde gösterilmiştir (Lewis ve ark., 1996).

Bu bildiride CAMAL sisteminin yapısal ilkeleri, yönetim basamakları, beklenen üretim avantajları ve potansiyel sınırlılıkları; hormon protokollerinin rolü ve yarı-entansif/entansif koşullarda uygulanabilirliği bağlamında gözden geçirilecektir (Abecia ve ark., 2012; Gül & Keskin, 2010; Hogue, 1987).

2. CAMAL SİSTEMİNİN TEMEL PRENSİPLERİ VE YÖNETİM YAPISI

2.1. Yapısal Prensipler

CAMAL sistemi, dört alt sürünün (örneğin Sürü A, B, C ve D) yaklaşık her iki ayda bir rotasyon halinde çiftleştirildiği ve kuzulama-dönemlerinin birbirini izlediği bir üretim modelidir (Tablo 1, Hogue, 1987). Bu dizilimle amaç, üretimde “aralık bırakmaksızın” bir kuzulama takvimi oluşturmaktır. Hogue (1987) bu sistemin, yılda iki kuzulatma veya iki yılda üç kuzulatma modellerinin avantajlarını birleştiren bir yapı sunduğunu bildirmiştir. Ayrıca uygulama verileri, kuzulamalar arasındaki en kısa sürenin ~7.2 ay olabileceği de belirtilmiştir (Boğa Kuru & Kuru, 2024; Gül & Keskin, 2010).

Sistem şematik olarak aşağıdaki açıklamayla temsil edilebilir: dört alt sürü birbirini takip eden dönemlerde her iki ayda bir “çiftleşme / gebelik / kuzulama” sürecine girerler; böylece bir işletmede yıl boyunca çoğu zaman bir sürü doğuma hazırlanır ya da doğum yapar.

2.2. Yönetim ve Uygulama Adımları

a) Gruplandırma ve döngü planlaması: Sürü dört eşit gruba bölünür ve her grup, bir öncekinin iki ay ardından çiftleşmeye alınır. Bu sayede fiziksel olarak alt sürüler aynı anda çiftleşme ve doğum yapmazlar. Bu yapı yönetim açısından barınma, iş gücü ve besleme kaynaklarının yıl boyunca etkin kullanılmasını sağlar (Gül & Keskin, 2010).

b) Koç katımı ve çiftleşme: Koçlar her dönemde uygun alt sürelerle sürüye katılır. Çiftleşme dönemi için belirlenen her iki aylık periyot, gebelik süresi (~146 gün) göz önüne alındığında kısaltılmış kabul edilir ve sistemin önemli yönetsel risklerinden biridir (Hogue, 1987).

c) Gebelik-kuzulama yönetimi: Gebelik süreci boyunca besleme, barınma ve bakım planlaması kritik hale gelir; çünkü kuzulama dönemleri birbirine yakındır ve aynı işletmede farklı sürüler farklı fizyolojik durumdadır. Bu durum, iş gücü planlaması ve kaynak kullanımında yüksek düzeyde yönetim gerektirir.

d) Senkronizasyon, hormonal ve fotoperiyodik destek: Sistem etkinliği için koyunların sezon dışı kızgınlık ve ovulasyon göstermesi gereklidir. Bu nedenle progesteron-implantları,

eCG kullanımı ve ışık programları gibi destek uygulamaları sıkça yer alır (Abecia ve ark., 2012; Kuru ve ark., 2017, 2022).

e) Sık kontrol ve kayıt tutma: Her dönemde alt sürülerin durumları (gebe, laktasyon, yetiştirme genç koyunlar) ayrı gruplara alınarak takip edilir. Böylece yönetim değişkenliği azaltılabilir.

Tablo 1. CAMAL sisteminde dört alt sürünün 12 aylık döngüdeki çiftleşme ve kuzulama dönemleri

Dönem (Ay)	Sürü A	Sürü B	Sürü C	Sürü D
1-2	Çiftleşme	Gebelik (orta)	Kuzulama	Gebelik (erken)
3-4	Gebelik (orta)	Çiftleşme	Gebelik (son)	Kuzulama
5-6	Kuzulama	Gebelik (orta)	Çiftleşme	Gebelik (son)
7-8	Gebelik (erken)	Kuzulama	Gebelik (orta)	Çiftleşme
9-10	Çiftleşme	Gebelik (son)	Kuzulama	Gebelik (orta)
11-12	Gebelik (orta)	Çiftleşme	Gebelik (erken)	Kuzulama

Her alt sürü iki ay aralıklarla çiftleşmeye alınır. Ortalama gebelik süresi (~146 gün) nedeniyle çiftleşme ve kuzulama dönemleri kısmen çakışabilir. Bu rotasyon, işletmede yıl boyunca en az bir alt sürüde kuzulama faaliyetinin bulunmasını sağlar (Hogue, 1987; Gül & Keskin, 2010).

2.3. Avantajları

CAMAL sistemi yıl boyunca düzenli kuzu arzı sağlar, altyapı ve iş gücünün sürekliliğini artırır ve yüksek üretim sıklığıyla sürü yenileme oranını yükseltme potansiyeline sahiptir (Hogue, 1987; Gül & Keskin, 2010). Ayrıca iyi kayıt tutulan ve disiplinli yönetilen sürülerde doğum aralıklarının kısalması, üretim verimliliğini artırabilir (Lewis ve ark., 1996).

2.4. Sınırlılıkları

Sistemin en önemli kısıtı, biyolojik döngüyle yönetim takviminin tam örtüşmemesidir. 146 günlük gebelik süresi, iki ay aralıklarla yapılan çiftleşme planında doğum ve yeni koç katımı dönemlerinin çakışmasına yol açabilir (Hogue, 1987). Bu durum hem dişi fertilitatesini hem de iş gücü planlamasını olumsuz etkileyebilir. Ayrıca sistem, hormon uygulamaları ve yem maliyetleri nedeniyle ekonomik yük oluşturabilir (Bülbül et al., 2014).

2.5. Uygulamada Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

Bu sistemin başarısı için temel koşullar şunlardır: mevsim dışı üremenin mümkün olduğu koyun ırk ve genotiplerin seçimi, alt sürülerin yönetiminin ayrı yapılabilmesi için barınma-yönetim planının hazırlanması, besleme ve sağlık bakım programlarının dönemlere göre ayrılması, kayıt sisteminin etkin yürütülmesi ve iş gücü planlamasının optimize edilmesi gerekir. Özellikle yarı-entansif şartlarda, bu sistemin uygulanabilirliği konusunda analiz yapılmalı ve gerekirse üretim yoğunluğu daha düşük alternatiflerle karşılaştırılmalıdır.

2.6. Ekonomik ve Reprodüktif Performans Üzerine Etkiler

Reprodüktif sonuçlar: CAMAL sisteminde dört alt sürünün iki ay aralıklarla döngüye girmesi, yıl boyunca planlı koç katımı/kuzulama periyotları oluşturur; bu yapı, “yılda bir” modele göre sürü düzeyinde daha sık çiftleşme fırsatı ve daha düzenli kuzu akışı sağlamayı hedefler (Hogue, 1987). Ancak koyunda gebeliğin yaklaşık 146 gün olması, iki aylık döngüyle tam biyolojik uyum göstermediğinden doğum ile sonraki çiftleşme periyodunun çakışması ve yönetimsel “kayma”lar görülebilir (Hogue, 1987). Bu durum, ilk postpartum çiftleşme başarısının mevsim, anne yaşı ve son kuzulamadan geçen süre ile etkileştiğini gösteren hızlandırılmış sistem verileriyle de uyumludur; hızlandırılmış takvimlerde mevsimsel çiftleştirme (ör. Ağustos–Ocak) daha yüksek fertilite ile, geç kış/ilkbahar mevsimlerinde çiftleştirme (Mart–Haziran) ise görece düşük fertilite ile rapor edilmiştir (Lewis ve ark., 1996).

CAMAL mantığındaki “ay/çift ay” rotasyonu, uygulama çalışmalarında kuzulama aralığının teorik minimumdan daha uzun gerçekleştirebildiğini; dolayısıyla bireysel koyun düzeyinde verim hedefinin, sürü yönetimi ve takvim optimizasyonuna duyarlı olduğunu göstermektedir (Gül & Keskin, 2010). Bu bulgu, CAMAL’ın pratikte sıkı kayıt, senkronizasyon/koç katımı planlaması ve alt sürülerin ayrık yönetimi olmadan hedeflenen doğum sıklığını istikrarlı biçimde sağlayamayabileceğine işaret eder (Gül & Keskin, 2010; Hogue, 1987).

Ekonomik etkiler: Hızlandırılmış kuzulatma çerçevesinde (ör. 2 yılda 3 veya alternatif-ay programları), yıl-boyu ürün arzı ve alt yapının daha sürekli kullanımı gibi avantajlar kârlılığı artırma potansiyeli taşır; ancak performans, işgücü gereksinimi, senkronizasyon/koç katımı masrafları, yem maliyetleri ve pazar fiyatları/premiumlar gibi değişkenlere yüksek derecede duyarlıdır (Hogue, 1987). Güncel ekonomik simülasyonlar, hızlandırılmış takvimlerin gelir/yem maliyeti (IOFC) veya net kâr üzerindeki etkisinin; laktasyon ve kuzulama aralıkları, kuzu pazarlama yaşı, yem fiyatı senaryoları ve işletme ölçeği ile belirgin biçimde değiştiğini göstermektedir (Carvalho ve ark., 2025; Gray, 2023). Örneğin, 8-ay aralık hedefleyen hızlandırılmış senaryolar (3 kuzulama/2 yıl) ile 12-ay aralık (yılda 1) senaryosunun karşılaştırıldığı modellemede, IOFC farkının yem maliyeti ve verim parametrelerine duyarlı olduğu; uygun koşullarda hızlandırılmış takvimin üstün, olumsuz yem/piyasa koşullarında ise başa-baş ya da dezavantajlı olabildiği rapor edilmiştir (Carvalho ve ark., 2025).

Uygulanabilirlik ve risk yönetimi: CAMAL sisteminin ekonomik olarak avantaj sağlayabilmesi için;

- (i) mevsim dışı üreme yeteneği yüksek koyun hatlarının seçilmesi ve östrus senkronizasyon protokollerinin etkin biçimde uygulanması,
- (ii) süttten kesme ve çiftleşme (servis) dönemlerinin çakışmasını önleyecek şekilde üretim takviminin dikkatle planlanması,
- (iii) iş gücü organizasyonunun ve barınak alanlarının alt sürülere göre düzenlenmesi,
- (iv) kuzu arzının yıl boyunca dengelenebilmesi için pazar zamanlamasının, yem maliyetleri ve fiyat dalgalanmalarıyla birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Abecia ve ark., 2012; Hogue, 1987; Gül & Keskin, 2010).

Bu çerçevede, CAMAL, entansif/yarı-entansif işletmelerde yönetim yoğun fakat yüksek üretim frekansı vadeden bir seçenek; mera-tabanlı işletmelerde ise çoğunlukla maliyet ve

işgücü kısıtları nedeniyle sınırlı uygulanabilirliğe sahip bir modeldir (Hogue, 1987; Gül & Keskin, 2010).

2.7. Türkiye Koşullarında Uygulanabilirlik

Türkiye’de koyun yetiştiriciliği, bölgesel iklim farklılıkları ve yetiştirme sistemlerinin çeşitliliği nedeniyle heterojen bir yapı göstermektedir. Ülkenin doğu ve iç bölgelerinde hâkim olan mera-tabanlı ekstansif sistemler, yılın büyük bölümünde otlatmaya dayalıdır; bu durum sık kuzulatma veya mevsim dışı çiftleşme programlarının uygulanmasını güçleştirir (Boğa Kuru & Kuru, 2024; Bülbül ve ark., 2014). Buna karşın, Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde, yem kaynaklarının çeşitliliği ve entansif işletme modellerinin gelişmişliği, mevsim dışı kuzulatma ve dolayısıyla CAMAL benzeri döngüsel sistemlerin uygulanabilirliğini artırmaktadır (Gül & Keskin, 2010).

Ekonomik ve altyapısal boyut: CAMAL sistemi, düzenli iş gücü, altyapı ve yem planlaması gerektirdiğinden, Türkiye’deki küçük ölçekli işletmeler için doğrudan uygulanabilir değildir. Yoğun entansif yetiştiricilik yapılan işletmelerde, yılda iki veya iki yılda üç kuzulatma modeli daha gerçekçi kabul edilmektedir (Keskin ve ark., 2005). Bu nedenle CAMAL, ancak işletme düzeyinde barınma alanlarının çoklanması, sürülerin alt gruplara ayrılabilmesi ve her döneme özgü yem-üreme senkronizasyonunun yapılabilirdiği modern çiftlik koşullarında sürdürülebilir görünmektedir.

Genetik ve mevsimsellik faktörü: Türkiye’de yetiştirilen yerli koyun ırklarından Morkaraman, Akkaraman, Sakız ve İvesi gibi ırklar mevsimsel poliöstrik üreme modeline sahip olup, gün uzunluğunun kısaldığı sonbahar ve kış dönemlerinde kızgınlık aktivitesi artarken yaz ve ilkbahar aylarında baskılanma eğilimi gösterir (Sezenler ve ark., 2014; Özyurtlu ve ark., 2016; Yılmaz ve ark., 2022; Aksoy ve ark., 2023). Bu mevsimsel özellik, CAMAL sisteminin temelini oluşturan yıl boyunca düzenli kızgınlık ve çiftleşme gereksinimini sınırlamaktadır (Hogue, 1987). Buna karşılık, İvesi ve Sakız gibi Akdeniz kökenli ırklar, mevsim dışı dönemde de belirli oranda spontan kızgınlık gösterebilmekte ve bu nedenle CAMAL benzeri hızlandırılmış kuzulatma sistemleri için biyolojik açıdan daha uygun kabul edilmektedir (Kulaksız ve ark., 2011). Bu ırkların fotoperiyoda duyarlılığı daha zayıf olup, melatonin ritmi yıl boyunca daha düzenli seyretmektedir. Ayrıca, progesteron süngerleri ve eCG enjeksiyonları gibi hormonal protokollerle desteklendiğinde, bu genotiplerde mevsim dışı üreme oranlarının belirgin biçimde yükseldiği bildirilmiştir (Abecia ve ark., 2012; Kuru ve ark. 2017, 2022).

Yönetim ve iklim etkileri: Soğuk iklim bölgelerinde (Doğu Anadolu, İç Anadolu), kuzulama dönemlerinde barınak ısı kontrolü ve kuzu yaşama gücü CAMAL sisteminde belirleyici kısıtlar arasındadır. Çünkü sistem, her dönemde kuzulama öngördüğü için kış aylarında doğum yönetimi risklidir. Bu bölgelerde yılda bir doğumlu sistemler hem iş gücü hem hayvan refahı açısından daha uygun sonuçlar vermektedir (Bülbül ve ark., 2014).

Bu bağlamda CAMAL sistemi, Türkiye’nin yalnızca belirli bölgelerinde (Ege, Marmara, Akdeniz) ve entansif koşullarda teorik olarak uygulanabilir bir modeldir. Mera tabanlı veya düşük yoğunluklu üretim sistemlerinde ise, iki yılda üç kuzulatma modeli hem ekonomik hem de fizyolojik olarak daha uygun bir alternatiftir (Keskin ve ark., 2005; Gül & Keskin, 2010).

3. SONUÇ

Sürekli Alternatif Çiftleştirme ve Kuzulama (CAMAL) sistemi, yıl boyunca kuzu üretimini döngüsel bir üreme yönetimiyle sağlamayı amaçlayan erken dönem ve iddialı bir girişimi temsil etmektedir. Sistem yapısı, sık kuzulama ve kesintisiz pazar arzına olanak tanısa da, ortalama 146 günlük gebelik süresinin getirdiği biyolojik sınırlamalar, çiftleşme ve kuzulama dönemleri arasında tam bir senkronizasyonun sağlanmasını kısıtlamaktadır. Bu nedenle, sistemin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için yoğun yönetim, hassas besleme planlaması ve iyi organize edilmiş barınak düzenlemeleri gereklidir; aksi takdirde üreme dönemlerinin çakışması ve refah sorunları ortaya çıkabilir. Türkiye koşullarında, çoğu koyun ırkının mevsimsel poliöstrik özellik göstermesi ve üretim sistemlerinin mera temelli olması nedeniyle CAMAL sisteminin tam anlamıyla uygulanması güçtür. Bununla birlikte, model bölgesel koşullara özgü hızlandırılmış kuzulatma stratejilerinin geliştirilmesi için değerli bir teorik çerçeve sunmaktadır. Yerli ırkların, kısmen hormon destekli protokoller ve uzatılmış doğum aralıklarıyla (örneğin iki yılda üç kuzulatma modeli) birleştirilmesi, Türkiye’de koyun üretiminin sürdürülebilir şekilde yoğunlaştırılması için en uygulanabilir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

4. KAYNAKLAR

Abecia, J. A., Forcada, F., & González-Bulnes, A. (2012). Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 130(3–4), 173–179. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.011>

Aksoy, Y., Şekeroğlu, A., Duman, M., & Bayram Çoban, Ö. (2023). A study on the determination of some reproductive traits of ewes and the growth performance of lambs: Akkaraman sheep raised under farm conditions in the province of Niğde. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(6), 1168–1175. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v11i6.1168-1175.5991>

Boğa Kuru, B., & Kuru, M. (2024). Sık kuzulatma sistemleri. *Anadolu 16th International Conference on Applied Sciences*, 20–22 December, Van, 197–205.

Boğa Kuru, B., Ölmez, V., & Kuru, M. (2024). Effect of Bakofix® treatment prior to estrus synchronization on some fertility parameters in Anatolian Merino ewes during the nonbreeding season. *Medycyna Weterynaryjna*, 80(8), 395–400. <https://doi.org/10.21521/mw.6898>

Bülbül, B., Kirbaş, M., Aktaş, A. H., Köse, M., Bozkurt, M., Çoyan, K., & Halıcı, İ. (2014). Anadolu Merinoslarında sık kuzulatma olanaklarının araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(1), 19–26. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2013.9381>

Carvalho, P. D., Santos, V. G., Priskas, S., Carreira, E., Castro, J. A. L., Ross, P. J., & Arsenos, G. (2025). Economic impact of accelerated lambing in Lacaune ewes in Greece: A stochastic simulation. *Ruminants*, 5(4), 49. <https://doi.org/10.3390/ruminants5040049>

Gordon, I. (1997). *Controlled reproduction in sheep and goats*. CAB International.

Gray, T. (2023). *Economic feasibility of an accelerated lambing program* (Master’s thesis). Kansas State University.

Gül, S., & Keskin, M. (2010). Reproductive characteristics of Awassi ewes under Cornell alternate-month accelerated lambing system. *Italian Journal of Animal Science*, 9(2), e49. <https://doi.org/10.4081/ijas.2010.e49>

Hogue, D. E. (1987). Frequent lambing systems. In I. F. M. Marai & J. B. Owen (Eds.), *New techniques in sheep production* (pp. 57–63). Butterworth-Heinemann.

Keskin, M., Biçer, O., & Sabri, G. (2002). Sık kuzulatma sistemleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1-2), 89–94.

Keskin, M., Biçer, O., & Sarı, A. (2005). İvesi koyunlarında iki yılda üç kuzulatma ile döl veriminin artırılması üzerine bir araştırma. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 45(1), 19–24.

Kulaksız, R., Daşkın, A., & Dalcı, T. (2011). Aşım sezonunda farklı ırk koyunlarda flugeston asetat-eCG ile östrus senkronizasyonu sonrası bazı reproduktif özellikler. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 6(1), 9–15.

Kuru, M., Boğa Kuru, B., Kaçar, C., Demir, M. C., & Çetin, N. (2022). Effect of oestrus synchronization with different lengths of progesterone-impregnated sponges and equine chorionic gonadotropin on reproductive efficiency in Romanov ewes during the nonbreeding season. *Acta Veterinaria Brno*, 91(3), 243–250. <https://doi.org/10.2754/avb202291030243>

Kuru, M., Boğa Kuru, B., Soğukpınar, O., Çebi Şen, C., Oral, H., & Kırmızıbayrak, T. (2020). Oestrus synchronisation with progesterone-containing sponge and equine chorionic gonadotropin in Pirlak ewes during the non-breeding season: Can Toryum improve fertility parameters? *Journal of Veterinary Research*, 64(4), 573–579. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2020-0074>

Kuru, M., Soğukpınar, O., Makav, M., & Çetin, N. (2017). Effect of barium selenate injections on fertility of Pirlak ewes subjected to estrus synchronization during the nonbreeding season. *Medycyna Weterynaryjna*, 73(8), 479–482. <https://doi.org/10.21521/mw.5758>

Lewis, R. M., Notter, D. R., Hogue, D. E., & Magee, B. H. (1996). Ewe fertility in the STAR accelerated lambing system. *Journal of Animal Science*, 74(7), 1511–1522. <https://doi.org/10.2527/1996.7471511x>

Özyurtlu, N., Köse, M., Bayrıl, T., & Küçükaslan, İ. (2016). Üreme mevsimine geçiş döneminde östrüs siklusu uyarılan İvesi ve Zom koyunlarında bazı döl verimi özelliklerinin karşılaştırılması. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2(4), 67–72.

Robinson, B., & Noakes, D. E. (2019). Reproductive physiology of the female. In D. E. Noakes, T. J. Parkinson, & G. C. W. England (Eds.), *Veterinary reproduction and obstetrics* (10th ed., pp. 2–34). Elsevier.

Sezenler, T., Yaman, Y., Ceyhan, A., Küçükebağcı, M., & Yüksel, M. A. (2014). Sakız koyunlarında seksüel aktivite ile ilgili bazı özellikler. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 69–73.

Yılmaz, B., Boğa Kuru, B., & Kuru, M. (2022). Some reproductive and gynecological characteristics of Morkaraman ewes. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 7(3), 274–282. <https://doi.org/10.31797/vetbio.1063461>

STAR SİSTEMİ: MEVSİMSEL ÜREME SINIRLAMALARININ AŞILMASINDA YÖNETİM ODAKLI HIZLANDIRILMIŞ KUZULATMA MODELİ

Assoc. Prof. Dr. Buket BOĞA KURU

Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Breeding and Husbandry, Kars, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7170-270X>

ÖZET

STAR sistemi (Cornell STAR Hızlandırılmış Kuzulatma Sistemi), koyun yetiştiriciliğinde yıl boyu üretimi sürdürülebilir hale getirmek amacıyla geliştirilmiş, yönetim temelli bir hızlandırılmış kuzulatma modelidir. Sistem, sürünün beş alt gruba ayrılması ve her grubun 73 gün aralıklarla çiftleştirilmesi esasına dayanır. Böylece yılda beş kuzulama dönemi oluşturularak doğumların yıl geneline dengeli biçimde dağılması sağlanır. Model, dişi hayvanların fizyolojik sınırlarını zorlamadan üretim sürekliliği, iş gücü organizasyonu ve yem planlamasında istikrar oluşturur. Türkiye’de mevsimsel üreme özelliği baskın ırklarda sistemin uyarlanabilirliği, melatonin ve progesteron- kısırak koryonik gonadotropin (eCG) uygulamaları gibi yönetsel desteklerle güçlendirilebilir. Türkiye koşullarında STAR modelinin başarısı; ırk seçimi, yem kaynaklarının yıl boyuna yayılması, alt sürülerin ayrık yönetimi ve üretim takviminin dikkatli planlanmasına bağlıdır. Sonuç olarak STAR sistemi, biyolojik döngüye uyumlu, ekonomik olarak uygulanabilir ve sürdürülebilir bir üretim yaklaşımı sunmaktadır. Türkiye’de doğru uyarlamalarla uygulanması, koyun yetiştiriciliğinde hem üretim verimliliğini hem de pazar sürekliliğini artırma potansiyeline sahiptir.

Anahtar kelimeler: STAR sistemi, hızlandırılmış kuzulatma, mevsim dışı üreme, koyun yetiştiriciliği

THE STAR SYSTEM: A MANAGEMENT-ORIENTED ACCELERATED LAMBING MODEL FOR OVERCOMING SEASONAL BREEDING CONSTRAINTS

ABSTRACT

The STAR (Cornell STAR Accelerated Lambing System) is a management-oriented accelerated lambing model developed to achieve year-round sheep production under controlled and predictable conditions. The system divides the flock into five subgroups, each bred at 73-day intervals, providing five mating and lambing periods per year. This rotation ensures continuous production while maintaining the physiological limits of the ewes, resulting in a balanced distribution of labor, feed resources, and lambing events throughout the year. Under Turkish conditions, where most breeds exhibit seasonal reproductive activity, the adaptability of the STAR model can be enhanced through the use of melatonin implants and progesterone- equine chorionic gonadotropin (eCG) synchronization protocols. The system’s success depends on careful flock subdivision, consistent feed supply, and coordinated reproductive management aligned with local climatic and managerial constraints. In conclusion, the STAR system offers a biologically sustainable and economically feasible approach for increasing the efficiency of sheep production. With appropriate breed selection and region-specific management adjustments, it can serve as a viable framework to improve productivity and market continuity in Türkiye’s small ruminant sector.

Keywords: STAR system, accelerated lambing, out-of-season breeding, sheep production

1. GİRİŞ

Koyunlarda üreme etkinliği büyük ölçüde fotoperiyoda bağlıdır ve bu durum yıl boyunca düzenli kuzu üretimini sınırlayan en önemli biyolojik faktörlerden biridir. Kuzey yarım küredeki koyun ırklarının çoğu mevsimsel poliöstriktir; kızgınlık aktivitesi gün uzunluğunun azaldığı sonbahar döneminde artarken, ilkbahar ve yaz aylarında baskılanmaktadır (Robinson & Noakes, 2019; Boğa Kuru & Kuru, 2024). Bu doğal ritim, üretim sezonunun dar bir dönemde yoğunlaşmasına yol açarak iş gücü planlamasında, yem kaynaklarının kullanımında ve pazar arzında düzensizlikler oluşturur (Thonney, 2011; Kuru ve ark., 2020).

Üreme mevsimselliğini azaltmak ve yıl boyu üretimi planlanabilir hale getirmek amacıyla farklı hızlandırılmış kuzulatma sistemleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında Cornell STAR Sistemi, biyolojik uygulanabilirlik ile yönetimsel sürdürülebilirliği dengeleyen en uygun modellerden biri olarak öne çıkar (Lewis ve ark., 1996; Thonney, 2011). Sistem, sürünün beş alt gruba ayrılması ve her grubun 73 gün aralıklarla çiftleştirilmesi esasına dayanır. Bu yapı, yılda beş kuzulama fırsatı oluşturarak her dişinin üç yılda beş kez kuzulamasına olanak verir (Lewis ve ark., 1996). Böylece doğumlar yıl geneline dengeli biçimde dağılır, iş gücü ve yem kaynaklarının kullanımı daha verimli hale gelir (Hogue, 1987; Boğa Kuru & Kuru, 2024).

STAR sisteminin temel farkı, biyolojik takvim ile yönetim takvimini senkronize etmesidir. Sürekli döngüye dayalı CAMAL sisteminde görülen çiftleşme ve kuzulama çakışmaları, STAR modelinde sabit aralıklarla gerçekleştirilen rotasyonlar sayesinde en aza indirilmiştir (Tablo 1). Bu sayede üreme, laktasyon ve sütten kesme dönemleri düzenli bir takvime yerleştirilebilmekte, sürü yönetimi kolaylaşmaktadır (Lewis ve ark., 1996; Hogue, 1987; Boğa Kuru & Kuru, 2024).

Tablo 1. CAMAL ve STAR sistemlerinin temel yapısal farkları (Lewis ve ark., 1996; Hogue, 1987).

Özellik	CAMAL Sistemi	STAR Sistemi
Model tipi	Sürekli döngüye dayalı hızlandırılmış kuzulatma sistemi	Döngüsel (rotasyon esaslı) hızlandırılmış kuzulatma sistemi
Çiftleşme sıklığı	Koç katımı sürekli olarak devam eder	Her 73 günde bir alt sürü çiftleşmeye alınır
Alt sürü sayısı	3–4 alt sürü	5 alt sürü
Gebelik süresi	146 gün	146 gün
Sistem döngüsü	Devamlı (koçlar daimi sürü içinde)	Sabit aralıklarla planlı rotasyon
Kızgınlık ve kuzulama dönemleri	Üst üste binme riski yüksektir	Her alt sürü arasında düzenli ayırım vardır
Yönetimsel zorluk	Yüksek – doğum ve çiftleşme dönemleri çakışabilir	Orta – takvime dayalı planlamayla çakışma önlenir
Üreme yönetimi	Yoğun hormonal destek gerekir	Hormonal destek sınırlı, planlama ön plandadır
Amaç	Maksimum üretim sıklığı	Biyolojik dengeyi koruyarak sürdürülebilir üretim

Sistemin başarısında, mevsim dışı östrusların uyarılması kritik öneme sahiptir. Progesteron, kısarak koryonik gonadotropin (eCG) ve melatonin temelli senkronizasyon uygulamaları, mevsimsel poliöstrik ırklarda üreme döngüsünü kontrol altına alabilmektedir (Abecia ve ark., 2012; Kuru ve ark., 2017; 2022; Boğa Kuru ve ark., 2024). Özellikle Kuru ve arkadaşlarının (2017; 2020; 2022) çalışmalarında, farklı senkronizasyon sürelerinin ve hormon kombinasyonlarının gebelik oranı ve döl verimi üzerine etkileri ortaya konmuş, bu uygulamaların sezon dışı üreme potansiyelini artırdığı bildirilmiştir.

Akdeniz iklim kuşağında yapılan saha denemeleri, STAR sisteminin yarı entansif işletmelerde başarılı biçimde uygulanabildiğini göstermektedir. İspanya'da Vicario ve ark. (2014) tarafından yürütülen uzun dönemli uygulamada, dokuz yıllık süreçte kuzu üretiminin %70 arttığı ve yıl boyu gelir akışının dengelendiği belirtilmiştir. Benzer şekilde, Yeni Zelanda ve ABD'de yapılan çalışmalar da yılda 1.7–1.9 kuzu/dişi üretim performansına ulaşılabilirliğini göstermiştir (de Nicolo, 2007; de Nicolo ve ark., 2008; Thonney, 2011). Türkiye koşullarında STAR sistemi, CAMAL modeline göre daha yönetilebilir ve biyolojik olarak uyumlu bir hızlandırılmış kuzulatma yaklaşımı olarak değerlendirilebilir. Mevsim dışı kızgınlık eğilimi yüksek ırkların seçimi, alt sürülerin ayrık yönetimi, hormon protokollerinin optimizasyonu ve yıl boyu yem-pazar planlamasıyla sistemin başarı şansı artmaktadır (de Nicolo, 2007; de Nicolo ve ark., 2008; Thonney, 2011; Vicario ve ark., 2014; Boğa Kuru ve Kuru, 2024).

Bu bildirinin amacı, STAR sisteminin biyolojik, yönetsel ve ekonomik boyutlarını literatür bulguları ışığında inceleyerek bilgi vermektir.

2. STAR SİSTEMİN YAPISI VE YÖNETİM UYGULAMALARI

2.1. Döngüsel Yapı ve Çalışma Prensipleri

STAR sistemi, koyun üretiminde yıl boyu kuzu arzını mümkün kılmak üzere geliştirilmiş, döngüsel ve yönetim temelli bir üretim modelidir. Modelin ana ilkesi, sürüyü beş alt gruba ayırarak her birini 73 gün aralıklarla çiftleştirmektir (Lewis ve ark., 1996). Böylece bir yılda beş çiftleşme dönemi ve buna karşılık gelen beş kuzulama periyodu oluşturulur. Her alt sürü yaklaşık 146 günlük gebelik ve 73 günlük servis süresiyle düzenli olarak sistem içinde döner. Bu yapı, üç yılda beş kuzulama hedefiyle hem üretim sürekliliği hem de işletme planlamasında denge sağlar (Thonney, 2011; Boğa Kuru & Kuru, 2024).

Sistemin yönetsel başarısı, doğum takvimi, laktasyon süresi, sütten kesme zamanı ve koç katımı dönemlerinin senkronize edilmesine bağlıdır. Çiftleştirme dönemleri her 73 günde bir tekrarlanacak şekilde planlandığından, doğumlar yılın her ayında eşit şekilde dağılır. Bu döngüde:

Doğum → Laktasyon (45–60 gün) → Sütten kesim → Dinlenme (10–15 gün) → Tekrar çiftleşme şeklinde bir biyolojik ritim izlenir. Bu plan, aynı zamanda laktasyonun metabolik yükünü dengeleyerek dişilerin fizyolojik iyileşme süresini korur (Lewis ve ark., 1996; de Nicolo ve ark., 2008).

Hunter (2010b), hızlandırılmış kuzulatma sistemlerinde fotoperiyot, laktasyon uzunluğu ve uterus involüsyon süresinin doğrudan döngü sıklığını etkilediğini vurgulamıştır. Özellikle doğum sonrası ilk 30–40 gün içinde rahim involüsyonunun tamamlanması ve besleme düzeyinin yeterli tutulması, STAR sisteminde üç yılda beş kuzulama hedefine ulaşmak için

kritik öneme sahiptir. Yeterli enerji düzeyine sahip dişilerde, postpartum östrus aktivitesi daha erken başlamakta ve sistemin biyolojik sürekliliği korunmaktadır.

Ayrıca, Hunter (2010b) hızlandırılmış kuzulatma uygulamalarında Finn, Romanov ve D'Man gibi kısa anöstrus süresine sahip koyun ırklarının yüksek başarı oranı gösterdiğini, buna karşın uzun mevsimsel anöstrus dönemine sahip ırklarda (örneğin Merinos) sistemin tam etkinlikle uygulanmadığını bildirmiştir. Bu nedenle, STAR sisteminde genetik yapı kadar yönetimsel denge de belirleyicidir.

2.2. Üreme Yönetimi ve Senkronizasyon Protokolleri

STAR sisteminde doğurganlığın yıl boyunca sürdürülebilmesi için, özellikle mevsim dışı dönemlerde östrus senkronizasyonu ve ışık/karanlık uygulamaları temel yönetim araçlarıdır. Progesteron içeren süngerler, kontrollü progesteron salan intravajinal cihazlar ve eCG enjeksiyonları, anöstrus döneminde folikül gelişimi ve ovulasyonun uyarılmasında etkin şekilde kullanılmaktadır (Abecia ve ark., 2012; Kuru ve ark., 2020; 2022). Türkiye’de yapılan çalışmalar, bu kombinasyonların gebelik oranlarını, kuzu verimini ve doğurganlık indekslerini anlamlı düzeyde artırdığını göstermiştir (Kuru ve ark., 2017; 2020; 2022).

Hunter (2010b), hızlandırılmış kuzulatma sistemlerinde postpartum ovulasyonun hızlı geri kazanımının ve luteal fazın yapay olarak indüklenmesinin sistemin sürekliliği açısından kritik olduğunu vurgulamıştır. Benzer şekilde, progesteron ve eCG temelli senkronizasyonlar, yüksek fotoperiyot duyarlılığına sahip ırklarda bile çiftleşme başarısını koruyabilmektedir.

Melatonin implantları, özellikle Ağustos–Ekim ayları arasında çiftleştirilen sürülerde kızgınlık aktivitesini artırmakta ve gebelik oranlarını yükseltmektedir (Vicario ve ark., 2014). Ancak melatonin uygulamasının süresi (40–55 gün) uzun olduğundan, yoğun STAR döngülerinde kullanımının yönetimsel açıdan dikkat gerektirdiği bildirilmiştir (Gordon, 1997; Robinson & Noakes, 2019).

Buna ek olarak, ışık rejimi manipülasyonu (16 saat aydınlık + 8 saat karanlık) ve koç etkisinin eşzamanlı kullanımı, dişilerde luteal aktivitenin erken başlamasına yardımcı olarak sistemin biyolojik devamlılığını güçlendirir (Hunter, 2010b; Boğa Kuru & Kuru, 2024). Bu biyoteknolojik ve çevresel uygulamalar, STAR sisteminin mevsimsel kısıtlamalar altında dahi yıl boyu kesintisiz üretim hedefini destekler niteliktedir.

2.3. Besleme, Barınak ve İşletme Yönetimi

Yıl boyu doğumlar, yem kaynaklarının sürdürülebilir biçimde planlanmasını gerektirir. Özellikle laktasyon ve geç gebelik dönemlerinde enerji ve protein dengesinin korunması, reproduktif performansın sürekliliği açısından kritik öneme sahiptir (Thonney, 2011). Hunter (2010a), yoğun kuzulatma sistemlerinde konforlu ve iyi havalandırılmış barınakların hem doğum başarı oranlarını hem de kuzu yaşama gücünü artırdığını vurgulamıştır. Yine, İle de France ırkında yılda üç kuzulatma hedefiyle yürütülen 14 yıllık uygulamada, barınak koşullarının doğrudan sürü verimliliğine etki ettiğini bildirmiştir.

Türkiye koşullarında, yıl boyunca yeşil yem temini sınırlı olduğundan, silaj, kuru ot ve kesif yem kombinasyonlarının mevsimsel olarak planlanması gerekmektedir (Boğa Kuru & Kuru, 2024). Hunter, (2010b) belirttiği üzere, gebeliğin ikinci ve üçüncü ayında hafif bir enerji kısıtlaması (%5 canlı ağırlık kaybına izin verilmesi) plasenta gelişimini teşvik ederek ilerleyen dönemde kuzu gelişimini destekleyebilir. Bu strateji, laktasyon ve gebelik

dönemlerinin çakıştığı STAR benzeri sistemlerde metabolik yükün dengelenmesine yardımcı olur.

Barınak tasarımı, sistemin başarısında belirleyici unsurlardan biridir. Alt sürülerin birbirinden ayrı bölmelerde yönetilmesi, doğum, sütten kesim ve koç katımı dönemlerinin birbiriyle çakışmadan yürütülmesini sağlar. Hunter (2010a, 2010b), sık kuzulatma yapılan sürülerde “arayıcı koç” olarak adlandırılan kısırlaştırılmış erkeklerin kullanılmasının, dişilerde kızgınlık döngüsünü uyararak senkronizasyonu kolaylaştırdığını belirtmiştir. Bu yöntem, sistemin yıl boyu düzenli çiftleştirme periyotlarını korumasına yardımcı olur.

Benzer uygulamalar, İspanya’da yaygın olan “dehesa tipi işletmelerde” de başarılı sonuçlar vermiştir. Dehesa, geniş alanlı otlaklar ile meşe veya zeytin ağaçlarının birlikte bulunduğu hem otlatmaya hem de yem üretimine elverişli yarı entansif bir üretim sistemidir. Bu tür işletmelerde, koyunlar yılın bir bölümünde açık otlaklarda, diğer dönemlerde ise kapalı alanlarda yönetilmekte; bu da STAR sisteminin çevresel koşullara uyumunu kolaylaştırmaktadır (Vicario ve ark., 2014).

2.4. Ekonomik ve Yönetimsel Etkinlik

STAR sisteminin en belirgin avantajı, yıl boyunca kesintisiz kuzu üretimi sağlayarak pazar arzındaki dalgalanmaları azaltmasıdır. Bu özellik, üreticinin gelirini mevsimsel fiyat değişimlerinden daha az etkilenir hale getirir. Doğumların yılın farklı dönemlerine yayılması hem kasaplık hem de damızlık kuzu talebinin sürekli karşılanabilmesini mümkün kılar.

Hunter (2010b), hızlandırılmış kuzulatma sistemlerinin ekonomik başarısının yalnızca kuzu sayısındaki artışa değil, aynı zamanda barınak kullanımı, iş gücü dağılımı ve yem tüketimi gibi üretim girdilerinin yıl boyuna dengelenmesine bağlı olduğunu vurgulamıştır. Sistem, sabit işletme giderlerini daha uzun bir üretim dönemine yayarak birim maliyetleri düşürür.

İspanya’daki “dehesa” tipi işletmelerde yapılan uygulamalarda, STAR sisteminin benimsenmesiyle kuzu veriminde yaklaşık %60–70 oranında artış sağlandığı ve üretici gelirinde yıllık ortalama %25 artış görüldüğü bildirilmiştir (Vicario ve ark., 2014). Benzer şekilde Yunanistan’da yapılan ekonomik modelleme çalışmalarında, yıl boyu kuzulatmanın pazara arz istikrarı ve işletme kârlılığı üzerinde olumlu etkiler yarattığı belirlenmiştir (Gray, 2023).

Türkiye’de, kuzu fiyatlarının dini bayram dönemleri ve mevsimsel talebe göre değişkenlik gösterdiği göz önüne alındığında, STAR sistemi bu dalgalanmaların olumsuz etkisini azaltabilecek güçlü bir modeldir. Sistem, özellikle entansif veya yarı entansif işletmelerde, üretimin her dönemde planlı biçimde sürdürülmesini mümkün kılarak hem ekonomik sürdürülebilirlik hem de yönetimsel istikrar sağlar (Boğa Kuru & Kuru, 2024). Bu yönüyle STAR sistemi yalnızca bir üreme modeli değil; aynı zamanda işletme kaynaklarının daha verimli kullanılmasını, pazar planlamasının öngörülebilir olmasını ve üretici gelirinin yıl geneline dengeli biçimde dağılmasını sağlayan kapsamlı bir üretim yönetim sistemidir.

3. TÜRKİYE KOŞULLARINDA UYGULANABİLİRLİK VE ÖNERİLER

3.1. Türkiye Koyunculukunda Mevsimsel Üreme Özellikleri

Türkiye koyunculuk büyük ölçüde mevsimsel poliöstrik yerli ırklara (Akkaraman, Morkaraman, İvesi vb.) ve mera tabanlı üretim sistemlerine dayanmaktadır. Bu yapı, STAR sisteminin gerektirdiği yıl boyu doğum planlaması ve yem sürekliliği açısından bazı kısıtlamalar getirmektedir. Bununla birlikte, son yıllarda yapılan saha çalışmaları, hormon destekli senkronizasyon ile mevsim dışı dönemde kızgınlık ve döl verimi üzerinde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymuştur (Kuru ve ark., 2017; 2020; 2022).

STAR sisteminin Türkiye koşullarında başarıyla uygulanabilmesi hem biyolojik hem de yönetimsel uyarlamaları gerektirir. Yerli ırkların adaptasyon yeteneği, bölgesel yem kaynaklarının sürekliliği ve işletme büyüklüğü gibi faktörler dikkate alınmalıdır (Boğa Kuru & Kuru, 2024). Uygulama sırasında alt sürü yönetimi, yemleme, barınak planlaması ve pazar stratejileri entegre bir biçimde ele alınmalıdır.

3.2. Uygulama Önerileri

İrk Seçimi ve Üreme Potansiyeli:

Mevsim dışı kızgınlık gösterebilen ırkların (Sakız, İvesi, Kıvrıcık) tercih edilmesi önerilir. Morkaraman ve Akkaraman gibi yerli ırklarda ise östrus senkronizasyonu uygulamalarıyla başarı artırılabilir (Yılmaz ve ark., 2022; Kuru ve ark., 2017).

Alt Sürülerin Ayrık Yönetimi:

Beş alt sürü prensibi korunmalı, her bir grup için çiftleşme–kuzulama–sütten kesme döngüsü ayrı bölmelerde yürütülmelidir. Bu yaklaşım hem hayvan refahını hem de kayıt sisteminin takibini kolaylaştırır (Lewis ve ark., 1996; Boğa Kuru & Kuru, 2024).

Besleme Planlaması:

Yıl boyu kuzu üretimi için yem kaynakları, silaj ve kesif yem destekleriyle sürdürülebilir hale getirilmelidir. Laktasyon dönemlerinde enerji yoğun rasyonlar kullanılmalı; yemleme döngüsü doğum takvimiyle eşgüdümlü planlanmalıdır (Thonney, 2011).

Hormon Destekli Üreme Yönetimi:

Mevsim dışı dönemlerde progesteron-eCG veya melatonin implantlarıyla östrus kontrolü sağlanabilir. Bu uygulamalar, yılda beş kuzulama hedefi için gerekli üreme sürekliliğini destekler (Abecia ve ark., 2012; Kuru ve ark., 2020; Vicario ve ark., 2014).

Barınak ve İş Gücü Organizasyonu:

Her alt sürü için ayrı doğum bölmeleri planlanmalı; doğum, sütten kesim ve tohumlama dönemleri çakışmayacak şekilde iş gücü dağılımı yapılmalıdır. Bu planlama özellikle küçük-orta ölçekli işletmelerde yönetim etkinliğini artırır (Boğa Kuru & Kuru, 2024).

Ekonomik ve Pazar Stratejisi:

STAR sisteminin ekonomik avantajı, yıl boyu pazar arzının dengelenmesidir. Kuzu satış planı, dini bayram dönemleri ve mevsimsel fiyat hareketleri dikkate alınarak hazırlanmalıdır (Gray,

2023). Sistem, yalnızca biyolojik bir üretim modeli değil; aynı zamanda işletme yönetimi, yem planlaması ve pazarlama stratejilerini bütünleştiren kapsamlı bir üretim organizasyonu olarak değerlendirilebilir. Mevsim dışı östrus kontrolü ve alt sürü yönetimi gibi uygulamaların optimize edilmesi, STAR sisteminin Türkiye koşullarına uyarlanmasını kolaylaştıracaktır.

4. SONUÇ

STAR sistemi, koyun yetiştiriciliğinde yıl boyu kuzu üretimini planlı ve yönetilebilir biçimde gerçekleştirmeyi hedefleyen bir modeldir. Bu sistemin temel gücü, üreme takvimini belirli aralıklarla tekrarlanan döngülere oturtması ve sürü yönetimini bu yapıya göre organize etmesidir. Böylece hem üretim sürekliliği sağlanmakta hem de iş gücü, yemleme ve barınak planlaması dengeli hale gelmektedir. Sistemin en önemli avantajı, dışı hayvanların fizyolojik sınırlarını zorlamadan üretimi yoğunlaştırabilmesidir. Alt sürülerin birbirinden bağımsız biçimde yönetilmesi, doğum, süten kesim ve yeniden çiftleşme dönemlerinin çakışmasını önlemekte; işletme organizasyonunu kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, mevsim dışı dönemde üreme aktivitesini desteklemek için belirli protokollerin uygulanması, sistemin verimliliğini artıran önemli bir araçtır. Türkiye koşullarında STAR modelinin başarıyla uygulanabilmesi, uygun ırk seçimi, dengeli yem temini, iş gücü planlaması ve üretim döngülerinin doğru şekilde koordine edilmesiyle mümkündür. Özellikle mevsim dışı kızgınlık eğilimi yüksek ırkların kullanımı ve bölgesel yem kaynaklarının yıl boyuna yayılması, sistemin sürdürülebilirliğini destekleyecektir. Genel olarak STAR sistemi, koyun yetiştiriciliğinde biyolojik döngüye saygılı, yönetsel açıdan uygulanabilir ve ekonomik olarak istikrarlı bir üretim yaklaşımı sunmaktadır. Bu sistemin Türkiye’de yaygınlaştırılması hem üretim verimliliğini hem de pazar sürekliliğini artıracak, koyunculuk sektörünün sürdürülebilir gelişimine katkı sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

Abecia, J. A., Forcada, F., & González-Bulnes, A. (2012). Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 130(3–4), 173–179. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.011>

Boğa Kuru, B., & Kuru, M. (2024). *Sık kuzulatma sistemleri*. In *Anadolu 16th International Conference on Applied Sciences*, 20–22 Aralık 2024, Van (pp. 197–205). Academy Global Publishing House.

Ceyhan, A., & Karadağ, O. (2009). Türkiye koyunculığında mevsim dışı kuzulatma uygulamaları ve ekonomik değerlendirme. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 15(2), 67–75.

de Nicolo, G., Lopez-Villalobos, N., & Kenyon, P. R. (2008). Performance of ewes under accelerated lambing systems. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 51(2), 147–154. <https://doi.org/10.1080/00288230809510444>

Gordon, I. (1997). *Controlled reproduction in sheep and goats*. CAB International.

Gray, T. (2023). *Economic feasibility of an accelerated lambing program* (Master’s thesis). Kansas State University, Manhattan, ABD. <https://krex.k-state.edu/bitstream/handle/2097/42989/TaraGray2023.pdf>

Hogue, D. E. (1987). Frequent lambing systems. In I. F. M. Marai & J. B. Owen (Eds.), *New techniques in sheep production* (pp. 57–63). Butterworth-Heinemann.

Hunter, G. L. (2010a). *Accelerated lambing. Part 1. Housing for sheep*. In I. F. M. Marai & J. B. Owen (Eds.), *Animal Science Reviews 2010* (pp. 89–112). CAB International.

Hunter, G. L. (2010b). *Accelerated lambing. Part 2. Increasing the frequency of pregnancy in sheep*. In I. F. M. Marai & J. B. Owen (Eds.), *Animal Science Reviews 2010* (pp. 113–137). CAB International.

Kuru, M., Soğukpınar, O., Makav, M., & Çetin, N. (2017). Effect of barium selenate injections on fertility of Pırlak ewes subjected to estrus synchronization during nonbreeding season. *Medycyna Weterynaryjna*, 73(8), 479–482. <https://doi.org/10.21521/mw.5758>

Kuru, M., Boğa Kuru, B., Soğukpınar, O., Çebi Şen, C., Oral, H., & Kırmızıbayrak, T. (2020). Oestrus synchronisation with progesterone-containing sponge and equine chorionic gonadotropin in Pırlak ewes during the non-breeding season: Can Toryum improve fertility parameters? *Journal of Veterinary Research*, 64(4), 573–579. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2020-0074>

Kuru, M., Boğa Kuru, B., Kaçar, C., Demir, M. C., & Çetin, N. (2022). Effect of oestrus synchronization with different lengths of progesterone-impregnated sponges and equine chorionic gonadotropin on reproductive efficiency in Romanov ewes during the nonbreeding season. *Acta Veterinaria Brno*, 91(3), 243–250. <https://doi.org/10.2754/avb202291030243>

Lewis, R. M., Notter, D. R., Hogue, D. E., & Magee, B. H. (1996). Ewe fertility in the STAR accelerated lambing system. *Journal of Animal Science*, 74(7), 1511–1522. <https://doi.org/10.2527/1996.7471511x>

Robinson, B., & Noakes, D. E. (2019). Reproductive physiology of the female. In D. E. Noakes, T. J. Parkinson, & G. C. W. England (Eds.), *Veterinary reproduction and obstetrics* (10th ed., pp. 2–34). Elsevier.

Thonney, M. L. (2011). Accelerated lambing systems. In *Encyclopedia of Animal Science* (2nd ed., pp. 15–19). CRC Press.

Vicario, D., de Nicolo, G., & Kenyon, P. R. (2014). Use of melatonin implants in accelerated lambing systems of dairy ewes. *Small Ruminant Research*, 117(2–3), 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.01.010>

Yılmaz, B., Boğa Kuru, B., & Kuru, M. (2022). Some reproductive and gynecological characteristics of Morkaraman ewes. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 7(3), 274–282. <https://doi.org/10.31797/vetbio.1063461>

THE EFFECT OF TSP FERTILIZER ON THE GROWTH OF LETTUCE PLANTS IN CALCAREOUS SOIL

Dr. Ahmet Safak MALTAS

Akdeniz University, Finike Vocational School, Department of Plant and Animal Production,
Finike, Turkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7056-3771>

ABSTRACT

In this study, the effect of TSP fertilizer doses on the growth of lettuce plants grown in calcareous soil, which is known to cause problems with phosphorus availability, was investigated. The experimental plots were determined to have three different treatments (control, 30 kg/da TSP, and 60 kg/da TSP) with three replications. Depending on the effects of the applications, the number of discarded leaves, the weight of discarded leaves, the number of marketable leaves, the marketable yield, and the total yield values of the lettuce plant increased compared to the control. The highest value of the number of discarded leaves was obtained from the U2 application, while the lowest number of discarded leaves was obtained from the control application. No statistical difference was found between TSP fertilizer applications in terms of discarded leaf weight, number of marketable leaves, and total yield values. However, the highest marketable yield value was obtained from the U1 application, and the lowest marketable yield value was obtained from the control application. Depending on the effect of TSP fertilizers, the root diameter, plant diameter, and leaf width of lettuce plants increased compared to the control. No statistically significant difference was found in the root diameter of lettuce plants between TSP fertilizer applications, but compared to the U1 application, the plant diameter (%8.80) and leaf width (%8.07) decreased in the U2 application. No difference was found in the chlorophyll content of lettuce leaves based on TSP fertilizer applications. However, the preservation of chlorophyll content due to the increase in yield suggests that this fertilizer may have a positive effect on chlorophyll content.

When the effects of the applications were examined, it was determined that 30 kg/da of TSP fertilizer is sufficient for lettuce plants grown in calcareous soils, especially considering the marketable yield value and fertilizer cost.

Key Words: *Lactuca sativa L.*, lettuce, phosphorus, greenhouse, yield.

INTRODUCTION

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) plays an important role in human nutrition. It has been reported that 100 g of fresh lettuce consists of approximately 96% water and contains 13 kcal of energy, 0.9 g protein, 0.1 g fat, and 2.9 g carbohydrates. Lettuce is also known to be rich in vitamins A and C, as well as minerals such as K, P, Ca, and Fe (Koudela and Petříková, 2008; Mou, 2012). In addition, lettuce, which is widely consumed fresh in salads, is recognized as an important source of dietary fiber and antioxidant compounds (Kim et al., 2018; Yang et al., 2022).

Lettuce is classified as a cool-season vegetable, cultivated during the winter period in warm climate regions and during the summer period in cold climate regions (Park et al., 2002; Tariq-Khan et al., 2017). Among leafy vegetables, lettuce has a significant production potential, and its leaves exhibit considerable variation among cultivars in terms of color, shape, size, length, width, and whether they are flat or curly (Lebeda et al., 2006; Smirnova et al., 2025). Temperature and day length are considered the most influential climatic factors limiting lettuce production. While lettuce shows optimal growth under average temperatures of 15–18 °C, high temperature and drought stress are known to suppress vegetative growth and induce the transition to generative development (Lakhiar et al., 2025; Wei et al., 2024). Lettuce grows well under soil pH conditions ranging from 5.5 to 7.0; however, it exhibits moderate sensitivity to soil salinity (Alexopoulos et al., 2021; Sublett et al., 2018). It has been reported that soil pH values exceeding 7.0 can lead to a significant reduction in yield (Urbano et al., 2017).

In soils with high pH values, the availability and plant uptake of many essential nutrients, particularly phosphorus, are known to be adversely affected through both direct and indirect mechanisms (Barrow and Hartemink 2023; Malik et al., 2025). Phosphorus is a key element involved in numerous physiological and biochemical processes in plants, including photosynthesis, energy transfer reactions, and carbohydrate metabolism, and it also constitutes fundamental structural components of DNA, RNA, ATP, and phospholipids (Lambers, 2022). However, in high-pH and especially calcareous soils, phosphorus readily reacts with calcium to form insoluble calcium phosphate compounds, thereby substantially reducing its availability to plants (Ahmad et al., 2022; Bamagoos et al., 2021). This limitation is further exacerbated under fertigation practices, where phosphorus fertilizers applied via drip irrigation systems may exhibit reduced efficiency due to precipitation reactions within the soil matrix (Singare et al., 2022; Xiao et al., 2023).

Given the high phosphorus demand of lettuce and its sensitivity to phosphorus deficiency, there is a need to evaluate alternative fertilization strategies that ensure sufficient phosphorus availability under calcareous soil conditions. In this context, basal application of phosphorus-only fertilizers, such as triple superphosphate (TSP), may represent a practical approach to improving phosphorus nutrition and crop performance. Therefore, the present study aimed to investigate the effects of basal-applied triple superphosphate (TSP) fertilizer on the growth and yield of lettuce cultivated in calcareous soil conditions.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted in a plastic greenhouse located at the experimental field of Finike Vocational School. The study was arranged in a randomized design with three treatments and three replications: U1 (control), U2 (30 kg da⁻¹ TSP), and U3 (60 kg da⁻¹

TSP). Triple superphosphate (TSP) fertilizers were applied to the soil 10 days prior to transplanting and thoroughly incorporated to ensure uniform distribution. The curly lettuce cultivar ‘Caipira’ was used as the plant material. To minimize variability arising from seedling quality, commercially produced uniform seedlings were used. Seedlings were transplanted at a spacing of 40 cm between rows and 40 cm within rows, with 12 lettuce plants established in each plot. Weed control was carried out regularly throughout the growing period. For disease and pest management, chemical control was applied three times during the cultivation period. Harvest was performed 62 days after transplanting. At harvest, six lettuce plants were randomly selected from each plot, and all measurements were conducted on these plants. During the growing period, all plots received 10 kg da⁻¹ N, 6 kg da⁻¹ P₂O₅, and 10 kg da⁻¹ K₂O via drip irrigation. Prior to harvest, the soil around the root zone was partially removed, and root diameter was measured. Following root diameter measurement, the root systems and aboveground parts of the plants were separated using a knife. Plant diameter and plant height were measured using a ruler. Subsequently, the number and fresh weight of discarded leaves were determined. For the assessment of marketable leaf number and marketable yield, green leaves were counted and weighed.

Statistical analyses were carried out using a completely randomized design with three replications, each consisting of six lettuce plants. All statistical evaluations were performed using XLSTAT software (version 2016.02.28451; Addinsoft, France). Mean comparisons were conducted using the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% significance level ($P \leq 0.05$).

1. RESULTS AND DISCUSSION

The effects of TSP fertilizer applications on the number of discarded leaves, discarded leaf weight, number of marketable leaves, marketable yield, and total yield of lettuce plants are presented in Table 1. The results indicated that TSP fertilizer applications increased the number of discarded leaves, discarded leaf weight, number of marketable leaves, marketable yield, and total yield of lettuce compared to the control treatment.

Table 1. Effects of TSP fertilizer on the number of discarded leaves, discarded leaf weight, number of marketable leaves, marketable yield, and total yield of lettuce plants

Application	Number of discarded leaves (leaves/ plant)	Weight of discarded leaves (g/ plant)	Number of marketable leaves (no./ plant)	Marketable yield (g/plant)	Total yield (kg/da)
U1	5.33b	22.55b	23.17b	291.94b	1965.56b
U2	6.83a	30.87a	33.83a	430.36a	2882.68a
U3	6.17ab	28.44a	30.33a	388.53ab	2606.06a
Significance	**	***	**	***	*
Minimum	5.33	22.55	23.17	291.94	1965.56
Maximum	6.83	30.87	33.83	430.36	2882.68
Mean	6.11	27.29	29.11	370.28	2484.77
% difference	28.14	36.90	46.01	47.41	46.67

* : $P \leq 0.05$, ** : $P \leq 0.01$, *** : $P \leq 0.001$

Considering the highest values obtained from the TSP fertilizer treatments, increases of 28.14%, 36.90%, 46.01%, 47.41%, and 46.67% were recorded in the number of discarded leaves, discarded leaf weight, number of marketable leaves, marketable yield, and total yield of lettuce plants, respectively, compared to the control treatment. When the TSP treatments were compared among themselves, no statistically significant differences were observed in discarded leaf weight, number of marketable leaves, or total yield; however, the highest number of discarded leaves and the highest marketable yield were obtained from the U2 treatment.

The significant increases observed in both vegetative growth and marketable yield of lettuce plants under TSP fertilizer applications compared with the control treatment can be attributed to the critical role of phosphorus in cell division, root development, and energy metabolism, particularly in leafy vegetables (Hong et al., 2022). Similarly, previous studies reporting pronounced increases in leaf number and yield of lettuce in response to phosphorus application indicate that the present findings are consistent with the existing literature (Hoque et al., 2010; Kreutz et al., 2022). The absence of statistically significant differences among treatments with respect to discarded leaf weight, number of marketable leaves, and total yield suggests that beyond a certain phosphorus level, the plant's capacity to utilize the supplied nutrient may reach a saturation point. However, the highest values for discarded leaf number and marketable yield obtained under the U2 treatment indicate that this dose may provide a more balanced nutrient supply for optimizing growth and yield in lettuce. This finding implies that an appropriate phosphorus dose can optimize not only total biomass production but also the proportion of marketable yield; therefore, dose optimization in TSP fertilization appears to be of considerable agronomic and economic importance for growers.

The effects of TSP fertilizer applications on root diameter, plant diameter, plant height, leaf width, and chlorophyll content of lettuce plants are presented in Table 2. The results indicated that TSP fertilizer applications increased the root diameter of lettuce plants.

Table 2. Effects of TSP fertilizer on root diameter, plant diameter, plant height, leaf width, and chlorophyll content of lettuce plants

Application	Root diameter (mm/plant)	Plant diameter (cm/plant)	Plant height (cm/plant)	Leaf width (cm/leaf)	Chlorophyll content
U1	26.67b	21.33b	16.50	12.33b	22.30
U2	30.00ab	24.67a	18.67	14.50a	21.50
U3	28.33ab	22.50b	16.67	13.33b	22.70
Significance	**	**	ns	***	ns
Minimum	26.67	21.33	16.50	12.33	21.50
Maximum	30.00	24.67	18.67	14.50	22.70
Mean	28.33	22.83	17.28	13.39	21.17
% difference	12.49	15.66	13.15	17.60	5.58

** : $P \leq 0.01$, *** : $P \leq 0.001$, ns: insignificant

Considering the highest values obtained from the TSP fertilizer treatments, root diameter of lettuce plants increased by 12.49% compared with the control treatment. The highest values for plant diameter and leaf width were obtained from the U2 treatment. No statistically significant differences were detected among treatments with respect to plant height and chlorophyll content.

The pronounced effects of TSP applications on root diameter and plant diameter indicate that phosphorus plays an important role in root morphology and structural growth processes during the early developmental stages of plants (Gao et al., 2023; Rosolem et al., 2022). The stimulation of root cell division and lateral root formation by phosphorus may have contributed to the expansion of the root system, thereby allowing a more balanced development of aboveground organs (Vance et al., 2003; Zhang et al., 2025). The highest values of plant diameter and leaf width observed under the U2 treatment suggest that this application rate provided a more favorable nutrient environment supporting the horizontal development of vegetative organs in lettuce plants. In contrast, the absence of statistically significant differences among treatments with respect to plant height and chlorophyll content implies that phosphorus applications predominantly influenced plant architecture and morphological growth components rather than photosynthetic pigment accumulation. This finding suggests that beyond a certain nutrient level, chlorophyll synthesis may no longer be a limiting factor, and that optimal TSP fertilization should be evaluated with an emphasis on improving plant form, leaf development, and marketable quality attributes rather than solely increasing plant height.

CONCLUSION

This study demonstrated the effects of TSP fertilizer doses on growth, yield, and selected morphological characteristics of lettuce cultivated under calcareous soil conditions. Compared with the control treatment, TSP applications generally exerted positive effects on vegetative growth and yield components of lettuce plants. In particular, increases observed in morphological traits such as root diameter, plant diameter, and leaf width indicate that phosphorus supports structural growth during plant development.

The limited statistical differences observed among treatments for certain parameters suggest that beyond a specific phosphorus level, its effects may be more closely associated with plant architecture and biomass allocation rather than further increases in yield. Considering marketable yield values, the application of 30 kg da⁻¹ TSP was found to be sufficient for lettuce cultivation in calcareous soils, while higher application rates did not provide a distinct yield advantage. Moreover, the maintenance of leaf chlorophyll content despite increased yield indicates that TSP fertilization did not adversely affect photosynthetic capacity.

In conclusion, under calcareous soil conditions, a TSP application rate of 30 kg da⁻¹ can be considered an appropriate fertilization strategy for lettuce production in terms of both agronomic efficiency and fertilizer cost

REFERENCES

- Ahmad, M., Ishaq, M., Shah, W. A., Adnan, M., Fahad, S., Saleem, M. H., & Hashem, M. (2022). Managing phosphorus availability from organic and inorganic sources for optimum wheat production in calcareous soils. *Sustainability*, 14(13), 7669.
- Alexopoulos, A. A., Marandos, E., Assimakopoulou, A., Vidalis, N., Petropoulos, S. A., & Karapanos, I. C. (2021). Effect of nutrient solution pH on the growth, yield and quality of *Taraxacum officinale* and *Reichardia picroides* in a floating hydroponic system. *Agronomy*, 11(6), 1118.
- Bamagoos, A. A., Alharby, H. F., Belal, E. E., Khalaf, A. E., Abdelfattah, M. A., Rady, M. M., & Mersal, G. A. (2021). Phosphate-solubilizing bacteria as a panacea to alleviate stress effects of high soil CaCO₃ content in *Phaseolus vulgaris* with special reference to P-releasing enzymes. *Sustainability*, 13(13), 7063.
- Barrow, N. J., & Hartemink, A. E. (2023). The effects of pH on nutrient availability depend on both soils and plants. *Plant and Soil*, 487(1), 21-37.
- Gao, Y., Zhang, Z., Zeng, F., & Ma, X. (2023). Root morphological and physiological traits are committed to the phosphorus acquisition of the desert plants in phosphorus-deficient soils. *BMC Plant Biology*, 23(1), 188.
- Hong, J., Xu, F., Chen, G., Huang, X., Wang, S., Du, L., & Ding, G. (2022). Evaluation of the effects of nitrogen, phosphorus, and potassium applications on the growth, yield, and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agronomy*, 12(10), 2477.
- Hoque, M. M., Ajwa, H., Othman, M., Smith, R., & Cahn, M. (2010). Yield and postharvest quality of lettuce in response to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers. *HortScience*, 45(10), 1539-1544.
- Kim, D. E., Shang, X., Assefa, A. D., Keum, Y. S., & Saini, R. K. (2018). Metabolite profiling of green, green/red, and red lettuce cultivars: Variation in health beneficial compounds and antioxidant potential. *Food Research International*, 105, 361-370.
- Koudela, M., & Petříková, K. (2008). Nutrients content and yield in selected cultivars of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). *Horticultural Science*, 35(3), 99-106.
- Kreutz, G. F., Bhadha, J. H., & Sandoya, G. V. (2022). Examining phosphorus use efficiency across different lettuce (*Lactuca sativa* L.) accessions. *Euphytica*, 218(3), 28.
- Lakhari, I. A., Yan, H., Syed, T. N., Zhang, C., Shaikh, S. A., Rakibuzzaman, M., & Vistro, R. B. (2025). Soilless Agricultural Systems: Opportunities, Challenges, and Applications for Enhancing Horticultural Resilience to Climate Change and Urbanization. *Horticulturae*, 11(6), 568.
- Lambers H (2022) Phosphorus acquisition and utilization in plants. *Annual Review of Plant Biology* 73:17–42.
- Lebeda, A., Ryder, E. J., Grube, R., Dolezalova, I., & Kristkova, E. (2006). Lettuce (*Asteraceae*; *lactuca* spp.). *Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement: Vegetable Crops, Volume 3*, 3, 377.

- Malik, Z., Shabir, A., Ali, A., Aslam, M. N., Aziz, H., Bukhari, S. F. H., Noreen, S., Tahir, A. U. & Rizwan, M. (2025). Effect of phosphorus modified cotton stick biochar on growth, photosynthesis, enzymatic activities and Lead (Pb) uptake in tomato plants grown in Pb-contaminated soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 25(2), 2798-2811.
- Mou, B. (2012). Nutritional quality of lettuce. *Current nutrition & Food science*, 8(3), 177-187.
- Park, J., Mjelde, J. W., Fuller, S. W., Malaga, J. E., Rosson, C. P., & Dainello, F. J. (2002). An assessment of the effects of ENSO events on fresh vegetable and melon supplies. *Hortscience*, 37(2), 287-291.
- Rosolem, C. A., Batista, T. B., Dias, P. P., Motta Neto, L. V. D., & Calonego, J. C. (2022). The joint application of phosphorus and ammonium enhances soybean root growth and P uptake. *Agriculture*, 12(6), 880.
- Singare, P., Meshram, N., & Kausadikar, H. (2022). Calcareous soil and their management: A review. *Just Agric*, 3(4), 2582-8223.
- Smirnova, N. V., Timofeenko, I. A., & Krutovsky, K. V. (2025). Red-Leafed Lettuces: Genetic Variation or Epigenetic Photomorphogenesis?. *Plants*, 14(3), 363.
- Sublett, W. L., Barickman, T. C., & Sams, C. E. (2018). The effect of environment and nutrients on hydroponic lettuce yield, quality, and phytonutrients. *Horticulturae*, 4(4), 48.
- Tariq-Khan, M., Munir, A., Mukhtar, T., Hallmann, J., & Heuer, H. (2017). Distribution of root-knot nematode species and their virulence on vegetables in northern temperate agroecosystems of the Pakistani-administered territories of Azad Jammu and Kashmir. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 124(3), 201-212.
- Urbano, V. R., Mendonça, T. G., Bastos, R. G., & Souza, C. F. (2017). Effects of treated wastewater irrigation on soil properties and lettuce yield. *Agricultural water management*, 181, 108-115.
- Vance, C. P., Uhde-Stone, C., & Allan, D. L. (2003). Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New phytologist*, 157(3), 423-447.
- Wei, J., Zhang, Q., Zhang, Y., Yang, L., Zeng, Z., Zhou, Y., & Chen, B. (2024). Advance in the thermoinhibition of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seed germination. *Plants*, 13(15), 2051.
- Xiao, Y., Ma, C., Li, M., Zhangzhong, L., Song, P., & Li, Y. (2023). Interaction and adaptation of phosphorus fertilizer and calcium ion in drip irrigation systems: the perspective of emitter clogging. *Agricultural Water Management*, 282, 108269.
- Yang, X., Gil, M. I., Yang, Q., & Tomás-Barberán, F. A. (2022). Bioactive compounds in lettuce: Highlighting the benefits to human health and impacts of preharvest and postharvest practices. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 21(1), 4-45.
- Zhang, Y. J., Si, Y. L., Ju, S. B., Jiang, W. Y., Zhao, M. Z., Liu, J., & Li, M. (2025). Synergistic Effects of Nitrogen Deposition and Phosphorus Distribution Patterns on Root morphological and chemical traits, and Nutrient Efficiency in Chinese Fir. *Journal of Plant Ecology*, rtaf062.

THE EFFECT OF SMALL ANIMAL MANURE ON THE GROWTH OF SPINACH PLANTS GROWN IN SANDY SOIL

Dr. Ahmet Safak MALTAS

Akdeniz University, Finike Vocational School, Department of Plant and Animal Production,
Finike, Turkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7056-3771>

ABSTRACT

In this study, the effects of composted small ruminant manure application rates on the nutrition and yield of spinach plants were investigated under open field conditions. The research was conducted with three different subjects (control, A1: 150 kg/da, and A2: 300 kg/da) in three replicates. Small ruminant manure applications increased the concentrations of nitrogen, phosphorus, and potassium elements in spinach leaves compared to the control but decreased the concentration of magnesium. The highest nitrogen, phosphorus, and potassium nutrition was obtained from the A2, A1, and A2 applications, respectively. The decrease in the magnesium element in the leaves due to the effect of small ruminant manure applications can be attributed to the increase in the marketable yield of spinach plants. It was determined that the concentration of iron, manganese, zinc and copper elements in spinach leaves increased with small ruminant manure applications. The highest iron and zinc nutrition was obtained from the A2 application, while no difference was found among small ruminant manure applications in terms of manganese nutrition. The concentrations of zinc, manganese, and copper elements in spinach leaves were deficient during the control application, but generally reached sufficient concentrations (except for Zn in the A2 application) with the effects of small ruminant manure applications. The marketable yield value of spinach increased by 28.00% and 61.33%, respectively, with the effects of the A1 and A2 applications compared to the control.

Considering the marketable yield value in particular, the use of 300 kg/da of small ruminant manure was determined to be the most suitable dose for spinach cultivation. It is thought that higher doses should be investigated for winter spinach cultivation in open field conditions.

Key Words: *Spinacia oleracea* L., small ruminant manure, organic fertilizer, compost

INTRODUCTION

Spinach (*Spinacia oleracea* L.) is an important leafy vegetable widely cultivated worldwide due to its short vegetation period, high nutritional value, and leaves rich in iron, folate, and antioxidant compounds. The growing population and demand for healthy food are increasingly highlighting the importance of sustainable agricultural practices aimed at improving spinach production yield and quality. In this context, plant nutrition strategies must consider not only yield but also soil health and environmental sustainability.

With the continuous growth of the world population, agricultural foods have reached a level where they cannot meet human needs, and as a result, chemical inputs have been used to increase agricultural production. However, mistakes made in these methods have resulted in them becoming harmful to human health. Intensive chemical fertilizer use, while increasing yields in the short term, can lead to negative effects in the long term, such as a decrease in soil organic matter, nutrient imbalances, and environmental pollution (Amin et al. 2024). Therefore, in recent years, organic fertilizers, especially composts obtained through the recovery of animal-based waste, have emerged as an important alternative in sustainable plant production systems (Badagliacca et al. 2024). The production and use of organic fertilizers are increasing day by day. The organic fertilizers used improve the physical, chemical, and biological properties of soils and contribute to sustainable soil fertility (Lodygin et al. 2023; Yang and Zhang 2023). Composted small ruminant manure has the potential to improve the physical, chemical, and biological properties of the soil due to its macro and micro nutrient elements.

Organic fertilizers are an important input that affects yield and quality in crop production. However, it is known that there are many drawbacks to using these fertilizers directly in agriculture after being obtained from their production source (weeds, pathogenic fungi and bacteria, non-standard chemical properties) (Kumari et al. 2024; Panday et al. 2024). For this purpose, it is more beneficial to process these fertilizers to eliminate harmful properties and use them after they meet standard specifications (Du et al. 2024; Gotowska and Jakubczak 2025). Composting small ruminant manure provides significant advantages over using fresh manure, such as reducing the pathogen load, eliminating phytotoxic effects, and providing nutrients in a more balanced and plant-available form (Grobelak et al. 2025). Furthermore, this practice contributes to the utilization of organic waste without harming the environment, thereby supporting the concept of circular agriculture. However, the effects of composted small ruminant manure on leafy vegetables, particularly on the rapidly growing spinach plant, need to be thoroughly investigated, taking into account appropriate dosage and application conditions.

This study aims to determine the effects of composted small ruminant manure on the growth, yield, and certain quality characteristics of spinach plants. The findings are expected to contribute to the development of environmentally friendly fertilization strategies in organic and sustainable vegetable cultivation.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted in open field conditions on the application land of Akdeniz University Finike Vocational School, using a randomized block design. Some soil characteristics of the land where the experiment was conducted are given in Table 1.

The study was conducted in three replicates with three treatments: 150 kg/ha of small ruminant manure, 300 kg/ha of small ruminant manure, and a control. Some characteristics of the small ruminant manure used in the experiment, as declared by the manufacturer, are given in Table 2. To meet the nutritional needs of the spinach plant, chemical fertilization was applied using MAP potassium nitrate and ammonium sulfate fertilizers via a drip irrigation system at rates of 8 kg/da N, 5 kg/da P₂O₅, and 8 kg/da K₂O for all treatments. Spinach seeds were sown 18 days after the organic fertilizer applications. To prevent weed damage during the growing season, weeds growing in the plots were regularly removed. A total of three pesticide applications were made for disease and pest control. Leaf samples were taken from the spinach plants 50 days after sowing. Harvesting was carried out 70 days after seed sowing, and the plants were weighed on a precision scale to record marketable yield values.

Table 1. Some characteristics of the test soil

Soil characteristics	Soil analysis result
Organic matter (%)	1.89
Lime (%)	23.0
pH	7.21
EC (dS/m)	0.31
Sand (%)	60
Clay (%)	17
Silt (%)	23

To determine the properties of the test soil, electrical conductivity (1:2.5 soil-water mixture) (Bower and Wilcox 1965), pH (1 2.5-1 soil-water mixture) (Jackson, 1967), lime (CaCO₃) (Evliya, 1964), organic matter (Black, 1965), and texture (Bouyoucos, 1955) were analyzed. Spinach leaf samples were washed with pure water and then dried at 65°C until a constant weight was reached. Total nitrogen in spinach leaf samples for plant analysis was determined using the modified Kjeldahl method (Kacar and İnal 2008). Plant samples were incinerated and analyzed using an ICP-OES device to determine the total phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, manganese, zinc, and copper values in the leaves (Kacar and İnal 2008).

Table 2. Some characteristics of the small ruminant manure used in the experiment, as specified by the manufacturer.

Criterion	pH	Total organic matter (%)	EC dS/m	Total N (%)	Total P ₂ O ₅ (%)	Total K ₂ O (%)	Total humic-fulvic acid (%)	C/N
Values	8-10	70	7.5	1.5	-	2	28	18

RESULTS AND DISCUSSION

The effects of small ruminant manure applications on the macroelement nutrition of spinach plants are presented in Table 3. Small ruminant manure applications increased the nitrogen, phosphorus, and potassium content in spinach leaves while decreasing the magnesium content.

Table 3. Effect of small ruminant manure on the macroelement content in spinach leaves

Application	N	P	K	Ca	Mg
Control	3.21b	0.18b	3.15b	0.83	0.58a
A1	3.67ab	0.27a	4.26a	0.94	0.49ab
A2	4.31a	0.22ab	3.59ab	1.02	0.43b
Significance	**	**	***	Ö.d.	**
Minimum	3.21	0.18	3.15	0.83	0.43
Maximum	4.31	0.27	4.26	1.02	0.58
Mean	3.73	0.22	3.67	0.93	0.5
% difference	34.27	50.00	35.24	22.89	34.88

** : $P \leq 0.01$, *** : $P \leq 0.001$, Ö.d.: Önemli

When considering the highest values obtained from small ruminant manure applications compared to the control application, it was determined that the content of nitrogen, phosphorus, and potassium elements in spinach leaves increased by 34.24%, 50.00%, and 35.24%, respectively, compared to the control application. The effects of the applications resulted in a 34.88% decrease in the magnesium content in the leaves. No statistically significant difference was found between the applications in terms of the calcium content in the leaves.

The application of small ruminant manure increases the nitrogen, phosphorus, and potassium content in spinach leaves, demonstrating that this organic fertilizer source is effective in providing essential macronutrients for plants. It is known that organic fertilizers increase the forms of N, P, and K available to plants in the soil through the mineralization process; they also improve the retention of nutrients and their availability in the root zone by increasing the organic matter content of the soil (Dhaliwal ve ark. 2024).. The findings are consistent with previous studies that have demonstrated the effect of small ruminant manure on increasing leaf nutrient uptake. In contrast, the decrease observed in magnesium can be explained by the antagonistic interaction between increased potassium uptake and Mg. It has been frequently reported in the literature that high K levels can suppress Mg uptake (Kim ve ark. 2024; Montashamian ve ark. 2024). It is also thought that the magnesium element may be present at lower concentrations due to the dilution effect associated with increased yield. The lack of a statistically significant difference in calcium content among the treatments can be attributed to calcium being relatively immobile in soil and showing limited short-term response to organic fertilizer applications. These results indicate that while small ruminant manure improves N, P, and K nutrition in spinach, it requires careful management for Mg nutrition.

The effects of small ruminant manure applications on the microelement nutrition and marketable yield value of spinach plants are presented in Table 4. Small ruminant manure applications increased the content of iron, manganese, zinc, and copper elements in the leaves of spinach plants. It was also determined that the applications increased the marketable yield value of spinach plants.

Table 4. Effect of small ruminant manure on the microelement content and yield of spinach plants

Application	Fe	Mn	Zn	Cu	Marketable yield (t/da)
Control	102.9b	23.7b	20.4b	4.1b	0.75b
A1	143.7ab	33.4a	30.8a	6.4a	0.96ab
A2	153.2a	31.6a	24.7ab	6.2a	1.21a
Significance	***	**	**	***	**
Minimum	102.9	23.7	20.4	4.1	0.75
Maximum	153.2	33.4	30.8	6.4	1.21
Mean	133.27	29.57	25.30	5.57	0.97
% difference	48.88	40.93	50.98	56.10	61.33

** : $P \leq 0.01$, *** : $P \leq 0.001$

When considering the highest values obtained from small ruminant manure applications compared to the control application, it was determined that the levels of iron, manganese, zinc, and copper elements in spinach leaves increased by 48.88%, 40.93%, 50.98%, and 56.10%, respectively, compared to the control application. The marketable yield value increased by 61.33% compared to the control application.

The increase in iron, manganese, zinc, and copper levels in spinach leaves as a result of small ruminant manure applications demonstrates that organic fertilizers significantly enhance the uptake of micronutrients by plants. It is known that organic acids and chelating compounds released during the decomposition of organic fertilizers increase the availability of microelements such as Fe, Mn, Zn, and Cu in the soil solution and reduce their binding in the root zone (Galić et al. 2025; Raghuwanshi et al. 2025). This can be considered the fundamental mechanism behind the increase in microelement content in spinach leaves. It is thought that this significant increase in microelement content promotes plant growth and development by positively affecting physiological processes such as photosynthesis, enzyme activity, and chlorophyll synthesis, resulting in a significant 61.33% increase in marketable yield compared to the control treatment. These findings demonstrate that small ruminant manure is an effective organic fertilizer source in spinach cultivation, not only in terms of nutrient supply but also in terms of its indirect effects on yield and product quality.

CONCLUSION

The application of composted small ruminant manure increased the uptake of macro (N, P, K) and micro (Fe, Mn, Zn, Cu) nutrients in spinach leaves and resulted in a significant increase in marketable yield compared to the control application. The highest yield and nutrient improvements were observed at a dose of 300 kg/ha (A2), which represents the recommended optimal level for spinach cultivation. The findings indicate that it would be beneficial to investigate the potential effects of higher fertilizer doses, particularly in winter field spinach production.

REFERENCES

Amin, F., & Jilani, M.I. (2024). Environmental, Microbiological and Chemical Implications of Fertilizers use in soils: A review. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 25(18), 56-73.

- Badagliacca, G., Testa, G., La Malfa, S. G., Cafaro, V., Lo Presti, E., & Monti, M. (2024). Organic fertilizers and bio-waste for sustainable soil management to support crops and control greenhouse gas emissions in mediterranean agroecosystems: A Review. *Horticulturae*, 10(5), 427.
- Black C.A. (1965). Methods of soil analysis Part 2. Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin.
- Bouyoucos G.J. (1955). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal*, 4 (9): 434.
- Bower C.A., Wilcox L.L. (1965) Soluble salt methods of soil analysis, Methods of soil analysis Part 2, Am. Soc. Agron., No: 9, Madison, pp: 933-940, Wilconsin.
- Dhaliwal, S.S., Dubey, S.K., Kumar, D., Toor, A.S., Walia, S. S., Randhawa, M.K., & Shivey, Y.S. (2024). Enhanced organic carbon triggers transformations of macronutrients, micronutrients, and secondary plant nutrients and their dynamics in the soil under different cropping Systems-A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24(3), 5272-5292.
- Du, S., Zhang, M., Zhang, S., Wen, X., Wang, Y., & Wu, D. (2024). Evaluation of the quality of products from multiple industrial-scale composting treatment facilities for kitchen waste and exploration of influencing factors. *Environmental Research*, 262, 119899.
- Evliya, H. (1964). Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 36: 292-294.
- Galić, L., Vukadinović, V., Nikolin, I., & Lončarić, Z. (2025). Soil properties and microelement availability in crops for human health: An overview. *Crops*, 5(4), 40.
- Gotowska, M., & Jakubczak, A. (2025). Sustainable Biodegradable Waste Management for Circular Economy: Comparative Assessment of Composting Technologies. *Sustainability*, 17(20), 8978.
- Grobelak, A., Bień, B., Sławczyk, D., & Bień, J. (2025). Conditioning Biomass for Biogas Plants: Innovative Pre-Treatment and Digestate Valorization Techniques to Enhance Soil Health and Fertility. *Sustainability*, 17(8), 3289.
- Jackson M.C. (1967) Soil chemical analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi, p. 498.
- Kacar B., İnal, A. (2008) Bitki analizleri. Nobel Yayınları: 1241, Ders Kitabı, Ankara.
- Kim, B.S., Yu, M. Y., & Shin, J. (2024). Effect of low sodium and high potassium diet on lowering blood pressure and cardiovascular events. *Clinical Hypertension*, 30(1), 2.
- Kumari, P., Sagar, S., Akriti, Rana, P., Mahajan, R., Bala, J., & Walia, A. (2024). Organic and Natural Farming to Boost Soil Immunity. In *Advancements in Microbial Biotechnology for Soil Health* (pp. 249-293). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Mohtashamian, A., Mozaffari-Rad, N., Soleimani, A., Akbari, H., Arabi, V., & Sharifi, N. (2024). Dietary magnesium intake and proteinuria: is there a relationship?. *Biological Trace Element Research*, 202(9), 3959-3966.
- Panday, D., Bhusal, N., Das, S., & Ghalehbolabbahani, A. (2024). Rooted in nature: the rise, challenges, and potential of organic farming and fertilizers in agroecosystems. *Sustainability*, 16(4), 1530.
- Raghuwanshi, R., Gupta, S. K., Prasad, J. K., Dey, R., Devi, S., Dube, S. P., & Tripathi, Y. N. (2025). Uptake of Micro-Nutrients by Plants through Microbial Channels: A Review. *Current Agriculture Research Journal*, 13(2).

GIDALARDA RAF ÖMRÜ VE BU SÜREÇTE KULLANILAN E-ALGILAMA CİHAZLARI

Arş. Gör., Sümeyye Nur Cihangir

Kafkas Üniversitesi, Sarıkamış Turizm Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları
Bölümü, Kars, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3914-4138>

Prof. Dr., Ufuk Kamber

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Üretimi Anabilim Dalı, Kars,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3900-0484>

ÖZET

Raf ömrünün uzatılması; kalite özelliklerini iyileştirmeyi amaçlayan çeşitli ambalajlama teknikleri, katkı maddeleri ve yeni teknolojik yöntemler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Depolama süresi boyunca gıda ürünlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler meydana gelmektedir. Gıdaların, tüketici beklentilerine uygun şekilde ve herhangi bir bozulma olmaksızın tüm özelliklerini koruduğu sürenin (raf ömrünün) belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Eğitim düzeyinin artmasıyla birlikte bilinçli tüketiciler, gıda satın alma sürecinde temel kriterlerden biri olan raf ömrüne daha fazla dikkat etmeye başlamıştır. Teknolojik gelişmeler ve tüketici talepleri doğrultusunda, ürünlerin tazeliği ve kullanılabilirlik süresi hakkında gerçek zamanlı bilgi sağlayan akıllı ambalaj sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler, gıda ürünü üreticiden çıktıktan sonra üründe meydana gelen değişiklikler ve/veya çevresel faktörler hakkında tüketiciyi bilgilendirmeyi amaçlamaktadır. Raf ömrünün uzatılması ve kalitenin izlenmesi amacıyla ambalajlara sensörler (gaz sensörleri, biyosensörler, nanosensörler), indikatörler (sızıntı, tazelik, zaman-sıcaklık indikatörleri) ve radyo frekanslı tanımlama (RFID) cihazları entegre edilmektedir. Birçok gıda ürünü (özellikle hayvansal kökenli olanlar), depolama sırasında mikroorganizmalar, enzimler ve oksidasyonun etkisiyle en hızlı bozulan gıda grupları arasında yer almaktadır. Bu bozulmaların tespiti ve raf ömrünün belirlenmesi süreçleri zahmetli, maliyetli ve teknik olduğundan, yenilikçi değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, insan duyularını taklit edecek şekilde tasarlanan elektronik algılama (e-algılama) cihazları; elektronik göz, burun ve dil sistemleri aracılığıyla hızlı, kolay, objektif, çok boyutlu ve çevrim içi değerlendirmeler yapılmasına olanak sağlamaktadır. Kısa algılama süresi, basit ön analiz gereksinimi, etkin duyarlılık, doğruluk, algılama aralığı ile maliyet ve zaman açısından sunduğu avantajlar sayesinde e-algılama cihazları, gıda ürünlerinin kalite özelliklerini algılayabilmektedir. Geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı değerlendirme imkânı sunan bu cihazların mevcut avantajları, söz konusu teknolojilere olan talebi artırmaktadır. Bu doğrultuda hazırlanan çalışmada, gıdalarda raf ömrü araştırmalarındaki güncel eğilimler, özellikle e-algılama cihazları odağında ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Raf Ömrü, Gıda Güvenliği, E-Algılama Cihazları

ABSTRACT

The extension of shelf life is pursued through various packaging techniques, additives, and new technological methods aimed at improving quality characteristics. During storage, food products undergo physical, chemical, and microbiological changes. It is highly important to determine the duration (shelf life) during which foods maintain all their properties without any deterioration and in accordance with consumer expectations. With increasing education levels, conscious consumers have begun to pay closer attention to shelf life, which is one of the key criteria in food purchasing. In line with technological advancements and consumer demands, smart packaging systems have been developed to provide real-time information about the freshness and usability period of products. These systems are intended to inform consumers about changes occurring in the product and/or environmental factors after the food item leaves the manufacturer. For the purpose of extending shelf life and monitoring quality, sensors (gas sensors, biosensors, nanosensors), indicators (leakage, freshness, time-temperature indicators), and radio-frequency identification devices are incorporated into packaging. Many food products (especially those of animal origin) are among the fastest-spoiling food groups due to the effects of microorganisms, enzymes, and oxidation during storage. Because the detection of these deteriorations and shelf-life determination processes are laborious, costly, and technical, innovative evaluation methods are needed. In this context, electronic sensing (e-sensing) devices (designed to mimic human senses) enable rapid, easy, objective, multidimensional, and online evaluations through electronic eyes, noses, and tongues. Due to their short sensing cycle, simple preliminary analysis, effective sensitivity, accuracy, detection range, and advantages in cost and time, e-sensing devices can perceive the quality attributes of food products. E-sensing devices provide faster assessment compared to traditional methods, and therefore, the existing advantages increase the demand for these technologies. In this regard, the study prepared on this subject will focus on recent trends in shelf-life research in foods, with particular emphasis on e-sensing devices.

Key Words: Shelf Life, Food Safety, E-Sensing Devices

GİRİŞ

Artan dünya nüfusu için gerekli gıda temini, ürünlerin çeşitlendirilmesi, yiyeceklerin tüm mevsim boyunca tedariki, farklı tat ve aromaya sahip gıda maddesi deneyimleme isteği ve uzun süre mevcut gıda maddelerinden yararlanma talepleri üreticilerde endüstriyel anlamda uzun raf ömrüne sahip gıda üretme ihtiyacı doğurmaktadır. Bu gıda ürünlerin aynı zamanda renk, tat, koku, aroma ve besin değeri açısından üretim sırasında ve sonrasında belirtilen tarihlerde herhangi bir değişime uğramaması için gerekli tedbirlerin alınması zorunluluğunu da meydana getirmektedir (Gül ve ark. 2023). Aynı zamanda bu üretim ve tüketim faaliyetleri çerçevesinde, çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek ürünler üretmek gerekmektedir (Kaman 2023).

Herhangi bir ürün ve hizmetin tüketici ihtiyaçlarına cevap veren niteliklerinin toplamına kalite denilmektedir. Gıdaların kalite parametreleri; nitelik, algısal ve işlevsel kaliteli öğeleri olarak gruplara ayrılmaktadır. Gıda maddeleri nitelik açısından fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik, algısal açıdan görsel ve gizli, işlevsel açıdan fizyolojik, hijyenik-toksikolojik, teknik- fiziksel ve duyu kalite öğeleri şeklinde kategorize edilmektedir (Artık ve ark 2022). Gıdalar, kalite ölçümü ile mevcut bir standarda ne kadar sahip olduğu ve istenilen şartları ne kadar taşıdığını değerlendirmek amacıyla çeşitli analizlere tabi tutulmaktadır (Özcan ve Kurtuldu 2011).

Gıda kalitesi, gıda ürününün izlenebilir, kimyasal bileşen, fiziksel özellikler, duyuşal değerlendirme, mikrobiyolojik ve toksik kontaminasyon riskleri bakımından işleme ve depolama sırasında güvence altına alınması olarak tanımlanmaktadır (Borras ve ark. 2015). Bu noktada kalite sağlama sistemleri görev yapmaktadır. Gıda kalite sağlama sistemlerinin ana hedeflerinden biri gıda tedarik zinciri süresi boyunca gıda bileşimi, ürün tazeliği ve kalitesinin güvence altına alarak gıda güvenliğini sağlamasıdır (Cozzolina ve ark. 2024).

Kalite özelliklerinin iyileştirilmesi adına farklı ambalajlama teknikleri, katkı maddeleri ve yeni bir takım teknolojik teknikler kullanılmasıyla raf ömrü uzatılmaya çalışılmaktadır. Depolama süresi boyunca gıda maddeleri fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak değişime uğramaktadır. Mevcut üründe herhangi bir zararın meydana gelmemesi ve tüketici istekleri doğrultusunda gıdaların tüm özelliklerini muhafaza ettiği sürenin (raf ömrü) bilinmesi oldukça önemlidir. Eğitim düzeyinin artması ile bilinçli tüketiciler gıda satın alma kriterlerinden biri olan raf ömrüne dikkat etmeye başlamışlardır (Uçar ve Hayta 2012).

Bu kapsam üzerine hazırlanan derlemede gıdalardaki raf ömrü çalışmalarındaki son trendler ve özellikle e-algılama cihazları üzerinde durulacaktır.

GIDALARDA RAF ÖMRÜ

Gıda maddeleri, tüketiciler tarafından duyuşal, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve teknolojik kalite kriterleri ile değerlendirilmektedir. Her ürün grubunun değerlendirilmesinde birçok subjektif ve objektif karakter göz önüne alınmaktadır (Başoğlu 2016). Bir gıda maddesinin tüketici tarafından sürekli olarak satın alma isteği doğurabilmesi için görünebilir niteliklerin (aroma, renk, tat, tekstür gibi) kendine özgü yüksek kalite kriterlerine sahip olması gerekmektedir (Karahana ve Keklik 2018).

Raf ömrü, tanımlı koşullar altında (ambalajlama, nakliye, depolama koşulları ve iklim) ürün kalitesinde kabul edilebilir bir azalmaya karşılık gelen zaman dilimi olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir bakış açısıyla da raf ömrü, bir gıda ürününün ticari açıdan dayanıklılığı olarak ifade edilmekte ve belirli depolama koşullarında çeşitli endojen, ekzojen, enzimatik ve mikrobiyal reaksiyonların ilerlemesinin, duyuşal düzeyde algılanamayan ve kullanım güvenliği düzeyinde kabul edilebilir değişikliklerle sonuçlandığı sınırlayıcı süreyi temsil etmektedir. Dolayısıyla raf ömrünün çok sayıda değişkene bağlı olduğu görülmektedir (Nobile ve ark 2024).

Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliğine göre raf ömrünü belirten son tüketim tarihi (STT); insan sağlığı açısından tehlike oluşturabilecek mikrobiyolojik etkenlerle hızlı bozulabilen gıda maddelerinin tüketime sunulacağı son tarih olarak tanımlanmaktadır. STT gıda maddesinin birleşimi ve gerekli muhafaza koşullarına göre gün, ay, yıl ya da ay, yıl olarak belirtilmelidir. Tavsiye edilen tüketim tarihi (TETT) ise 3 aydan daha kısa sürede tüketilecekse gün, ay yazılmalı, 3-18 ay arasında tüketilmesi gerekiyorsa ay, yıl, 18 aydan fazla süre içerisinde tüketilecekse eğer sadece yıl yazılması gerekmektedir. SKT ve TETT ile aynı anda görülebilecek konumda ürünün muhafazası sırasında uyulması gereken şartlar yer almalıdır (T. C. Resmi Gazete, 2017).

RAF ÖMRÜ STABİLİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Raf ömrünün uzatılmasında ham madde seçimi ve kalitesi, ürün formülasyonu, işleme ortamı, işleme ve muhafaza teknikleri, ambalajlama, depolama, dağıtım ve tüketici işlemleri büyük rol oynamaktadır (Lafuente ve ark. 2024, Chabi ve ark. 2024). Etkin ve başarılı bir raf ömrü çalışması için gıda maddelerinin fiziksel, kimyasal, duyuşal,

biyolojik değişkenliklerini göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Ham maddenin özellikleri, tekstürel yapısı, ürün formülasyonu gibi iç faktörler ile ambalaj içerisindeki modifiye atmosfer, sıcaklık, bağlı nem, nem gibi dış faktörler çalışmanın verimini artırmada birer etken olmaktadır (Kebede ve ark. 2015).

Gıdaların temel olarak yapısında bulunan bileşenler çeşitli yöntemlerle gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında değişikliğe uğramaktadır (Demirci 2019). Birçok iç ve dış faktör gıdaların raf ömrünü etkilemektedir.

İç Faktörler

Gıdayı dolayısıyla raf ömür stabilitesini mevcut gıda maddesinin bileşimi, pH, mikroorganizma yükü, su aktivitesi, oksidasyon redüksiyon potansiyeli etkilemektedir. Gıda stabilitesini etkileyen bu parametreler iç faktörler olarak kategorize edilmektedir (Gökmen ve Öztan 1995).

Gıdaların bozulması sırasında pH ve asitlikteki değişimler bozulmanın en temel belirtilerindendir (Goodazi ve ark 2020). Mikroorganizmaların faaliyet gösterdiği farklı pH aralıkları bulunmaktadır (Aran 2019). Gıda maddelerinin daha uzun süre muhafazası için işleme, depolama ve lojistik faaliyetler esnasında asitliğin artırılması, doğrudan ya da dolaylı olarak zayıf organik asitlerin ilavesi veya mikroorganizma faaliyetleriyle sağlanmaktadır (Erkmen 2013). Gıda maddelerinin pH değerini düşürerek mikroorganizma gelişimini sınırlandırmak adına sıklıkla sitrik, laktik ve asetik asit, koruyucu aktivitesinden yararlanmak için ise propiyonik, sorbik ve benzoik asit kullanılmaktadır (Erol 2007).

Gıdaların ana yapısını oluşturan su en önemli iç faktörlerden birisidir. Yaşamsal faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için bütün canlılar suya ihtiyaç duymaktadır. Mikroorganizmalar tarafından besin maddelerinin alınması, taşınması, metabolik atıkların atılması ve termal regülasyonun sağlanmasında su önemli rol oynamaktadır (Erol 2007). Mikroorganizmaların varlıklarını sürdürebilmesi için gıda maddesi içerisinde bulunan mikroorganizmaların kullanabildiği su olarak tanımlanan su aktivitesi mikroorganizmaların gelişimini kontrol altında tutmak için uzun yıllardır kullanılmaktadır. Su aktivitesi azaltılarak mikroorganizma gelişmesi sınırlandırılmakta ve gıdanın raf ömrü uzatılabilmektedir (Erkmen 2013). Suyun diğer moleküllerle etkileşime girebilmesi, hareketliliklerini ve işlevlerini etkileyebilmesi için gıdanın kalitesinde ve stabilitesinde önemli rol oynadığı bilinmektedir. Bilim insanları, su aktivitesinin mikroorganizma büyümesi için belirleyici bir faktör olduğunu ve kimyasal, fiziksel, enzimatik yapıdaki çoğu bozulma reaksiyonuyla ilgili olduğunu belirtmektedir. Gıda maddelerinin fiziksel olarak parçalanması, su oranının fazla olması kolay bozulabilir olduğunun göstergesi olarak kabul edilmektedir (Li ve ark. 2011).

Hasat sonrası bitkilerde biyokimyasal değişimler oluşmakta ve ürün güvenliğini tehlikeye sokacak bozulma reaksiyonları şekillenmeye başlamaktadır. Bir bitki hormonu olan etilen, iki karbonlu gaz formunda olup otomatik katalizör görevi yapmakta ve bitkinin hasadından tüketiciye ulaşmasına kadar geçen zamanda raf ömrü üzerine etkisi bulunmaktadır. Sürekli olarak etilen sentezinin mevcut olduğu ve raf ömrü ile aroma arasında bir ilişki bulunduğu kavun çeşitleri üzerine yapılan bir araştırmada etilenin raf ömrü üzerin etkisi gözlemlenmiştir. Bu yönde ıslah çalışmaları önerilmiştir (Koca 2023).

Dış Faktörler

Dış faktörler nihai ürünün besin zinciri boyunca ilerlerken karşılaşacağı faktörlerdir. Bu faktörler depolama ve dağıtım sırasındaki sıcaklık, bağlı nem, ışık, mikrobiyolojik ajanlar, işleme sırasındaki sıcaklık profili, ambalaj içerisindeki atmosferin birleşimi ve tüketici tarafından uygulanacak (tüketimden önce yeniden ısıtma veya pişirme) işlemler olup raf

ömrü üzerine direkt etki meydana getirmektedir (Kaba ve Uyar 2008, Andiç ve ark. 2010). Böylece gıda maddelerinde renk, tat, koku, besin değeri, tekstür değişimlerine ve besin maddelerinde kayıplara neden olmaktadır (Gökmen ve Öztan 1995).

Depolama sıcaklığı, süresi, bağıl nem ve ambalajlama materyaline bağlı olarak gıda maddelerinin mevcut yapısı korunmaktadır. Sıcaklık ve nem değişimleri depolama sırasında şeker ve şeker içeren gıda maddelerinde tat bozulmaları, renk değişimleri ve kalite kayıplarına neden olmaktadır. Örneğin un katkılı şekerlemelerde unun nem çekme özelliğinden dolayı depolama sıcaklığındaki artışa bağlı olarak bozulma hızı da artmaktadır. Bağıl nem ve sıcaklık artışına bağlı olarak üründe oksidasyon şekillenmesinden kaynaklı TBARS artışı ve oluşan Maillard reaksiyonu sonucu renk değişimleri meydana gelmektedir (Atıl ve ark. 2019).

Dağıtım zinciri ve mutfak ortamındaki sürekli termal değişimlerden dolayı gıda üreticisi geniş bir yelpazedeki depolama koşullarında ürünün depolama şartlarına hakim olması gerekmektedir. Üretici kadar tüketicinin de depolama koşullarına hakim olması aynı derecede önemlidir (Özçandır ve Yetim 2010, Başaran 2016).

Üretimden tüketime kadar geçen süre içerisinde hammadde temini, ürün işleme, ambalajlama, paketleme ve depolama aşamalarında gıdalar çeşitli mikrobiyal kontaminasyonlara maruz kalmaktadır. Gıda işletmelerinde kullanılan alet-ekipmanlar, gıdaların temas ettiği alanlar, su, hava, toprak, bağırsak orjinli gübreler, gıda üretim ve depolamada görevli işçiler kontaminasyon kaynaklarını oluşturmakta ve gıdaların raf ömrünü olumsuz etkilemektedir (Bağcı ve Temiz 2006).

Depolama koşulları, ambalaj içerisindeki ürünün stabilitesi ve raf ömrü süresini etkileyebilecek niteliktedir. Sıcaklık değişiminin stabilite üzerindeki etkileri, ürünün bu koşullara maruz kaldığı süreye, sıcaklığın derecesine ve aktivasyon enerjisine bağlı olmaktadır (Socarras ve Magari 2009).

GIDALARA UYGULANAN İŞLEMLERİN RAF ÖMRÜNE ETKİLERİ

Mamül maddeler ham madde ile kıyaslandığı zaman raf ömürlerinin daha uzun olduğu görülmektedir. Hammaddeler üzerine yapılan işlemler raf ömrünü etki etmektedir. Ham maddeler farklı teknolojik işlemlere maruz kaldıktan sonra stabiliteleri değişmektedir. Mikroorganizma faaliyeti, fiziksel ve kimyasal değişimler, çevresel faktörler, depolama ve muhafaza teknikleri değişime neden olmaktadır (Çağdaş ve Seydim 2014). Yapılan bir araştırmada beyaz peynirlerde küflenme probleminin giderilmesi ve raf ömrünü uzatılması, depolama süresi boyunca meydana gelebilecek değişiklikler UV, vakum ve ikili kombinasyon uygulamalarıyla gözlemlenmiş, yapılan analizlerde kontrol örneği ile UV ve vakum uygulamasının yapıldığı örnekler arasında anlamlı bir farklılığın olduğu, kalite özelliklerini korumak ve raf ömrünü arttırmak amacıyla bu uygulamaların kullanımlarının etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Şevik ve ark. 2024).

Gıdaların raf ömrü hesaplamasında diğer bazı faktörler de etkili olmaktadır. Gıda maddelerinin raf ömrü tahmininde biyokimyasal ve kimyasal, mikrobiyolojik, yapısal bozulmalar dikkate alınmaktadır (Kuruçaylı ve Şen 2017). Depolama süresi boyunca ürün stabilitesi sıcaklık, nem, depolama süresi gibi farklı kriterlerden etkilenmekte ve matematiksel ifadelerle belirtilmektedir (Zorva ve ark. 2005).

Raf ömür üzerine etkili olan faktörlerin başlıcaları şunlardır.

4.1. Muhafaza Yöntemlerinin Raf Ömrüne Etkileri

Gıda maddelerinden daha uzun süre yararlanabilmek adına farklı gıda muhafaza yöntemlerine başvurulmaktadır. Gıda maddelerinin hedeflenen muhafaza koşullarında ürün içeriğinde herhangi bir değişiklik olmadan öngörülen raf ömrü süresince tüketiciye vaat edilen özellikleri taşıması gerekmektedir (Erkmen 2013).

Gıdaların muhafazası sırasında hayvansal ve bitkisel gıdalarda mikroorganizma faaliyeti ve enzimlerin etkilerini durdurmak, bitkisel ürünlerde solunumu geciktirmek, devam eden kimyasal olayların katalizlenmesini engellemek için gıda muhafazasında sıcaklık kontrolü sağlayarak bu tür olayları en aza indirmek için kullanılan yaygın bir yöntemdir. Dolayısıyla ürün stabilitesini maksimum boyutta tutarak raf ömrünün uzamasına katkı sağlanmaktadır. Bu amaçla birçok farklı yöntem uygulanmaktadır (Ulusoy ve Karakaya 2011, Demirci 2019).

Gıdalarda en az değişimin görüldüğü soğutma sistemleri (soğukta muhafaza ve dondurma), kimyasal olarak organik asitler ve esterleri, nitrit ve nitratlar, dumanlarına işlemlerine tabi tutulmaktadır (Erol 2007).

Kurutma, nem dağılımı, sertliğin artması, nişasta retrogradasyonu, lezzetin azalması unlu mamüllerde raf ömrüne etki eden faktörler arasında yer almaktadır (Gerçekaslan ve ark. 2008).

Pastörizasyon ve sterilizasyon uygulamaları süt bileşenleri açısından birkaç olumsuz etkisi gözlemlenmesine rağmen sütün mikroorganizma yükünü düşürmekte ve dolayısıyla raf ömrünü uzatmaktadır. Dolayısıyla etkin olarak başvuru olan yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Gelişen teknoloji, artan maliyetler ve sütün biyoyararlılığından daha fazla yararlanmak için alternatif yöntemler arayışına girilmiştir. Bu bağlamda vurgulu elektrik alan (PEF), mikrofiltrasyon (MF), yüksek hidrostatik basınç teknolojisi gibi uygulamalar dikkat çekmektedir. Yüksek voltaj alanından belirli sıcaklıktaki akıcı gıda maddesinin geçirilmesi esasına dayanan vurgulu elektrik alan uygulamaları da çiğ sütün pastörizasyonunda uygulanmaktadır (Özcan ve Kurtuldu 2011).

İlk kez 1899 yılında Hite tarafından süt ürünlerinde kullanılan yüksek basınç uygulaması gıda maddelerinde mineral, vitamin, renk, tat, koku ve görünüşünde herhangi bir olumsuz etki meydana gelmemesinden dolayı ısı işlemlere alternatif bir uygulama olarak kabul edilmektedir. Böylece vejetatif ve patojen mikroorganizmaların yıkımlanmasına neden olarak gıda güvenliğini artırıp raf ömrünün uzamasına katkı sağlamaktadır (Sarıçoban ve ark. 2020).

Kırmızı etin kalite ve raf ömrünü iyileştirmeye yönelik trend teknolojik yöntemler arasında süper soğutma, yüksek basınçlı işleme ve biyokoruma önemli bir yer almaktadır (Nethra ve ark. 2023).

Gıda Katkı Maddelerinin Raf Ömrüne Etkisi

Gıda katkı maddeleri gıdanın renk, tat, doku özelliklerini korumak, gıda çeşitliliğini arttırmak ve gıda güvenliğini sağlamak amacıyla yasal düzenlemelere uygun, belirli konsantrasyonlarda gıdaya ilave edilen maddeler olarak tanımlanmaktadır (Sarican ve ark. 2024). Bitkisel ve hayvansal yağ içeren gıda maddelerinin üretimden tüketilinceye kadar geçen süre içerisinde oksidasyondan kaynaklı bozulmalarını engellenmesi için antioksidan katkı maddeleri kullanılmaktadır (Oğan ve Ceyhun Sezgin 2019).

Antioksidanlar gıdada meydana gelen oksidasyonu engelleyerek renk bozulmaları ve acılaşmayı önlemektedir. Böylece raf ömrünün uzatılmasına katkı sağlamaktadır. Sentetik antioksidan olarak bütil hidroksianisol (BHA), tersiyer bütil hidrokinon (THBQ), bütil hidroksitoulen (BHT), eritorbik asit, doğal antioksidan olarak da tokoferol kullanılmaktadır (Oğan ve Ceyhun Sezgin 2019, Özgen ve Hazarhun 2019).

Koruyucu katkı maddeleri, gıdalarda bulunan mikroorganizmaları inhibe ederek raf ömrünü uzatılmasına etki etmektedir (Özgen ve Hazarhun 2019). Aksoy ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada kanatlı etinin dekontaminasyonu ve raf ömrünü uzatılması için bazı baharat ve bitki ekstraktlarıyla yapılan çalışmalarda kekik ve karanfil hidrodistilatlarıyla sumak ve hibisküs infüzyonlarının pozitif sonuç verdiği ortaya konulmuştur.

Üreticiler meyve ve sebzelerin hasat sonrası tekniklerle raf ömrünü uzatmak amacıyla ekzojen nitrik asit (NO) uygulaması yapmaktadır. Bu anlamda meyve ve sebzeleri hasat sonrası ekzojen nitrik asit (NO) uygulamasıyla antioksidan sistemi destekleyerek etilen biyosentezini azaltıp kalite kayıplarının oluşmasını engellenmektedir (Veiga ve ark. 2024).

4.2. Gıda Bileşiminin Raf Ömrüne Katkısı

Gıda bileşimi de raf ömrünü belirleyen ana faktörlerden birisidir. Yağ içeren gıda maddelerinin depolanması sırasında oksijen konsantrasyonu, lipit-oksijen yüzeyinin genişliği, sıcaklık, nem gibi depolama koşulları sonucu oksidasyon meydana gelmektedir. Bu koşulların derecesine bağlı olarak da bozulma şekillenmektedir (Özboy ve Şahnaz 1996, Nas 2001). Anar (2020), hayvansal kaynaklı gıda maddelerinde, yağ ve yağ bazlı ürünlerde lipit oksidasyonunun raf ömrüne etki eden temel etmenlerden biri olduğunu bildirmiştir.

Gıdaların yapı özellikleri ile de raf ömrü farklılık göstermektedir. Örneğin ekmek de bayatlama iç tabaka ve dış yüzeyde farklı şekillerde gerçekleşmektedir. Dış yüzeyde yumuşama meydana gelirken iç yüzeyde sertleşme gözlemlenmektedir. Ekmeğin tüketici tarafından satın alınabilirliğine etki eden özelliği tazelik olduğundan dolayı uzun bir raf ömrüne sahip olması istenmektedir. Bu amaçla yapılan bir çalışmada 250 m- 150 m arası ve 150 m altı partikül boyutundaki unlar kullanılmıştır. Küçük partiküllü unlarla yapılan ekmeklerin daha hızlı bayatladığı gözlemlenmiştir (Tontul ve Babaoğlu 2019).

Gıda Ambalajlama Sistemlerinin Raf Ömrüne Katkısı

Gıdaları fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kontaminasyonlardan koruyarak, kalite ve gıda güvenliğini sağlayan raf ömrü üzerine etkili önemli faktörlerden biri de ambalajlama işlemi olarak tanımlanmaktadır (Yüceer ve Caner 2023). Modern gıda üretimi zincirinde ambalajsız gıda üretiminin olmaması amaçlanmaktadır. Gıda ambalajının temel görevi üretim-tüketim hattı boyunca gıdanın korunmasıdır (Nobile ve Chiesa 2024). Ambalaj temel rolünün dışında tüketici ile üretici arasında iletişim aracı olarak görev yapmaktadır (Bhargava 2020).

Yakın bir zamana kadar kullanılan geleneksel ambalajlama yöntemleri ile tüketici taleplerini karşılamakta zorluklar yaşanmaktaydı. Küreselleşen dünyada endüstriyel üretim sonucu artarak devam eden teknolojik gelişmeler, geleneksel yöntemlerin yerini yenilikçi yaklaşımlara bırakmıştır (Akkemik ve Güner 2020). Ambalaj içerisindeki gaz atmosferini değiştirilmesi ile raf ömrünü uzatmayı amaçlayan trend uygulamalardan en yaygın olarak modifiye atmosferde ambalajlama teknikleri yer almaktadır (Karagöz ve Demirdöven 2017). Raf ömrü belirlenirken depolama süresi boyunca birbiri ile ya da ürün ile reaksiyona girme eğiliminde olmayan gaz ya da gaz bileşimleri tercih edilmektedir (Doğan ve Aydın 2020). Dolayısıyla modifiye atmosfer ile ambalajlama sistem prosedüründe N₂ ve CO₂ gazları kullanılmaktadır. Bu gazların bakteriyostatik ve fungustatik etkilerinden faydalanılmaktadır. CO₂ unlu mamuller sektöründe aerobik bozulmayı dolayısıyla küf gelişimini baskılamaktadır (Uçar ve Hayta 2012).

Nem çekiciler, oksijen tutucular ile ambalaj materyali içerisinde bozulma reaksiyonlarını en aza indirmeyi amaçlayan aktif ambalajlama sistemleri, birçok gıda maddesinin kullanım süresinin uzatılmasında kullanılmaktadır (Karagöz ve Demirdöven 2017). Gıda maddesinin polimerik ambalaj vasıtasıyla raf ömrünü uzatmayı hedefleyen aktif ambalajlama sistemleri üzerine yapılan bir çalışmada esansiyel yağların kullanıldığı ambalaj materyallerinin süt ve süt ürünlerinin raf ömrü üzerine etkisi araştırılmış, esansiyel yağlar antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinden dolayı güvenli gıda üretiminde koruyucu ajan olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur (Ertekin 2020).

Taze tavuk kanat etlerinin raf ömrünü uzatmak amacıyla peynir altı suyu konsantresi kaynaklı aktif yenilebilir kaplama geliştirilmiştir. Bu amaçla proteinleri katalizlemesi için transglutaminaz enzimi, antioksidan ve antimikrobiyel özellikleri nedeniyle de kekik yağı kaplama materyali içerisine eklenerek, tavuk kanatları -18 °C ve +4°C depolanarak belirli günlerde analizlere tabi tutulmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda kullanılan kaplama materyalinin lipit oksidasyonunu ve *Salmonella*'nın gelişimini geciktirmek, renk kusurlarını önlemek gibi pek çok olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir (Kaçmaz 2023).

Meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan gaz formundaki etilen maddesinin raf ömrü üzerinde olgunlaşma ve yaşlanmayı hızlandırıcı etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Etilen tutucu olarak son yıllarda toksik olmayan, kokusuz gaz formunda ve düşük miktarlarda 1-methylcyclopropene (1-MCP) bileşiği kullanılmaktadır. Aktif ambalajlama faaliyetlerinden etilen tutucu sistemlerin uygulanması hem ürün kalitesi hem de raf ömrü üzerine olumlu katkı sağlamaktadır (Sezer ve Ayhan 2017).

Gıda ürünlerinin paketlenmesinde kullanılan sentetik potansiyel ambalajlara alternatif olarak üretilen doğal biyo malzemelerden yapılan (polisakkarit, lipit ve protein bazlı) yenilebilir ambalajlar raf ömrünü uzatan koruyucu bir tabaka olarak görev yapmaktadır. Daldırma kaplama, püskürtme, fırçalama teknikleri esas alınarak özellikle meyve ve sebzelere uygulanmaktadır (Sharma 2024). Yumurtanın raf ömrünü uzatmak için yapılan bir çalışmada yumurta kabuğuna farklı kaplamalar uygulanmıştır. Bu amaçla farklı kaplama materyalleri uygulanmış optimum olarak şellak ile kaplanan yumurta 6 hafta, ozon (6 ppm-4 dak) ve lizozim-kitosan (%20) kaplamanın 4 hafta boyunca kalite özelliklerinde stabil bir seyir gözlemlenmiştir (Yüceer 2013).

Gıda maddelerinin dış etkenlere karşı korumak amacıyla kullanılan ambalajlama tekniklerinden bir tanesi de vakum ambalajlamadır. Bu teknik ile ambalaj materyali içerisindeki hava tamamen boşaltılarak aerobik mikroorganizmaların üremesi ve oksidatif bozulmalar yavaşlamaktadır. Böylece gıda maddelerinin raf ömründe artış meydana gelmektedir (Erdem ve ark. 2022). Gökkuşağı alabalıkları üzerinde raf ömrü ile ilgili yapılan bir çalışmada farklı konsantrasyonlardaki defne esansiyel yağının vakum paketleme ile birlikte etkisi araştırılmış, kombine kullanımın 14 günlük depolama süresi sonunda olumlu sonuç verdiği ve raf ömrünü dört gün uzattığı gözlemlenmiştir (Aksoy ve Sezer 2019).

RAF ÖMRÜ ÇALIŞMALARINDA SON TRENDLER

Gelişen teknoloji ve tüketici istekleri doğrultusunda tüketilen ürünün anlık tazelik ve kullanım süresi hakkında bilgi almak amacıyla akıllı ambalajlama sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemlerin gıda maddesi üretici firmadan ayrıldıktan sonra üründe ve/veya çevresel faktörlerde meydana gelen değişiklikler hakkında tüketiciye bilgi vermesi amaçlanmaktadır. Raf ömrünün uzatılması ve kalitenin izlenmesi amacıyla sensörler (gaz sensörleri, biyosensör, nanosensör), indikatörler (sızıntı, tazelik, sıcaklık zaman indikatörleri) ve radyo- frekans tanımlama cihazları ambalaj üzerinde bulunmaktadır (Kocaman ve Sarımeahmetoğlu 2010, Kadağan ve Gürbüz 2022).

Mikrobiyolojik kontaminasyon, formülasyon kalite ve stabilitesinin bozulması, fiziksel ve kimyasal değişimler nedeniyle bitkilere uygulanan ilaçların raf ömrü üzerine olumsuz sonuçları vardır. Bitkisel ürünler depolama sırasında çevresel faktörler ve çeşitli kontaminantlarla aktif bileşenlerin kaybına uğramakta ve farklı metabolitlerin sentezine yol açarak istenmeyen toksik metabolitlerin meydana gelmesi ile gıdalar bozulmaktadır. İşte mevcut stabilitenin korunması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla yeni dekontaminasyon yaklaşımlar gerekmektedir. İyi üretim uygulamaları, iyi hasat uygulamaları, pozitif uygulamalar buna örnek olarak verilmektedir. Gıda maddelerinin raf ömrünü değerlendirirken titreşimsel spektroskopiye dayalı algılama teknolojileri,

kızılötesi ve hiperspektral görüntüleme sistemlerinden yararlanılır. Bu teknikler gıda maddelerinin kimyasal bileşimi, fiziksel özellik, sıcaklık gibi değişikliklerle ilgili bilgilerin belirli dalga boylarındaki moleküller tarafından ışınım absorpsiyonu, emisyonu ve saçılmasının ölçümü şeklinde çalışma prensibine sahip olduğu belirtilmektedir. Hayvansal kökenli gıdaların, meyve ve sebzelerin, bazı bitki tohum ve soslarının raf ömrünü tahmin etmek için kızılötesi sensörler kullanılmaktadır (Cozzolina ve Hoffman 2024).

İşlenmiş ürünlere standart bir depolama sağlanması için belirli aralıklarla raf ömrü testleri yapılmaktadır. Bu testler çok uzun zaman alacağı için raf ömrü tahmininde kullanılacak reaksiyon kinetiği yaklaşımlı matematiksel modeller yardımıyla hızlandırılmış raf ömrü testleri kullanılmaktadır. Böylece gıdalardaki bozulmaların hızla tespiti gerçekleştirilerek test süreleri kısaltılmaktadır (Doğan ve Aydın 2020).

RAF ÖMRÜ BELİRLEMELERİNDE E-ALGILAMA CİHAZLARI

Pek çok gıda maddesi, özellikle hayvansal kaynaklı ürünler, depolama sırasında mikroorganizma, enzim ve oksidasyon etkisi ile en hızlı bozulabilen gıda grupları arasında yer almaktadır. Gıdalarda meydana gelen bu bozulmaların teşhisi ve raf ömrü belirlemeleri zahmetli, pahalı ve teknik olduğundan dolayı yenilikçi değerlendirme yöntemleri ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda tüm bu olumsuzlukların giderilmesi için elektronik algılama (e-algılama) cihazları insan duygularını taklit etmek üzere tasarlanmış olup elektronik göz, burun, dil ile çok hızlı, kolay, objektif, çok yönlü ve online olarak değerlendirmeler yapılabilmektedir (Grassi 2023). Kısa algılama döngüsü, karmaşık olmayan bir ön izleme, etkili hassasiyet, doğruluk, tespit aralığı, maliyet ve zaman açısından e-algılama cihazları gıda maddelerinin kalite özelliklerini algılayabilmektedir (Özer ve ark. 2020). E-algılama cihazları geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı değerlendirme sağlamaktadır. Dolayısıyla mevcut avantajlar bu cihazlara olan talebi artırmaktadır (Ali ve ark. 2020).

Et, balık, süt ürünleri ve yumurta gibi hayvansal kökenli taze gıdaların kalitesi tüketiciler ve üreticiler tarafından için çok büyük önem taşımaktadır. Mikroorganizma faaliyetleri, enzimlerin etkisi ve depolama sırasında meydana gelen oksidasyon nedeniyle taze gıdalar bozulmaya maruz kalmaktadır. Kimyasal ve duyuşal raf ömrü değerlendirmeleri pahalı, emek gerektiren ve oldukça teknik özellikler olduğundan yenilikçi raf ömrü değerlendirmeleri gündeme gelmektedir. E-algılama cihazları, bu dezavantajların çoğunun üstesinden gelmektedir. Raf ömrü değerlendirmesi için çok az veya hiç numune ön işleme gerek kalmadan, reaktif kullanılmadan tanımlanmış bileşiklerin doğru, hızlı bir şekilde belirlenmesine olanak sağlaması nedeniyle, e-algılama sistemleri bu bağlamda ilgi çekici yaklaşımlar arasında yer almaktadır (Grassi ve ark. 2023).

Gıda endüstrisinde insan duyuları model alınarak yapılan bu sensörlerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Sensörler ile tazelik ve olgunluk izleme, raf ömrü araştırmaları, özgünlük değerlendirmeleri ve patojen tespiti gibi analizler yapılmaktadır. Elektronik duyular (e-duyu), düşük maliyetli, çevre dostu yapısı ve numune ön işlemi olmaması, ölçümün hızı, hassasiyeti, nesnelliği, verimliliği ve tahribatsızlığı gibi özellikleri ile geleneksel analize göre çeşitli avantajlar sunmaktadır. Bununla birlikte, verilerin kalıcı olarak depolama ve endüstriyel ölçekli operasyonların çevrimiçi izlenebilmesi için otomasyon kontrolüne sahip olma gibi üstün özellikleri de mevcuttur. Bu işlemler elektronik paneller ile gerçekleştirilmektedir. Bu paneller tamamlayıcı sensörlerden gelen verilerin birleştirilmesi işlemini gerçekleştirmektedir. Veri birleştirme, kökeni doğrulamak ve kaliteyi değerlendirmek için çok çeşitli yiyecek ve içecekler uygulanmakta, sınıflandırma veya kalite değerlendirmesinin performansını önemli ölçüde artırmaktadır. Hibrit veya biyoelektronik sensörlere dayanan elektronik burun (e-burun), elektronik dil

(e-dil) ve elektronik göz (e-göz) gibi yeni yapay algılama cihazlar gün geçtikçe ilgi uyandırmaktadır. Hibrit sistemler, farklı dönüştürücülere özgü avantajları içeren ve aynı zamanda hangi kimyasal sensörlerin kullanılabileceğine dair bir seçim sunan farklı sensör teknolojilerinin bir kombinasyonu ile donatılmaktadır (Yoon ve ark. 2009, Kim ve ark. 2009, Lee ve ark. 2012).

E-algılama cihazlarında sensörün, incelenen numunelerin kimyasal yapısı dikkate alınarak seçilmesi gerekmektedir. Lezzet ve görünümü algılamak için tasarlanmış e-burun, e-dil ve e-göz bilgisayarlı görüş sistemleri gıda endüstrisinde kalite değerlendirmesi için hızlı ve güvenilir araçlar olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır. Ancak gıdanın yüksek karmaşıklığı nedeniyle, yalnızca tek bir sensör verisinin kullanımı genellikle yetersiz olabilmektedir. Çok değişkenli analiz yöntemlerinin tüm elektronik duyuyla birlikte kullanılması önerilmektedir. Son yıllarda, gıdanın kalite değerlendirmesini ve kimlik doğrulamasını iyileştirmek için birden fazla enstrümantal kaynağın çıktıları birleştirilerek çeşitli veri birleştirme stratejileri geliştirmek için çok sayıda araştırma yapılmaktadır (Rosa ve ark. 2017).

Yapay zeka, bulanık mantık (fuzzy logic), yapay sinir ağları (neural network) ve genetik algoritma (genetic algorithm) uygulamaları ile bir çok yenilik gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Yapay sinir ağları, beynin çalışma mekanizması modellenerek meydana getirilmektedir. İletilen bilgileri depolama ve kıyaslama özelliğine sahip paralel dağılmış işlemcilerden oluşmaktadır. Elektronik devre ve bilgisayar yazılımı donanımına sahiptir (Çerkez ve Kızıldemir 2020).

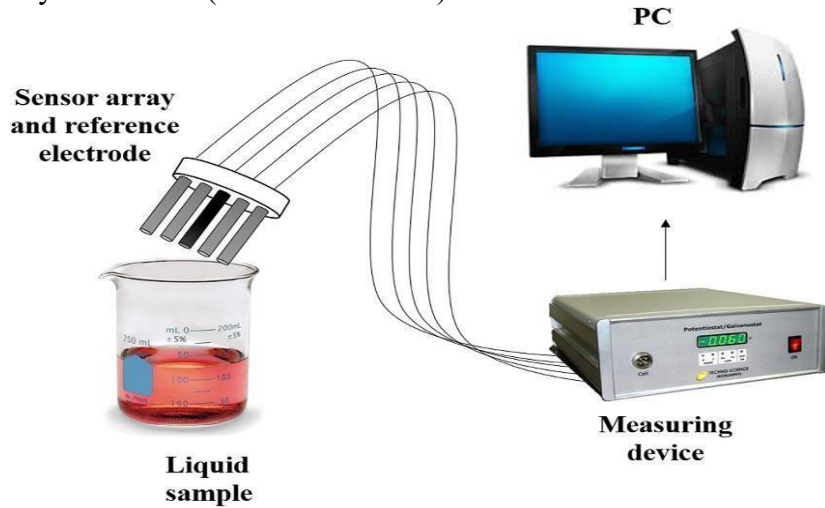
Gıda kalite kontrollerinde e-burun, e-dil ve e-göz yaygın olarak insan koku, tat ve görme duyarlarını taklit eden, sırasıyla gaz, sıvı ve renk sensörleriyle donatılmaktadır. Bunlar, gıdanın kokusunu, tadını ve rengini sayısallaştırmak ve hızlı tespit, basit kullanım ve iyi tekrarlanabilirlik avantajlarıyla bir numune hakkında kapsamlı bilgi sağlamak için kullanılmaktadır (Tian ve ark. 2019). Bu cihazlar genellikle karmaşık örnekleri karakterize etmek için kullanılan kemometrik işleme bağlı sensör dizileridir ve ilgili duyarları yapay olarak yeniden üreten analitik araçlar olarak düşünülebilir. Gaz sensör dizilerine 'e-burunlar' , sıvı sensör dizilerine 'e- diller' denilmektedir (Escuder- Gilabert ve Peris 2010).

Bugün artık pek çok gıda maddesinin muhafazası sırasındaki değişiklikleri izlemek için e-algılama cihazları kullanılmaya başlanmıştır. Zeytinyağlarının duyu ve fiziko-kimyasal karakterizasyonu için e-dil ve/veya e-burun cihazları kullanılmaktadır. Uçucu bileşiklerin desenlerine dayalı olarak fermente sofralık zeytinlerin kalite kontrolü için bir tarama aracı olarak e-burun cihazlarından yardım alınmaktadır. Ayrıca cihaz, duyu panel değerlendirmesine dayalı olarak yeşil zeytinleri üç ana sınıfa (kabul edilebilir, kabul edilemez, marjinal) ayırt etmektedir (Panagou ve ark. 2008, Marx ve ark. 2017). Depolama sürecinde ve ihracattan hemen önce kullanılabilen, meyvelerde meydana gelebilecek zararlanmaların varlığını tespit etmek için hızlı ve taşınabilir e-algılama cihazlarından faydalanılmaktadır (Sonval ve ark. 2024). Hızla bozulabilen bir gıda maddesi olan balıkların raf ömrü çalışmalarında kullanılan yöntemlerin zaman alıcı olması dolayısıyla sorunlar yaşanmaktadır. Bu nedenle balıkların tazeliğinin belirlenmesinde etkili yöntemlere ihtiyaç vardır. Sensör teknolojileri ve veri analizi prosedürlerindeki son gelişmeler, kaslardaki ölüm sonrası kalite değişimlerini tespit etmek için hızlı tekniklerin geliştirilmesine yol açmaktadır. Aminler, kükürt bileşikler, alkol, aldehitler ve esterler gibi bozulma kokusuna neden olan, üretilen uçucu bileşiklerin ana sınıflarının seçici olarak tespitine dayanan e-burunlar, balıklardaki kalite değişikliklerini hızlı bir şekilde ölçmek için kullanılabilmektedir (Limbo ve ark. 2009).

E-Dil

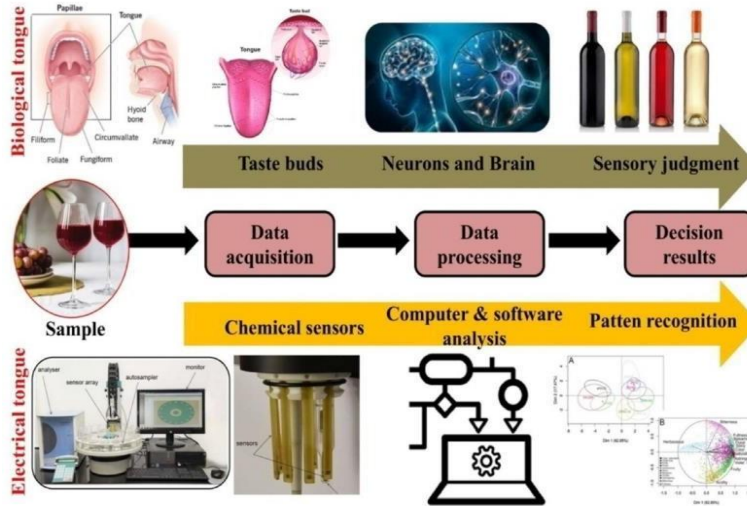
İlk e-dil konseptinin Hayashi ve ekibi tarafından 1990 yılında sahada kullanılabileceği bildirilmiştir (Tahara ve ark. 2013). Bu konsept insan tat reseptörlerinin işlevlerini taklit etme amacıyla, bir polimerle hareketsizleştirilmiş lipid zarlardan oluşan dönüştürücülere sahip çok kanallı bir elektrottan oluşmaktadır. Böylece ekşi, tatlı, tuzlu, acı ve umami tatları algılamaktadır (Tahara ve ark. 2013). Elektronik dil teknolojisi ile beş temel tat kalitesini gösteren kimyasal maddeler incelenmektedir (Ross 2021).

E-diller, biyolojik sistem mekanizmalarının temeline dayanmaktadır ve e-dil, 'kimyasal sensör dizilerine ve uygun bir desen tanıma yöntemine dayalı sıvı analizi için çok duyulu bir sistem' olarak tanımlanmaktadır. Bir e-dil cihazı, farklı seçiciliğe sahip kimyasal sensör dizisi, sinyali elde etmek için enstrümantala ve sinyali işleyip sonuçları elde etmek için uygun algoritmaya sahip yazılımdan oluşmaktadır (Paixao ve Bertotti 2009). Bileşiğin tadının veya doğasının, dirençteki değişim veya bu elektrotlar arasında üretilen akım yoluyla analiz edilebildiği sayma/algılama elektrotlarına ve bir referans elektrotuna sahiptir (Mahanti ve ark. 2024). E-dillerin tasarımında kullanılan sensör dizisine ilişkin olarak, çok çeşitli kimyasal sensörler ile analizler yapılmaktadır. Genellikle elektrokimyasal (potansiyometrik, voltametrik, amperometrik, empedimetrik, kondüktimetrik), optik, kütle ve enzimatik sensörler (biyosensörler) kullanılmaktadır (Ciosek ve Wroblewski 2011). Sıvıların tat analizi için geliştirilen elektronik dil, darbeli voltametriye dayanmaktadır (Wei ve ark. 2013).



Şekil 1: E-dil algılama mekanizması (Rosa ve ark 2017)

E-diller yapay sensörlerle donatılmış olmasına rağmen, insan panelistler tarafından verilen organoleptik puanlarla benzer korelasyonlar göstermektedir. Her iki tat sistemini karşılaştırdığımızda, yapay duyular öznel değildir, yorulmaz veya enfekte olmaz ve daha geniş bir örnek yelpazesinde (yani, toksik örneklerde) kullanılabilmektedir. Ayrıca, e-diller insan dilinden daha iyi hassasiyete sahip olmakta ve doğal muadilleri tarafından algılanamayan maddeleri algılayabilmektedir. Bunun nedeni, insanlardaki tat sisteminin koku alma sistemi kadar gelişmiş olmamasıdır. Elektronik dilin hem koku alma hem de tat alma duyusuna benzediği düşünülmekte ve buharlaşmadan sonra koku veren uçucu bileşikler de dahil olmak üzere her türlü çözünmüş bileşiğin tespiti için yararlanılmaktadır. Bu cihaz, çoklu bileşen konsantrasyonlarının tanınması, sınıflandırılması ve nicel tayini için kullanılmaktadır (Escuder- Gilabert ve Peris 2010).

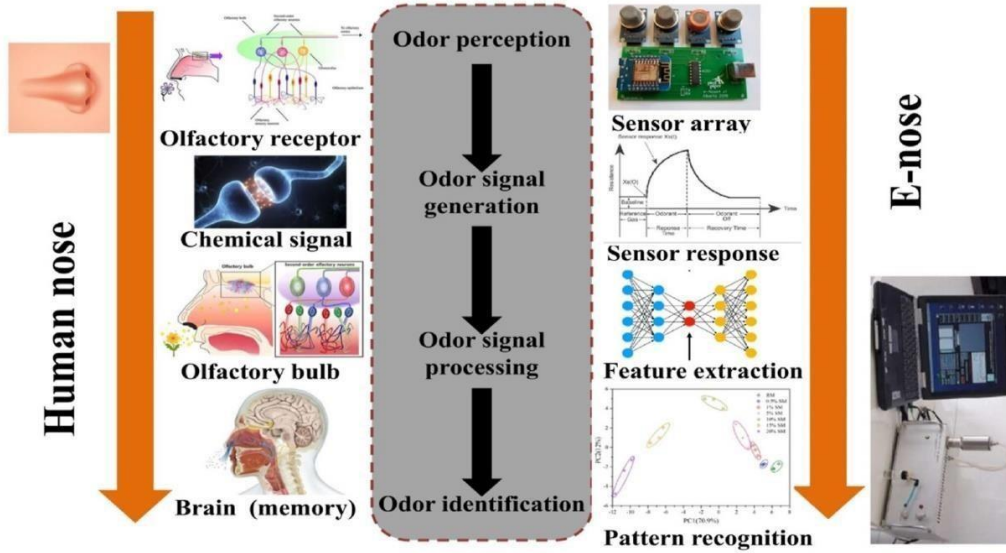


Şekil 2: İnsan dili ve e-dil algılama mekanizması (Mahanti 2024)

Gıdaların takibinde sensör seçimi önemli bir konudur. Sensörler ekstrem koşullara karşı dayanıklı, hijyenik ve kolay sterilize edilebilir olmalıdır. Bir uygulamada bir süt işleme tesisinde özel sensörlerden oluşmuş e-diller ile 8 ay boyunca kullanılmış ve doğrudan hat içine yerleştirilen bu cihazlara herhangi bir bakım ve onarım işlemi gerçekleştirilmemiştir (Winqvist ve ark. 2005).

E-Burun

E-burun cihazı, Persaud ve Dodd (1982) tarafından insan koku algısını taklit eden bir dizi spesifik gaz sensörü tarafından basit ve karmaşık kokuların tespitine izin veren bir araç olarak geliştirilmiştir (Gardner ve Barlett 1994). Gıda sektöründe özellikle raf ömrü denemelerinde kullanılan e-burunlar, biyolojik materyalden çevreye dağılan uçucu bileşenleri algılamaktadır. E-burun, farklı bileşenlerin belirlenmesine yarayan sensörler, sinyal toplama merkezleri ve örnek tanımlama yazılımlarından oluşmaktadır (Kızıl ve ark. 2011). E-burun sistemi ölçülebilir aralıktaki kokulara duyarlıdır (Chen ve ark. 2020). Analizler esnasında çeşitli sensör tipleri kullanılmaktadır. Metal-oksit yarı iletkenler, modifiye metal-oksit yarı iletkenler, iletken polimerler, iletken oligomerler bu sensörlerden en çok kullanılanlar arasındadır (Kızıl ve ark. 2001). Gıda endüstrisindeki diğer analitik teknolojilerin işlenmesinde olduğu gibi, işleme sırasında çevrimiçi olarak kullanılabilecek düşük maliyetli bir cihaz özelliği taşımaktadır. E-burun kullanılan sensör türüne bağlı olarak veri üretebilmektedir. Daha düşük uçucu bileşik konsantrasyonlarını (örneğin, ppm) tespit edebilmektedir. Özel analitik tekniklerle, meyvelerin olgunlaşması gibi tarımsal ürünlerdeki çeşitli biyokimyasal değişikliklerle ilgili fizikokimyasal özellikleri belirlemek için de kullanılmaktadır (Ferreira ve ark. 2003).



Şekil 3: İnsan burnu ve e-burun algılama mekanizmaları (Mahanti ve ark. 2024)

E-burun, memelilerin koku alma mekanizmalarını taklit ederek uçucu bileşikler bir sensör kombinasyonu kullanarak ölçmektedir. İnsan koku alma sisteminde reseptör hücreleri ile ilk algılama gerçekleştirilmektedir. E-burun cihazlarında ise sensörler bu hücrelere karşılık gelmektedir. Daha sonra beyin tarafından koku tanımlaması yapılmaktadır. E-burun cihazlarında ise koku tanımlaması bilgisayar yazılım sistemleri ile yapılmaktadır (Barisci ve ark. 1997, Kandemir ve Muluk 2016).

Gıda sanayinde taklit, taşıma ve kalite parametrelerini tespit etmek için e- burun cihazlarının kullanılması, ürünün uçucu emisyonlarının analizine dayanan alternatif bir yöntem olarak da kabul görmektedir. Bir e-burun sensör dizisi, organik numunelerden elde edilen basit ve karmaşık aromaları tespit etmek ve sınıflandırmak için genellikle desen tanıma ve kemometrik istatistiksel yöntemler kullanarak analizlerini gerçekleştirmektedir (Darvishi ve ark. 2024).

İşleme ve depolama sırasında gıda ve tarım ürünlerinin biyolojik ve kimyasal değişimiyle ilgili aromatik bileşikler tanımlamak ve sınıflandırmak için çeşitli tipte e-burun ekipmanları tasarlanmaktadır. E-burunlar, ticari gıda ürünlerinin kalitesini değerlendirmede hızlı, doğru ve güvenilir sonuç sağlama kabiliyetleri nedeniyle gıda kalitesini ve tazeliğini araştırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Wilson 2018).

E-burun sistemleriyle alakalı birçok çalışma yapılmıştır. Gıda alanında e-burunlar kullanılarak balıkların bayatlama süreleri gözlemlenmiştir (Dodd ve ark. 2005). Zincir marketlerde satılan sığır etinin tazeliği üzerine araştırmalar yapılmış ve pozitif sonuçlar alınmıştır (Balasubramanian ve ark. 2005). Golden elmalarının depolaması sırasında uçucu bileşenlerde büyük nitel ve nicel farklılıklar gözlemlenmektedir. Bir e-burun cihazı, düşük sıcaklık altındaki depolama sırasında elmaların raf ömrünün belirlenmesi için tarama aracı olarak kullanılmaktadır (Waghmode ve ark. 2021).

E-Göz

Gıda maddelerinin görünümü ile kalite karakteristiklerini karakterize etmek her zaman zordur. E-göz sistemleri, insan gözü tarafından algılananın ötesine geçerek yüzey dokusunu analiz etmektedir. Bu görsel değişimler için insan görme duyusu taklit edilerek e-göz cihazı geliştirilmiştir. İnsanın renk algısını nesnel olarak tanımlamayı ve ölçmeyi sağlayan kolorimenterik yöntemler renk değişimi ile analiz edilmektedir. Gıda maddelerinin renk değişimi hakkında fikir veren kolorimetreler tüm gıda yüzeyinin karakterizasyon analizlerinden uzak olması sebebiyle e-göz sistemleri analizler sırasında

kullanılmaktadır. Böylece gıda maddesinin renk, doku, morfolojik özelliklerinde yüksek doğruluk ve hassasiyete sahip ölçümler yapılmaktadır (Yağmuroğlu 2022).

Gıda maddelerinin görünüşü fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değişikliklerden etkilenmektedir. Renk, yüzey dokusu ve morfolojik özelliklerindeki bu değişiklikler gıdaların kalite ve raf ömrünü etkilemektedir (Çağlaırnak 2013, Waldhans ve ark. 2023). E-göz sistemleri et endüstrisinde karkas kimyasal kompozisyonunun belirlenmesi, kalite kusuru değerlendirmesi ve duyuşal kalitesin belirlenmesi işlemlerinde raf ömrü tahmini amacıyla kullanılmaktadır (Jackman ve ark. 2009).

E-Algılama Cihazlarının Diğer Kullanım Alanları Üzerine Bazı Çalışmalar

Gıda tazeliği ve raf ömrü süresinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş yöntemler, uzun yıllardır gıda üreticilerinin öncelikli listesinde yer almaktadır. Bu alanda, e-dillerin farklı gıda ham ve mamul maddelerin tazeliğini veya bozulmasını tahmin etmede potansiyellerinin bulunduğu ortaya konulmuştur (Gil ve ark. 2008, Rodringuez Mendez ve ark. 2009).

İnsanlarda, özellikle gıda lezzeti değerlendirmesinde koku ve tat alma duyuları her zaman işbirliği içinde çalışmaktadır. Bu nedenle, hem e-burun hem de e-dil içeren entegre bir sensör sistemi meydana getirmek amacıyla çalışmalar yürütülmektedir. Sonuçta e-dilin e-burun ile birleştirilmesi ile birleşik sistemin daha yüksek bir tanıma gücüne sahip olduğu cihazlar ortaya konulmaktadır. Bu cihazlar, çok benzer örnekler analiz edildiğinde ve güvenilir tanımlamanın kritik önem taşıdığı analizlerde kullanılmaktadır (Natale ve ark. 2000, D'Amico ve ark. 2000, Buratti ve ark. 2004).

E-burun, depolama sürelerinin ortaya çıkarılması amacıyla buğday stokları üzerine bir çalışma yapılmış ve sınıflandırma başarıyla ortaya konulmuştur (Zhang ve Wang, 2008). Süt, e-burun cihazları kullanılan çeşitli araştırmaların konusu olan gıdalardandır. E-burunlar, farklı süt tiplerini tanımlamaktadır. UHT ve pastörize sütün raf ömrü boyunca bozulmalarını kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Benzer koku profiline sahip süt aromasını birbirinden ayırt etmek, bakteri ve mayaların aktivitesi nedeniyle bozulmamış, orta derecede bozulmuş ve bozulmuş süt arasında ayırım yapmak ve kontaminasyonlardan kaynaklanan uçucu maddelerin modellerini analiz etmek de kullanım amaçları arasındadır. Ayrıca, süt örneklerinin maruz kaldığı soğuk depolama günlerinin sayısını tespit etmek için de kullanılmaktadırlar (Capone ve ark. 2001, Magan ve ark. 2001, Wang ve ark. 2010).

Farklı konsantrasyonlardaki pastörize sütte e-dil ve e-burun kullanımıyla *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Salmonella enterica* tanımlanmış olup bu tarz mikrobiyolojik çalışmalar umut vadetmektedir (Carrillo-Gomez 2021).

Yapılan bir çalışmada elektronik burun sistemi ile hava kalitesi ölçüm ve uyarı cihazlarını eş zamanlı kullanarak, her iki sistemin performansı karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte, hava kalitesi ölçüm cihazının performansı da ortaya konulmuştur. Alınan hava örnekleri oluşturulan düzenek sayesinde e-burun sistemiyle eş zamanlı olarak hava kalitesi ölçüm cihazına da sirküle edilmiştir. Cihazın, e-burun sistemiyle benzer şekilde barınak etrafında ve özellikle kuzey ve güney yönünde koku şiddetindeki artışı ortaya koyduğu gözlemlenmiştir (Sezen ve Kızıl 2017).

Süt ürünlerindeki bileşenlerin kimyasal analizi, sütün heterojen yapısı nedeniyle oldukça uzundur ve karmaşıktır. Süt ve süt ürünlerindeki kimyasal bileşenlerin profili, günümüzde gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) gibi enstrümantal teknikler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Yakın kızılötesi veya orta kızılötesi spektroskopisi, ön yüz floresan spektroskopisi, nükleer manyetik rezonans ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi yöntemleri ile analizler yapılmaktadır. Bu yöntemler süt ve süt ürünlerinde bulunan kimyasal bileşikler hakkında çok detaylı bilgi vermektedir. Ancak, zaman alıcı olmaları,

çok pahalı olmaları, doğru çalışması için çok eğitimli personel gerektirmeleri ve insanın koku ve tat algısıyla kolayca ilişkilendirilebilecek bilgi vermemeleri gibi bir dizi dezavantaja sahiptirler. Bu nedenle, özellikle raf ömrü kısa olan süt ürünlerinin erken ve hızlı desen taraması, yalnızca süt üreticileri için değil aynı zamanda tüketici koruma kuruluşları ve gıda güvenliği örgütleri için arzu edilen bir talep haline gelmektedir. E-diller, süt tanıma ve süt analizlerde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu anlamda, e-burunlar ve e-diller, karmaşık olmayan numune hazırlama, sürekli izlemeyi sağlayan hızlı yanıt, sahada ölçümler için taşınabilirlik ve düşük maliyet (genellikle enstrümantal tekniklerde ihtiyaç duyulan hantal ve pahalı ekipmanların aksine) gibi endüstri taleplerini başarıyla karşılamaktadır (Bougrini ve ark. 2014).

Zeytinyağları duyuşal yoğunluk (yoğun, orta veya hafif) algılarına göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma, üreticiler ve zeytinyağı satın alırken tüketiciler için önemli parametrelerden sayılmaktadır. Bunların değerlendirmeleri eğitilmiş panelistlerin varlığını gerektirdiğinden yorucu bir iş olarak kabul edilmektedir. Zeytinyağı genel duyuşal yoğunluk sınıflandırmasında (yoğun, orta ve/veya hafif koku alma zeytin meyvensiliği, acılık ve yakıcılık niteliklerinin kombinasyonları) e-dil uygulanmalarının olumlu sonuç verdiği görülmektedir (Veloşo ve ark. 2016). Yenilebilir zeytinyağlarının (sızma, zeytin ve posa) karakterizasyonu ve farklı sıcaklıklarda depolama sırasında sızma zeytinyağı ve zeytinyağı kalite düşüşünün değerlendirilmesi için de e-duyular (e-burun, e-dil ve e-göz) kullanılmaktadır. E-duyuların ve yenilikçi veri işleme stratejilerinin birlikte uygulanması, farklı kategorilerdeki yenilebilir zeytinyağlarının duyuşal özelliklerine göre karakterize edilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca sızma zeytinyağının depolanması sırasındaki değişiklikler ve zeytinyağının duyuşal özellikleri izlenmektedir. Böylece e-duyular ile yağların kalite düşüşünün değerlendirilmesinde yardımcı olduğu görülmektedir (Buratti ve ark 2018).

Karabiberin kökeninin tespiti için düşük maliyetli ve güvenilir bir analiz yöntemi araştırılmış ve e-burun, e-göz, e-dil algılama cihazları ışığında kapsamlı bilgiler elde edilmiştir (Wang ve ark. 2023).

Gil ve ark. (2008) yaptıkları bir araştırmada 16 elektrot içeren potansiyometrik e-dil vasıtasıyla kültür çipura (*Sparus auratus*) filetolarındaki evrimi zamanla incelemiştir. Doku, pH, renk, mikrobiyal analiz, toplam uçucu bazik azot ve biyojen aminler gibi balık tazelik göstergeleri analize tabi tutulmuştur. E-dil verilerinin çok değişkenli analizi, balık filetolarının depolama süresinin %100 başarı oranıyla değerlendirilmesine olanak sağladığı ifade edilmektedir.

Rutnitskaya ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada farklı yaşlarda ve farklı tiplerde 147 Port şarabı örneğinin analizine potansiyometrik bir e-dil uygulandı. Örnekler ayrıca geleneksel analitik teknikler kullanılarak analiz edildi. Port şarabının yaşı, hem e-diller hem de kimyasal analiz verileri kullanılarak benzer doğrulukla tahmin edildiği belirtilmiştir.

E-Algılama Cihazlarının Raf Ömrü Üzerine Avantaj ve Dezavantajları

Geleneksel analitik yöntemlerle (mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyuşal) karşılaştırıldığında, e-algılama sistemleri hızlı, basit, nesnel, çok yönlü ve potansiyel olarak çevrimiçi uygulamalar için yararlı özelliklere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Geleneksel teknikler, analiz için maliyetli ve hantal laboratuvar aparat-ekipmanlarına dayanmaktadır. Gıda raf ömrünün değerlendirilmesi için uygulanan geleneksel hedef yöntemleri zaman alıcı, emek gerektiren, pahalı ve yalnızca çevrimdışı kontrollerde uygulanmaktadır. Bu da yerinde ve canlı izlemeyi engellemektedir. Test noktalarının geliştirilmesi, minyatürleştirilmiş cihazlara, basitleştirilmiş prosedürlere ve hızlı analize odaklanarak yoğun ilgi yaratmaktadır. E-algılama teknikleri, geleneksel duyuşal analiz

durumunda olduğu gibi, geleneksel laboratuvar yöntemleriyle veya insan katılımıyla ilişkili maliyet ve zamanın üstesinden gelerek hızlı bilgi sağlamak üzere tasarlanmaktadır (Wang ve ark. 2024, Tufvesson ve ark. 2013).

Geleneksel yöntemlerden biri olan duyu analizi testleri zaman alıcı ve pahalı olarak kabul edilmektedir. Bu yöntem için öznel, tutarsız, öngörülemez ve yetenekli değerlendiricilerden oluşan bir panel oluşturulmaktadır. Geleneksel olarak, gıda kalite değerlendirmesi eğitilmiş insan uzmanlardan oluşan panelistler tarafından gerçekleştirilmektedir. Öte yandan, gaz veya sıvı faz tespiti ve analizi için geleneksel standart yöntemler genellikle gaz kromatografisi, kütle spektrometrisi gibi hassas laboratuvar cihazlarının kullanımına dayanmaktadır. Bir karışımdaki tek bileşenin türü ve konsantrasyonunun analizi için doğru bir yaklaşım sağlayan bu yöntemler, gıda bileşenlerinin analizi için yararlı birer araç olarak düşünülmektedir. Ancak, zahmetli ve zaman almaları, önemli analitik beceriler gerektirmeleri, numune hazırlama sırasında çok fazla sıkıcı ve karmaşık ön işlemler içermeleri, depolama ve bertaraf için yüksek maliyetler gerektiren birçok tehlikeli organik reaktifler kullanıldığından alternatif yöntemlere yönelim yaşanmaktadır. Bu yaklaşımların hala çeşitli dezavantajları olmasına rağmen, en yaygın kullanılan yöntemler olduğu bilinmektedir. Öte yandan, hassas laboratuvar cihazlarına dayanan enstrümantal standart yöntemler de zaman alıcı, yoğun emek ve pahalı olma gibi benzer dezavantajlara sahiptirler. Teknolojik gelişmelere ve ümit verici sonuçlara rağmen, bu sensörler hala insan muadillerinin biyolojik özelliklerini taklit edememektedir (Huang ve ark. 2015, Kaya ve Koca 2020).

E-burunlar hızlı analiz avantajına sahiptir (birkaç dakika), ancak e-burunlar yüksek çalışma sıcaklıkları (250–500 °C) gerektirmektedir. Neme ve basınca karşı çok hassas özellik göstermektedir. Sensör kayması, sensörün eskimesi ve kirlenmesi eburunlarda performans kaybı meydana getirmektedir (Grassi ve ark. 2023, İncegül 2022).

E-dil için başlıca dezavantaj, numunenlerin ön işlemleri sırasında (özellikle katı gıdalar için), sensörlerin yüzeyinde biriken kirlilik nedeniyle sensörlerin nispeten kısa ömürlü olmasıdır. Ayrıca, sensör kaymasına neden olabilecek sıcaklık ve nem gibi çevre koşullarından da kolayca etkilenmektedirler. Bu faktörler, oda sıcaklığının kontrol edilmesi ve elektrotların yıkanması, analiz sırasında numune çözeltilerine bir temizleme kabının (su içeren) dönüşümlü olarak verilmesiyle en aza indirilebilmektedir. İlerleyen teknolojik gelişmeler ve ümit verici sonuçların mevcut olmasına rağmen e-dil sensörleri hala karmaşık karışımlardaki yakalanması zor analitleri belirleme konusunda insan dilinin biyolojik özelliklerini taklit edememektedir. Bu durumda, enzimatik ve tat reseptörü tabanlı biyosensör dizisiyle donatılmış biyoelektronik diller, seçici tat reseptörleri ve tat vericiler arasındaki bağlanma aktiviteleri tarafından tetiklenen tat sinyalleri ile sağlanabilmekte ve bu da insan tat sistemini daha yakından taklit eden yapay tat sensörlerinin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır (Ha ve ark. 2015).

E-dil analitik sistemleri hala geliştirilmekte olup gelecek vaat etmektedir. E-dilin güçlü yanları arasında gıda maddelerindeki çeşitli bileşenlerinin hızlı bir şekilde belirlenmesi, doğrudan ölçüm ve örnekleri sınıflandırması yer almaktadır. Bununla birlikte, bu sistemlere modelleme, kalibrasyon veya öğrenme adımları için gereken çok sayıda ölçümün yapılması gerekmektedir. Bunlar, ihmal edilemeyecek ve dikkatlice gerçekleştirilmesi gereken e-dil performansı için temel adımlar olarak kabul edilmektedir (Wesoly ve ark. 2023, Ceto ve ark. 2024).

SONUÇ

Besin değeri yüksek ve sağlıklı gıdalar tüketmek, gıda maddelerinin organoleptik özelliklerinde herhangi bir değişiklik olmadan belirli bir süre boyunca tüketiciye sunmak amacıyla raf ömrü, hem tüketici hem de üretici açısından önemlidir.

Tüketiciler her zaman yüksek kaliteye sahip, satın aldıktan tüketime kadar geçen süre içerisindeki kaliteye dair beklentileri gıda üreticileri tarafından karşılanmalıdır. Mikrobiyolojik güvenliğin söz konusu olduğu durumlar dışında raf ömrü, ürünün kalite açısından pazardaki konumu ve müşterinin bu kaliteye ilişkin algısıyla ilgilidir. Önerilen koşullar altında saklandığında tüketici tarafından istenilen duygusal, kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerini koruyan gıda maddesi satın almak istemektedir. Bu amaçla reaksiyon kinetiği yaklaşımlı matematiksel modellemeler kullanılarak oluşabilecek bozulmalar önceden tahmin edilmektedir. Gelişen teknoloji, üretici ve tüketicilerin istekleri doğrultusunda son trend raf ömrü belirleme çalışmaları son yıllarda oldukça fazla sayıdadır

İncelenen çalışmalara göre, e-algılama sistemleri taze gıda raf ömrü değerlendirmeleri için büyük potansiyel göstermektedir. Bu sistemler, içsel özellikleri nedeniyle çok umut verici olsa da, rutin kullanımları için dikkate alınması gereken bazı dezavantajlara sahiptir.

Gıda analizinde, gıdanın bileşik özelliklerini belirlemek veya tespit etmek için çok çeşitli geleneksel metodolojiler kullanılmaktadır. Bu metodolojiler iyi hassasiyet, doğruluk ve güvenilirlik gösterir ancak zaman alıcı, pahalı ekipman gerektirmekte ve yerinde izleme için çok uygun olmamaktadır. Bu dezavantajların üstesinden gelmek için, e-algılama cihazları, özellikle yalnızca nitel veya yarı nicel bilgilerin gerekli olduğu durumlarda (yani gıdaların hazırlandığı, pazarlandığı veya depolandığı yerlerde) raf ömrü boyunca gıda kalitesinin değerlendirilmesi için çok umut verici, hızlı ve kullanımı kolay olarak değerlendirilmektedir. Buna yönelik çalışmalara önem verilmeli ve bu konuda yapılacak araştırmalar desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- Akkemik, Y. ve Güner, A. (2020). Gıda ambalaj sistemlerinde yeni yaklaşımlar: Akıllı ambalaj sistemleri. *Türk Bilimsel Derleme Dergisi*, 13(1), 9–22.
- Aksoy, A. Güven, A. Gülmez, M. (2011). Bazı bitki infüzyonları ve hidroksilatlarının piliç etlerinin dekontaminasyonu ve raf ömrüne etkisi. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 17, 137-143.
- Aksoy, A. ve Sezer, Ç. (2019). Combined use of laurel essential oil and vacuum packing to extend the shelf-life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25(6), 779–786.
- Ali, M. M. Hashim, N. Aziz, S. A. Lasekan, O. (2020). Principles and recent advances in electronic nose for quality inspection of agricultural and food products. *Trends in Food Science Technology*, 99, 1-10.
- Anar, Ş. (2020). Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. Bursa, Türkiye: Dora Basım. (s. 3-95).
- Andiç, S. Gençcelep, H. Tunçtürk, Y. Köse, S. (2010). The effect of storage temperatures and packaging methods on properties of motal cheese. *Journal of Dairy Science*, 93(3), 849-859.
- Aran, N. (Ed.). (2019). *Gıda teknolojisi* (7. baskı). Ankara, Türkiye: Nobel Akademik Yayıncılık. (ss. 1–15).

- Artık, N. Şanlıer, N. Ceyhun Sezgin, A. (2022). Gıda Güvenliği ve Gıda Mevzuatı (14. Baskı). Ankara, Türkiye: Detay Yayıncılık. (s. 195-197).
- Atıl, Ö. Gülsünoğlu, Z. Kılıç-Akyılmaz, M. (2019). Depo bağıl nemi ve sıcaklığın saray helvasının kalitesine etkileri. *Gıda*, 42(2), 260-273.
- Bağcı, U. Temiz, A. (2006). Taze sıkılmış meyve sularının mikrobiyolojik kalitesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 4(4), 1-20.
- Balasubramanian, S. Panigrahi, S. Louge, C. M. Marchello, M. Doekott, C. Gu, H. Sherwood, J. Nolan, L. (2005). Spoilage identification of beef using an electronic nose system. *Transactions of the ASAE*, 47(5), 1625-1633.
- Barisci, J. Andrew, M. Harris, P. Patridge, A. Wallace, G. (1997). Development of an electronic nose. *Proc. Of Smart Electric Nose*, 3242, 164-171.
- Başaran, B. (2016). ISO 22000 gıda güvenliği yönetim sistemi. *Journal of Food and Health Science*, 2(1), 9-26.
- Başoğlu, F. (2016). *Gıda kalite kontrolünün esasları ve gıda güvenliği yönetim sistemi*. Bursa, Türkiye: Dora Yayıncılık. (ss. 1-36).
- Bhargava, N. Sharanagat, V. S. Mor, R. S. Kumar, K. (2020). Active and intelligent biodegradable packaging films using food and food waste-derived bioactive compounds. *Trends in Food Science Technology*, 105, 385-401.
- Borras, E. Ferre, J. Boque, R. Mestre, M. Acena, L. (2015). Data fusion methodologies for food and beverage authentication and quality assessment e a review. *Analytica Chimica Acta*, 891, 1-14.
- Bougrini, M. Tahri, K. Haddi, Z. Bari, N. E. Llobet, E. Jafferezic-Renault, N. Bouchikhi, B. (2014). Aging time and brand determination of pasteurized milk using a multisensor e-nose combined with a voltammetric e-tongue. *Materials Science and Engineering C*, 45, 348-358.
- Buratti, S. Benedetti, S. Scampicchio, M. Pangerod, E. C. (2004). Characterization and classification of Italian barbera wines by using an electronic nose and an amperometric electronic tongue. *Analytica Chimica Acta*, 525, 133-139.
- Buratti, S. Malegori, C. Benedetti, S. Oliveri, P. Giovanelli, G. (2018). E-nose, e-tongue and e-eye for edible olive oil characterization and shelf life assessment: A powerful data fusion approach. *Talanta*, 182, 131-141.
- Capone, S. Epifani, M. Quartanta, F. Siciliano, P. Taurino, A. Vasanelli, L. (2001). Monitoring of rancidity of milk by means of an electronic nose and a dynamic pcaanalysis. *Sensors and Actuators B*, 78, 174-179.
- Carrillo-Gomez, J. K. Acevedo, C. M. D. Garcia-Rico, R. O. (2021). Detection of the bacteria concentration level in pasteurized milk by using two different artificial multisensory methods. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 33.
- Ceto, X. Sarma, M. Valle, M. D. (2024). Analysis of spices herbs and its phenolic content by means of an electronic tongue. *LWT*, 191.
- Chabi, I. B. Zannou, O. Dedehou, E. Ayegnon, B. P. Odouaro, O. B. O. Maqsood, S. Galanakis, C. M. Kayode, A. P. P. (2024). Tomato pomace as a source of valuable functional ingredients for improving physicochemical and sensory properties and extending the shelf life of food: A review. *Heliyon*, 10(3).
- Chen, X. Chen, H. Xiao, J. Liu, J. Tang, N. Zhou, A. (2020). Variations of volatile flavour compounds in finger citron (*Citrus medica* L. var. *sarcodactylis*) pickling process revealed by E-nose, HS-SPMEGC-MS and HS-GC-IMS. *Food Research International*, 138.

- Ciosek, P. ve Wroblewski, W. (2011). Potentiometric electronic tongues for foodstuff and biosample recognition: An overview. *Sensors*, 11, 4688–4701.
- Cozzolino, D., Alagappan, S. ve Hoffman, L. C. (2024). The missing link between shelf life and food waste: Are infrared sensing technologies underutilised? *Trends in Food Science & Technology*, 148, 104489.
- Çağdaş, E. ve Seydim, A. C. (2014). Moleküler hareketlilik: Gıdaların muhafazası ve işleminde yeni bir yaklaşım. *Gıda*, 39(5), 307–313.
- Çağlarırnak, N. (2013). Gıda kalite sağlama ve gıda bileşenlerinin tanımlanmalarında enstrümantal analizlerin yeri ve önemi. *Academic Food Journal*, 11(3–4), 106–113.
- Çerkez, M. ve Kızıldemir, Ö. (2020). Yiyecek-içecek işletmelerinde yapay zekâ kullanımı. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 1264–1278.
- D’Amico, A. Natale, C. D. Paolesse, R. (2000). Portraits of gasses and liquids by arrays of nonspecific chemical sensors: Trends and perspectives. *Sensors and Actuators B*, 68, 324–330.
- Darvishi, P. Mirzaee-Ghaleh, E. Ramedani, Z. Karami, H. Wilson, A. D. (2024).
- Wang, L., Zhang, H. ve Wang, J. (2024). Detecting whey adulteration of powdered milk by analysis of volatile emissions using a MOS electronic nose. *International Dairy Journal*, 157, 105987.
- Demirci, M. (2019). *Gıda kimyası*. Tekirdağ, Türkiye: Kutup Yıldızı Yayınları. (ss. 5–287).
- Dodd, T. H., Hale, S. A. ve Blanchard, S. M. (2005). Electronic nose analysis of tilapia storage. *Transactions of the ASAE*, 47(1), 135–140.
- Doğan, İ. ve Aydın, R. (2020). Gıdaların hızlandırılmış raf ömrü testleri. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C – Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, 9(1), 109–124.
- Erdem, M. E., Tunçtaş, N., Köstekli, B. ve Keskin, İ. (2022). Su ürünlerinde kullanılan paketlenme yöntemleri: Vakum paketlenme, modifiye atmosfer paketlenme, biyosensör ve oksijen emici etiketler. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 7(2), 128–137.
- Erkmen, O. (Ed.). (2013). *Gıda mikrobiyolojisi* (4. baskı). Ankara, Türkiye: Efil Yayınevi. (ss. 28–341).
- Erol, İ. (2007). *Gıda hijyeni ve mikrobiyolojisi*. Ankara, Türkiye: Pozitif Matbaacılık. (ss. 15–36).
- Ertekin, B. (2020). Süt ve süt ürünlerinin ambalajlanmasında yenilikçi ve doğal yaklaşımlar: Esansiyel yağların kullanıldığı polimerik aktif ambalaj çözümü. *ADÜ Ziraat Dergisi*, 17(1), 115–121.
- Escuder-Gilabert, L. ve Peris, M. (2010). Highlights in recent applications of electronic tongues in food analysis: A review. *Analytica Chimica Acta*, 665, 15–25.
- Ferreira, M. Costantino, C. J. L. Riul, A. Wohnrath, K. Aroca, R. F. Giacometti, J. A. Oliveira, O. N. Mattoso, L. H. C. (2003). Preparation, characterization and taste sensing properties of langmuir-blodgett films from mixtures of polyaniline and a ruthenium complex. *Polymer*, 44, 4205–4211.
- Gardner, J. W. Barlett, P. N. Göpel, W. (1994). An electronic nose for measuring airborne organic compounds. *SAE Transactions*, 103(1), 527–532.

- Gerçekaslan, K. E. Kotancılar, H. G. Karaoğlu, M. M. Ertugay, M. F. (2008). Ekmek bayatlaması ve bayatlama derecesini ölçmede kullanılan yöntemler: 2. *Gıda*, 33(1), 27-34.
- Gil, L. Barat, J. M. Escriche, I. Garcia-Breijo, E. Martinez-Manez, R. Soto, J.(2008). An electronic tongue for fish freshness analysis using a thick-film array of electrodes. *Microchim Acta*, 163, 121–129.
- Goodazi, M. M. Moradi, M. Tajik, H. Forough, M. Ezati, P. Kuswandi, B. (2020). Development of an easy-touse colorimetric pH label with starch and carrot anthocyanins for milk shelf life assessment. *International Journal of Biological Macromolecules*, 153, 240-247.
- Gökmen, V. Öztan, A. (1995). Gıdaların raf ömrünü etkileyen faktörler ve raf ömrünün belirlenmesi. *Gıda*, 20(5), 265-271.
- Grassi, S. Bedenetti, S. Casiraghi, E. Buratti, S. (2023). E-sensing systems for shelf life evaluation: A review on applications to fresh food of animal origin. *Food Packaging and Shelf Life*, 40.
- Gül, E. Öztürk, M. Güneş Bayır, A. (2023). Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkisi. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, 6, 44-57.
- Ha, D. Sun, Q. Su, K. Wan, H. Li, H. Xu, N. Sun, F. Zhuang, L. (2015). Recent achievements in electronic tongue and bioelectronic tongue as taste sensors. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 207, 1136-1146.
- Huang, L. Liu, H. Zhang, B. Wu, D. (2015). Application of electronic nose with multivariate analysis and sensor selection for botanical origin identification and quality determination of honey. *Food Bioprocess Technol*, 8, 359–370.
- İncegöl, Y. Özkan, G. İncegöl, A. C. Taşdelen, K. (2022). Elektronik burun metal oksit yarı iletken sensörlerin gıda analizlerinde kullanımı. *Akademik Gıda*, 20(4), 454-473.
- Jackman, P. Sun, D. W. Du, C. Allen, P. (2009). Prediction of beef eating qualities from colour, marbling and wavelet surface texture features using homogenous carcass treatment. *Pattern Recognition*, 42(5), 751-763.
- Kaba, N. ve Uyar, A. H. (2008). Antimikrobiyal paketlenme. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25(2), 181–185.
- Kaçmaz, V. (2023). *Enzimatik çapraz bağlanma yöntemiyle üretilen yenilebilir aktif protein kaplamasının taze tavuk kanatlı etlerinin raf ömrü üzerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Kadağan, Ö. ve Gürbüz, I. B. (2022). Gıda ambalajlarında değişen tüketici tercihleri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2), 357–376.
- Kaman, G. S. (2024). Sorumlu üretim ve tüketim araştırmalarında gıdaların yeri. *Aydın Gastronomy*, 8(1), 247–263.
- Kandemir, S. Bayar Muluk, N. (2016). Koku fizyolojisi ve koku testleri: Derleme. *Turkish Journal of Clinics and Laboratory*, 7(2), 48-53.
- Karagöz, Ş. Demirdöven, A. (2017). Gıda ambalajlamada güncel uygulamalar: Modifiye atmosfer, aktif, akıllı ve nanoteknolojik ambalajlama uygulamaları. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(1).
- Karahan, D. Keklik, N. M. (2018). Hindistan cevizi ekstraktı içeren soğuk kahve içeceğinin geliştirilmesi ve raf ömrünün belirlenmesi. *Gıda*, 43(6), 906-916.

- Kaya, Z. Koca, İ. (2020). Electronic tongue applications in food engineering. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Tecnology*, 8(7), 1463-1471.
- Kebede, B. T. Grauwet, T. Magpusao, J. Palmers, S. Michiels, C. Hendrickx, M. Loey, A. V. (2015). An integrated fingerprinting and kinetic approach to accelerated shelf- life testing of chemical changes in thermally treated carrot puree. *Food Chemistry*, 179, 94-102.
- Kim, B. T. H. Lee, S. H. Lee, J. Song, H. S. Oh, E. H. Park, T. H. Hong, S. (2009). Single-carbon-atomic-resolution detection of odorant molecules using a human olfactory receptor-based bioelectronic nose. *Adv Mater.*, 21, 91–94.
- Kızıl, Ü. Genç, L. Saçan, M. (2011). Elektronik burun sistemlerinin tasarım ilkeleri. *UÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1), 109-118.
- Koca, N. (2023). Kavunda raf ömrü ve aromanın fizyolojik ve genetik temelleri. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(1).
- Kocaman, N. Sarımehtetoğlu, B. (2010). Gıdalarda akıllı ambalaj kullanımı. *Vet Hekim Der Derg*, 81(2), 67-72.
- Kuruçaylı, H. Şen, F. (2017). Kurutulmuş organik kuru üzüm meyvelerinde farklı ambalajların raf ömrü süresince kaliteye etkileri. *ADÜ Ziraat Derg*, 14(2), 75-79.
- Lafuente, C. Nasıra, T. M. Dopaza, V. Meca, G. Luz, C. (2024). Enhancing bread quality and extending shelf life using dried sourdough. *LWT*, 203.
- Lee, S. H. Jin, H. J. Song, H. S. Hong, S. Park, T. H. (2012). Bioelectronic nose with high sensitivity and selectivity using chemically functionalized carbon nanotube combined with human olfactory receptor. *Journal of Biotechnology*, 157, 467–472.
- Li, M. Zhu, K. Guo, X. Peng, W. Zhou, H. (2011). Effect of water activity and irradiation on the shelf-life of fresh noodles. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12, 526-530.
- Limbo, S. Sinelli, N. Torri, L. Riva, M. (2009). Freshness decay and shelf life predictive modelling of european sea bass (*Dicentrarchus labrax*) applying chemical methods and electronic nose. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 977-984.
- Magan, N. Pavlou, A. Chrysanthakis, I. (2001). Milk-sense: A volatile sensing system recognises spoilage bacteria and yeasts in milk. *Sensors and Actuators B*, 72, 28-34.
- Mahanti, N. K. Shivashankar, S. Chhetri, K. Kumar, A. Rao, B. B. Aravind, J. Swami, D. V. (2024). Enhancing food authentication through E-nose and E-tongue technologies: Current trends and future directions. *Trends in Food Science Technology*, 150.
- Marx, I. Rodrigues, N. Dias, L. G. Veloso, A. C. A. Pereira, J. A. Drunkler, D. A. Peres, A. M. (2017). Sensory classification of table olives using an electronic tongue: Analysis of aqueous pastes and brines. *Talanta*, 162, 98–106.
- Nas, S. Gökalp, H. Y. Ünsal, M. (2001). Bitkisel Yağ Teknolojisi (3. Baskı). Denizli, Türkiye: Mühendislik Fakültesi Matbaası. (s. 15-50).
- Natale, C. D. Paolesse, R. Macagnano, A. Mantini, A. D'Amico, A. Legin, A. Lvova, L. Rudnitskaya, A. Vlasov, Y. (2000). Electronic nose and electronic tongue integration for improved classification of clinical and food samples. *Sensors and Actuators B*, 64, 15–21.
- Nethra, P. V. Sunooj, K. V. Aaliya, B. Navaf, M. Akhila, P. P. Sudheesh, C. Mir, S. A. Shijin, A. George, J. (2023). Critical factors affecting the shelf life of packaged fresh red meat –a review. *Measurement: Food*, 10.

Nobile, M., Chiesa, L. M., Arioli, F. ve Panseri, S. (2024). Bio-based packaging combined with protective atmosphere to manage the shelf life of salami and enhance food safety and product quality. *Meat Science*, 207, 109290.

Oğan, Y. ve Ceyhun Sezgin, A. E. (2019). Katkı maddesi antioksidanların gastronomi açısından değerlendirilmesi. *Artvin International Congress on Social Sciences* (Bildiri Kitabı).

Özcan, T. ve Kurtuldu, O. (2011). Sütün raf ömrünün uzatılmasında alternatif yöntemler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1), 119–129.

Özçandır, S. ve Yetim, H. (2010). Akıllı ambalajlama teknolojisi ve gıdalarda izlenebilirlik. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 1–11.

Özboy, Ö. ve Şahbaz, F. (1996). Gıda bileşenlerinin bozunma hızına etki eden faktörler. *Gıda*, 21(3), 193–199.

Özgen, I. ve Hazarhun, E. (2019). Gıda etiketlerinde e-kodlu katkı maddelerinin helal gıda kapsamında incelenmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(41), 415–430.

Özer, Ö., Naserifar, F. ve Kızılırmak Esmer, Ö. (2020). Taze tavuk etlerinde aktif ambalajlama uygulamaları. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 31(1), 87–92.

Paixão, T. R. L. C. ve Bertotti, M. (2009). Fabrication of disposable voltammetric electronic tongues using Prussian blue films electrodeposited onto CD-R gold surfaces and recognition of milk adulteration. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 137(1), 266–273.

Panagoua, E. Z. Sahgal, N. Magan, N. Nychas, G. J. E. (2008). Table olives volatile fingerprints: Potential of an electronic nose for quality discrimination. *Sensors and Actuators B*, 134, 902–907.

Rodríguez-Méndez, M. L. Gay, M. Apetrei, C. Saja, J. A. D. (2009). Biogenic amines and fish freshness assessment using a multisensor system based on voltammetric electrodes. Comparison between CPE and screen-printed electrodes. *Electrochimica Acta*, 54, 7033–7041.

Rosa, A. R. D. Leone, F. Cheli, F. Chiofalo, V. (2017). Fusion of electronic nose, electronic tongue and computer vision for animal source food authentication and quality assessment e a review. *Journal of Food Engineering*, 210, 62-75.

Ross, C. F. (2021). Considerations of the use of the electronic tongue in sensory science. *Current Opinion in Food Science*, 40, 87-93.

Rutnitskaya, A. Delgadillo, I. Legin, A. Rocha, S. M. Costa, A. M. Simoes, T. (2007). Prediction of the port wine age using an electronic tongue. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 88(1), 125-131.

Sarıcan, S. Y. Beyter, N. Yılmaz, İ. (2024). Effect of food additives on healthy. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(1), 91-99.

Sarıçoban, C., Mahmood, M. S. ve Al-Murjan, R. K. B. (2020). Yüksek basınç uygulamasının et ve et ürünlerinin güvenliği ve raf ömrü açısından rolü. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 1182–1195.

Sezer, E. ve Ayhan, Z. (2017). Meyve ve sebzelerde etilen içeren aktif ambalajlama sistemlerinin uygulanması ve raf ömrüne etkisi. *Akademik Gıda*, 15(2), 182–191.

Sezen, K. ve Kızıllı, Ü. (2017). Kanatlı işletmelerinden kaynaklanan koku probleminin belirlenmesinde bir e-burun sisteminin kullanılması. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 59–71.

Sharma, S. Nakano, K. Kumar, S. Katiyar, V. (2024). Edible packaging to prolong postharvest shelf-life of fruits and vegetables: A review. *Food Chemistry Advances*, 4.

Socarras, S. Magari, R. T. (2009). Modeling the effects of storage temperature excursions on shelf life. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 49.

Sonwal, S. Gupta, V. K. Shukla, S. Umapathi, R. Ghoreishian, S. M. Han, S. Bajpai, V. K. Cho, Y. Huh, Y. S. (2024). Panoramic view of artificial fruit ripening agents sensing technologies and the exigency of developing smart, rapid, and portable detection devices: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 331.

Şevik, R. Akarca, G. Kılınç, M. Güner, S. Ünsal, T. E. Aşçıoğlu, Ç. Dıraman, H. (2024). UV ve vakum uygulamalarının beyaz peynirin kalite özellikleri ile raf ömrü üzerine etkileri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24, 61-70.

T.C. Resmî Gazete. (2017, 26 Ocak). *Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği* (Sayı: 29960).

Tahara, Y. Toko, K. (2013). Electronic tongues-a review. *IEEE Sensors Journal*, 13, 3001-3011.

Tian, X. Wang, J. Shen, R. Ma, Z. Li, M. (2019). Discrimination of pork/chicken adulteration in minced mutton by electronic taste system. *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 670– 678.

Tontul, A. S. Babaoğlu, Ç. H. (2019). Un partikül boyutunun ekmeğin fiziksel özellikleri üzerine ve raf ömrü üzerine etkisi. *Gıda*, 44(5), 898-906.

Tufvesson, L. M. Tufvesson, P. Woodley, J. M. Börjesson, P. (2013). Life cycle assessment in green chemistry: Overview of key parameters and methodological concerns. *Int J Life Cycle Assess*, 18, 431–444.

Uçar, B. Hayta, M. (2012). Kek kalitesinin ve raf ömrünün iyileştirilmesi. *Gıda*, 37(6), 355-362.

Ulusoy, K. Karakaya, M. (2011). Gıda endüstrisinde ultrasonik ses dalgalarının kullanımı. *Gıda*, 36(2), 113-120.

Ülgen, H. Mirze, K. S. (2004). *İşletmelerde Stratejik Yönetim*. İstanbul, Türkiye: Literatür Yayınları.

Veiga, J. C. Silveira, N. M. Seabra, A. B. Bron, I. U. (2024). Exploring the power of nitric oxide and nanotechnology for prolonging postharvest shelf-life and enhancing fruit quality. *Nitric Oxide*, 142, 26-37.

Veloso, A. C. Dias, L. G. Rodrigues, N. Pereira, J. A. Peres, A. M. (2016). Sensory intensity assessment of olive oils using an electronic tongue. *Talanta*, 146, 585-593.

Waghmode, B. Masoodi, L. Kushwaha, K. Mir, J. I. Sircar, D. (2021). Volatile components are non-invasive biomarkers to track shelf-life and nutritional changes in apple cv. ‘Golden Delicious’ during lowtemperature postharvest storage. *Journal of Food Composition and Analysis*, 102.

Waldhans, C. Ibal, R. Albrecht, A. Wollenweber, D. Sy, S. J. Kreyenschmidt, J. (2023). Development of a novel app-based system for the digital color read out of time-temperature-indicators and to monitor shelf life along the chain. *Food Packaging and Shelf Life*, 40.

- Wang, S. Zhang, Q. Liu, C. Wang, Z. Gao, J. Yang, X. Lan, Y. (2023). Synergetic application of an e-tongue, e-nose and e-eye combined with CNN models and an attention mechanism to detect the origin of black pepper. *Sensors Actuators: A. Physical*, 357.
- Wang, L. Zhou, Z. Niu, J. Peng, J. Wang, T. Hou, X. (2024). Emerging innovations in portable chemical sensing devices: Advancements from microneedles to hydrogel, microfluidic, and paper-based platforms. *Talanta*, 278.
- Wang, B. Xu, S. Sun, D. W. (2010). Application of the electronic nose to the identification of different milk flavorings. *Food Research International*, 43, 255–262.
- Wei, Z. Wang, J. Jin, W. (2013). Evaluation of varieties of set yogurts and their physical properties using a voltammetric electronic tongue based on various potential waveforms. *Sensors and Actuators B*, 177, 684–694.
- Wesoly, M., Przewodowski, W., & Ciosek-Skibinska, P. (2023). Electronic noses and electronic tongues for agricultural purposes. *Trends in Analytica Chemistry*, 164.
- Wilson, A. D. (2018). Applications of electronic-nose technologies for noninvasive early detection of plant, animal and human diseases. *Chemosensors*, 6(45).
- Winqvist, F., Sundgren, H., & Lundström, I. (2005). Electronic nose for food control. *Biosensors for Food Analysis*, 170–179.
- Yağmuroğlu, O. (2022). Dijital görüntüleme temelli kolorimetrik analiz yöntemi kullanılarak sıvı-sıvı mikroeekstraksiyon ile önderiştirme işleminden sonra eser seviyede antimon(III) tayini. *Politeknik Dergisi*, 25(4), 1827–1833.
- Yoon, H., Lee, S. H., Kwon, O. S., Song, H. S., Oh, E. H., Park, T. H., & Jang, J. (2009). Polypyrrole nanotubes conjugated with human olfactory receptors: High-performance transducers for FET-type bioelectronic noses. *Angewandte Chemie International Edition*, 48, 2755–2758.
- Yüceer, M. (2013). *Yumurtanın aktif ambalajlama ve yeni muhafaza yöntemleri ile raf ömrünün arttırılması* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yüceer, M., & Caner, C. (2023). Gıda sanayinde akıllı ambalajlama ve uygulamaları. *Gıda Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 30, 57–68.
- Zhang, H., & Wang, J. (2008). Identification of stored-grain age using electronic nose by ANN. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 24(2), 227–231.
- Zorba, M., Demirağ, K., & Ova, G. (2005). Gıdaların bozunma kinetiği ve raf ömrü tahminleme modelleri. *Gıda*, 3(4), 17–22.

SÜT SIĞIRLARINDA LAKTASYON VERİMLİLİĞİNİN KONTROL GÜNÜ KAYITLARIYLA MODELLENMESİ VE GENETİK-ÇEVRESEL ETKİLERİN REML YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğretim Üyesi Muzaffer ÇEVİK

Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Şırnak, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0253-217X>

ÖZET

Bu çalışma, süt sığırlarında verim performansının genetik ve çevresel bileşenlerini ayrıntılı biçimde incelemek amacıyla, bir işletmeye ait 1. ve 2. laktasyon dönemlerinde toplanan kontrol günü (test-day) kayıtlarını kullanarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada toplam 804 laktasyon kaydına karşılık gelen 8.040 kontrol günü verisi değerlendirilmiştir. İlk aşamada tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış ve 2. laktasyonun 1. laktasyona kıyasla daha yüksek ortalama günlük süt verimine sahip olduğu belirlenmiştir. Laktasyon eğrisi, kontrol günü verilerinden hareketle üçüncü dereceden polinom model ile temsil edilmiş ve laktasyon döneminin genel seyri başarıyla ortaya konmuştur.

Çevresel faktörlerin etkisini belirlemek amacıyla ilçe ve laktasyon sırası sabit etkiler olarak modele dâhil edilmiş; toplam süt verimi üzerinde anlamlı bölgesel farklılıklar saptanmıştır. Genetik analiz kapsamında REML yöntemine dayalı sire modeli uygulanmış ve baba etkisine ait varyans $\sigma_s^2 \approx 1.70 \times 10^6 \text{ kg}^2$, hata varyansı $\sigma_e^2 \approx 1.085 \times 10^7 \text{ kg}^2$ olarak tahmin edilmiştir. Bu değerlere göre hesaplanan kalıtım derecesi $h^2 \approx 0.39$ olup, süt veriminin seleksiyonla geliştirilebilir nitelikte olduğunu göstermektedir. Ek olarak kurulan yaklaşık animal modeli, hayvanlar arasındaki üretim farklılıklarının son derece yüksek olduğunu ortaya koymuş; ancak tam soy bağı matrisi bulunmadığından gerçek genetik varyansı olduğundan yüksek tahmin etmiştir.

Regresyon analizi, laktasyonun ilk üç kontrol gününün toplam süt verimini açıklamadaki katkısının sınırlı olduğunu ($R^2 \approx 0.18$) göstermiştir. K-means kümeleme analizi ise sürüyü düşük, orta ve yüksek verimli alt gruplara ayırarak işletme düzeyinde yönetim ve seleksiyon kararlarının desteklenmesine imkân tanımıştır. Elde edilen bulgular, kontrol günü verilerinin hem genetik değerlendirme hem de pratik sürü yönetimi açısından stratejik öneme sahip olduğunu doğrulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Laktasyon Eğrisi; Süt verimi; REML; Sire Model; Kalıtım Derecesi.

MODELING LACTATION PERFORMANCE IN DAIRY CATTLE USING TEST-DAY RECORDS AND EVALUATING GENETIC-ENVIRONMENTAL EFFECTS THROUGH THE REML METHOD

Assoc. Prof. Dr. Muzaffer ÇEVİK

Şırnak University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Şırnak, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0253-217X>

ABSTRACT

This study was conducted to comprehensively evaluate the genetic and environmental components of milk yield performance in dairy cattle using test-day records collected during the first and second lactation periods. A total of 804 lactation records and 8,040 test-day observations were analyzed. Descriptive statistics indicated that cows in their second lactation produced higher average daily milk yields compared to those in their first lactation. The lactation curve was successfully modeled using a third-degree polynomial based on test-day milk yields, effectively illustrating the overall pattern of production throughout the lactation period.

To assess environmental influences, district and lactation number were incorporated as fixed effects in the statistical model, revealing significant regional variation in total milk yield. Genetic evaluation was performed using a REML-based sire model, in which the variance attributable to sires was estimated as $\sigma_s^2 \approx 1.70 \times 10^6 \text{ kg}^2$, and the residual variance as $\sigma_e^2 \approx 1.085 \times 10^7 \text{ kg}^2$. These estimates yielded a heritability value of $h^2 \approx 0.39$, suggesting that milk yield possesses a moderate-to-high genetic component that may respond favorably to selection. An approximate animal model also indicated substantial variation among cows; however, the absence of a complete pedigree matrix likely inflated the estimated genetic variance, reflecting both genetic and permanent environmental components.

Multiple regression analysis showed that milk yields from the first three test days explained only a limited proportion of the variation in total milk yield ($R^2 \approx 0.18$), indicating that early-lactation measurements alone are not sufficient predictors of overall performance. K-means clustering analysis classified the herd into low-, medium-, and high-yielding groups, offering practical insights for herd management and selection decisions. Overall, the findings confirm that test-day records provide a powerful dataset for both genetic evaluation and strategic decision-making in dairy herd management.

Keywords: Lactation Curve; Milk Yield; REML; Sire Model; Heritability.

GİRİŞ

Süt sığırcılığı işletmelerinde verimliliğin artırılması, hem genetik potansiyelin doğru şekilde değerlendirilmesine hem de çevresel faktörlerin etkili biçimde yönetilmesine bağlıdır. Süt verimi; genetik yapı, besleme, bakım, çevresel koşullar ve yönetim uygulamaları gibi çok sayıda faktörün birlikte belirlediği karmaşık bir fenotiptir. Bu nedenle, süt verim performansının izlenmesinde yalnızca toplam laktasyon verimine değil, laktasyon dönemi boyunca düzenli olarak kaydedilen kontrol günü (test-day) verilerine de ihtiyaç duyulmaktadır. Test-day kayıtları, laktasyon eğrisinin seyrini daha doğru biçimde yansıttığı

için modern süt sığırcılığı araştırmalarında ve genetik değerlendirme sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Gengler, 1996; Swalve, 2000).

Laktasyon eğrisi, bir ineğin laktasyon süresince günlük süt verimindeki değişimi tanımlar ve hayvanın fizyolojik durumu, metabolik kapasitesi ile yönetim uygulamalarının önemli bir göstergesidir. Laktasyon eğrisinin parametrik ya da parametrik olmayan yöntemlerle modellenmesi, hem bireysel hayvan performansının daha doğru belirlenmesine hem de çevresel ve genetik etkilerin ayrıştırılmasına imkân tanımaktadır (Tekerli et al., 2000). Bununla birlikte, test-day modelleri, özellikle REML (Restricted Maximum Likelihood) tabanlı karma modeller ile birlikte kullanıldığında, genetik parametrelerin daha güvenilir şekilde tahmin edilmesini sağlayarak ıslah programlarına önemli katkılar sunmaktadır (Jamrozik & Schaeffer, 1997; Miglior et al., 2017).

Genetik değerlendirme açısından, sire modelleri süt veriminin baba hattı üzerinden tahmin edilmesini kolaylaştırırken, animal modelleri pedigrî bilgisini kullanarak bireysel genetik değerleri daha yüksek doğrulukla belirlemektedir. Her iki model de süt veriminin kalıtım derecesinin (h^2) belirlenmesinde temel araçlardır. Süt veriminin genetik açıdan orta düzeyde kalıtılabilir olduğu; dolayısıyla seleksiyonla iyileştirilebileceği bilinmektedir (Falconer & Mackay, 1996; Berry et al., 2014). Ancak genetik parametrelerin doğru tahmin edilebilmesi için çevresel etkilerin yeterince modellenmesi ve test-day verilerinin uygun biçimde analiz edilmesi gerekmektedir.

Kontrol günü verilerinin bir diğer önemli avantajı, erken laktasyon performansı ile toplam laktasyon verimi arasındaki ilişkinin değerlendirilebilmesidir. Erken laktasyon verimleri, gelecekteki üretim performansının belirli bir kısmını yansıtmakla birlikte, bu ilişkinin gücü genellikle sınırlıdır ve tek başına güvenilir bir seleksiyon kriteri oluşturmaz (Meyer et al., 1989). Bu nedenle modern araştırmalar, regresyon analizleri, makine öğrenmesi uygulamaları ve kümeleme teknikleri üzerinden laktasyon verilerinin çok boyutlu değerlendirilmesine yönelmektedir.

Bu çalışmada, süt sığırcılığı işletmelerine ait 1. ve 2. laktasyon dönemlerine ilişkin 804 hayvan kaydı ve 8.040 kontrol günü verisi kullanılarak; (i) laktasyon eğrisinin modellenmesi; (ii) çevresel faktörlerin (ilçe, laktasyon sırası) süt verimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi; (iii) sire modeli ve yaklaşık animal modeli ile genetik parametrelerin tahmin edilmesi; (iv) erken laktasyon verimlerinin toplam süt verimini açıklama gücünün incelenmesi ve (v) hayvanların üretim düzeylerine göre sınıflandırılması amaçlanmıştır. Çalışma hem genetik ıslah programlarına hem de sürü yönetimi uygulamalarına doğrudan katkı sağlayacak kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Veri Kaynağı ve Hayvan Materyali

Bu çalışma, süt sığırcılığı işletmelerine ait Holstein ırkı ineklerin birinci ve ikinci laktasyon dönemlerine ilişkin kontrol günü (test-day) kayıtlarını kapsamaktadır. Veri seti toplam 804 laktasyon kaydı (inek $\times$ laktasyon) ve bu laktasyonlara ait 8.040 kontrol günü gözlemi içermektedir. Her laktasyon için kulak numarası, doğum tarihi, ilçe, baba numarası, ana

numarası, toplam süt verimi ve 1–10. kontrol günleri arasındaki günlük süt verimi (kg) kaydedilmiştir.

Veri Düzenleme ve Ön İşlemler

Veri ayıklama yapılarak eksik süt verimleri ve kimlik bilgileri düzenlenmiştir. Aynı ineğe ait kontrol günleri gruplanarak tek bir laktasyon kaydı hâline getirilmiştir. Kontrol günleri geniş formata dönüştürülmüş, ilçe bilgileri kategorik değişkene çevrilmiş ve laktasyon sırası sabit etki olarak Kabul edilmiştir.

Tanımlayıcı İstatistikler

Kontrol günü süt verimlerine ilişkin ortalama, standart sapma, minimum–maksimum değerler ve çeyreklikler hesaplanmıştır. Ayrıca ilçelere göre toplam süt verimi dağılımları değerlendirilmiştir.

Laktasyon Eğrisinin Modellenmesi

Laktasyonun zamana göre değişimini incelemek amacıyla üçüncü dereceden polinom model uygulanmıştır:

$$Y(t) = at^3 + bt^2 + ct + d$$

Burada t kontrol gününü, Y(t) ise ortalama günlük süt verimini ifade etmektedir. Model hem tüm laktasyonlar birlikte hem de 1. ve 2. laktasyon için ayrı ayrı tahminleme yapılmıştır.

Çevresel Etkilerin Analizi (ANOVA/GLM)

Toplam süt verimi üzerine ANOVA ve GLM modelleri kullanılarak ilçe ve laktasyon sırası etkileri belirlenmiştir. Çoklu karşılaştırmalar için Tukey ve Duncan testleri uygulanmıştır.

Genetik Parametrelerin Tahmini – Sire Model (REML)

Sire modelinde sabit etkiler ilçe ve laktasyon, rastgele etki ise baba etkisidir. Model:

$$Y = Xb + Zs + e$$

Y: toplam süt verimi

b: sabit etkiler (ilçe + laktasyon)

s: rastgele baba etkisi

e: hata terimi

$$\text{Kalıtım derecesi: } h^2 = \frac{4\sigma_s^2}{4\sigma_s^2 + \sigma_e^2}$$

formülüyle hesaplanmıştır. Her baba için *BLUP* (*Best Linear Unbiased Prediction*) değerleri çıkarılmıştır.

Approximate Animal Model

Tam soy bağı bulunmadığından, her ineğin rastgele etkiye sahip olduğu yaklaşık bir animal modeli uygulanmıştır:

$$Y = Xb + Zu + e$$

u: hayvan etkisi (individual random effect)

Bu model gerçek bir genetik animal modeli yerine, hayvanlar arası toplam varyasyonu değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır.

Toplam Süt Veriminin Tahmini – Regresyon Analizi

İlk üç kontrol gününe ait süt verimlerinin toplam süt verimini tahmin etme gücü çoklu doğrusal regresyonla değerlendirilmiştir. Modelde bağımsız değişkenler, ilk üç kontrol günü ve laktasyon sırası; bağımlı değişken ise toplam süt verimi olarak kabul edilmiştir. Model uygunluğu için belirleme katsayısı (R^2) değeri hesaplanmıştır.

Kümeleme Analizi (K-Means)

Toplam süt verimi, ortalama günlük verim ve maksimum günlük verim kullanılarak üç gruplu sınıflandırma yapılmıştır.

Analizler Python 3.11 ortamında pandas, numpy, statsmodels, scikit-learn ve matplotlib paketleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada incelenen 804 laktasyon kaydı ve 8.040 kontrol günü verisi, sürüde belirgin bir üretim çeşitliliği olduğunu göstermektedir. Ortalama günlük süt verimi tüm veri seti için 24.35 kg olup, 2. laktasyon ineklerin 1. laktasyona göre daha yüksek günlük süt verimine sahip olduğu görülmektedir (25.19 kg vs. 23.61 kg). Bu bulguların literatür verileriyle uyumlu olduğu sonucuna varılabilir; çünkü ikinci ve üçüncü laktasyonlar genellikle fizyolojik olgunluğa bağlı olarak daha yüksek verim ile karakterizedir (Miller et al., 2006).

İlçelere göre toplam süt verimi karşılaştırıldığında Dikili, Torbalı ve bazı ilçe gruplarında üretim seviyesinin anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durumun bölgesel yönetim farklılıklarının ve işletme koşullarının süt üretimindeki çevresel etkisini göstermekte olduğu sonucuna ulaşılabilir. Çevresel faktörlerin süt verimi üzerindeki etkisi daha önceki çalışmalar tarafından da vurgulanmıştır (Koçak & Ekiz, 2008).

Laktasyon eğrisi bulgularına göre üçüncü dereceden polinom modelle elde edilen laktasyon eğrisi, kontrol günleri boyunca süt veriminin beklenen seyriyle uyumludur: erken laktasyonda yükseliş, orta dönemde plato ve son haftalarda düşüş. Laktasyon eğrisinin şekli literatürde tarif edilen klasik Wood, Wilmlink veya Ali-Schaeffer modellerinin genel eğilimi ile benzerdir (Wood, 1967; Ali & Schaeffer, 1987).

1. ve 2. laktasyon eğrilerinin ayrı değerlendirilmesi, 2. laktasyonun daha yüksek pik verime sahip olduğunu göstermiştir; bu durum da fizyolojik olgunlukla açıklanabilir (Tekerli et al., 2000).

Çevresel etkiler (ANOVA/GLM) hesaplandığında, ilçe ve laktasyon sırasının toplam süt verimi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İlçeler arasındaki varyasyonun anlamlı olması, yetiştirme koşulları, besleme programı ve yönetim farklılıklarının süt verimini etkileyebileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, laktasyon sırasının etkisi de önceki çalışmalarda defalarca rapor edilmiştir (Gengler, 1996; Miglior et al., 2017).

Sire Model (REML) bulgularına göre; Sire modelinde REML yöntemiyle hesaplanan baba varyansı $\sigma_s^2 \approx 1.70 \times 10^6$ kg², hata varyansı $\sigma_e^2 \approx 1.085 \times 10^7$ kg² olarak tahmin edilmiştir. Bu değerler kullanılarak hesaplanan kalıtım derecesi ($h^2 \approx 0.39$), süt veriminin orta-yüksek düzeyde genetik kontrol altında olduğunu göstermektedir.

Bu sonuç literatürle uyumludur: süt verimi için kalıtım derecesi genellikle 0.20–0.40 aralığında rapor edilmektedir (Falconer & Mackay, 1996; Miglior et al., 2017; Kadarmideen et al., 2003).

Ayrıca, yüksek BLUP değerine sahip babalar belirlenmiştir. Özellikle Britanya ve ABD kökenli babaların genetik olarak üstün olduğu görülmüştür. Bu tür sire bazlı değerlendirmeler, ıslah programlarında boğa seçimi için kritik öneme sahiptir (VanRaden, 2008).

Approximate Animal Model bulgularına göre; pedigree kayıtlarının bulunmaması nedeniyle kurulan approximate animal modelde hayvan etkisi varyansı $\sigma_a^2 \approx 12.2 \times 10^6 \text{ kg}^2$, hata varyansı $\sigma_e^2 \approx 1.08 \times 10^6 \text{ kg}^2$ olarak hesaplanmıştır. Bu modelin h^2 tahmini (≈ 0.92), genetik gerçeği yansıtmaktan çok genetik + kalıcı çevre + bireye özgü varyansı birlikte yansıtmaktadır.

Bu durum literatürde, incomplete pedigree kullanılan modellerde görülen hatalı varyans artışıyla uyumludur (Mrode, 2014).

Regresyon bulgularına göre, İlk üç kontrol günü verimine dayalı tahmin modeli: $R^2 \approx 0.18$ olarak hesaplanmıştır.

R^2 değerinin düşük olması, erken laktasyon verimlerinin toplam verimi tek başına güçlü tahmin edemeyeceğini göstermektedir. Bu da literatürle uyumludur; Meyer et al. (1989), erken test-day verilerinin toplam laktasyon genetik değerini sınırlı düzeyde açıklayabildiğini bildirmiştir.

Kümeleme analizi bulgularına göre; K-Means analizi sonucunda sürü düşük–orta–yüksek verimli üç gruba ayrılmıştır. Yüksek verimli grup ($n \approx 275$), hem toplam süt verimi hem de günlük ortalama verimde sürü ortalamasının belirgin üzerindedir. Bu bulgu, sürü içinde genetik ve çevresel olarak ayrılan alt gruplar olduğunu göstermektedir.

Bu yöntemin, modern sürü yönetimi çalışmalarında sıkça önerilen çok boyutlu sınıflandırma yaklaşımlarıyla uyumlu olduğu söylenebilir (Weigel et al., 2017).

SONUÇ

Bu çalışma, süt sığırlarında laktasyon performansının test-day kayıtları kullanılarak değerlendirilmesine yönelik kapsamlı bir yaklaşım sunmuştur. Elde edilen bulgular:

- Laktasyon eğrisinin şekli ve laktasyon sırası verimi önemli ölçüde etkilemektedir.
- İlçe gibi çevresel faktörler toplam süt veriminde belirgin farklılıklara yol açmaktadır.
- REML sire modeliyle elde edilen $h^2 \approx 0.39$, sürüde genetik ilerleme için güçlü bir seleksiyon potansiyeli olduğunu göstermektedir.
- Yaklaşık animal modeli, birey düzeyinde yüksek varyasyon olduğunu doğrulamış, ancak gerçek genetik parametreler için tam pedigree gerekliliğini ortaya koymuştur.
- Regresyon analizleri, erken laktasyon verimlerinin toplam laktasyon performansını tam olarak yansıtamadığını göstermiştir.
- Kümeleme analizi, sürünün düşük, orta ve yüksek verimli gruplara ayrılabilirliğini ortaya koymuş; yönetim ve seleksiyon kararlarında kullanılabilir bir yaklaşım sunmuştur.

Genel olarak, kontrol günü verilerinin analizi hem genetik ıslah hem de işletme yönetimi için güçlü bir değerlendirme aracıdır. Bu veriler, boğa seçimi, sürü yenileme stratejileri, hayvan refahı ve ekonomik verimlilik açısından işletmeye önemli katkılar sağlayacak bilimsel altyapıyı sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ali, T. E., & Schaeffer, L. R. (1987). Accounting for covariances among test-day milk yields in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 70(12), 2690–2703.
- Berry, D. P., Wall, E., & Pryce, J. E. (2014). Genetics and genomics of reproductive performance in dairy and beef cattle. *Animal*, 8(s1), 105–121. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000743>
- Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics* (4th ed.). Longman Group.
- Gengler, N. (1996). Test-day models and their implementation in genetic evaluation. *Journal of Dairy Science*, 79(2), 264–275.
- Jamrozik, J., & Schaeffer, L. R. (1997). Estimates of genetic parameters for a test day model with random regressions for yield traits of first lactation Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 80(4), 762–770.
- Kadarmideen, H. N., Thompson, R., Coffey, M. P., & Kossabati, M. A. (2003). Genetic parameters and evaluations from single- and multiple-trait analysis of dairy cow fertility and milk production. *Livestock Production Science*, 81(2-3), 183–195.
- Koçak, Ö., & Ekiz, B. (2008). Effects of environmental factors on milk yield traits of Holstein cows raised in Turkey. *Journal of Applied Animal Research*, 33(1), 85–88.
- Meyer, K., Graser, H. U., & Hammond, K. (1989). Estimates of genetic parameters for first lactation test day production of Australian dairy cows. *Livestock Production Science*, 21(3), 177–199.
- Miglior, F., Fleming, A., Malchiodi, F., Brito, L. F., Martin, P., & Baes, C. F. (2017). A 100-year review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10251–10271.
- Miller, R. H., Norman, H. D., & Kuhn, M. T. (2006). Holstein cow lactation yields by age and month of calving. *Journal of Dairy Science*, 89(10), 3883–3895.
- Mrode, R. A. (2014). *Linear models for the prediction of animal breeding values* (3rd ed.). CABI.
- Swalve, H. H. (2000). Theoretical basis and computational methods for different test-day genetic evaluation methods. *Journal of Dairy Science*, 83(5), 1115–1124.
- Tekerli, M., Akinci, Z., Dogan, I., & Akcan, A. (2000). Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from the Balıkesir province of Turkey. *Journal of Dairy Science*, 83(6), 1381–1386.
- VanRaden, P. M. (2008). Efficient methods to compute genomic predictions. *Journal of Dairy Science*, 91(11), 4414–4423.
- Weigel, K. A., Lawlor, T. J., VanRaden, P. M., & Wiggans, G. R. (2017). Genetic analysis and selection of dairy cattle using big data technologies. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 134(6), 389–399.
- Wood, P. D. P. (1967). Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, 216, 164–165.

MİKRODALGA KURUTMA YÖNTEMİNİN BALKABAĞININ KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Dr., Senem TÜFEKÇİ

Pamukkale Üniversitesi, Acıpayam Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Denizli,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4613-2418>

Prof. Dr. Sami Gökhan ÖZKAL

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5040-9814>

ÖZET

Bu çalışmada, mikrodalga kurutma işleminin balkabağı örnekleri üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla üç farklı mikrodalga güç seviyesi (90, 180 ve 360 W) uygulanmıştır. Örneklerin toplam kuruma süresi, rehidrasyon oranı, su tutma kapasitesi ile antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve beta karoten içerikleri belirlenmiştir. Balkabağı örnekleri, 0,1 g su/g kuru madde son nem içeriğine, 90, 180 ve 360 W mikrodalga güçlerinde sırasıyla 170, 94 ve 66 dakikada ulaşmıştır. Kurutulmuş örneklerin rehidrasyon oranı ve su tutma kapasitesi, artan mikrodalga gücüyle azalmıştır. En yüksek rehidrasyon oranı (6,45) ve su tutma kapasitesi (64,08); 90 W mikrodalga gücünde kurutulan örneğe aittir. Taze örneklerin başlangıç antioksidan aktivitesi, toplam fenolik madde ve beta karoten düzeyleri sırasıyla 13,21-13,43 µmol TE/g kuru madde, 7,86-8,14 mg GAE/g kuru madde ve 439,24-454,88 µg/g kuru madde olarak belirlenmiştir. Mikrodalga güç seviyesindeki artış; antioksidan aktiviteyi %29,64-72,74 oranlarında artırırken, beta-karoten içeriğinde %59,85-65,57 oranlarında kayıplara yol açmıştır. Toplam fenolik madde içeriğinde ise, kurutma işlemi sonunda %52,46-62,67 oranlarında kayıp meydana gelmiş, ancak kayıp oranı artan mikrodalga gücüyle azalmıştır.

Elde edilen bulgular, artan mikrodalga gücünün kurutma süresini önemli ölçüde kısalttığını ve antioksidan aktiviteyi desteklediğini; ancak rehidrasyon yeteneği ve β-karoten içeriğinin korunması açısından düşük güç seviyelerinin daha avantajlı olduğunu ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, endüstriyel uygulamalarda hedeflenen ürün kalitesine bağlı olarak uygun mikrodalga güç seviyesinin optimize edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Balkabağı; Mikrodalga kurutma; Rehidrasyon; Su tutma kapasitesi
Antioksidan aktivite; Toplam fenolik madde; Beta karoten

EFFECT OF MICROWAVE DRYING METHOD ON THE QUALITY PARAMETERS OF PUMPKIN

Ph.D., Senem TÜFEKÇİ

Pamukkale University, Vocational School of Acıpayam, Department of Food Processing,
Denizli, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4613-2418>

Prof. Dr. Sami Gökhan ÖZKAL

Pamukkale University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Denizli,
Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5040-9814>

ABSTRACT

In this study, three different microwave power levels (90, 180 and 360 W) were applied to investigate the effects of microwave drying on pumpkin samples. In this study, three different microwave power levels (90, 180 and 360 W) were applied to investigate the effects of microwave drying on pumpkin samples. The total drying time, rehydration ratio, water holding capacity, as well as antioxidant activity, total phenolic content and beta-carotene content of the samples were determined. The pumpkin samples reached a final moisture content of 0.1 g water/g dry matter at 90, 180 and 360 W microwave powers in 170, 94 and 66 min, respectively. With increasing microwave power, the rehydration ratio and water-holding capacity of the dried samples decreased. The highest rehydration ratio (6.45) and water-holding capacity (64.08) were obtained for the sample dried at 90 W microwave power. The initial antioxidant activity, total phenolic content and beta-carotene levels of the fresh samples were determined as 13.21–13.43 $\mu\text{mol TE/g}$ dry matter, 7.86–8.14 mg GAE/g dry matter and 439.24–454.88 $\mu\text{g/g}$ dry matter, respectively. An increase in microwave power level increased antioxidant activity by 29.64–72.74%, while causing losses of 59.85–65.57% in beta-carotene content. As for total phenolic content, losses of 52.46–62.67% occurred by the end of drying, but the loss ratio decreased with increasing microwave power.

The findings indicated that increasing microwave power significantly shortened the drying time and enhanced antioxidant activity, whereas lower power levels were more advantageous in terms of preserving rehydration ability and β -carotene content.

Key Words: Pumpkin; Microwave drying; Rehydration; Water holding capacity; Antioxidant activity; Total phenolic content; Beta carotene

GİRİŞ

Balkabağı (*Cucurbita maxima*), karbonhidrat, mineral madde, diyet lifi, karotenoidler, terpenoidler, antioksidan ve fenolik bileşikler içeren; ayrıca nutrasötik özellik gösterebilen fitokimyasallar ve polifenoller bakımından zengin, biyolojik açıdan değerli bir tarımsal üründür (Jahan ve ark., 2023; Hussain ve ark., 2021). Balkabağı, değerli bir besin kaynağı olarak yaygın şekilde tüketilmekte ve sağlık odaklı tüketicilerin artan ilgisiyle birlikte, tüketiminin artırılmasında kurutularak saklanması alternatif bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Roongruangsri ve Bronlund, 2015).

İşletme performansı ve ürün kalitesi açısından geleneksel kurutma sistemlerinin; düşük kurutma hızları, uzun kuruma süreleri, düşük enerji/termal verimlilik, ürünün sıcaklığa homojen olmayan maruziyeti ve bunun sonucunda meydana gelen kalite kayıpları gibi dezavantajlara yol açtığı bildirilmektedir (Menon ve ark., 2020). Bitkisel bazlı biyoaktif bileşikler ve takviyeler pazarındaki büyüme yüksek kaliteli ürün gereksinimini artırdığından, yeni kurutma tekniklerinin geliştirilmesi ve seçimi, daha yüksek etkinlik ve ürün kalitesinin korunması hedefiyle şekillenmektedir (Belwal ve ark., 2022). Alternatif kurutma yöntemlerinden biri olan mikrodalga kurutma, hızlı ve hacimsel ısıtma sayesinde işlem süresini kısaltarak enerji tüketimini azaltan, sıcak hava ile kurutmanın dezavantajlarını sınırlayan ve böylece nihai ürünün besleyici/fonksiyonel ve fiziksel kalite özelliklerini daha iyi koruyabilen bir gıda kurutma yöntemidir (Dehghannya ve Habibi-Ghods, 2025).

Bu çalışma balkabağının, farklı mikrodalga güçlerinde kurutulması sırasında kalite parametrelerinde meydana gelen değişimleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, kurutma koşullarının rehidrasyon oranı ve su tutma kapasitesi gibi su geri kazanım özellikleri ile antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve beta karoten içeriği gibi biyoaktif bileşenler üzerindeki etkileri ortaya konulacaktır. Elde edilen bulguların, mikrodalga kurutma koşullarının ürün kalitesi ve yeniden kullanım performansı ilişkisi çerçevesinde optimize edilmesine ve balkabağının kurutulmuş formunun çeşitli gıda ve ilaç uygulamalarında değerlendirilmesine yönelik literatüre katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

ARAŞTIRMA ve BULGULAR

Materyal

Kullanılan balkabağı (*Cucurbita maxima*) Denizli'nin Acıpayam ilçesindeki yerel bir üreticiden satın alınmıştır. Kurutma işlemine geçilmeden önce balkabağının kabukları soyulmuş, ardından elektronik sebze doğrayıcı (Moulinex Fresh Express, Moulinex, Ecully, Fransa) ile 0,4 cm kalınlığında kesitler elde edilmiştir. Eş kalınlıktaki bu kesitlere, 2×2 cm ölçülerinde metal bir kalıp kullanılarak kare şekil verilmiştir.

Kurutma Denemeleri

Balkabağı örnekleri, 90, 180 ve 360 W mikrodalga güç seviyelerinde, ev tipi hibrit bir fırın (Siemens HN678G4S1 Ankastre Fırın, Münih, Almanya) kullanılarak 0,1 g su / g kuru madde nem içeriğine kadar kurutulmuştur. Kurutma çalışmaları, her bir mikrodalga gücü için iki paralel ve üç tekerrür olacak şekilde yürütülmüştür. Örneklerin bu hedef nem düzeyine ulaşması için geçen süre, toplam kuruma süresi olarak değerlendirilmiştir.

Rehidrasyon karakteristiklerinin belirlenmesi

Kurutulmuş balkabağı dilimleri 1:100 (w/w) ürün/su oranında 60°C su banyosunda 1 saat süreyle rehidre edilmiştir. Ardından örnekler 30 saniye süzölmüş, yüzey suyu peçete ile alınmış ve tartılarak rehidrasyon oranı tespit edilmiştir.

Rehidre balkabağı örneklerinin, ortasında elek teli bulunan ve suyun üründen ayrılmasını sağlayan özel santrifüj tüplerinde 5°C’de 4000 rpm’de 10 dk santrifüjlenerek; ardından fazla su uzaklaştırılarak tartılması sonucu su tutma kapasitesi belirlenmiştir.

Rehidrasyon oranı (RO) ve Su tutma kapasitesi (STK) Denklem 1 ve 2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$RO = M_0/M_r \quad \#(1)$$

$$STK = [(M_r \cdot X_r) - M_s] / (M_r \cdot X_r)] \cdot 100 \quad \#(2)$$

M_0 rehidrasyon işleminden önceki örnek ağırlığı (g), M_r rehidrasyon işlemi sonundaki örnek ağırlığı (g), M_s santrifüj işleminin sonundaki örnek ağırlığı (g), X_r rehidre ürünün su içeriği (%) olarak tanımlanmıştır (Deng ve Zhao 2008; Vega-Galvez ve ark., 2009).

Biyoaktif bileşenlerin belirlenmesi

Balkabağı dilimlerinin antioksidan aktivitesinin ve toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesi için, Özgören ve ark. (2019) tarafından tanımlanmış ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır.

Antioksidan aktivite; 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) yöntemi (Thaipong ve ark., 2006) ile belirlenmiş ve sonuçlar μmol troloks eşdeğeri (TE)/g kuru madde olarak raporlanmıştır. Toplam fenolik madde miktarı ise Folin-Ciocalteu yöntemi ile (Singleton ve ark., 1999) belirlenerek mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru madde cinsinden hesaplanmıştır.

Balkabağı örneklerinin beta karoten içerikleri yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC - Shimadzu LC-20AD, Kyoto, Japonya) sistemi kullanılarak ve Demiray ve ark. (2013) tarafından tanımlanmış yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Analizler; UV-VIS DAD dedektörü (Model SPD-M10 AVP) ile 445 nm’de, C18 kolonda 25 °C kolon sıcaklığında yürütülmüş; akış hızı 0,25 mL/dk, enjeksiyon hacmi 20 μL ve elüsyon süresi 15 dk olarak ayarlanmıştır. Mobil faz, asetonitril:metanol:hekzan:diklorometan (40:20:20:20) karışımından oluşturulmuştur. Örneklerin beeta karoten miktarı, Sigma Aldrich β -karoten standardına ait kalibrasyon eğrisi esas alınarak kromatogramlardan elde edilen pik alanları üzerinden hesaplanmış ve sonuçlar μg beta karoten/g kuru madde cinsinden raporlanmıştır.

Bu çalışmada balkabağı örneklerinin biyoaktif bileşenlerinde meydana gelen değişim Denklem 3 kullanılarak hesaplanmıştır (Uysal ve Özkal, 2022).

$$\text{Yüzde değişim (\%)} = [(kuru \text{ örnek değer} / taze \text{ örnek değer}) - 1] \times 100 \#(3)$$

İstatistiksel Analiz

Deneyisel veriler IBM SPSS 25 paket programı ile değerlendirilmiş olup, istatistiksel farklar Tukey çoklu karşılaştırma testiyle ($p < 0,05$) belirlenmiştir.

Bulgular

Mikrodalga yöntemi ile kurutulan balkabağı örneklerinin toplam kuruma süresi, rehidrasyon oranı ve su tutma kapasitesi değerleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Farklı mikrodalga güç seviyelerinde kurutulan balkabağı örneklerine ait toplam kuruma süresi, rehidrasyon oranı ve su tutma kapasitesi değerleri

Mikrodalga güç seviyesi (W)	Kuruma süresi (0,1 g su/g kuru madde nem içeriğine kadar geçen süre)	(dakika)	Rehidrasyon oranı ¹ (RO)	Su tutma kapasitesi ¹ (STK)
90 W	170±0,98		6,45±0,18 ^a	64,08±1,48 ^a
180 W	94±0,74		4,73±0,17 ^b	59,74±1,20 ^b
360 W	66±0,60		4,65±0,14 ^b	58,56±0,56 ^b

¹Aynı sütunda farklı üssel harfler ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05). Sonuçlar ortalama±standart sapma şeklinde verilmiştir.

Mikrodalga güç seviyesinin artırılması, balkabağı örneklerinin 0,1 g su/g kuru madde son nem içeriğine ulaşması için gereken toplam kuruma süresini belirgin biçimde kısaltmıştır. Toplam kuruma süresi en düşük güç seviyesi olan 90 W’ta 170±0,98 dakika iken, gücün iki katına çıkarılmasıyla (180 W) bu süre 94±0,74 dakikaya gerilemiştir. En yüksek güç seviyesi olan 360 W kullanıldığında ise kuruma süresi 66±0,60 dakikaya kadar düşerek %61,2 oranında kısalmıştır. Benzer sonuçlar elmanın mikrodalga ile kurutulduğu bir çalışmada raporlanmış ve bu durum mikrodalga gücündeki artış ile ürünün iç sıcaklığının ve kuruma hızının artmasına ve ısının ürünün içinde daha homojen yayılmasına bağlanmıştır (Hazervazifeh ve ark., 2017).

Kurutulmuş ürünlerin önemli kalite kriterleri olarak değerlendirilen rehidrasyon oranı ve su tutma kapasitesi değerleri incelendiğinde ise, en yüksek değerlerin en düşük mikrodalga gücü olan 90 W koşulunda elde edildiği görülmektedir. 90 W gücünde kurutulan örneklerin rehidrasyon oranı ve su tutma kapasitesi sırasıyla 6,45±0,18 ve 64,08±1,48 olarak belirlenmiştir, bu değerler 180 ve 360 W koşullarında kurutulan örneklerden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (p<0,05). Ancak, 180 W ve 360 W’ta kurutulan örneklerin rehidrasyon oranı ve su tutma kapasitesi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05). Yüksek mikrodalga güçlerinde, hücresel yapıda kalıcı yırtılma ve yer değiştirmeler ile doku bütünlüğünde belirgin bozulmaların meydana geldiği; bu yapısal hasarın daha kompakt bir mikro yapı oluşumuna, kapiller kanalların daralmasına ve hidrofilik özelliklerin zayıflamasına yol açtığı ve bu nedenlerle rehidrasyon özelliklerini olumsuz etkilenmiştir (Tepe ve Tepe, 2020; İzli ve Polat, 2019).

Taze ve kuru balkabağı örneklerine ait antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerleri ile kurutma sonunda bu değerlerde meydana gelen değişim oranı Tablo 2’de sunulmuştur. Taze balkabağı örneklerinin antioksidan aktivite değerleri 13,21±0,72–13,43±0,25 µmol TE/g kuru madde arasında, toplam fenolik madde içerikleri ise 13,68±0,12–14,03±0,37 mg GAE/g kuru madde arasında değişmiştir.

Tablo 2. Taze ve kuru balkabağı örneklerine ait antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerleri

Mikrodalga güç seviyesi (W)	Antioksidan (µmol TE/g kuru madde)		Aktivite % Değişim	Toplam Fenolik (mg GAE/g kuru madde)		Madde % Değişim
	Taze	Kuru		Taze	Kuru	
90 W	13,21±0,72	17,12±1,00	29,64±1,17 ^a	8,14±0,53	3,04±0,26	-62,67±0,88 ^a
180 W	13,43±0,25	22,41±0,32	66,82±2,01 ^b	8,12±0,27	3,09±0,14	-61,96±0,62 ^a
360 W	13,23±0,42	22,86±0,82	72,74±1,72 ^c	7,86±0,63	3,74±0,32	-52,46±0,72 ^b

¹Aynı sütunda farklı üssel harfler ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05). Sonuçlar ortalama±standart sapma şeklinde verilmiştir.

Kurutma işlemi sonunda antioksidan aktivite değerlerinde tüm güç seviyelerinde artış meydana geldiği görülmektedir. Mikrodalga güç seviyesindeki artışla antioksidan değerleri artmıştır ve bu artış oranı tüm kurutma koşulları için anlamlıdır (p<0,05). Mikrodalga uygulaması Maillard reaksiyonunun hızlanması ile ileri evre ürünlerin daha kısa sürede oluşmasına neden olmakta ve bu durum mikrodalga yöntemi ile kurutulan ürünlerin antioksidan aktivitesindeki artışı açıklayabilmektedir (Mouhoubi ve ark., 2022; Nasrollahzadeh ve ark., 2017). Mikrodalga kurutma ile balkabağı örneklerinin toplam fenolik madde içeriğinde azalma meydana gelmiş ancak bu azalma artan mikrodalga güçlerinde düşüş eğilimindedir. 360 W uygulamasında kayıp oranı %52,46±0,72 ile diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha düşüktür (p<0,05). Mikrodalga kurutma sürecinde polifenollerin degradasyonunun; kurutma süresinin uzamasına bağlı hücresel tahribat, yüksek sıcaklık ve artan işlem şiddeti gibi proses parametrelerinden anlamlı düzeyde etkilendiği bildirilmektedir (Bualuang ve ark., 2017; Nakilcioğlu ve Ötkeş, 2017).

Taze balkabağı örneklerinin β-karoten içeriği 439,24±14,90–454,88±12,64 µg/g kuru madde aralığında değişirken; kurutma sonrası değerler mikrodalga gücü arttıkça azalmış ve 90, 180 ve 360 W mikrodalga güçlerinde sırasıyla %59,58±1,04, %62,36±0,92 ve %65,57±0,70 oranlarında kayıplar meydana gelmiştir. 360 W mikrodalga gücünde kurutulan örnekteki kayıp oranı diğer koşullardan farklılık göstermiştir (p<0,05) (Tablo 3).

Tablo 3. Taze ve kuru balkabağı örneklerine ait beta karoten içeriği değerleri

Mikrodalga seviyesi (W)	güç	Beta karoten (µg/g kuru madde)		içeriği % Değişim
		Taze	Kuru	
90 W		454,88±12,64	187,34±9,72	-59,85±1,04 ^a
180 W		439,24±14,90	165,54±5,68	-62,36±0,92 ^a
360 W		446,79±16,97	153,77±5,83	-65,57±0,70 ^b

¹Aynı sütunda farklı üssel harfler ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05). Sonuçlar ortalama±standart sapma şeklinde verilmiştir.

Mikrodalga gücünün artmasıyla beta karoten içeriğinde gözlenen düşüş, başlıca karotenoidlerin ısıya duyarlılığı ve mikrodalga enerjisinin üründe oluşturduğu hızlı sıcaklık artışı ile ilişkilendirilmektedir. Literatürde mikrodalga gücü yükseldikçe özellikle all-trans- β -karoten düzeyinin azalma eğilimi gösterdiği; bu durumun mikrodalga enerjisi tarafından tetiklenen karotenoid bozunması (degradasyon) ve izomerleşme süreçleriyle bağlantılı olduğu bildirilmektedir. Daha yüksek güç uygulamalarının ürün sıcaklığını kısa sürede yükselterek karotenoidlerin ayrışmasını hızlandığı, dolayısıyla beta-karoten kaybını artırabildiği ifade edilmektedir (Song ve ark., 2017; Fratianni ve ark., 2010; Wang ve Xi, 2005).

SONUÇ

Bu çalışmada, farklı mikrodalga güç seviyelerinin (90, 180 ve 360 W) balkabağı dilimlerinin kuruma kinetiği, rehidrasyon özellikleri ve biyoaktif bileşenleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen veriler, mikrodalga gücünün artırılmasının toplam kuruma süresini önemli ölçüde kısalttığını, rehidrasyon oranı ve su tutma kapasitesini de azalttığını göstermiştir. Biyoaktif bileşenler açısından değerlendirildiğinde ise çok boyutlu bir etki profili ortaya çıkmıştır. Mikrodalga gücündeki artış, antioksidan aktiviteyi belirgin biçimde yükseltmiştir. Benzer biçimde, işlem süresinin kısalmasına paralel olarak toplam fenolik madde içeriğindeki kayıpların yüksek mikrodalga güç düzeylerinde görece daha sınırlı kalmış ve fenolik bileşenlerin daha iyi korunduğu gözlenmiştir. Buna karşın ısıya duyarlı bir bileşen olan beta karoten, artan mikrodalga gücünden olumsuz etkilenmiş ve yüksek güç uygulamalarında kayıpların yükseldiği saptanmıştır. Sonuç olarak, mikrodalga gücünün artırılması kurutma verimliliği, antioksidan aktivite ve fenolik madde korunumu açısından avantaj sağlarken; rehidrasyon özellikleri ve beta karoten içeriği açısından düşük güç seviyelerinin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda, endüstriyel ölçekli uygulamalarda hedeflenen son ürün kalitesi ve kullanım amacına bağlı olarak mikrodalga güç seviyesinin optimize edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Belwal, T., Cravotto, C., Prieto, M. A., Venskutonis, P. R., Daglia, M., Devkota, H. P., ... & Cravotto, G. (2022). Effects of different drying techniques on the quality and bioactive compounds of plant-based products: A critical review on current trends. *Drying Technology*, 40(8), 1539-1561. <https://doi.org/10.1080/07373937.2022.2068028>
- Bualuang, O., Onwude, D. I., & Pracha, K. (2017). Microwave drying of germinated corn and its effect on phytochemical properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(9), 2999-3004. 10.1002/jsfa.8140
- Dehghannya, J., & Habibi-Ghods, M. (2025). Microwave Drying of Food Materials: Principles, Hybrid Techniques, Modeling Approaches, and Emerging Innovations. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24(6), e70312. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70312>
- Demiray, E.; Tulek, Y.; Yilmaz, Y. Degradation Kinetics of Lycopene, β -Carotene and Ascorbic Acid in Tomatoes during Hot Air Drying. *LWT–Food Sci. Technol.* 50, 172–176, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.06.001>
- Deng, Y., & Zhao, Y., “Effect of pulsed vacuum and ultrasound osmopretreatments on glass transition temperature, texture, microstructure and calcium penetration of dried apples (Fuji)”,

- LWT-Food Science and Technology*, 41(9), 1575-1585, (2008). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.10.018>
- Fратиanni, A., Cinquanta, L., & Panfili, G. (2010). Degradation of carotenoids in orange juice during microwave heating. *LWT-Food Science and Technology*, 43(6), 867-871. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.01.011>
- Hazervazifeh, A., Moghaddam, P. A., & Nikbakht, A. M. (2017). Microwave dehydration of apple fruit: Investigation of drying efficiency and energy costs. *Journal of Food Process Engineering*, 40(3), e12463. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12463>
- Hussain, A., Kausar, T., Din, A., Murtaza, M. A., Jamil, M. A., Noreen, S., ... & Ramzan, M. A. (2021). Determination of total phenolic, flavonoid, carotenoid, and mineral contents in peel, flesh, and seeds of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(6), e15542. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15542>
- Izli, N., & Polat, A. (2019). Effect of convective and microwave methods on drying characteristics, color, rehydration and microstructure properties of ginger. *Food Science and Technology*, 39(3), 652-659. <https://doi.org/10.1590/fst.04518>
- Jahan, F., Islam, M. B., Moulick, S. P., Al Bashera, M., Hasan, M. S., Tasnim, N., ... & Bhuiyan, M. N. H. (2023). Nutritional characterization and antioxidant properties of various edible portions of *Cucurbita maxima*: A potential source of nutraceuticals. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16628>
- Menon, A., Stojceska, V., & Tassou, S. A. (2020). A systematic review on the recent advances of the energy efficiency improvements in non-conventional food drying technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 100, 67-76. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.014>
- Mouhoubi, K., Boulekbache-Makhlouf, L., Mehaba, W., Himed-Idir, H., & Madani, K. (2022). Convective and microwave drying of coriander leaves: Kinetics characteristics and modeling, phenolic contents, antioxidant activity, and principal component analysis. *Journal of Food Process Engineering*, 45(1), e13932. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13932>
- Nakilcioglu-Taş, E., & Otleş, S. (2017). Degradation kinetics of bioactive compounds and antioxidant capacity of Brussels sprouts during microwave processing. *International journal of food properties*, 20(sup3), S2798-S2809. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1375944>
- Nasrollahzadeh, F., Varidi, M., Koocheki, A., & Hadizadeh, F. (2017). Effect of microwave and conventional heating on structural, functional and antioxidant properties of bovine serum albumin-maltodextrin conjugates through Maillard reaction. *Food Research International*, 100, 289-297. [10.1016/j.foodres.2017.08.030](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.030)
- Özgören, E.; Işık, F.; Yapar, A. Effect of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Supplementation on Chemical and Nutritional Properties of Crackers. *J. Food Meas. Charact.* 13, 2812–2821, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00201-9>
- Roongruangsri, W., & Bronlund, J. E. (2015). A review of drying processes in the production of pumpkin powder. *International Journal of Food Engineering*, 11(6), 789-799. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2015-0168>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R. M., “Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent”, In *Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178). Academic press, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

Song, J., Wang, X., Li, D., Meng, L., & Liu, C. (2017). Degradation of carotenoids in pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) slices as influenced by microwave vacuum drying. *International Journal of Food Properties*, 20(7), 1479-1487. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1212875>

Tepe, T. K., & Tepe, B. (2020). The comparison of drying and rehydration characteristics of intermittent-microwave and hot-air dried-apple slices. *Heat and Mass Transfer*, 56(11), 3047-3057. 10.1007/s00231-020-02907-9

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D. H., “Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts”, *Journal of food composition and analysis*, 19(6-7), 669-675, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>

Uysal, B., & Özkal, S. G. Limon kabuklarının sıcak hava, mikrodalga ve sıcak hava-mikrodalga kombinasyonu ile kurutulması. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(4), 2223-2236, 2022. <https://doi.org/10.21597/jist.1117492>

Vega-Gálvez, A., Di Scala, K., Rodríguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., Perez-Won, M., “Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian)”, *Food chemistry*, 117(4), 647-653, (2009). 10.1016/j.foodchem.2009.04.066

Wang, J., & Xi, Y. S. (2005). Drying characteristics and drying quality of carrot using a two-stage microwave process. *Journal of food Engineering*, 68(4), 505-511. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.06.027>

ERKEN HASAT SOĞUK SIKIM ZEYTİNYAĞINDA TOPLAM VE SERBEST AMİNO ASİT PROFİLİNİN BELİRLENMESİ

Kasım TAKIM

Harran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı,
Şanlıurfa, Türkiye,

ÖZET

Zeytinyağı, içerdiği fenolik bileşikler, vitaminler ve yağ asitleri ile insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahip fonksiyonel bir gıdadır. Ancak, zeytinyağının yağ fazında amino asit tespiti üzerine literatürde yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Rutin bir kalite parametresi olmaması ve hidrofobik yağ matrisinde amino asitlerin yok denecek kadar az (eser) miktarda bulunması, bu bileşenlerin genellikle göz ardı edilmesine neden olmuştur. Bu çalışmanın amacı, erken hasat edilmiş ve soğuk sıkım yöntemiyle elde edilmiş zeytinyağının toplam amino asit miktarını belirlemek ve serbest amino asit profilini yüksek hassasiyetle ortaya koymaktır.

Çalışmada, zeytinyağı örneğinin toplam amino asit miktarı spektrofotometrik yöntemle, serbest amino asit profili ise LC-MS/MS (Sıvı Kromatografisi - Tandem Kütle Spektrometresi) cihazı kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, zeytinyağında toplam amino asit miktarının 120.72 µg Lösin eşdeğeri/kg olduğunu göstermiştir. Zeytinyağı gibi apolar bir matriste bu miktarın tespit edilebilmesi, özellikle soğuk sıkım tekniğinin minör bileşenleri koruyucu etkisini göstermesi bakımından dikkate değerdir.

LC-MS/MS ile yapılan detaylı profil analizinde ise hedeflenen 17 amino asitten 9 tanesi tespit edilmiştir. Profilin en baskın bileşeni 227.44 ng/ml konsantrasyon ile esansiyel bir amino asit olan L-Fenilalanin (L-Phenylalanine) olmuştur. Bunu sırasıyla L-Tirozin (67.36 ng/ml), L-İzolösin (38.50 ng/ml) ve L-Lösin (17.37 ng/ml) takip etmiştir. Ayrıca L-Lizin, L-Histidin, L-Prolin, L-Arjinin ve L-Valin de düşük konsantrasyonlarda saptanmıştır. Elde edilen bulgular, erken hasat soğuk sıkım zeytinyağının, eser miktarda da olsa L-Fenilalanin gibi aromatik ve esansiyel amino asitleri barındırdığını kanıtlamaktadır. Bu çalışma, literatürdeki boşluğu doldurarak zeytinyağının bilinmeyen minör bileşenlerine ışık tutmakta ve bu bileşenlerin ürünün duyuşal karakteristiği ile besleyici değerine olan katkısının anlaşılmasına zemin hazırlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Erken Hasat Zeytinyağı, Serbest Amino Asitler, Toplam Amino Asit, LC-MS/MS, L-Fenilalanin.

DETERMINATION OF TOTAL AND FREE AMINO ACID PROFILE IN EARLY HARVEST COLD PRESS OLIVE OIL

Kasım TAKIM

Harran University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Division of Biochemistry, Şanlıurfa, Turkey,

ABSTRACT

Olive oil is a functional food known for its positive effects on human health due to its content of phenolic compounds, vitamins, and fatty acids. However, studies in the literature regarding the detection of amino acids in the oil phase of olive oil are quite limited. Since it is not a routine quality parameter and amino acids are present in trace amounts within the hydrophobic oil matrix, these components have generally been overlooked. The aim of this study is to determine the total amino acid content and to reveal the free amino acid profile of early harvest cold-pressed olive oil with high sensitivity.

In the study, the total amino acid content of the olive oil sample was determined using a spectrophotometric method, while the free amino acid profile was analyzed using an LC-MS/MS (Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry) device. The analysis results indicated that the total amino acid content in the olive oil was 120.72 µg Leucine equivalent/kg. The detection of this amount in an apolar matrix like olive oil is noteworthy, particularly in terms of demonstrating the protective effect of the cold press technique on minor components.

In the detailed profile analysis performed via LC-MS/MS, 9 out of the targeted 17 amino acids were detected. The most dominant component of the profile was L-Phenylalanine, an essential amino acid, with a concentration of 227.44 ng/ml. This was followed by L-Tyrosine (67.36 ng/ml), L-Isoleucine (38.50 ng/ml), and L-Leucine (17.37 ng/ml), respectively. Additionally, L-Lysine, L-Histidine, L-Proline, L-Arginine, and L-Valine were detected at low concentrations. These findings demonstrate that early harvest cold-pressed olive oil contains aromatic and essential amino acids, such as L-Phenylalanine, albeit in trace amounts. This study fills a gap in the literature by shedding light on the unknown minor components of olive oil and provides a basis for understanding the contribution of these components to the sensory characteristics and nutritional value of the product.

Keywords: Early Harvest Olive Oil, Free Amino Acids, Total Amino Acid, LC-MS/MS, L-Phenylalanine.

ERKEN HASAT SOĞUK SIKIM ZEYTİNYAĞINDA LC-MS/MS YÖNTEMİ İLE KAPSAMLI İÇERİK ANALİZİ

Kasım TAKIM

Harran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı,
Şanlıurfa, Türkiye,

Özet

Zeytinyağı, içerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde oksidatif strese karşı koruyucu özellikleri ile bilinen fonksiyonel bir gıdadır. Zeytinyağının kalitesini ve sağlık üzerindeki etkilerini belirleyen en önemli parametrelerden biri fenolik bileşik profilidir. Bu çalışmanın amacı, erken hasat soğuk sıkım zeytinyağında, 56 farklı fenolik bileşiğin eş zamanlı tespiti için optimize edilmiş bir LC-MS/MS (Sıvı Kromatografisi-Tandem Kütle Spektrometresi) yöntemi kullanarak detaylı karakterizasyon yapmaktır.

Çalışmada, zeytinyağı örnekleri iki farklı hazırlık aşamasından (asit hidrolizi ve metanol ekstraksiyonu) geçirilerek analiz edilmiştir. Geliştirilen yöntem ile yapılan tarama sonucunda, hedeflenen 56 bileşikten, zeytinyağının karakteristik yapısında bulunan önemli flavonoidler ve organik asitler tespit edilmiştir.

Analiz bulgularına göre; metanol ekstraksiyonunun, serbest fenoliklerin tespiti açısından hidroliz yöntemine kıyasla daha verimli olduğu görülmüştür. Örnekte en yüksek konsantrasyonda tespit edilen bileşen, güçlü antioksidan özelliklere sahip bir organik asit olan Kinik Asit (2,2 mg/kg - metanol ekstraktı) olmuştur. Flavonoid grubunda ise zeytinyağının majör flavonu olan Luteolin (0.582 mg/kg) ve Apigenin (0.378 mg/kg) dikkat çekici seviyelerde bulunmuştur. Bunları sırasıyla p-Kumarik asit (0.108 mg/kg), Naringenin, Kaempferol ve eser miktarda Protokateşin aldehit takip etmiştir.

Bu çalışma, erken hasat soğuk sıkım zeytinyağının sadece yaygın bilinen fenoliklerle değil, aynı zamanda Kinik Asit, Luteolin ve Apigenin gibi spesifik biyoaktif bileşenlerce de zengin olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle Luteolin ve Apigenin'in varlığı, ürünün yüksek oksidatif stabilitesi ve sağlık potansiyeli (anti-inflamatuar etki) açısından kritik bir göstergedir. Kullanılan çoklu bileşen tarama yöntemi, zeytinyağının minör bileşen haritasını çıkarmada güçlü bir analitik araç olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Zeytinyağı, Fenolik Profil, LC-MS/MS, Luteolin, Apigenin, Kinik Asit.

COMPREHENSIVE CONTENT ANALYSIS IN EARLY HARVEST COLD PRESS OLIVE OIL USING LC-MS/MS METHOD

Kasım TAKIM

Harran University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Division of Biochemistry, Şanlıurfa, Turkey,

Abstract

Olive oil is a functional food known for its protective properties against oxidative stress, thanks to its bioactive components. One of the most critical parameters determining the quality and health effects of olive oil is its phenolic compound profile. The aim of this study is to perform a detailed characterization of early harvest cold-pressed olive oil using an optimized LC-MS/MS (Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry) method for the simultaneous detection of 56 different phenolic compounds.

In the study, olive oil samples were analyzed following two different preparation procedures: acid hydrolysis and methanol extraction. As a result of the screening performed with the developed method, significant flavonoids and organic acids characteristic of olive oil were detected among the targeted 56 compounds.

According to the analysis findings, methanol extraction was found to be more efficient than the hydrolysis method for the detection of free phenolics. The component detected at the highest concentration in the sample was Quinic Acid (2.2 mg/kg - methanol extract), an organic acid with potent antioxidant properties. Among the flavonoids, Luteolin (0.582 mg/kg), a major flavone of olive oil, and Apigenin (0.378 mg/kg) were found at noteworthy levels. These were followed by p-Coumaric acid (0.108 mg/kg), Naringenin, Kaempferol, and trace amounts of Protocatechuic aldehyde, respectively.

This study demonstrates that early harvest cold-pressed olive oil is rich not only in commonly known phenolics but also in specific bioactive components such as Quinic Acid, Luteolin, and Apigenin. The presence of Luteolin and Apigenin, in particular, is a critical indicator of the product's high oxidative stability and health potential (anti-inflammatory effect). The multi-compound screening method used stands out as a powerful analytical tool for mapping the minor component profile of olive oil.

Keywords: Olive Oil, Phenolic Profile, LC-MS/MS, Luteolin, Apigenin, Quinic Acid.

**EFFECTS OF BIOLOGICAL AND BIOTECHNICAL CONTROL PRACTICES ON
CODLING MOTH *Cydia pomonella* (LINNAEUS, 1758)
(LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE)**

Özay SELVİLİ

Karamanoglu Mehmetbey University, Institute of Science, Karaman, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8730-0801>

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Konya, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1933-4006>

Assoc. Prof. Dr. Elif YAVUZASLANOĞLU

Karamanoglu Mehmetbey University, Technical Sciences Vocational School, Department of
Plant and Animal Production, Karaman, Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5836-7011>

ABSTRACT

Karaman has a significant place in apple production. Chemical control is widely used to control the codling moth (*Cydia pomonella*), (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae) a major pest of apples. In recent years, mating prevention techniques have become increasingly common, along with chemical control. The cost of controlling this pest is significant and creates financial constraints for producers. As an alternative to this widely used control method, the effects of biological and biotechnical control methods on the apple moth population were investigated in a application orchard and compared with a producer's orchard. In the application orchard, biotechnical control was carried out using pheromone traps with mass trapping techniques. Biological control was carried out using the egg parasitoid insect *Tricogramma evencents*. The codling moth population was monitored weekly for two apple production seasons. Meteorological data and day degree temperature data were monitored at the meteorological station installed in the application orchard to compare pest modeling with actual data. Fruit infestation rates were recorded weekly. Codling moth infestation rates were determined by variety. The study demonstrated that biological and biotechnical control practices contribute to codling moth population control comparable to chemical control. This study was undertaken by the support of KMU HASTUYİT Koordinatorship with Project number: 02-HASTU-M-24.

Key Words: apple infestation rate; biological control; biotechnological control; codling moth; population development; *Tricogramma evencents*.

DETERMINATION OF NUTRITIONAL PROPERTIES OF GOAT YOGURT ENRICHED WITH BUTTERNUT SQUASH (*CUCURBITA MOSCHATA*) PEEL POWDER

Asst. Prof. Murat Emre TERZİOĞLU

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, Erzurum,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6370-0694>

Dr. Ezgi EDEBALI

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, Erzurum,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6912-7569>

Prof. Dr. İhsan BAKIRCI

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, Erzurum,
Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3744-3863>

ABSTRACT

Butternut squash (*Cucurbita moschata*) peel, produced in significant quantities during processing, has a nutritionally rich and bioactive compound profile comparable to the fruit itself. Unfortunately, butternut squash peel is often overlooked by businesses and is often thrown away or disposed of. Therefore, the current study explored the recycling potential of pumpkin peel by incorporating it into yogurt production. In the present study, total dry matter, water holding capacity, ash, titratable acidity, and pH values were investigated in yogurt samples produced using goat milk, yogurt cultures (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), and 0.5%, 1.0%, and 1.5% butternut squash peel powder (BSPP). The use of BSPP in yogurt production was found to have a statistically very significant effect ($p<0.01$) on all parameters examined. Compared to the control group, BSPP addition increased dry matter, water holding capacity, ash, and titratable acidity values, while decreasing pH values, depending on the addition rates. Among the yogurt samples, it was determined that dry matter content varied between 14.59-16.04%, water holding capacity values varied between 63.31-65.00%, ash contents varied between 0.96-1.27%, titratable acidity values varied between 1.50-1.64 LA% and pH values varied between 4.08-4.26. It was concluded that the addition of BSPP to goat yogurt improved the nutritional properties of the yogurt.

Keywords: Goat yogurt, Butternut squash peel powder, Dietary fiber, Physicochemical properties, Waste evaluation

INTRODUCTION

Yogurt stands out as one of the most consumed fermented dairy products worldwide for its nutritional value and therapeutic properties. Its nutritional value and functional properties can be enhanced by adding various additives, such as dietary fiber. Furthermore, structure, texture, and consistency are crucial parameters for the overall acceptability of yogurt samples. Using natural plant fiber sources in yogurt production can improve texture, taste, appearance, and consistency parameters, and offer new nutritionally enriched products to consumers (Shi et al., 2017; Dabija et al., 2018; Zhi et al., 2018).

Dietary fiber constitutes the edible parts of plants that are not absorbed in the small intestine and undergo partial or complete fermentation in the large intestine (Soleimanian et al., 2022). Dietary fiber consumption prevents many diseases such as colon cancer, constipation, obesity, cardiovascular diseases, and diabetes. Furthermore, the use of dietary fiber in food production processes improves properties such as fat holding capacity, water holding capacity, and emulsion stability, extends the shelf life of products, and improves their techno-functional properties (Beristain et al., 2006; Elleuch et al., 2011). On the other hand, the European Food Safety Authority (EFSA) has reported that the average daily fiber intake should be 25 g (EFSA, 2010).

Butternut squash (*Cucurbita moschata*) is classified as a fruit belonging to the Cucurbitaceae family and the *Cucurbita* genus (Mahmoud and Mehder, 2022). Butternut squash is considered a promising raw material in the development of functional foods due to its high nutritional content such as dietary fiber, proteins, and carbohydrates, as well as its flavonoids, phenols, α -tocopherol, β -carotene, and minerals (Jacobo-Valenzuela et al., 2011; Patel and Rauf, 2017; Enneb et al., 2020; Vergallo, 2020). According to global 2022 data, squash production is approximately 28 million tons, and butternut squash is one of the most commercially cultivated squashes. On the other hand, pumpkin peel is produced as a significant by-product in the pumpkin processing chain (2.6-16% of pumpkin weight). Furthermore, considering production and processing data, butternut squash peel, which is produced in considerable quantities, is unfortunately disposed of by businesses. However, not utilizing pumpkin peel, which is rich in composition and bioactive compounds, leads to environmental pollution and economic losses (Gavril et al., 2024a; Zhang and Liu, 2025). In light of all this information, the current study produced goat yogurt with varying amounts of butternut squash peel powder (BSPP) added to both recycle butternut squash peel and improve the physicochemical properties of yogurt. Dry matter, water holding capacity, ash, titratable acidity, and pH analyses were conducted on yogurt samples.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Goat milk used in yogurt production was supplied from local farms (Erzurum, Türkiye), classical yogurt culture (YC-350: *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) was supplied from CHR Hansen (Adapazarı, Türkiye) and butternut squash was supplied from local markets (Erzurum, Türkiye).

Methods

Butternut squash (*Cucurbita moschata*) peel powder production

To produce butternut squash peel powder (BSPP), the fruits were first washed and peeled. The peels were then dried at 50°C and ground into powder using a kitchen grinder (Bosch, TSM6A013B, 180 W).

Yogurt production

Goat milk used in yogurt production was pasteurized at 90°C for 10 min and divided into four groups. All groups were cooled to 43°C, and 20 g/100 L (w/v) of classical yogurt cultures were added. One group was selected as the control group, and the other three groups were supplemented with 0.5%, 1%, and 1.5% BSPP. All samples were then incubated at 43°C in sterile glass jars until the pH reached 4.6 and stored at 4°C until analysis. The produced control group and BSPP added yogurt samples are shown in Figure 1.

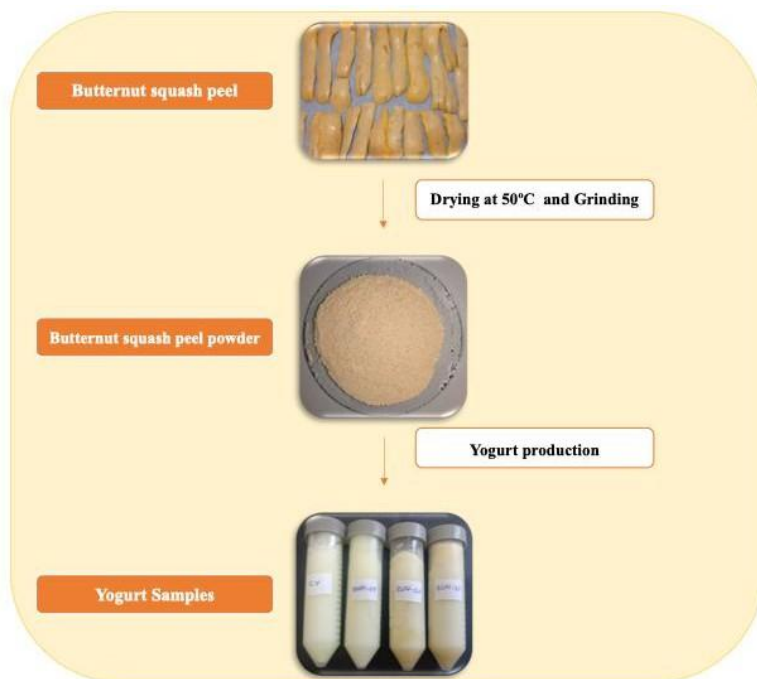


Figure 1. Control group and BSPP added yogurt samples

Physicochemical analyses

Total dry matter analysis was performed on the control group and yogurt samples with different amounts of BSPP added, based on the weight difference calculated after drying at 100°C; ash analysis was performed based on the weight of the remaining inorganic material after incineration at 550°C; pH analysis was performed using the immersion method using a calibrated pH meter, and titratable acidity analysis was performed using the titrimetric method in terms of lactic acid (Terzioğlu and Bakirci, 2024). The water retention capacity of the samples was determined by dividing the pellet amount of 10 g of yogurt after centrifugation to the initial amount (Edebali, 2025).

Statistical analysis

The experimental plan for the control group goat yogurt samples and goat yogurt samples added with different amounts of BSPP was carried out according to the Completely Randomized Trial Plan and statistical analyses were carried out using the SPSS 25 package program.

RESULTS AND DISCUSSION

Physicochemical properties of yogurt samples

The results of the physicochemical properties of the control group and the yogurt samples with different rates (0.5, 1 and 1.5%) of BSPP addition are presented in Table 1. It was determined that the use of different rates of BSPP in yogurt production caused statistically

very significant ($p<0.01$) differences in dry matter, water holding capacity, ash, titratable acidity and pH values. The dry matter, water holding capacity, ash, titratable acidity and pH values of the control group yogurt samples were determined as 14.59%, 63.51%, 0.96%, 1.50 LA% and 4.26, respectively. However, depending on the BSPP addition rate, increases in dry matter (15.41-16.04%), water holding capacity (63.92-65.00%), ash content (1.02-1.27%), and titratable acidity (1.57-1.64 LA%) values were observed, thus improving the nutritional and physicochemical properties of the yogurt. Furthermore, the pH value of the BSPP-added yogurt samples decreased compared to the control group, changing between 4.20-4.08.

Table 1. Physicochemical analysis results of yogurt samples

Samples	Dry matter (%)	Ash (%)	Water holding capacity (%)	Titratable acidity (LA%)	pH
CY	14.59±0.03 ^d	0.96±0.01 ^c	63.31±0.13 ^d	1.50±0.02 ^c	4.26±0.01 ^a
BSPP-0.5	15.41±0.07 ^c	1.02±0.04 ^c	63.92±0.05 ^c	1.57±0.02 ^b	4.20±0.01 ^b
BSPP-1.0	15.75±0.04 ^b	1.10±0.01 ^b	64.31±0.06 ^b	1.59±0.01 ^b	4.14±0.01 ^c
BSPP-1.5	16.04±0.07 ^a	1.27±0.02 ^a	65.00±0.05 ^a	1.64±0.01 ^a	4.08±0.01 ^d
Sign.	**	**	**	**	**

a-d: means marked with different letters are statistically different from each other; LA: lactic acid; Sign: significant; **: $p<0.01$; CY: control yogurt; BSPP-0.5: goat yogurt with 0.5% butternut squash peel powder; BSPP-1.0: goat yogurt with 1% butternut squash peel powder; BSPP-1.5: goat yogurt with 1.5% butternut squash peel powder

In the present study, the addition of BSPP to goat yogurt samples caused an increase in dry matter and ash contents, as expected. This is thought to be related to the fact that pumpkin peels are rich in fiber, protein, fat and minerals (especially calcium and magnesium) (Gavril et al., 2024a). Indeed, Zhang and Liu (2025) reported that the protein content of pumpkin peel varied between 3.20-15.45%, fiber content between 10.20-34.81%, ash content between 1.82-7.10% and fat content between 2.30-6.65%. Gavril et al. (2024b) found that yogurt containing 5% and 4% pumpkin peel powder had dry matter contents of 16.48% and 19.49%, ash content of 0.80% and 1.12%, and pH values of 4.51 and 4.46 on the first day of storage. The researchers reported that the lower pH value compared to the control group was related to the acidity of the pumpkin. It was also reported that the decrease in serum separation with the addition of pumpkin peel powder was due mostly to the retention of water within the gel network. Alsulami et al. (2025) reported that the camel milk yogurt they produced by adding pumpkin powder (1%) had a pH value of 4.47 and a water retention capacity of 65.680%. The researchers reported that the fibers in pumpkin peel powder increase water retention due to their ability to bind water molecules and interact specifically with proteins in milk, thus making pumpkin peel powder a good thickener. In a study, dry matter contents of yogurt samples added with different proportions of freeze-dried, boiled and baked pumpkin varied between 20.1-21.5%, 15.8-16.5% and 16.6-17.3%, respectively. In the study, the ash content of the control group yogurts was determined as 0.73%, water retention capacity as 60.7% and titratable acidity as 1.15 LA%, while the ash content in the yogurts with added pumpkin

varied between 0.66-1.08%, water retention capacity as 61.6-91.6% and titratable acidity values varied between 0.83-1.28 LA% (Sıçramaz and Ayar, 2023). Bakirci et al. (2017) reported the dry matter contents of yogurts added with 0.5%, 1.0% and 1.5% pumpkin fiber as 14.34%, 15.09% and 15.37%, respectively; They determined the water retention capacities as 48.71%, 51.40% and 55.76%, respectively, and the pH values as 4.20, 4.19 and 4.21, respectively.

CONCLUSION

Butternut squash, one of the most cultivated squash species, boasts a rich nutritional profile and bioactive compounds. The peel of butternut squash can account for up to 16% of the fruit's weight. Considering the millions of tons of squash cultivated worldwide and the proportion of peels produced during processing, utilizing these by-products is an important strategy for environmental and economic reasons. In this context, the current study investigated the potential use of butternut squash powder in yogurt production. The results demonstrated that BSPP improved the physicochemical properties of yogurt, in parallel with the addition rate. Consequently, the potential for utilizing a rich resource typically considered waste and disposed of by businesses, as well as the potential for improving the nutritional and functional properties of yogurt, a dairy product enjoyed by consumers, and presenting it as a healthier product, has been demonstrated. However, more detailed studies are needed to examine the impact of BSPP on the nutritional and functional properties of yogurt and its industrial applicability.

REFERENCES

- Alsulami, R. S., Babiker, E. E., Ahmed, I. M., Alsulami, T. S., & Al-Juhaimi, F. Y. (2025). Quality parameters optimization of camel milk yogurt treated with microbial transglutaminase and enriched with pumpkin peel using response surface methodology. *LWT*, 235, 118655. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.118655>
- Bakirci, S., Dagdemir, E., Boran, O. S., & Hayaloglu, A. A. (2017). The effect of pumpkin fibre on quality and storage stability of reduced-fat set-type yogurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 180-187. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13264>
- Beristain, C. I., Cruz-Sosa, F., Lobato-Calleros, C., Pedroza-Islas, R., Rodríguez-Huezo, M. E., & Verde-Calvo, J. R. (2006). Applications of soluble dietary fibers in beverages. *Revista Mexicana de Ingenieria Quimica*, 5(1), 81-95.
- Dabija, A., Codină, G. G., Gâtlan, A. M., & Rusu, L. (2018). Quality assessment of yogurt enriched with different types of fibers. *CyTA-Journal of Food*, 16(1), 859-867. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1483970>

- Edebali, E. (2025). Diyet lifi ve demir ile zenginleştirilmiş meyve ilaveli probiyotik yoğurtların çeşitli kalite niteliklerinin depolama periyodu boyunca incelenmesi. PhD Thesis, Atatürk University, Erzurum, Türkiye.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food process-ing: Characterisation, technological functionality and commer-cial applications: A review. *Food Chemistry*, 124(2), 411-421. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>
- Enneb, S., Drine, S., Bagues, M., Triki, T., Boussora, F., Guasmi, F., Nagaz, K., & Ferchichi, A. (2020). Phytochemical profiles and nutritional composition of squash (*Cucurbita moschata* D.) from Tunisia. *South African Journal of Botany*, 130, 165-171. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.12.011>
- European Food Safety Authority (EFSA). (2010). Scientific opinion of the substantiation of health claims related to wheat bran fibre and increase in faecal bulk (ID 3066), reduction in intestinal transit time (ID 828, 839, 3067, 4699) and contribution to the maintenance of achievement of a normal body weight (ID 829) pursuant to article 13 (1) of regulation (EC) no. 1924/2006. *EFSA Journal*, 8(10), 1817.
- Gavril, R. N., Cârlescu, P. M., Veleşcu, I. D., Arsenoia, V. N., Stoica, F., Stănciuc, N., Aprodu, I., Constantin, O.E., & Râpeanu, G. (2024b). The development of value-added yogurt based on pumpkin peel powder as a bioactive powder. *Journal of Agriculture and Food Research*, 16, 101098. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101098>
- Gavril, R. N., Stoica, F., Lipşa, F. D., Constantin, O. E., Stănciuc, N., Aprodu, I., & Râpeanu, G. (2024a). Pumpkin and pumpkin by-products: A comprehensive overview of phytochemicals, extraction, health benefits, and food applications. *Foods*, 13(17), 2694. <https://doi.org/10.3390/foods13172694>
- Jacobo-Valenzuela, N., de Jesus Zazueta-Morales, J., Gallegos-Infante, J. A., Aguilar-Gutierrez, F., Camacho-Hernandez, I. L., Rocha-Guzman, N. E., & Gonzalez-Laredo, R. F. (2011). Chemical and physicochemical characterization of winter squash (*Cucurbita moschata* D.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1), 34-40.
- Mahmoud, E. A., & Mehder, A. O. A. (2022). The manufacture of three types of organic butternut squash flour and their impact on the development of some oat gluten-free products. *Arabian Journal of Chemistry*, 15(9), 104051. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.104051>
- Patel, S., & Rauf, A. (2017). Edible seeds from Cucurbitaceae family as potential functional foods: Immense promises, few concerns. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 91, 330-337. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.04.090>

- Shi, J., Han, Y. P., & Zhao, X. H. (2017). Quality attributes of set-style skimmed yoghurt affected by the addition of a cross-linked bovine gelatin. *CyTA-Journal of Food*, 15(2), 320-325. <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1255914>
- Sıçramaz, H., & Ayar, A. (2023). Investigation of the effects of different processing methods on the selected nutritional properties of pumpkin and determining the appropriate process for pumpkin yogurt. *Food Science & Nutrition*, 11(11), 6878-6887. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3580>
- Soleimanian, Y., Sanou, I., Turgeon, S. L., Canizares, D., & Khalloufi, S. (2022). Natural plant fibers obtained from agricultural residue used as an ingredient in food matrixes or packaging materials: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(1), 371-415. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12875>
- Terzioğlu, M. E., & Bakirci, İ. (2024). Comparison of amino acid profile, ACE inhibitory activity, and organic acid profile of cow and goat yogurts produced with *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12, and classical yogurt culture. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 16(5), 1566-1582. <https://doi.org/10.1007/s12602-023-10123-0>
- Vergallo, C. (2020). Nutraceutical vegetable oil nanoformulations for prevention and management of diseases. *Nanomaterials*, 10(6), 1232. <https://doi.org/10.3390/nano10061232>
- Zhang, G., & Liu, L. (2025). Insights into potential value and sustainable utilisation of pumpkin peel: a review. *Future Foods*, 11, 100575. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100575>
- Zhi, N. N., Zong, K., Thakur, K., Qu, J., Shi, J. J., Yang, J. L., Yao, J., & Wei, Z. J. (2018). Development of a dynamic prediction model for shelf-life evaluation of yogurt by using physicochemical, microbiological and sensory parameters. *CyTA-Journal of Food*, 16(1), 42-49. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1336572>

YARI-KURAK MERA EKOSİSTEMLERİNDE BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN MEKÂNSAL DEĞİŞKENLİĞİNİN JEOİSTATİSTİKSEL MODELLENMESİ VE HARİTALANMASI

İshak YETİM

Harran Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim
Dalı, Şanlıurfa, Türkiye,

Recep GÜNDOĞAN

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa,
Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-8877-1130>,

Miraç KILIÇ,

Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Malatya,
Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-8026-5540>,

Hikmet GÜNAL

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa,
Türkiye , <https://orcid.org/0000-0002-4648-2645>,

ÖZET

Bozulmuş yarı kurak mera ekosistemlerinde toprak özelliklerinin mekânsal değişkenliğinin doğru biçimde ortaya konulması, ot verimliliğinin değerlendirilmesi, erozyon riskinin belirlenmesi ve sürdürülebilir mera yönetim stratejilerinin geliştirilmesi açısından temel bir gerekliliktir. Bu çalışmada, Şanlıurfa'nın yarı kurak koşullarındaki bir mera alanında bazı toprak özelliklerinin (kil, kum, silt, organik madde, kireç, pH, elektriksel iletkenlik, fosfor ve potasyum) mekansal dağılım yapısını ve aralarındaki ilişkiler jeostatistiksel yöntemler kullanarak tanımlanmış, örneklenemeyen noktalar için tahminler yapılmış ve alandaki dağılımları haritalandırılmıştır. Yaklaşık, 20.88 ha genişliğindeki çalışma alanından arazinin topografyası dikkate alınarak 34 adet yüzey (0-30 cm) toprak örneği alınmıştır. Toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış ve mekansal bağımlılık yapıları variogram analizi ile modellenmiştir. Toprak özelliklerinin varyasyon katsayıları %6.45 (kum) ile %49.2 (kireç) arasında değişim göstermiştir. En uygun teorik model, küresel model olarak belirlenmiştir. Mekânsal bağımlılığın göstergesi olan nugget/sill oranının, değişkenler için %25'in altında olması, incelenen tüm özelliklerin güçlü bir mekansal bağımlılığa sahip olduğunu göstermiştir. Etkili mekansal bağımlılık mesafesi 226.7 m olarak hesaplanmış ve bu mesafe, arazi içerisinde tanımlanabilir yapısal değişim zonlarının varlığını işaret

etmektedir.. Ordinary Kriging enterpolasyon tekniği kullanılarak oluşturulan mekansal dağılım haritaları, mera alanında belirgin düzeyde heterojenlik bulunduğunu açıkça ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, incelenen merada alana özgü gübreleme yaklaşımlarının, otlatma yoğunluğu ve zamanlamasının optimize edilmesi ile toprak iyileştirme stratejilerinin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahip bir bilimsel temel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sayısal Toprak Haritalama, Mekansal Değişkenlik, Geoistatistik, Variogram, Kriging, Hassas Tarım

GEOSTATISTICAL MODELING AND MAPPING OF SPATIAL VARIABILITY OF SOME SOIL PROPERTIES IN SEMI-ARID RANGELAND ECOSYSTEMS

ABSTRACT

Accurately demonstrating the spatial variability of soil properties in degraded semiarid rangeland ecosystems is essential for assessing grass productivity, determining erosion risk, and developing sustainable rangeland management strategies. In this study, the spatial distribution and interrelationships of several soil properties (clay, sand, silt, organic matter, lime, pH, electrical conductivity, phosphorus, and potassium) in a semiarid pasture area in Şanlıurfa province were defined using geostatistical methods. Estimations were made for unsampled points, and their distributions were mapped. Thirty-four surface soil samples (0-30 cm) were collected from a 20.88 ha study area, taking into account the topography of the land. Descriptive statistics for soil properties were calculated, and spatial dependence structures were modeled using variogram analysis. The coefficients of variation of soil properties ranged from 6.45% (sand) to 49.2% (lime). The most appropriate theoretical model was determined as a global model. The nugget/sill ratio, an indicator of spatial dependence, being below 25% for the variables indicated a strong spatial dependence for all studied traits. The effective spatial dependence distance was calculated as 226.7 m, indicating the presence of identifiable structural change zones within the field. Spatial distribution maps generated using the Ordinary Kriging interpolation technique clearly revealed significant heterogeneity within the pasture area. These results provide a critical scientific basis for optimizing site-specific fertilization approaches, grazing intensity and timing, and developing soil improvement strategies for the studied pasture.

Keywords: Digital Soil Mapping, Spatial Variability, Geostatistics, Variogram, Kriging, Precision Agriculture

ORMAN YANGINLARININ TOPRAK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mehmet Selim AÇAR

Harran Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye

<https://orcid.org/0009-0007-2703-498X>

Recep GÜNDOĞAN

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-8877-1130>

Miraç KILIÇ

Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Malatya, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-8026-5540>

Hikmet GÜNAL

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-4648-2645>

ÖZET

Bu çalışma, yakın çevredeki bir orman yangınının etkisiyle mera alanındaki yüzeysel bitki örtüsünün yanması sonucunda toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimlerin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Yangın sonrası toprak kalitesinin nicel olarak belirlenmesinde Toprak Yönetimi Değerlendirme Çerçevesi (SMAF) kullanılmış; toprak özelliklerinin alan genelindeki mekânsal değişkenliğini incelemek ve yüksek çözünürlüklü bir dağılım modeli oluşturmak amacıyla jeostatistiksel analiz ve haritalama yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışma alanında zirve, dik yamaç ve etek b-pozisyonlarından 0-10 cm derinlikten toplam 43 adet toprak örneği alınmış ve pH, organik madde, elektriksel iletkenlik, yarıyışlı fosfor, değişebilir potasyum, kireç içeriği ve parçacık büyüklük dağılımı (kum, kil ve silt içeriği) belirlenmiştir. Çalışma alanında özellikle fosfor, potasyum ve organik madde yüksek düzeyde heterojenlik gösterirken, pH ve kum içeriğinin daha homojen dağıldığını tespit edilmiştir. Organik madde ve potasyumun toprak kalitesi üzerinde en belirleyici özellikler olarak öne çıkmıştır. Çalışma alanı için hesaplanan ortalama toprak kalite indeksi (TKİ) %72.0 olup, bu değer toprakların potansiyel kapasitelerinin %72'si düzeyinde performans gösterdiğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, TKİ değerlerinin %33.0 ile %95.6 gibi geniş bir aralıkta değişmesi, toprak kalitesinin örneklem lokasyonuna ve topografik pozisyona bağlı olarak yüksek düzeyde mekânsal değişkenlik sergilediğini kanıtlamaktadır. Elde edilen bulgular, yangın faktörünün söz konusu mekânsal heterojenlik modelini değiştirmedikçe; toprak kalitesindeki değişimin, yangın etkisinden ziyade arazinin konumsal özelliklerine bağlı kalmaya devam ettiğini ortaya koymaktadır. Fosfor, potasyum ve

kireç içeriği çalışma alanında güçlü mekânsal bağımlılık sergilerken; kum, kil, silt, pH ve TKİ değerleri orta düzeyde bağımlılık göstermiş, ve organik madde ise zayıf bağımlılık sergilemiştir. Bulgular, özellikle organik madde gibi yangına duyarlı özelliklerde mikro ölçekte ani değişimlerin meydana geldiğini göstermektedir. Mekânsal dağılım haritaları, toprak özelliklerinin ve TKİ'nin çalışma alanında belirgin bir mekânsal varyasyon ve gradyan sergilediğini ortaya koymuştur. Özellikle fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki ileri düzey mekânsal varyasyon; yanma şiddeti, düzensiz kl depolanması ve topografik taşınım süreçlerinin, yangın sonrası besin döngüsü üzerindeki karmaşık ve çok yönlü etkileşiminin bir yansıması olarak değerlendirilmektedir. Sonuç olarak bu çalışma; yangın sonrası mera rehabilitasyon süreçlerinde tek tip bir yönetim stratejisi yerine, sahanın topografik özelliklerini ve besin elementi dağılımındaki mekânsal heterojenliği dikkate alan, konuma özgü yönetim yaklaşımlarının benimsenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, jeostatistiksel haritalama ve toprak kalitesi değerlendirmesinin, bozulmuş ekosistemlerde kritik müdahale alanlarının (düşük toprak kalitesine sahip bölgelerin) tespit edilmesinde etkili bir araç olduğu kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yangın, Mekânsal değerşkenlik, SMAF, Jeostatistik, Besin elementi dinamiği

ASSESSING THE EFFECTS OF FOREST FIRES ON SOIL QUALITY

ABSTRACT

This study aims to evaluate the changes in the physical and chemical properties of soil in a rangeland area following the burning of surface vegetation as a result of a nearby forest fire. The Soil Management Assessment Framework (SMAF) was employed to quantitatively determine post-fire soil quality, and geostatistical analysis and mapping techniques were used to examine the spatial variability of soil properties across the site and to generate a high-resolution distribution model.

A total of 43 soil samples were collected from summit, backslope, and footslope positions at a depth of 0–10 cm, and the following properties were analyzed: pH, organic matter, electrical conductivity, available phosphorus, exchangeable potassium, lime content, and particle-size distribution (sand, clay, and silt content). The study found that phosphorus, potassium, and organic matter exhibited high levels of heterogeneity across the site, whereas pH and sand content showed a more homogeneous distribution. Organic matter and potassium emerged as the most influential properties determining soil quality.

The mean Soil Quality Index (SQI) calculated for the study area was 72.0%, indicating that the soils perform at approximately 72% of their potential capacity. However, SQI values ranged widely—from 33.0% to 95.6%—demonstrating a high degree of spatial variability in soil quality depending on sampling location and topographic position. The findings reveal that the fire did not alter this inherent spatial heterogeneity pattern; rather, the changes in soil quality remained primarily dependent on the positional characteristics of the terrain rather than on the fire effect itself.

Phosphorus, potassium, and lime content exhibited strong spatial dependence, whereas sand, clay, silt, pH, and SQI values showed moderate dependence; organic matter displayed weak spatial dependence. The results indicate that properties highly sensitive to fire, such as organic matter, undergo abrupt micro-scale changes. Spatial distribution maps demonstrated pronounced spatial variation and gradients in soil properties and SQI across the study area. In particular, the advanced spatial variation in phosphorus and potassium concentrations is interpreted as a reflection of the complex and multidimensional interactions among burn severity, irregular ash deposition, and topography-driven transport processes governing post-fire nutrient cycling.

In conclusion, this study demonstrates that, rather than employing a uniform management strategy, post-fire rangeland rehabilitation should adopt site-specific management approaches that account for topographic characteristics and the spatial heterogeneity of nutrient distribution. Furthermore, geostatistical mapping and soil quality assessment prove to be effective tools for identifying critical intervention zones (areas with low soil quality) in degraded ecosystems.

Keywords: Fire, Spatial variability, SMAF, Geostatistics, Nutrient dynamics

DETERMINATION OF SOLUBILITY PROPERTIES OF PROTEIN HYDROLYSATES PRODUCED FROM MEAT TRIMMING WASTES

Res. Asst. PhD, Elif EKİZ TERZİOĞLU

Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Ataturk University, 25240,
Erzurum, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5557-4226>

Assoc. Prof., Emel ÖZ

Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Ataturk University, 25240,
Erzurum, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3766-2713>

Prof. Dr., Fatih ÖZ

Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Ataturk University, 25240,
Erzurum, Türkiye; East Anatolian High Technology Research and Application Center
(DAYTAM), Ataturk University, 25240, Erzurum, Türkiye; Kyrgyz-Turkish Manas
University, Engineering Faculty, Department of Food Engineering, Bishkek 720038,
Kyrgyzstan

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5300-7519>

ABSTRACT

Nowadays, protein hydrolysates, which allow the utilization of protein-rich wastes in addition to their positive health and rheological effects, have attracted attention. Due to their rheological properties, protein hydrolysates are being evaluated as natural and sustainable additives in various industries, replacing synthetic additives. However, because the solubility of proteins affects their functional properties and their usability as additives, determining their solubility is crucial. In this context, the current study produced protein hydrolysates from meat trimming waste under various process conditions to utilize slaughterhouse by-products. Protein hydrolysate production was achieved by extracting protein at eight different pH values, followed by hydrolysis of the resulting protein extracts with alcalase enzyme, and ultrafiltration to obtain fractions <3 kDa. The solubility of protein hydrolysates was evaluated by considering the effects of the pH applied during extraction and analysis. It was determined that the pH applied during protein hydrolysate production and solubility analysis led to statistically very significant ($p<0.01$) differences in solubility values. The solubility values of the protein hydrolysates varied between 64.52% and 88.64%. Depending on the pH applied during analysis, the solubility values of the protein hydrolysates varied between 75.67% and 85.01%. In this context, the protein hydrolysates produced in the study were found to exhibit good solubility properties, and it was revealed that the protein hydrolysate production conditions play an important role in the solubility of the final product.

Keywords: Meat trimming waste, protein hydrolysates, different pH conditions, solubility

INTRODUCTION

Significant amounts of by-products are produced in slaughterhouses as a result of animal slaughter and standard cutting processes. It has been reported that by-products from cattle slaughter can account for up to 66%, highlighting that the under-utilization of these products, which make up more than half of the live weight, leads to potential loss of revenue for businesses and additional disposal costs (Jayathilakan et al., 2012). In this context, protein hydrolysates, which have proven many positive properties, allow the recycling of by-products formed in food processing plants.

Protein hydrolysates are known as mixtures containing potentially beneficial effects on human health and releasable bioactive peptides (Abeer et al., 2021). It is also stated that protein hydrolysates possess various rheological properties such as solubility, gelling, oil retention, water retention, foaming, and emulsification, which contribute to their use in various industries including food, pharmaceuticals, cosmetics, and agriculture (Najafian and Babji, 2012; Chalamaiah et al., 2018; Karami and Akbari-adergani, 2019; Etemadian et al., 2021; Gao et al., 2021).

The solubility property is determined by the balance of hydrophobic and hydrophilic amino acids present in peptides and varies depending on the net charge and hydrophobicity of the peptides. Protein hydrolysis results in an increase in the solubility of protein hydrolysates due to the conversion of hydrophobic amino acids' carbonyl and amino groups into hydrophilic groups. The solubility of proteins increases as they move away from the isoelectric point, and the degree of hydrolysis and the method of hydrolysis significantly affect the solubility of protein hydrolysates. It is noted that protein hydrolysates with a high degree of hydrolysis have better solubility characteristics, and that enzymatic hydrolysis particularly affects the molecular weight and hydrophobicity of the proteins. Therefore, a low molecular weight and a high degree of hydrolysis in protein hydrolysates increase solubility (Halim et al., 2016; Karami and Akbari-Adergani, 2019; Islam et al., 2022).

In light of this information, the present study utilized protein extraction from meat trimming waste at different pH values, followed by hydrolysis with alcalase enzyme and ultrafiltration to produce protein hydrolysate. Thus, the effects of protein extraction at different pH values on the solubility of protein hydrolysates were determined.

MATERIAL AND METHOD

Material

Meat trimming waste obtained from the Erzurum Meat and Milk Institution Meat Combine constitute all the remaining parts of the carcass following the slaughter, maturation, and standard cut-up processes.

Protein hydrolysate production

In the production of protein hydrolysate, protein extraction was first performed at different pH values. For this purpose, the meat trimming waste were homogenized with distilled water (1:7) in a kitchen robot. The pH of the mixture was then adjusted (2.5, 3, 3.5, 4, 10, 10.5, 11, and 12), and 1 M HCl and 2 N NaOH were used to adjust the pH values (Mettler Toledo, S210). The mixture was then stirred at room temperature for 30 minutes and centrifuged (Lab312, TGL16). The obtained protein extracts were hydrolyzed (pH 8.0, 50°C, 4 hours) using alcalase enzyme (Merck, Germany, purity 100% and activity ≥ 0.75 AU/mL) at an enzyme:substrate ratio of 1:100. After the hydrolysis process, ultrafiltration was performed using a <3 kDa filter (Ultracel 3 kDa, Ultrafiltration Discs, Millipore). The obtained fractionated protein hydrolysates were lyophilized and stored in vacuum packages at -18°C

(Li-Chan et al., 2012; Pires et al., 2012; Taheri et al., 2013; Meshginfar et al., 2016; Neves et al., 2016; Neves et al., 2017).

Solubility

The solubility of the protein hydrolysate samples was determined according to Klompong et al. (2007). In this context, 200 mg of the sample was added to 20 mL of pure water, and the pH of the mixture was adjusted to 2, 4, 6, 8, and 10. The mixture was stirred at room temperature for 30 minutes and then subjected to centrifugation at $7500 \times g$ for 15 minutes. Subsequently, the protein content was determined using the Bradford method. Protein solubility was calculated using the formula provided below.

$$\text{Solubility (\%)} = \frac{\text{Protein content in the supernatant}}{\text{Total protein content in the sample}} \times 100$$

Statistical analysis

The present study was designed using a completely randomized experimental design, with protein hydrolysate production and solubility analysis conducted in three replicates. Data were analyzed using SPSS 25.0, and significant differences were assessed using the Duncan Multiple Comparison Test.

RESULTS AND DISCUSSION

Solubility describes the protein concentration in the supernatant (Surasani et al., 2017). Solubility, one of the most important characteristics of protein hydrolysates, affects the potential use of the product in food, medicine, pharmacy, and other industries, and factors such as amino acid sequence, variety, order, degree of hydrolysis, pH value, ionic strength, and temperature are stated to influence solubility (Mahdabi and Shekarabi, 2018).

As seen in the table, it has been determined that the protein extraction carried out at different pH values (2.5, 3, 3.5, 4, 10, 10.5, 11, and 12) during the production phase of protein hydrolysate has a very significant effect ($p < 0.01$) on the solubility of protein hydrolysates. Similarly, it has been determined that the pH values applied during the solubility analysis (2, 4, 6, 8, and 10) also have a very significant effect ($p < 0.01$) on the solubility of protein hydrolysates.

The results of solubility of protein hydrolysates produced from the enzymatic hydrolysis of proteins extracted from meat trimming waste at different pH values are presented in Figure 1. It has been determined that the solubility of the produced protein hydrolysates varied between 64.52% and 88.64%, and that the solubility of the protein hydrolysates produced after the protein extraction process at pH 12 was lower than that of protein hydrolysates produced after the extraction process at all other pH values.

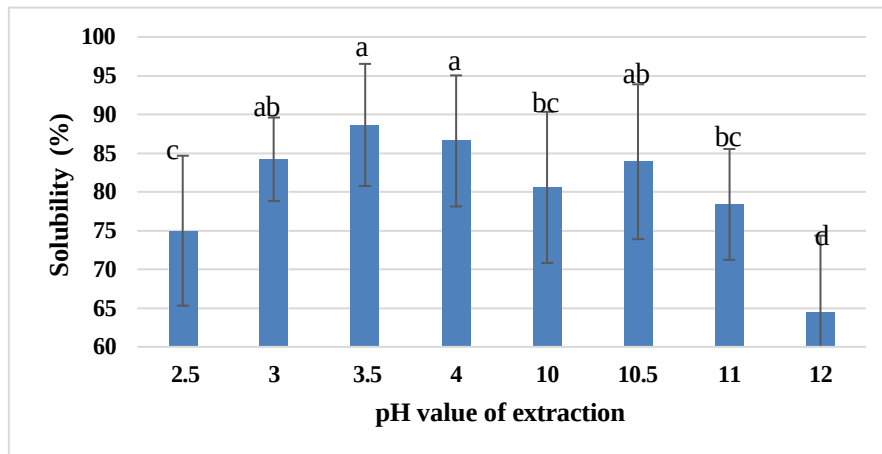


Figure 1. Results of solubility (%) of protein hydrolysates produced by enzymatic hydrolysis of proteins extracted from meat trimming waste at different pH values ($\bar{x} \pm SD$)

Zamorano-Apodaca et al. (2020) fractionated the protein hydrolysates produced from collagen obtained from a mixture of by-products of different fish species using alcalase enzyme into fractions of molecular weights ≥ 30 kDa, 10-30 kDa, 5-10 kDa, 1-5 kDa, and ≤ 1 kDa. In the study, the highest solubility values ($\geq 95\%$) were found in the samples fractionated at pH 7 with molecular weights of ≥ 30 kDa, 10-30 kDa, and 5-10 kDa. The researchers indicated that solubility is influenced by pH value, and the peptide fractions contain 33% polar amino acids, which positively affect solubility due to their capacity for electrostatic interactions and hydrogen bonding. González-Serrano et al. (2022) fractionated the collagen derived from common carp by-products into >30 kDa, 10-30 kDa, 3-10 kDa, and <1 kDa molecular weight. They reported that the solubility of protein hydrolysates is affected by pH, with the lowest solubility observed at pH 4. The researchers have reported that the differences in solubility values may result from the increased net charge of peptides as the pH moves away from the isoelectric point and from surface hydrophobicity that enhances aggregation through hydrophobic interactions.

The results of solubility of protein hydrolysates measured at different pH values during solubility analysis are presented in Figure 2. The solubility of the produced protein hydrolysates ranged from 75.67% to 85.01%, and it was determined that generally, the solubility increased with the rise in the pH value applied during the analysis.

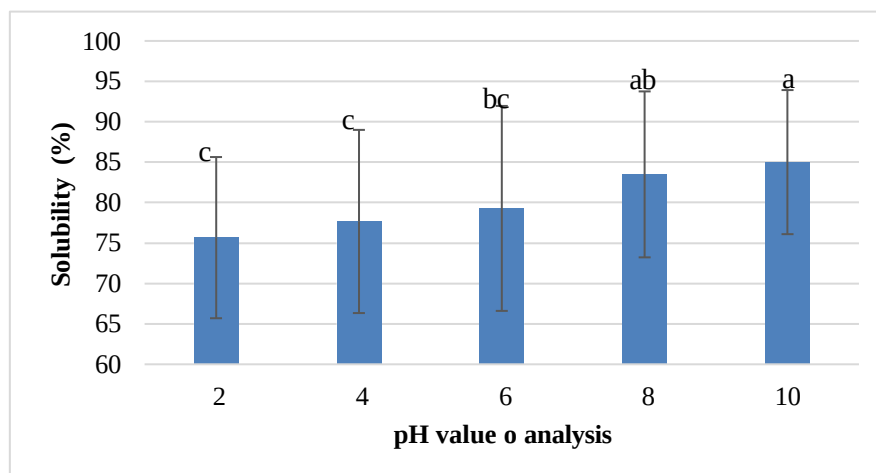


Figure 2. Results of solubility of protein hydrolysates measured at different pH values applied during solubility analysis ($\bar{x} \pm SD$)

In the case of using the pH shifting method, proteins develop structures with strong positive and negative charges at pH values distanced from the isoelectric point. Thus, it is stated that interactions and repulsive forces between strong positive and negative charges result in the formation of folded structures, which significantly affect both the functional and physical properties of proteins (Tang et al., 2021). At acidic pH values, it is reported that myofibrillar proteins (particularly myosin and actin) and sarcoplasmic proteins (myoglobin) denature and their solubility decreases, while collagen from connective tissue proteins undergoes hydrolysis. However, myosin and actin from myofibrillar proteins reach their isoelectric points at pH 5.5 and pH 4.7, respectively, while sarcoplasmic proteins reach their isoelectric points between pH 4 - 5, and collagen from connective tissue proteins reaches its isoelectric point at pH 5.5. It is also reported that at alkaline pH values, myofibrillar, sarcoplasmic, and connective tissue proteins denature and lose their solubility characteristics (Damodaran, 1996; Toldrá, 2003; Lopez-Enriquez et al., 2015; Matak et al., 2015; Ochiai and Ozawa, 2020).

Similarly, Tang et al. (2021) reported that protein hydrolysates produced from fish using the pH shifting method exhibited the highest solubility between pH 1-3 and pH 11-13, and this situation is related to the low solubility of myosin at pH 5-6. Rawdkuen et al. (2009) associated variable solubility values in acidic processes with the denaturation of proteins under highly acidic conditions. In conclusion, it is believed that the protein hydrolysates produced from enzymatic hydrolysis of protein extracts obtained from meat trimming waste at acidic and alkaline pH values exhibit different solubility values, influenced by the low solubility of proteins at their isoelectric points and their denaturation at high acidic or alkaline levels.

CONCLUSION

Protein hydrolysates are products composed of peptides and free amino acids, typically produced from protein-rich sources using enzymatic methods. Protein hydrolysates have the potential for industrial use due to their rheological properties, such as gelation, foaming, emulsification, water retention, and oil retention. The solubility of protein hydrolysates is a key parameter affecting this potential use. In the current study, protein hydrolysates were produced from meat trimming waste at different pH values and the effect of protein hydrolysate production conditions on solubility was investigated. It was determined that the pH applied during production and the pH applied during solubility analysis caused changes in the solubility values of protein hydrolysates. As a result, it was concluded that optimization and standardization of production processes are important in terms of the functional properties of the final product and the usability of protein hydrolysates in various products.

Acknowledgments

We would like to thank TÜBİTAK-1001 Scientific and Technological Research Projects Support Program (Project No: 122O450) and Atatürk University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project No: FDA-2023-11977) for their support in the conduct of the research.

REFERENCES

- Abeer, M.M., Trajkovic, S. & Brayden, D.J. (2021). Measuring the oral bioavailability of protein hydrolysates derived from food sources: A critical review of current bioassays. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 144, 112275. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112275>
- Chalamaiah, M., Yu, W. & Wu, J. (2018). Immunomodulatory and anticancer protein hydrolysates (peptides) from food proteins: A review. *Food Chemistry*, 245, 205-222. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.087>
- Damodaran, S. (1996). Amino acids, peptides, and proteins. In *Food chemistry* (pp. 321-429). Springer, Boston, MA.
- Etemadian, Y., Ghaemi, V., Shaviklo, M.R., Pourashouri, P., Mahoonak, A.R.S. & Rafipour, F. (2021). Development of animal/ plant-based protein hydrolysate and its application in food, feed and nutraceutical industries: State of the art. *Journal of Cleaner Production* 278, 123219. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123219>
- Gao, R., Yu, Q., Shen, Y., Chu, Q., Chen, G., Fen, S., Yang, M., Yuan, L., McClements, D.J. & Sun, Q. (2021). Production, bioactive properties, and potential applications of fish protein hydrolysates: Developments and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 687-699.
- González-Serrano, D.J., Hadidi, M., Varcheh, M., Jelyani, A.Z., Moreno, A. & Lorenzo, J.M. (2022). Bioactive peptide fractions from collagen hydrolysate of common carp fish byproduct: Antioxidant and functional properties. *Antioxidants*, 11(3), 509. <https://doi.org/10.3390/antiox11030509>
- Halim, N.R.A., Yusof, H.M. & Sarbon, N.M. (2016). Functional and bioactive properties of fish protein hydrolysates and peptides: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 51, 24-33. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.02.007>
- Islam, M.S., Wang, H., Admassu, H., Sulieman, A.A. & Wei, F.A. (2022). Health benefits of bioactive peptides produced from muscle proteins: Antioxidant, anti-cancer, and anti-diabetic activities. *Process Biochemistry*, 116, 116-125. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.03.007>
- Jayathilakan, K., Sultana, K., Radhakrishna, K. & Bawa, A.S. (2012). Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 49, 278-293. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0290-7>
- Karami, Z. & Akbari-adergani, B. (2019). Bioactive food derived peptides: a review on correlation between structure of bioactive peptides and their functional properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 535-547. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3549-4>
- Klompong, V., Benjakul, S., Kantachote, D. & Shahidi, F. (2007). Antioxidative activity and functional properties of protein hydrolysate of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*) as influenced by the degree of hydrolysis and enzyme type. *Food Chemistry*, 102(4), 1317-1327. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.016>
- Li-Chan, E.C.Y., Hunag, S.L., Jao, C.L., Ho, K.P. & Hsu, K.C. (2012). Peptides derived from Atlantic Salmon skin gelatin as dipeptidyl-peptidase IV inhibitors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(4), 973-978. [dx.doi.org/10.1021/jf204720q](https://doi.org/10.1021/jf204720q)
- Lopez-Enriquez, R.L., Ocano-Higuera, V.M., Torres-Arreola, W., Ezquerro-Brauer, J.M. & Marquez-Rios, E. (2015). Chemical and functional characterization of sarcoplasmic proteins from giant squid (*Dosidicus gigas*) mantle. *Journal of Chemistry*, 2015(1), 538721. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/538721>
- Mahdabi, M. & Shekarabi, S.P.H. (2018). A comparative study on some functional and antioxidant properties of tilapia meat, fishmeal, and stick-water protein hydrolysates. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 27, 844-858. <https://doi.org/10.1080/10498850.2018.1500503>

- Matak, K.E., Tahergorabi, R. & Jaczynski, J. (2015). A review: Protein isolates recovered by isoelectric solubilization/precipitation processing from muscle food by-products as a component of nutraceutical foods. *Food Research International*, 77, 697-703. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.05.048>
- Meshginfar, N., Sadeghi Mahoonak, A., Ghorbani, M. & Aalami, M. (2016). Effects of protein hydrolysate from sheep visceral on oxidative stability of soybean oil and chicken sausage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2), e12875. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12875>
- Najafian, L. & Babji, A.S. (2012). A review of fish-derived antioxidant and antimicrobial peptides: Their production, assessment, and applications. *Peptides*, 33(1), 178-185. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2011.11.013>
- Neves, A.C., Harnedy, P.A. & FitzGerald, R.J. (2016). Angiotensin converting enzyme and dipeptidyl peptidase-IV inhibitory, and antioxidant activities of a Blue Mussel (*Mytilus edulis*) meat protein extract and its hydrolysates. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(8), 1221-1233. <https://doi.org/10.1080/10498850.2015.1051259>
- Neves, A.C., Harnedy, P.A., O'Keeffe, M.B. & FitzGerald, R.J. (2017). Bioactive peptides from Atlantic salmon (*Salmo salar*) with angiotensin converting enzyme and dipeptidyl peptidase IV inhibitory, and antioxidant activities. *Food Chemistry*, 218, 396-405. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.053>
- Ochiai, Y. & Ozawa, H. (2020). Biochemical and physicochemical characteristics of the major muscle proteins from fish and shellfish. *Fisheries Science*, 86(5), 729-740. <https://doi.org/10.1007/s12562-020-01444-y>
- Pires, C., Clemente, T. & Batista, I. (2012). Functional and antioxidative properties of protein hydrolysates from Cape hake by-products prepared by three different methodologies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(4), 771-780. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5796>
- Rawdkuen, S., Sai-Ut, S., Khamsorn, S., Chaijan, M. & Benjakul, S. (2009). Biochemical and gelling properties of tilapia surimi and protein recovered using an acid-alkaline process. *Food Chemistry*, 112(1), 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.047>
- Surasani, V.K.R., Tyagi, A. & Kudre, T. (2017). Recovery of proteins from rohu processing waste using pH shift method: characterization of isolates. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26(3), 356-365. <https://doi.org/10.1080/10498850.2016.1186130>
- Taheri, A., Anvar, S.A.A., Ahari, H. & Fogliano, V. (2013). Comparison the functional properties of protein hydrolysates from poultry by-products and rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) viscera. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(1), 154-169.
- Tang, Z.X., Ying, R.F. & Shi, L.E. (2021). Physicochemical and functional characteristics of proteins treated by a pH-shift process: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(2), 515-529. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14758>
- Toldrá, F. (2003). Muscle foods: water, structure and functionality. *Food Science and Technology International*, 9(3), 173-177. <https://doi.org/10.1177/1082013203035048>
- Zamorano-Apodaca, J.C., García-Sifuentes, C.O., Carvajal-Millán, E., Vallejo-Galland, B., Scheuren-Acevedo, S.M. & Lugo-Sánchez, M.E. (2020). Biological and functional properties of peptide fractions obtained from collagen hydrolysate derived from mixed by-products of different fish species. *Food Chemistry*, 331, 127350. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127350>

THE EFFECT OF COLD STRESS ON PRODUCTIVITY, PERFORMANCE, AND EGG QUALITY IN LAYING HENS

Ayşe UYSAL

Ataturk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Science,
Erzurum, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2803-2410>

ABSTRACT

Global climate change not only increases the intensity of heat waves but also raises the likelihood of extremely low temperatures during the winter season. Excessive cold in animals increases feed intake and negatively affects their health, production, and welfare, leading to various economic losses. In laying hens, cold stress is an environmental stress factor that occurs when the ambient temperature falls below the thermal comfort zone (18–23 °C) and adversely affects performance, productivity, and egg quality traits.

During cold stress, the thermoregulatory systems of chickens increase metabolic heat production and fluff their feathers to reduce heat loss in order to maintain a stable body temperature. This leads to an increase in feed consumption and a decrease in feed efficiency. As more dietary energy is used for heat production, the amount of energy available for egg production decreases. Therefore, reductions in egg weight (g) and shell thickness (mm) are commonly observed.

Additionally, low ambient temperatures have been found to negatively affect egg quality traits by reducing the Haugh unit (HU), shell breaking strength (kg/f), and yolk index. Cold stress also suppresses the immune system, making hens more susceptible to diseases. Furthermore, increased stress hormones reduce feed intake and suppress body weight gain. Long-term exposure to cold stress has been reported to cause behavioral changes and increase mortality rates within the flock.

To protect hens from this environmental stressor, measures such as improving barn insulation, installing appropriate heating systems, controlling air flow, and formulating energy-balanced rations can be implemented. In conclusion, cold stress significantly affects the production performance and egg quality of laying hens, highlighting the importance of controlling environmental conditions for sustainable productivity.

Key Words: Cold Stress; Egg Quality; Laying Hens; Performance; Productivity

INTRODUCTION

Numerous natural events have occurred worldwide since approximately 1950. These events include not only rising temperatures, resulting in intense heat waves, rising sea levels, and melting glaciers, but also extremely low winter temperatures combined with high precipitation in various regions of the world (Nguyen et al., 2016). Extremely cold weather conditions negatively impact animal production, health, and welfare (Li et al., 2020), as well as leading to economic losses (Altan et al., 2017; Hu and Cheng 2021).

The optimal thermal comfort range for adult laying hens is 18-23 °C (50-70% relative humidity). They can maintain a constant body temperature within this temperature range without expending extra energy (homothermic) (Kim et al., 2023; Li et al., 2020). Ambient temperatures falling below this range (below 16 °C) cause cold stress in poultry (Li et al., 2025; Rajabi and Torki 2021). The thermoregulation systems of poultry exposed to cold stress increase metabolic heat production and activate physiological adaptation mechanisms. However, this increases feed consumption rates due to increased energy needs in chickens, reducing feed utilization. Consequently, cold stress negatively affects the productivity and performance of chickens (Altan et al., 2017).

Cold stress in laying hens negatively affects key performance traits such as egg production, egg weight, and feed conversion ratio. Numerous studies have confirmed that it also leads to deterioration in key quality parameters such as egg shell quality, haugh unit, and yolk index (Altan et al., 2017; Li et al., 2025). Cold stress has also been shown to suppress the immune system, disrupt hormonal balance, and cause physiological damage (Hu and Cheng 2021; Li et al., 2025). Exposure to chronic cold stress causes behavioral changes, decreased welfare, and increased mortality in animals (Li et al., 2020).

In this context, understanding the physiological, productive, and behavioral effects of cold stress on laying hens is crucial for both reducing economic losses and maintaining a sustainable production system. This review evaluates the effects of cold stress on laying hens based on existing literature and discusses management strategies to prevent problems caused by cold stress.

PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF COLD STRESS

Chickens are homeothermic creatures and have a thermoregulatory system to maintain a constant body temperature within a narrow range (Şentürk et al., 2020). Homeothermic creatures are capable of maintaining their body temperature through metabolic means, regardless of the ambient temperature. In laying hens and broilers, in particular, the average body temperature is around 40-42°C, and maintaining this level is achieved through the effective functioning of metabolic heat production and thermoregulation mechanisms (Candido et al., 2020; Shinder et al., 2007).

Cold weather conditions cause peripheral vasoconstriction in animals, leading to increased oxygen demand and cardiac output. Furthermore, various heat-trapping responses, such as decreased respiratory rate, goosebumps, ruffled feathers, and shivering, are triggered in cold weather (Hu and Cheng 2021). Furthermore, chickens exhibit decreased movement, water drinking, wing spreading, feather grooming, and dust bathing (Bozakova, 2020).

Laying hens require four times more energy to maintain body temperature in cold weather, and their feed consumption increases. Egg production declines because most of the energy required for egg production is used to regulate body temperature (Rajabi and Torki 2021).

Low temperatures negatively affect biological homeostasis in animals, causing hormonal and neural changes. During cold stress, the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis, the center of thermoregulation, is stimulated. This factor stimulates the anterior pituitary gland to produce adrenocorticotrophic hormone (ACTH) and, in laying hens, increases corticosterone (CORT) production from the adrenal glands (Bozakova, 2020; Hu and Cheng 2021). CORT increases blood glucose levels by stimulating gluconeogenesis in tissues and lipolysis in fat (Türkyılmaz et al., 2011). Thus, CORT contributes to energy metabolism by increasing glucose availability when energy is needed (Kim et al., 2023).

Cold exposure is recognized as affecting the neuroendocrine system and may also affect the function of the antioxidant immune system. Cold stress has been shown to negatively impact the immune system in humans, mice, and chickens. Blood malondialdehyde (MDA) levels have been reported to increase during cold stress, and this hormone has an immunosuppressive effect (Zhao et al., 2014). Furthermore, increased oxidative stress has been shown to reduce reproductive efficiency (Mohebbifar et al., 2025).

EFFECTS OF COLD STRESS ON PERFORMANCE, EGG FERTILITY AND EGG QUALITY

Low environmental temperatures can negatively affect the performance, egg production, and egg quality of laying hens. Cold stress, defined as exposure to temperatures below 16°C in laying hens, causes various difficulties in egg production. This reduces egg production. It also negatively affects egg quality, including egg weight, shell thickness, albumen height, and Haugh units, leading to economic losses (Mohebbifar et al., 2025). Furthermore, egg shell color has been found to be darker in laying hens raised at low ambient temperatures (Kim et al., 2023). These effects occur through the influence of various physiological mechanisms. For example, the energy required for egg production is used to regulate body temperature. Additionally, intestinal blood flow and nutrient absorption are reduced, and corticosterone alters calcium metabolism (Mohebbifar et al., 2025). In another study, it was determined that cold stress negatively affects egg quality traits by causing a decrease in egg weight, Haugh unit, albumen height, shell breaking strength and egg yolk index (Li et al., 2020).

In one study, egg quality traits such as shape index, haugh unit, and albumen height were not negatively affected in laying hens exposed to 12°C cold stress. Furthermore, egg shell breaking strength, egg weight, shell thickness, and yolk color values were found to be similar to the control group (Durmuş and Kamanlı, 2015).

It has been determined that chickens' feed consumption, body weight, and feed conversion rates increase at low ambient temperatures compared to normal ambient temperatures (Kim et al., 2023). This has generally been attributed to chickens being homeothermic creatures, unable to warm themselves, and overfeeding to compensate for heat loss when exposed to low ambient temperatures (Dhanalakshmi et al., 2007). Similar studies have also emphasized that chickens' feed consumption rates increase, but their body weight and feed conversion rates decrease.

The effects of low temperatures on the performance and egg quality of laying hens vary across studies. Therefore, the impact of cold stress on the performance and egg quality of laying hens remains a topic that requires ongoing research.

MANAGEMENT STRATEGIES AGAINST COLD STRESS

Effectively combating cold stress can begin with poultry house insulation. Good insulation reduces energy loss and maintains a constant indoor temperature. This reduces the animals' metabolic energy needs, and the energy they receive from feed is used for egg production. Furthermore, heating systems should be inspected and maintained at regular intervals (Wang et al., 2018).

Cold weather, combined with high ammonia and humidity in the environment, exacerbates the effects of cold stress. The combination of low temperatures and high ammonia can negatively impact egg production and quality. Therefore, indoor air quality depends on proper ventilation. Ventilation is an important environmental factor in balancing both indoor temperature and ambient gases (Li et al., 2020).

In cold regions, a controlled increase in the energy content of the diet meets the required energy needs. In cold environments, animals require energy for thermoregulation. Nutritional interventions should be designed to ensure a balanced energy/protein balance and amino acid levels in animals. Antioxidants play an important role in both feeding and production. Vitamins C and E, in particular, are used in poultry during times of stress due to their anti-stress effects (Kucuk et al., 2023). Trace minerals such as Selenium (Se), Zinc (Zn), Chromium (Cr), Copper (Cu) and Manganese (Mn) are recommended as external antioxidants used to combat oxidative stress (Sahip et al., 2024; Yıldız et al., 2020).

CONCLUSION

Cold stress has been shown to have multiple negative effects on laying hens. However, while the effects of heat stress on laying hens have been extensively studied, the effects of cold stress have been more limited. Therefore, more attention should be focused on the effects of cold stress on laying hens on productivity, performance, and egg quality.

REFERENCES

- Altan, Ö., Açıkgoz, Z., Bayraktar, Ö. H., Aydın Köse, F., & Karaduman, E. (2017). İn ovo T₃ hormonu enjeksiyonunun soğuk stresine maruz kalan etlik piliçlerde performans, bazı kan parametreleri ve oksidatif stabilite üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(4).
- Bozakova, N. (2020). Effect of vitamin C and zinc on ethological and oxidative performance in laying hens during a cold period. *Journal of Hygienic Engineering & Design*, 30.
- Cândido, M. G. L., Tinôco, I. F. F., Albino, L. F. T., Freitas, L. C. S. R., Santos, T. C., Cecon, P. R., & Gates, R. S. (2020). Effects of heat stress on pullet cloacal and body temperature. *Poultry Science*, 99(5), 2469–2477.
- Dhanalakshmi, S., Devi, R. S., Srikumar, R., Manikandan, S., & Thangaraj, R. (2007). Protective effect of Triphala on cold stress-induced behavioral and biochemical abnormalities in rats. *Yakugaku Zasshi*, 127(11), 1863–1867.
- Durmuş, İ., & Kamanlı, S. (2015). Effects of cold and heat stress on egg quality traits of a newly developed native hybrid layer. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(6), 44-447.
- Hu, J. Y., & Cheng, H. W. (2021). Warm perches: A novel approach for reducing cold stress effect on production, plasma hormones, and immunity in laying hens. *Poultry Science*, 100(8), 101294.

- Kim, D. H., Song, J. Y., Park, J., Kwon, B. Y., & Lee, K. W. (2023). The effect of low temperature on laying performance and physiological stress responses in laying hens. *Animals*, 13(24), 3824.
- Küçük, O., Sahin, N., Sahin, K., Gursu, M. F., Gulcu, F., Ozcelik, M., & Issi, M. (2003). Egg production, egg quality, and lipid peroxidation status in laying hens maintained at a low ambient temperature (6 °C) and fed a vitamin C and vitamin E-supplemented diet. *Veterinární Medicína*, 48(12), 33.
- Li, D., Li, F., Liu, W., Han, H., Wang, J., Hao, D., & Sun, Y. (2025). Physiological responses of laying hens to chronic cold stress and ammonia exposure: Implications for environmental management and poultry welfare. *Animals*, 15(12), 1769.
- Li, D., Tong, Q., Shi, Z., Zheng, W., Wang, Y., Li, B., & Yan, G. (2020). Effects of cold stress and ammonia concentration on productive performance and egg quality traits of laying hens. *Animals*, 10(12), 2252.
- Mohebbifar, A., Sedgh-Gooya, S., & Torki, M. (2025). Optimizing productive performance of laying hen and egg quality under cold stress: A dietary approach with crude protein, methionine and zinc. *Veterinary Medicine and Science*, 11(6), e70652.
- Nguyen, P. H., Greene, E., Donoghue, A., Huff, G., Clark, F. D., & Dridi, S. (2016). A new insight into cold stress in poultry production. *Advances in Food Technology and Nutritional Sciences*, 1, 1–2.
- Rajabi, M., & Torki, M. (2021). Effect of dietary supplemental vitamin C and zinc sulfate on productive performance, egg quality traits and blood parameters of laying hens reared under cold stress condition. *Journal of Applied Animal Research*, 49(1), 309–317.
- Sahib, Q. S., Aafaq, I., Ahmed, H. A., Sheikh, G. G., & Ganai, I. A. (2024). Mitigating cold stress in livestock by nutritional interventions: A comprehensive review. *Indian Journal of Animal Research*, 58(3), 353–363.
- Shinder, D., Rusal, M., Tanny, J., Druyan, S., & Yahav, S. (2007). Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. *Poultry Science*, 86(10), 2200–2209.
- Şentürk, Y. E., Şekeroğlu, A., & Duman, M. (2020). The effect of heat stress on egg quality properties: A review. *International Journal of Poultry-Ornamental Birds Science and Technology*, 1(1), 30–33.
- Türkyılmaz, M. K., Nazlıgöl, A., Dereli, E., & Ulutaş, P. A. (2011). Akut gürültünün etlik piliçlerde korku ve bazı stres göstergeleri üzerine etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(6), 957–962.
- Wang, Y., Zheng, W., Shi, H., & Li, B. (2018). Optimising the design of confined laying hen house insulation requirements in cold climates without using supplementary heat. *Biosystems Engineering*, 174, 282–294.
- Yıldız, S., Tekeli, A., Demirel, M., Aldemir, R., Yörük, İ. H., Belhan, S., & Koşal, V. (2020). Soğuk stresi altında yetiştirilen yumurtacı tavukların rasyonlarına farklı düzeylerde katılan kuşburnu meyvesinin yumurta verimi ve özellikleri ile canlı ağırlık değişimi ve yemden yararlanma üzerine etkisi. *Van Veterinary Journal*, 31(2), 67–73.
- Zhao, F. Q., Zhang, Z. W., Qu, J. P., Yao, H. D., Li, M., Li, S., & Xu, S. W. (2014). Cold stress induces antioxidants and Hsps in chicken immune organs. *Cell Stress and Chaperones*, 19(5), 635–648.

ANTIVIRAL THERAPIES IN VETERINARY MEDICINE: RESISTANCE MECHANISMS, NEXT-GENERATION APPROACHES, AND CLINICAL IMPLEMENTATION CHALLENGES

M.Sc. Büşra KILINÇ

Selcuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pharmacology and Toxicology, Konya, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-9648-7029>

Prof. Dr. Burak DİK

Selcuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pharmacology and Toxicology, Konya, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2738-6911>

ABSTRACT

The efficacy of antiviral drugs in veterinary medicine is significantly limited due to the high mutation rate of viruses and alterations in target enzymes that reduce drug susceptibility. Mutations in the thymidine kinase or viral DNA polymerase genes lead to acyclovir resistance in herpesviruses, whereas reverse transcriptase mutations in FIV isolates decrease the efficacy of azidothymidine (AZT). In Influenza A virus, mutations such as S31N in the M2 ion channel and H274Y in neuraminidase are primary examples of resistance to amantadine and oseltamivir, respectively. Incorrect dosing and monotherapy accelerate resistance development, with amantadine prophylaxis in poultry notably promoting the spread of resistant mutants.

The limitations of conventional antivirals have stimulated interest in next-generation molecular strategies. RNA interference (RNAi) approaches suppress the replication of RNA viruses such as influenza and foot-and-mouth disease virus (FMDV), while CRISPR-Cas13 systems demonstrate potent antiviral activity, particularly against single-stranded RNA viruses. Nanoparticle-based delivery systems enhance the targeted delivery of antiviral agents, and certain nanoparticles (e.g., silver nanoparticles) may exhibit direct antiviral effects. However, toxicity, tissue accumulation, cost, and challenges in in vivo translation restrict the widespread application of these approaches.

Additional factors complicating the clinical use of antivirals in the field include interspecies differences in bioavailability, the requirement for high doses, side effects such as bone marrow suppression, and the high cost of veterinary antiviral products. Nonetheless, antiviral agents can be employed for symptom management and temporary control in specific viral infections (e.g., FHV-1, CSFV outbreaks). Overall, the success of antiviral therapy in veterinary medicine relies on the integration of pharmacological treatment with vaccination, biosecurity measures, and molecular interventions.

Key Words: Veterinary antivirals; Viral mutations; Drug resistance

VETERİNER HEKİMLİKTE ANTİVİRAL TEDAVİLER: DİRENÇ MEKANİZMALARI, YENİ NESİL YAKLAŞIMLAR VE KLİNİK UYGULAMA ZORLUKLARI

ÖZET

Veteriner hekimlikte antiviral ilaçların etkinliği, viral mutasyon hızının yüksek olması ve hedef enzimlerdeki değişikliklerin ilaca duyarlılığı azaltması nedeniyle önemli ölçüde sınırlanmaktadır. Timidin kinaz veya viral DNA polimeraz genlerindeki mutasyonlar herpesvirüslerde asiklovir direncine yol açarken, FIV izolatlarında reverse transkriptaz mutasyonları azidotimidin (AZT) etkinliğini azaltmaktadır. İnfluenza A virüsünde M2 kanalındaki S31N ve nöraminidazdaki H274Y gibi mutasyonlar ise amantadin ve oseltamivir direncinin başlıca örnekleridir. Yanlış dozajlama ve monoterapi uygulamaları direnç gelişimini hızlandırmakta, özellikle kanatlılarda amantadin profilaksisi dirençli mutantların yayılmasına neden olmaktadır.

Geleneksel antivirallerin sınırlılığı yeni nesil moleküler stratejilere olan ilgiyi artırmıştır. RNA interferans (RNAi) yöntemleri influenza ve FMDV gibi RNA virüslerinin replikasyonunu baskılamak, CRISPR-Cas13 sistemleri özellikle tek sarmallı RNA virüslerinde güçlü antiviral aktivite göstermektedir. Nanopartikül taşıyıcı sistemler antiviral ajanların hedef dokulara iletimini artırmakta ve bazı nanopartiküller (örn. gümüş nanopartiküller) doğrudan antiviral etki gösterebilmektedir. Bununla birlikte toksisite, doku birikimi, maliyet ve in vivo aktarım sorunları bu yaklaşımların geniş ölçekte kullanımını kısıtlamaktadır. Saha uygulamalarında antiviral kullanımını zorlaştıran diğer faktörler ise türler arası biyoyararlanım farklılıkları, yüksek doz gereksinimi, kemik iliği supresyonu gibi yan etkiler ve veteriner antiviral ürünlerin yüksek maliyetidir. Buna karşın bazı spesifik viral enfeksiyonlarda (FHV-1, CSFV salgınları vb.) antiviral ajanlar semptom yönetimi ve geçici kontrol amacıyla kullanılabilir. Genel olarak veteriner hekimlikte antiviral kullanımının başarıya ulaşması, ilaç tedavisinin aşı, biyogüvenlik ve moleküler yöntemlerle birlikte uygulanmasına bağlıdır.

GİRİŞ

Veteriner hekimlikte viral enfeksiyonlar, hem üretim hayvanlarında hem de evcil türlerde yüksek ekonomik kayıplara, verim azalmasına ve zaman zaman ölümcül etkilere neden olmaktadır. Mevcut antiviral seçeneklerin büyük bölümü insan tıbbından uyarlanmış olup, türler arası farmakokinetik farklılıklar, ilaç toksisitesi ve hızlı gelişen viral direnç nedeniyle klinik başarı çoğu zaman sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle hem klasik antivirallerin hem de RNAi, CRISPR ve nanopartikül sistemleri gibi yeni nesil yaklaşımların değerlendirilmesi veteriner virolojide giderek önem kazanmaktadır.

Direnç Gelişim Mekanizmaları

Viral mutasyonlar, antiviral ilaçlara karşı direnç kazanımında temel rol oynar. Polimeraz mutasyonları nükleozid analoglarının hedeflediği viral enzimlerin yapısını değiştirebilir. Örneğin herpesvirüslerde timidin kinaz (TK) geninde mutasyonlar ortaya çıkarsa asiklovirin etkinliği azalmaktadır. Benzer şekilde viral DNA polimeraz mutasyonları, polimerazdan ilacın uzaklaştırılıp normal nükleotidlerin tercih edilmesine neden olarak ilaç direnci oluşturabilir. Retrovirüs enfeksiyonunda görüldüğü üzere, bazı FIV izolatlarında reverse transkriptaz mutasyonları ortaya çıkıp azidotimidin (AZT) direncine yol açmıştır (Sykes ve Papich 2013).

Influenza A virüsünde M2 kanalındaki S31N, V27A, L26I mutasyonları amantadin direncine yol açmıştır (Szotowska ve Ledwoń 2024). NA inhibitörleri için de H274Y (N1 alt tipi için) gibi mutasyonlar yüksek düzeyde direnç oluşturur. Örneğin bir çalışma, influenza virüslerinde N1 alt tip nöraminidaz mutasyonlarının oseltamivir direncine neden olduğunu göstermiştir (Sykes ve Papich 2013). Viral direnç sadece ilaç hedefi enzimde değil, viral yüzey proteinlerinde de oluşabilir; örneğin viral glikoprotein mutasyonları bağlanma veya antikora karşı koruma sağlayabilir. Ayrıca, virüsün ilaç aktivasyon enzimi (ör. Hsv'nin TK'sı) kaybı veya modifikasyonu ilaçların etkisizleşmesine yol açar (TK-negatif HSV mutasyonları).

Veteriner klinik uygulamalarda yanlış dozajlama veya tekil antiviral monoterapisi, rezistans seçim şansını artırır. Kümeste amantadin ile profilaksi denemeleri başlangıçta enfeksiyonu önlerken, çevrede dirençli mutantların yayılmasına neden olmuştur (Szotowska ve Ledwoń 2024). Benzer şekilde köpek parvovirusunda yaygın oseltamivir kullanımının insan influenza suşlarında direnç oluşturmaya yol açabileceği endişesi doğmuştur. Özetle, viral polimerazdaki veya aktivasyon yolundaki mutasyonlar başta olmak üzere, hedef protein değişiklikleri ve viral yapıdaki uyumlar direnç mekanizmalarının temelini oluşturur (Sykes ve Papich 2013).

Yeni Nesil Antiviral Yaklaşımlar

Geleneksel küçük molekül antivirallerin ötesinde, RNA interferans (RNAi) ve gen düzenleme teknikleri öncü alternatifler olarak ortaya çıkmaktadır. RNAi temelli yöntemlerde, viral RNA'ya karşı özel tasarlanmış kısa çift zincirli siRNA/shRNA'lar hücre içine etki ederek virüs mRNA'sının parçalanması sağlanır. İn vitro ve in vivo modellerde RNAi, özellikle influenza ve FMDV gibi RNA virüslerini baskılayabilmiş; örneğin spesifik NP veya PA genine yönelik siRNA'ların IAV replikasyonunu azaltması gösterilmiştir. Ayrıca FMDV için siRNA uygulamaları virüs yükünü düşürürken, tedavi stratejilerinde “önleme” ve “tedavi” kombinasyonunun en iyi sonucu verdiği bildirilmiştir. RNAi yaklaşımlarının ana zorlukları arasında, viral mutasyon hızı nedeniyle hedef bölgenin korunması ve uygun in vivo iletim (örn. nano-taşıyıcılar aracılığıyla) yer almaktadır (Samir ve Pessler 2016).

CRISPR-Cas tabanlı antiviraller de heyecan verici yeni moleküler tedavi seçeneklerindendir. Özellikle Cas13 enzimleri, tek sarmallı RNA virüslerine karşı özel olarak hedeflenebilir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, Cas13 türleri bacak vesaire virüsü (FMDV) RNA'sını kesmek üzere programlanmış ve farklı Cas13 ortologlarının FMDV replikasyonunu

engellediği rapor edilmiştir. Bu çalışma CRISPR-Cas13'ün yüksek bulaşıcılıktaki ve genetik olarak değişken FMDV'ye karşı bile etkili olduğunu göstermiştir (Asadbeigi ve ark. 2024). DNA virüsleri için Cas9 veya dCas9 bazlı sistemler üzerinde de araştırmalar sürmektedir (ör. herpesvirüslerde hedefleme). Bu yöntemler deneysel aşamada olmakla birlikte, viral genomu spesifik olarak keserek veya boşa çıkararak yeni tedavi stratejileri sunmaktadır.

Nanopartikül Taşıyıcı Sistemler, yeni nesil yaklaşımlarda ilaç veya gen terapisinin hedef dokuya iletimini iyileştirmek için nanoparçacıklar kullanılmaktadır. Örneğin lipid nanopartiküller, siRNA/CRISPR komplekslerini koruyarak hücre içine teslim edebilir. Ayrıca bazı nanoparçacıkların kendilerinin antimikrobiyal etkileri de gösterilmiştir. Gümüş nanopartiküller (AgNP) geniş spektrumlu antiviral özellik taşır. Fare deneylerinde 10 nm AgNP'lerin influenza A virüsünün konakçı hücreye tutunmasını engellediği; viral envelope bozduğu ve replikasyon için gerekli enzimleri inhibe ettiği bildirilmiştir. Örneğin AgNP'ler African Swine Fever Virus (ASFV) ve Rift Valley Fever Virus gibi çift zincirli DNA ve tek zincirli RNA virüslerine karşı in vitro antiviral aktivite sergilemiştir. Bu nanopartiküller hem virüsün yüzeyine bağlanarak girişini engellemekte, hem de oksidatif stres yaratarak viral parçacıkları etkisizleştirmektedir. Ancak AgNP'lerin canlı hayvandaki güvenlik profili hâlâ araştırılmaktadır; uzun süreli maruziyette akciğer, karaciğer gibi organlarda birikim görüldüğü rapor edilmiştir. Sonuç olarak, nanopartiküller antivirallerin hedeflenmesini geliştirebilir ve doğrudan antiviral etki gösterebilir, ancak toksikoloji ve hedefe ulaştırma zorlukları bulunmaktadır (Fripiat ve ark. 2025).

Dozlama, Toksikite ve Farmakoeconomik Zorluklar

Veteriner hekimlikte antiviral kullanımında pratik sorunlar çoktur. İlaçların insan kullanımına göre doz ayarlanması karmaşıktır. Türler arası farmakokinetik farklar önemli rol oynar. Örneğin asiklovir, kedilerde düşük oral biyoyararlanıma sahip olup yüksek doz gerektiğinden sistemik toksisite riski fazladır. Asiklovir veya valasiklovir'in çok yüksek dozları kedilerde ağır kemik iliği baskılanması ve organ toksisitesi gibi yan etkilere yol açmıştır. Buna karşın famsiklovir, tolere edilebilir bulunmuştur (40–90 mg/kg/gün dozlarda). Ancak kedilerde famsiklovir-penciclovir dönüşümü köpeklere kıyasla daha az etkin olduğundan, yüksek dozda kullanım gerekebilir. Ancak toksik etkiler yönünden değerlendirilmelidir. Topikal antiviral ajanlar (trifluridin, idoksuridin) sık uygulama (günde 5–6 kez) gerektirir ve uzun kullanımda korneal irritasyona neden olabilir (Sykes ve Papich 2013). Ribavirin eritrositlerde birikmesi ilacın düşük dozları kullanıldığında bile hemolizle sonuçlanır. Ayrıca başta megakaryositler olmak üzere kemik iliği üzerinde doza bağlı bir toksik etki oluşturmakta ve trombositopeni ve kanamaya yol açmaktadır (Sykes ve Papich 2013). İnterferonların enjeksiyon gerekliliğinin olması da tedaviyi maliyetli kılmaktadır.

Toksikite açısından tüm antiviral ilaçların ortak riski bulunmaktadır. İnsanlarda kullanılan nukleozid analoglarının önemli bir kısmı, hızla bölünen hücreleri de etkileyerek kemik iliği supresyonu, hepatorenal toksisite gibi yan etkilere yol açabilir (Sykes ve Papich 2013). Örneğin AZT'nin uzun süreli kullanımı kedilerde anemi ve lökopeniye neden olabilir. Bu nedenle veteriner hekimler reçetelerinde, hayvanlarda onaylı türe özgü güvenlik verisi yoksa dikkatli olunmalıdır.

Farmakoeconomik açıdan, antiviraller genelde çok pahalıdır. İnsan tıbbı için geliştirilen moleküller ilaçlar veteriner sahada kısıtlı üretim hacimleri için yüksek maliyetlidir. Örneğin bir kanatlı sürüsünde antiviral tedavi uygulamak, toplu halde maliyeti düşürse de bireysel hayvan ekonomik değerinin üzerinde olabilir. Bunun sonucu olarak endüstri ve düzenleyiciler, hayvansal üretimde antiviralleri ekonomik olarak tercih edilen bir seçenek saymamaktadır. AB komisyonunun yayımladığı bir listede, hayvan hastalıklarında ilaç direncini önlemek amacıyla pek çok antiviral (oseltamivir, remdesivir vb.) veteriner

kullanımda yasaklanmıştır (Szotowska ve Ledwoń 2024). Sonuç olarak antiviral ilaçların ekonomik sürdürülebilirliği, özellikle geniş çaplı hayvancılıkta sınırlıdır.

Bazı Viral Enfeksiyonlarda Antiviral Tedavi Stratejileri

Sığır Pestivirüsleri (BVDV, CSFV)

Pestivirüsler (BVDV, CSFV vb.) sürü hastalıkları arasındadır. BVDV için günümüzde onaylı antiviral ilaç bulunmamaktadır. Enfeksiyon kontrolü aşılama ve sürü yönetimine dayanmaktadır. Ancak antiviral araştırmalar halen sürmektedir. Örneğin BVDV'nin yüzey glikoproteini E2'ye bağlanan yeni küçük moleküller (tetrasiklin türevleri) sentezlenmiş ve virüs girişini engellediği gösterilmiştir (Leal ve ark. 2024). Diğer bir yaklaşımda, CSFV salgınlarında acil kullanım için antiviral ilaçların stratejik olarak kullanımı modellenmiştir: Çalışmalara göre hastalığın ortaya çıktığı bölgede 1–2 km yarıçaplı bir koruma halkasında antiviraller kullanmak, toplu kesimden daha etkili bir kontrol sağlayabilir. Yine de pratikte henüz onaylı bir pestiviral antiviral yoktur ve saha uygulaması sınırlıdır. Her ne kadar teorik olarak antiviraller salgın kontrolünde geçici koruma sağlasa da, uzun süreli koruma yalnızca aşı ile mümkündür (Backer ve ark. 2013).

Kedi Herpesvirüsü 1 (FHV-1)

Kedilerde üst solunum yolu enfeksiyonlarından sorumlu FHV-1, kronik uçuk benzeri lezyonlara yol açar. Tedavide trifluridin ve famsiklovir önde gelen ajanlardır (Thiry ve ark. 2009, Kopečný ve ark. 2020). Asiklovir FHV-1'de düşük etkinlik gösterir; yerine famsiklovire dönüşen penciclovir veya doğrudan trifluridin/idoksuridin topikal solüsyonları tercih edilir (Thiry ve ark. 2009, Sykes ve Papich 2013). Penciclovir dirençli mutantlar rapor edilmiş, bu nedenle tedavi süresi sınırlı tutulmalı ve kombinasyon stratejileri düşünülmelidir (Sykes ve Papich 2013). Özellikle FHV-1'nin göz enfeksiyonlarında üç ila dört haftalık famsiklovir tedavisi semptomları hafifletebilir (Thiry ve ark. 2009). İmmün sistemi baskılayan hastalıklarda (örn. FIV) bu tedaviye ilave interferon veya immünstimulanlar da eklenebilir. Genel olarak FHV-1 enfeksiyonları için antiviral tedavi başarısı sınırlıdır; semptomatik tedavi ve stres azaltma önceliklidir.

Kanatlı İnfluenza Virüsleri

Kanatlı tüberkülozu gibi zoonotik riskli influenza A virüsleri (ör. H5N1) için veteriner sahada antiviral seçenekler neredeyse yoktur. Geçmişte tavuklarda **amantadin**, suşların hızlı mutasyonuna yol açsa da bazı çalışmalarda enfeksiyonu önlediği bildirilmiştir. Ancak monoterapide dirençli mutantlarının ortaya çıkması kaçınılmazdır. Bunun için kümes hayvanlarına amantadin verilmesi AB'de yasaktır. **Nöraminidaz inhibitörleri** (oseltamivir) laboratuvar koşullarında hayvanlara uygulanmış, ancak AB'de halen hayvan sağlığı için ruhsatı bulunmamaktadır (Szotowska ve Ledwoń 2024). Bir randomize çalışmada köpeklerde parvovirus tedavisinde oseltamivir plaseboya kıyasla anlamlı yarar göstermemiştir. Aksine influenza virüslerinde direnç gelişimi endişesi yaratmıştır. Bu bağlamda aşılamanın daha önemli olduğu ortaya konmuştur (Sykes ve Papich 2013).

Veteriner hekimlikte antiviraller hâlâ sınırlı sayıda ve spesifik vakalarda kullanılmaktadır. Nükleozid analogu ilaçlar ve interferon bazlı ajanlar en çok bilinenler olup, herpesvirus ve retrovirus gibi enfeksiyonlarda sınırlı başarı göstermektedir (de Mari ve ark. 2004, Sykes ve Papich 2013). Viral direnç kolayca gelişebildiğinden tekil ajan yerine çoklu strateji (aşı + ilaç + biyogüvenlik) önemlidir. Yenilikçi yaklaşım olarak RNAi ve CRISPR tabanlı sistemler umut vericidir; örneğin CRISPR-Cas13 kullanılarak tek sarmallı hayvansal virüsler hedef alınabilmiştir (Asadbeigi ve ark. 2024). Nanoteknoloji, ilaçların hedeflenmesine yardımcı olurken bazı maddelerin doğrudan antiviral etkinlik gösterebilmesine katkı sağlamaktadır (Frippiat ve ark. 2025). Öte yandan veteriner sahada antivirallerin uygulanması çok pahalıdır

ve toksisite riskleri yüksektir (Sykes ve Papich 2013, Szotowska ve Ledwoń 2024). Sonuç olarak mevcut kısıtlı araçlar kullanılırken, hekimlerin dikkatli dozlama, direnç takibi ve yan etki izlemine özen göstermesi gerekir. Gelecekte, tür-spesifik antiviral araştırmaları ve moleküler tedavilerin geliştirilmesi, özellikle büyükbaş ve kümes hayvanı endüstrilerinde önemli katkılar sağlayabilir.

SONUÇ

Veteriner hekimlikte antiviral tedaviler, hızlı viral mutasyonlar, ilaç toksisitesi ve ekonomik kısıtlamalar nedeniyle hâlâ belirli enfeksiyonlarla sınırlı başarı sağlayabilmektedir. Mevcut klasik antiviraller direnç gelişimine karşı savunmasız olduğundan, biyoteknolojik yeni nesil yaklaşımlar gelecekte daha etkili ve hedefe yönelik tedaviler sunma potansiyeline sahiptir. Ancak bu teknolojilerin sahaya uyarlanması için güvenlik, doz optimizasyonu, maliyet ve uygulama pratikliği gibi konularda kapsamlı çalışmalar gereklidir. Uzun vadede etkili antiviral kontrol, yalnızca ilaç tedavisini değil; aşılama, biyogüvenlik ve sürü yönetiminin entegre biçimde uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Asadbeigi, A., Bakhtiarizadeh, M. R., Saffari, M., Modarressi, M. H., Sadri, N., Kafi, Z. Z., ... & Esmaeili, H. (2024). Protection of animals against devastating RNA viruses using CRISPR-Cas13s. *Molecular Therapy Nucleic Acids*, 35(3).
- Backer, J. A., Vrancken, R., Neyts, J., & Goris, N. (2013). The potential of antiviral agents to control classical swine fever: a modelling study. *Antiviral research*, 99(3), 245-250.
- de Mari, K., Maynard, L., Sanquer, A., Lebreux, B., & Eun, H. M. (2004). Therapeutic effects of recombinant feline interferon-co on feline leukemia virus (FeLV)-infected and FeLV/feline immunodeficiency virus (FIV)-coinfected symptomatic cats. *Journal of veterinary internal medicine*, 18(4), 477-482.
- Frippiat, T., Art, T., & Delguste, C. (2025). Silver Nanoparticles as Antimicrobial Agents in Veterinary Medicine. *Nanomaterials*, 15(3), 202
- Kopečný, L., Maggs, D. J., Leutenegger, C. M., & Johnson, L. R. (2020). Effects of famciclovir in cats with spontaneous acute upper respiratory tract disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 22(6), 492-499.
- Leal, E. S., Pascual, M. J., Adler, N. S., Arrupe, N., Merwaiss, F., Giordano, L., ... & Bollini, M. (2024). Unveiling tetrahydroquinolines as promising BVDV entry inhibitors: targeting the envelope protein. *Virology*, 590, 109968.
- Samir, M., & Pessler, F. (2016). Small non-coding RNAs associated with viral infectious diseases of veterinary importance: potential clinical applications. *Frontiers in Veterinary Science*, 3, 22.
- Sykes, J. E., & Papich, M. G. (2013). Antiviral and immunomodulatory drugs. *Canine and feline infectious diseases*, 54.
- Szotowska, I., & Ledwoń, A. (2024). Antiviral chemotherapy in Avian medicine—a review. *Viruses*, 16(4), 593.
- Thiry, E., Addie, D., Belák, S., Boucraut-Baralon, C., Egberink, H., Frymus, T., ... & Horzinek, M. C. (2009). Feline herpesvirus infection. ABCD guidelines on prevention and management. *Journal of Feline Medicine & Surgery*, 11(7), 547-555.

CURRENT USE OF ANTIVIRAL AGENTS AND THERAPEUTIC APPROACHES IN VETERINARY MEDICINE

M.Sc. Büşra KILINÇ

Selcuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pharmacology and Toxicology, Konya, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-9648-7029>

Prof. Dr. Burak DİK

Selcuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pharmacology and Toxicology, Konya, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2738-6911>

ABSTRACT

Viral infections in veterinary medicine cause significant economic losses and high mortality rates in both livestock and companion animals. However, the number of approved antiviral options for use in animals remains highly limited, and most currently available agents are adapted from human medicine. The antiviral drug classes most commonly applied in field settings include nucleoside/nucleotide analogues (such as acyclovir, famciclovir, ribavirin, and zidovudine), interferon-based immunomodulators (particularly feline IFN- ω), M2 and neuraminidase inhibitors used against influenza viruses, and several adjunctive immunostimulatory products. Nevertheless, the efficacy of these antiviral agents varies considerably due to interspecies pharmacokinetic differences, and many drugs provide only limited clinical benefit. For instance, famciclovir is considered an effective option for FHV-1 infections in cats, whereas influenza antivirals such as amantadine and oseltamivir cannot be used in poultry due to the rapid development of viral resistance and strict regulatory restrictions.

Most antiviral agents exert their effects by targeting specific stages of the viral replication cycle. Nucleoside analogues inhibit viral DNA or RNA polymerases through the incorporation of false nucleotide substrates, while interferons activate the host's innate antiviral defense mechanisms. In recent years, innovative molecular approaches—such as RNA interference (RNAi), CRISPR-Cas-based genome-editing systems, and nanoparticle-mediated drug delivery platforms—have gained considerable attention. RNAi- and CRISPR-based strategies, in particular, offer promising therapeutic potential against difficult-to-control viruses including BVDV, FHV-1, and FMDV. However, their widespread application remains experimental due to key limitations such as inadequate tissue penetration, toxicity concerns, instability, and high cost.

In conclusion, although antiviral therapies used in veterinary practice continue to advance, current evidence indicates that antiviral drugs alone are insufficient for effective disease control. Despite developments in new antiviral agents, successful management of viral diseases requires integration of vaccination programs, strict biosecurity measures, and emerging molecular therapeutic strategies.

Key Words: Antiviral agents; Viral infections; Molecular therapeutic strategies

VETERİNER HEKİMLİKTE ANTİVİRAL AJANLARIN GÜNCEL KULLANIMI VE TERAPÖTİK YAKLAŞIMLAR

ÖZET

Veteriner hekimlikte viral enfeksiyonlar, hem üretim hayvanlarında hem de evcil hayvanlarda ciddi ekonomik kayıplara ve yüksek mortalite oranlarına neden olmaktadır. Buna karşın, hayvan sağlığında onaylı antiviral seçeneklerin sayısı oldukça sınırlıdır ve mevcut ilaçların çoğu insan tıbbından uyarlanmıştır. Saha uygulamalarında en çok kullanılan antiviral grupları; nükleozid/nükleotid analogları (asiklovir, famsiklovir, ribavirin, zidovudin vb.), interferon bazlı immünomodülatörler (özellikle feline IFN- ω), influenza virüsüne karşı M2 ve NA inhibitörleri ile bazı yardımcı immün destek ürünleridir. Ancak bu ilaçların etkinliği, hayvan türleri arasındaki farmakokinetik farklılıklar nedeniyle değişkenlik göstermekte ve çoğu ajan klinik pratikte sınırlı fayda sağlamaktadır. Örneğin FHV-1 enfeksiyonlarında famsiklovir etkili bir seçenekken, amantadin ve oseltamivir gibi influenza ilaçlarının kanatlılarda direnç gelişimine yol açması ve yasal kısıtlamalar nedeniyle kullanımı mümkün değildir.

Antiviral ilaçların büyük bölümü, viral replikasyon döngüsünün belirli basamaklarını hedef alır. Nükleozid analogları, viral DNA/RNA polimerazını yalancı nükleotidler üzerinden inhibe ederken, interferonlar konak hücrenin antiviral savunma mekanizmalarını aktive eder. Son yıllarda RNA interferansı (RNAi), CRISPR-Cas tabanlı gen düzenleme sistemleri ve nanopartikül taşıyıcı teknolojileri gibi yenilikçi moleküler yaklaşımlar dikkat çekmiştir. RNAi ve CRISPR temelli stratejiler, özellikle BVDV, FHV-1 ve FMDV gibi kontrolü güç virüslerde güçlü bir terapötik potansiyel sunmaktadır. Bununla birlikte bu yöntemlerin yaygın kullanımı; doku penetrasyonunun zayıf olması, toksisite, stabilite ve maliyet gibi önemli sınırlamalar nedeniyle henüz deneysel aşamadadır.

Sonuç olarak veteriner sahada kullanılan antiviral tedaviler geliştirilmeye devam etmekte, ancak etkili bir kontrol için antiviral ilaçların tek başına yeterli olmadığı gözlenmektedir. Her ne kadar yeni antiviral ilaçlar geliştirilse de başarılı bir mücadele için aşı uygulamaları, biyogüvenlik önlemleri ile yeni nesil moleküler tedavilerin birlikte yürütülmesi gerekmektedir.

GİRİŞ

Viral enfeksiyonlar hayvancılık ve evcil hayvan sağlığında ciddi ekonomik kayıplara ve ölümcül hastalıklara yol açar. Örneğin sığır viral ishal virüsü (BVDV) enfeksiyonları, dünya çapında büyük üretim kayıplarına neden olmakta ve etkin bir antiviral ilaç tedavisi bulunmamaktadır (Leal ve ark. 2024). Benzer şekilde domuzlarda klasik domuz vebası (CSF) virüsü epidemileri de aşılama ve kısırlaştırma stratejileriyle önlenmeye çalışılmakta ancak kontrol zorlukları devam etmektedir (Backer ve ark. 2013). Bu nedenle, özellikle aşılama yapılamayan veya aşıya cevabı yetersiz kalan olgularda antiviral ilaçların kullanımı araştırılmaktadır. Hayvan hekimliğinde kullanılan antiviraller sıklıkla insan tıbbından alınmıştır ve sayıları kısıtlıdır (Sykes ve Papich 2013, Szotowska ve Ledwoń 2024). Bu çalışmada, veteriner hekimlikte halihazırda kullanılan başlıca antiviral ilaç grupları, moleküler etkiye mekanizmaları, yeni nesil antiviraller (RNAi, CRISPR, nanopartikül sistemleri) ile saha uygulamalarındaki pratik zorluklar (dozlama, toksisite, farmakoeкономи) ele alınacaktır.

Veteriner Hekimlikte Kullanılan Bazı Antiviral İlaç Grupları

Veteriner hekimliğinde kullanılan antiviral ilaçlar, etki spektrumlarına göre sınıflandırıldığında genellikle Dar Spektrumlu Nükleozid Analogu İlaçlar ile İmmünomodülatör/İnterferon Ajanları olarak ayrılabilir. Nükleozid analogları, viral DNA veya RNA polimeraz enzimlerinin hedef aldığı, viral replikasyon sırasında hücresel dizilemeye giren sahte nükleotidlerdir. Bu grup antiviral ilaçlar, genelde herpesviruslar ve retroviruslar gibi türe özgü virüslere karşı etkilidir (Sykes ve Papich 2013). Örneğin aciklovir (acyclovir) ve feniklovir (famciclovir) gibi uridin/guanozin analogu ilaçlar, viral DNA polimerazını inhibe ederek herpesvirüs enfeksiyonlarını baskılar. Ancak FHV-1 (kedi herpesvirüsü) gibi bazı virüslerde asiklovire duyarlılık düşük olup, yerine trifluridin, idoksuridin ve cidofovir gibi topikal nükleozid analogları tercih edilebilir (Thiry ve ark. 2009, Sykes ve Papich 2013). Retroviruslara (FIV/FeLV) karşı ise yalnızca zidovudin (AZT) gibi nükleozid reverse transkriptaz inhibitörleri etkin bulunmuştur (Sykes ve Papich 2013). Ribavirin (guanozin analogu) ise geniş spektrumlu olmakla birlikte veteriner uygulamalarda sınırlı kullanılır. İmmünomodülatörler, bağışıklık sisteminin zayıflaması nedeniyle antimikrobiyal tedavinin yetersiz kaldığı durumlarda yanıtı güçlendirebilseler de FIV ve FeLV gibi retroviral enfeksiyonlar, FIP, FHV-1 ve köpek/kedi parvoviral enteritinde uygulandıklarında klinik etkinlikleri çoğunlukla sınırlı ve tutarsız kalmaktadır. İn vitro antiviral etkiler çoğu zaman in vivo iyileşmeye yansımazken, parvovirüs ve FIV gibi belirli hücre tiplerinde çoğalan virüslerde veya FIP'te olduğu gibi immün aracılı patogeneze içeren hastalıklarda bağışıklığı uyarmak hastalığı ağırlaştırabilir. Dolayısıyla, yeterli kontrollü klinik veri bulunmadığından immünomodülatörlerin kullanımı dikkat gerektirir (Sykes ve Papich 2013).

Nükleozid/Nükleotid Analogları: Acyclovir, ganciclovir, penciclovir/famciclovir, idoksuridin, trifluridin, cidofovir, ribavirin, lamivudin gibi bileşikler genelde herpesvirüs ve bazı retrovirüs enfeksiyonlarında kullanılır (Sykes ve Papich 2013). Örneğin kedi herpesvirusuna karşı famciclovir etkinliğinden bahsedilmektedir (Thiry ve ark. 2009, Sykes ve Papich 2013, Kopečný ve ark. 2020). Retrovirüs (FIV) tedavisinde kullanılabilecek tek ajan olan AZT, viral reverse transkriptazı baskılayarak viral replike olmayı engeller (Sykes ve Papich 2013).

İnterferon Ajanları: Özellikle rekombinant interferon-omega (feline IFN- ω , ticari adı Virbagen- Ω) veteriner hekimlikte kullanılmaktadır. Feline IFN- ω , köpek parvovirusu gibi enterik viral enfeksiyonlarda hastalık şiddetini ve mortaliteyi düşürdüğü gösterilmiştir (Minagawa ve ark. 1999). Kedilerde ise FeLV/FIV enfeksiyonlarında tedavi amaçlı uygulanmış ve IFN- ω ile tedavi edilen grupta hastalık bulgularında ve sağkalımda anlamlı düzelme gözlenmiştir (de Mari ve ark. 2004). İlaç ayrıca FHV-1 enfeksiyonlarını tedavi etmek için topikal, oral ve parenteral olarak; dirençli FCV ile ilişkili stomatit vakalarını tedavi etmek için ise deri altından uygulanmıştır. IFN- ω 'nın ağız mukozası yoluyla kedilere verilmesi, dirençli FCV ilişkili stomatit olgularında plaseboya kıyasla anlamlı klinik iyileşme sağlamıştır (Sykes ve Papich 2013). İnsan veya köpek interferonları da deneysel olarak denenmiş, ancak etkinlik ve dozlama farklılıkları nedeniyle uygulaması sınırlı kalmıştır (Mueller ve Hartmann, K 2021).

Viral İyon Kanal/Enzim İnhibitörleri: Bu grupta insan influenza enfeksiyonlarında kullanılan ilaçlar bulunur. Örneğin influenza A virüsünün M2 proton kanalını hedef alan amantadin/rimantadin amonyum iyon kanalını bloke eder. Geçmişte kümes hayvanlarında H5N1 gibi suşlara karşı amantadin denemeleri yapılmıştır; ancak tek yumurta tavuklarında %10-20 oranında oldukça etkili koruma sağlasa da direnç mutantlarının hızla ortaya çıkması tehlikesi nedeniyle günümüzde yurt dışı uygulamalarda yaygın değildir. Influenza virüsünün nöraminidaz enzimini hedef alan oseltamivir (Tamiflu) ve zanamivir gibi ilaçlar, insanlarda influenza enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılır ve kanatlı infkuenza enfeksiyonlarının

kontrolünde değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Ancak AB mevzuatında 2023 itibarıyla bu ilaçların veteriner hayvanlarda kullanımı yasaklanmıştır (Szotowska ve Ledwoń 2024). Öte yandan evcil köpeklerde nadiren parvovirus tedavisinde denenen oseltamivir, tek bir randomize çalışmada plaseboya kıyasla klinik olarak anlamlı iyileşme göstermemiştir (Sykes ve Papich 2013).

Diğer Ajanlar ve İmmünomodülatörler: Kedi herpesvirüsünde rekürren herpetik keratitlerde ajan olarak lizin amino asidi takviyesi önerilmekle birlikte etkinliği kesinleşmemiştir. Büyükbaş vebadan koruma amacıyla yüksek doz asiklovir denenmiştir ancak çok geçerli sonuç alınmamıştır. Polioksi lokasin vb. maddeler de dokuda antiviral etki için araştırılmıştır. Bunun yanında pentoksifilin, opioidler gibi non-spesifik immünomodülatörler destek tedavisinde sıklıkla kullanılır (Sykes ve Papich 2013, Dhameliya ve ark. 2020).

Veteriner hekimlikte kullanılabilecek antiviraller sınırlıdır; aşı ve biyogüvenlik hala en temel korunma yöntemleridir (Sykes ve Papich 2013, Szotowska ve Ledwoń 2024). Mevcut ilaçların birçoğu insan tıbbından alınmış olup türlerarası farklılıklar nedeniyle etkinlik ve dozlama çalışmalarının yapılması gereklidir (Sykes ve Papich 2013).

Antiviral Mekanizmalar ve Hedefe Yönlendirilmiş Terapötikler

Antiviral ilaçlar, genellikle virüslerin replikasyon döngüsündeki belli basamakları hedef alır. Nükleozid analogları, viral DNA/RNA polimeraz ile interaksyona girerek virüs genomuna yanlış nükleotidler eklenmesine yol açar ve böylece zincir uzamasını durdurur. Örneğin asiklovirin etkinleşebilmesi için herpesviral timidin kinaz ile üç basamakta fosforlanması gerekir; böylece yalnızca enfekte hücrelerde aktif hale gelir ve virüs DNA'sına entegre olarak kopyalanmayı bloke eder (Sykes ve Papich 2013). İnfluenza M2 inhibitörleri, viral zarf üzerinde yer alan M2 proton kanallarını inhibe ederek endozomal asidifikasyonun gerçekleşmesini engeller ve böylece virüsün endozomdan sitoplazmaya geçişi için gerekli olan uncoating sürecini bloke eder. Nöraminidaz inhibitörleri, viral partiküllerin konak hücre yüzeyinden ayrılarak çevre dokulara yayılabilmesi için gerekli olan nöraminidaz aktivitesini inhibe ederek olgun viryonların hücreden salınımını engeller. Yenileyici gen düzenleme (RNAi, CRISPR gibi) sistemlerinde viral RNA'ya spesifik silme veya kesme gerçekleştirildiği için doğrudan genom replikasyonu ve transkripsiyonu hedef alınır (Samir ve Pessler 2016, Asadbeigi ve ark. 2024).

Interferon bazlı ajanlar ise spesifik antiviral etki yerine konakçı bağışıklık yanıtını güçlendirir. Tip I interferonlar (IFN- α/ω), hücresel antiviral proteinlerin ekspresyonunu indükleyerek konakçı antiviral yanıtı güçlendirir ve viral replikasyonu büyük ölçüde inhibe eder. Örneğin rekombinant IFN- ω , viral protein sentezini baskılamış ve klinik olarak hayvanlarda hastalık bulgularını hafifletmiştir (Minagawa ve ark. 1999, de Mari ve ark. 2004).

Nanopartikül tabanlı taşıyıcı sistemler, antiviral ajanlar veya gen düzenleyici terapötiklerin hedeflenen bölgelere yönlendirilmesini sağlar. Özellikle lipid nanopartiküller, RNA interferans (RNAi) yüklerinin etkin bir şekilde hücre içine taşınması için tercih edilmektedir. Bu bağlamda, farmasötik taşıyıcıların materyal ve kaplama özellikleri, biyoyararlanım ve hedef doku spesifitesi açısından kritik öneme sahiptir (Fripiat ve ark. 2025).

SONUÇ

Veteriner hekimlikte antiviral tedavi seçenekleri sınırlı olmakla birlikte, mevcut nükleozid analogları, interferon bazlı ajanlar ve iyon kanal/enzim inhibitörleri belirli viral enfeksiyonlarda klinik olarak fayda sağlayabilmektedir. Ancak türler arası farklılıklar, farmakokinetik özellikler ve direnç gelişimi, antiviral etkinliğin öngörülmesini zorlaştırmaktadır. Yenileyici gen düzenleyici yaklaşımlar (RNAi, CRISPR) ve nanopartikül tabanlı hedefe yönelik taşıyıcı sistemler, antiviral ajanların spesifik hücre ve dokuya

yönlendirilmesini sağlayarak etkinliği artırma potansiyeline sahiptir. Buna karşın, bu yeni nesil terapötiklerin saha uygulamalarında dozlama, toksisite ve farmakoekonomi gibi pratik zorlukları henüz tam olarak aşılmış değildir. Bu nedenle, veteriner hekimlikte antiviral stratejilerin geliştirilmesinde, mevcut ilaçların doğru kullanımının yanı sıra, ileri hedefe yönelik ve immünomodülatör yaklaşımların dikkatli şekilde değerlendirilmesi, etkin ve güvenli tedavi sağlamak açısından kritik öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

- Asadbeigi, A., Bakhtiarizadeh, M. R., Saffari, M., Modarressi, M. H., Sadri, N., Kafi, Z. Z., ... & Esmaeili, H. (2024). Protection of animals against devastating RNA viruses using CRISPR-Cas13s. *Molecular Therapy Nucleic Acids*, 35(3).
- Backer, J. A., Vrancken, R., Neyts, J., & Goris, N. (2013). The potential of antiviral agents to control classical swine fever: a modelling study. *Antiviral research*, 99(3), 245-250.
- de Mari, K., Maynard, L., Sanquer, A., Lebreux, B., & Eun, H. M. (2004). Therapeutic effects of recombinant feline interferon-co on feline leukemia virus (FeLV)-Infected and FeLV/feline immunodeficiency virus (FIV)-coinfected symptomatic cats. *Journal of veterinary internal medicine*, 18(4), 477-482.
- Dhameliya, H. A., Thakkar, V. R., Trivedi, G. N., Mesara, S. N., & Subramanian, R. B. (2020). Pentoxifylline: An Immunomodulatory Drug for the Treatment of COVID-19. *Journal of Pure & Applied Microbiology*, 14(2).
- Frippiat, T., Art, T., & Delguste, C. (2025). *Silver Nanoparticles as Antimicrobial Agents in Veterinary Medicine*. *Nanomaterials*, 15(3), 202
- Kopečný, L., Maggs, D. J., Leutenegger, C. M., & Johnson, L. R. (2020). Effects of famciclovir in cats with spontaneous acute upper respiratory tract disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 22(6), 492-499.
- Leal, E. S., Pascual, M. J., Adler, N. S., Arrupe, N., Merwaiss, F., Giordano, L., ... & Bollini, M. (2024). Unveiling tetrahydroquinolines as promising BVDV entry inhibitors: targeting the envelope protein. *Virology*, 590, 109968.
- Minagawa, T., Ishiwata, K., & Kajimoto, T. (1999). Feline interferon- ω treatment on canine parvovirus infection. *Veterinary microbiology*, 69(1), 51-54.
- Mueller, R. S., & Hartmann, K. (2021). Interferon therapies in small animals. *The Veterinary Journal*, 271, 105648.
- Samir, M., & Pessler, F. (2016). Small non-coding RNAs associated with viral infectious diseases of veterinary importance: potential clinical applications. *Frontiers in Veterinary Science*, 3, 22.
- Sykes, J. E., & Papich, M. G. (2013). Antiviral and immunomodulatory drugs. *Canine and feline infectious diseases*, 54.
- Szotowska, I., & Ledwoń, A. (2024). Antiviral chemotherapy in Avian medicine—a review. *Viruses*, 16(4), 593.
- Thiry, E., Addie, D., Belák, S., Boucraut-Baralon, C., Egberink, H., Frymus, T., ... & Horzinek, M. C. (2009). Feline herpesvirus infection. ABCD guidelines on prevention and management. *Journal of Feline Medicine & Surgery*, 11(7), 547-555.

SOCIAL ENTREPRENEURSHIP APPROACHES IN VETERINARY MEDICINE: CASE STUDIES OF HEIFER INTERNATIONAL AND THE BROOKE

Asst. Prof. Ömer GEZGİNÇ

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Health Economics and Managements, Van, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1056-1090>

ABSTRACT

Social entrepreneurship is becoming an increasingly effective way to address structural problems related to livestock production, animal health, rural poverty and sustainable rural development. This study aimed to evaluate how these approaches promote improved veterinary public health, animal welfare and rural livelihoods. This evaluation was conducted on two internationally recognized social entrepreneurship models, Heifer International and The Brooke. Heifer International is involved in livestock-based economic empowerment through educational support, community-based development practices, and mechanisms such as the "Passing on the Gift" system, which allows beneficiary families to pass on the offspring of their livestock to other families. Such models achieve measurable results such as increased household income, food security and resilience of small producers. The Brooke offers community-based welfare programs involving working animals, including preventative veterinary services, owner education, capacity building and long-term corporate partnerships. These interventions are recognised as helping to reduce preventable diseases, improve welfare standards and stabilise livestock production and labour-based livelihoods. This study analyses the above and uses two models to identify key elements of good social entrepreneurship practices in veterinary medicine; these elements include community participation, sustainable mechanisms, the importance of animal welfare and integration with rural development plans. The results show that these methods can be complementary with existing livestock and rural development policies. Taken together, Heifer International and The Brooke demonstrate that veterinary social entrepreneurship can create a range of positive impacts on households, communities and animal production systems.

Key Words: Social Entrepreneurship; Veterinary Medicine; Rural Development; Heifer International; The Brooke

GENETIC CHARACTERIZATION OF ŞANLIURFA ŞEBAP PIGEONS THROUGH MTDNA ANALYSIS

Mehmet POLAT

GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Hayvancılık Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0545-0688>

Doç. Dr. Akın YİĞİN

Harran University Department of Genetic, Faculty of Veterinary Medicine, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9758-1697>

Doç. Dr. Romedi Çelik

Dicle University Department of Animal Husbandry, Faculty of Veterinary Medicine,
Diyarbakır, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6517-3688>

Doç. Dr. Nüket BİLGİN

Ankara University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Genetics, Ankara, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2324-7965>

Prof. Dr. Şükrü GÜRLER

Gümüşhane University Şiran Mustafa Beyaz Vocational School Department Of Veterinary
Medicine Laborant and Veterinary Health Pr, Gümüşhane, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3478-2760>

Prof. Dr. Faruk BOZKAYA

Harran University Department of Genetic, Faculty of Veterinary Medicine, Şanlıurfa, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6423-8067>

Araş. Gör. Mustafa Yenal AKKURT

Ankara University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Genetics, Ankara, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8139-0252>

Furkan KUTLU

Ankara University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Genetics, Ankara, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0310-2590>

ABSTRACT

The Şebap pigeon is a local pigeon breed originating from the rock pigeon in the Southeastern region of Türkiye and has been bred for hobby purposes for many years. This pigeon breed, which has an important place in the cultural heritage of the region, has six defined varieties. In this study, the complete mitochondrial DNA (mtDNA) was examined in order to determine and record the phylogenetic relationships between the Şebap pigeon and other pigeon species. In particular, detailed analyses were performed on the **Cyt-B and D-loop** regions. The

mtDNA control region (D-loop) was amplified by polymerase chain reaction (PCR) and analyzed using next-generation sequencing (NGS), and the polymorphisms it contains were revealed.

This study is the first investigation in which the mtDNA control region sequence of the Şebap pigeon has been examined. As a result of the analyses, it was determined that the mtDNA of the Şebap pigeon has a total length of 17,232 base pairs and consists of 13 protein-coding genes, 22 tRNA genes, two ribosomal RNA genes, and the D-loop region. In addition, **28 single nucleotide polymorphisms (SNPs)** were identified in the D-loop region. Phylogenetic analyses revealed that these SNPs show high concordance with domestic pigeons and that Şebap pigeons are located in the same genetic cluster as domestic pigeons.

Keywords: D-loop, Cyt-B, Polymorphism, Pigeon, mtDNA, Şebap

ÖZET

Şebap güvercini, Türkiye'nin Güneydoğu bölgesinde kaya güvercininden köken alan ve uzun yıllardır hobi amaçlı yetiştirilen yerel bir güvercin ırkıdır. Bölgenin kültürel mirası içinde önemli bir yere sahip olan bu güvercinlerde altı varyete tanımlanmıştır. Bu çalışmada, Şebap güvercini ile diğer güvercin türleri arasındaki akrabalık ilişkilerini belirlemek ve kayıt altına almak amacıyla tüm mitokondriyal DNA (mtDNA) incelenmiştir. Özellikle **Cyt-B** ve **D-loop** bölgeleri üzerinde ayrıntılı analizler yapılmıştır. mtDNA kontrol bölgesi (D-loop), polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile çoğaltılarak yeni nesil dizileme (NGS) yöntemiyle analiz edilmiş ve barındırdığı polimorfizmler ortaya konmuştur.

Bu çalışma, Şebap güvercininin mtDNA kontrol bölgesi dizisinin incelendiği **ilk araştırma** olma özelliğini taşımaktadır. Analizler sonucunda Şebap güvercininin mtDNA'sının toplam **17.232 baz çifti** uzunluğunda olduğu; 13 protein kodlayan gen, 22 tRNA geni, 2 ribozomal RNA ve D-loop bölgesinden oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca D-loop bölgesinde **28 tek nükleotid polimorfizmi (SNP)** tespit edilmiştir. Filogenetik analizler, bu SNP'lerin evcil güvercinlerle yüksek uyum gösterdiğini ve Şebap güvercinlerinin evcil güvercinlerle aynı genetik kümede yer aldığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: D-loop, Cyt-B, Polimorfizm, Güvercin, mtDNA, Şebap

GİRİŞ

Güvercinlerin atası olarak kabul edilen kaya güvercini (*Columba livia*), yaklaşık 10–12 bin yıl önce Orta Doğu'da insanlar tarafından önce besin kaynağı olarak, daha sonra ise dini ayinlerde kullanılmak üzere evcilleştirilmiştir. Tarihsel süreçte güvercinlerin 16. yüzyılda Orta Doğu ile Güney Asya arasında takas edildiği, 17. yüzyılda ise Avrupa'da güvercinlere olan ilginin belirgin şekilde arttığı bilinmektedir (Shapiro ve ark. 2013). Günümüzde güvercinler sahip oldukları farklı özellikler bakımından büyük çeşitlilik göstermekte ve çeşitli sınıflara ayrılmaktadır. Bu sınıflardan biri olan süs güvercinleri, görsel açıdan estetik değerleriyle öne çıkan ve genellikle kapalı alanlarda korunarak yetiştirilen güvercinlerdir.

Bu çalışmanın konusu olan Şebap güvercini, Şanlıurfa'da yetiştirilen süs güvercinlerinin en karakteristik örneklerinden biridir. Bölgede geleneksel olarak beslenen Şebap, Yapşan, Angut, Urfa Güllüsü ve Urfa Mısırlısı gibi güvercin ırkları, hem kültürel miras hem de bölgesel biyoçeşitlilik açısından önemli bir değer oluşturmaktadır.

Biyoçeşitlilik, belirli bir coğrafyada ekosistem içindeki habitatı oluşturan türlerin ve aynı tür içerisindeki ırkların meydana getirdiği genetik kaynak çeşitliliği olarak tanımlanır. Evcil

hayvan genetik kaynakları ise insan eliyle ıslah edilen türlerin oluşturduğu biyolojik çeşitliliğin sosyal, ekonomik ve ekolojik kazanımlar bakımından önemli bir unsurunu temsil etmektedir (Akın ve ark. 2017). Yerli gen kaynaklarının korunması, yalnızca genotipik ve fenotipik özelliklerin belirlenmesiyle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda tür, ırk ve popülasyon düzeyinde kayıt altına alınarak korunmasını da gerektirmektedir.

Türkiye, genetik kaynaklar bakımından oldukça zengin bir ülke olmasına rağmen bu potansiyelin ortaya çıkarılması, söz konusu ırkların araştırılması, genetik karakterizasyonlarının yapılması ve uluslararası bilim dünyasına duyurulması ile mümkün olacaktır. Bu tür çalışmalar, hem bilimsel açıdan önem taşımakta hem de kültürel çeşitliliğin ve genetik mirasın korunmasına katkı sağlamaktadır.

Bu bağlamda, bölgenin kültürel mirası olan Şebap güvercininin ırk tanımlaması amacıyla yürütülen bu çalışmada morfolojik ve genetik karakterizasyon bulgularının kaydedilmesi ve filogenetik ağaçlarla çeşitliliğin gösterilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla Şanlıurfa'da farklı yetiştiricilerden temin edilen 20 Şebap güvercinin morfolojik ölçümleri yapılmış; telek numunelerinden total DNA izolasyonu gerçekleştirilmiş ve mtDNA D-loop bölgesi polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile çoğaltılarak sekans analizi yapılmıştır. Elde edilen veriler filogenetik analizlerde kullanılmıştır. Bu çalışma, Şebap güvercininin mtDNA D-loop bölgesinin incelendiği dünya çapında ilk araştırma olma özelliğini taşımaktadır.

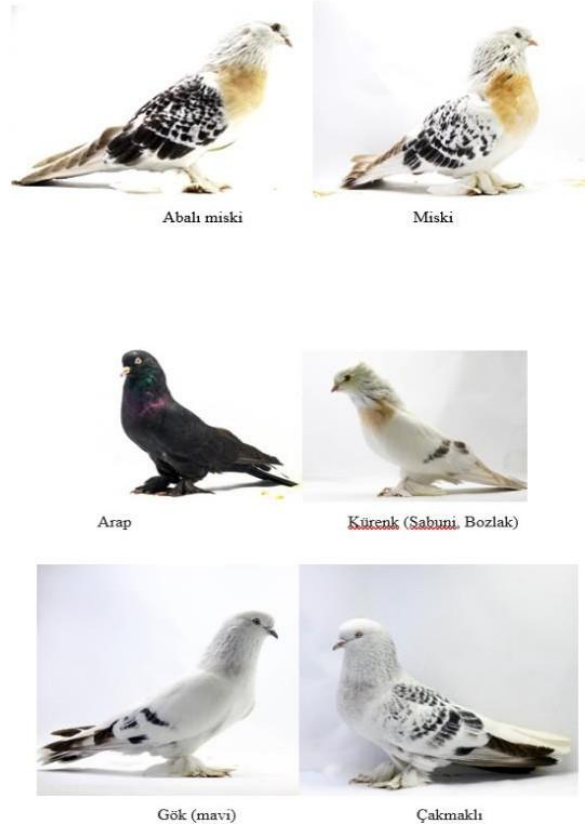


. Şekil 1. Şebap güvercini

Şebap Güvercini'ne Ait Varyeteler

Evcil güvercinlerde gözlenen fenotipik değişimler çoğunlukla rastlantısal mutasyonlar sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu değişimler yetiştiriciler tarafından estetik açıdan değerli bulunduğu, söz konusu birey damızlık olarak korunmakta ve üretilmektedir. Böylece ilgili özelliği taşıyan genlerin seçilmesiyle bu karakter popülasyon içerisinde daha yüksek frekansa ulaşmaktadır. Ortaya çıkan yeni fenotipler ise zamanla farklı isimler verilerek orijinal formdan ayrılan varyeteler olarak tanımlanmaktadır.

Şebap güvercini, Şanlıurfa’da uzun süredir sevilerek yetiştirilen süs güvercini ırklarından biridir ve kendi içinde çeşitli varyetelere sahiptir. Bu varyeteler, morfolojik özelliklerine göre adlandırılmış olup bölgedeki yetiştiriciler arasında yaygın olarak tanınmaktadır. Bunlar Kürenk (Sabuni, Bozlak), Abalı Miski, Çakmaklı, Gök (mavi), ve Arap (aynakuyruk) olarak morfolojik özelliklerine göre isimlendirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Şebap Güvercini varyeteleri

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Şanlıurfa ilinde Şebap Güvercin Yetiştiricileri Federasyonu işbirliği ile yürütülmüştür. Çalışmada, federasyona kayıtlı ve yalnızca Şebap güvercini yetiştiren üyelerden temin edilen, sağlıklı ve türün karakteristik özelliklerini en iyi şekilde yansıtan 20 adet Şebap güvercini kullanılmıştır.

Her bir bireyden kanat altı sekonder telek örnekleri uygun koşullar altında alınmış ve örnekler, total DNA izolasyonu gerçekleştirilene kadar +4°C’de muhafaza edilmiştir.

mtDNA İzolasyonu

DNA izolasyonu için, kökleriyle birlikte çekilerek toplanan kanat altı sekonder telekler kullanılmıştır. Her güvercinde beş adet telek örneği alınmış, kökleri 0.5–1 cm uzunluğunda kesilerek 1.5 ml’lik Eppendorf tüplerine aktarılmıştır.

DNA eldesinde fenol:kloroform:izoamil alkol (FKİ) karışımına dayalı klasik izolasyon yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem üç aşamadan oluşmaktadır: lizis, DNA’nın ayrıştırılması

ve çöktürülmesi. Lizis aşamasında Proteinaz K, SDS, EDTA ve keratin parçalanmasını sağlayan DTT kullanılmıştır. Telek örneklerinin üzerine 360 µl lizis solüsyonu, 50 µl DTT ve 50 µl Proteinaz K eklenmiş; tüpler 56 °C’de ısı-çalkalama (Thermoshaker) cihazında bir gece inkübasyona bırakılmıştır.

Ertesi gün lizat üzerine 800 µl fenol çözeltisi eklenmiş, çalkalanarak 30 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Ardından 4 °C’de 10.000 rpm’de 4 dakika santrifüj edilerek faz ayrımı sağlanmıştır. DNA içeren üst faz yeni bir tüpe aktarılmıştır. Protein kalıntılarının uzaklaştırılması için 800 µl FKİ (25:24:1) çözeltisi eklenmiş, kısa süre çalkalanarak 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiş ve tekrar santrifüj edilmiştir. Üst faz alınarak üzerine -20 °C’de muhafaza edilen %96 etanol eklenmiş, DNA çöktürülmesi için bir gece -20 °C’de bekletilmiştir. Ertesi gün 4 °C’de 14.500 rpm’de 30 dakika santrifüj edilerek DNA tüp tabanına çöktürülmüştür. Sıvı kısım uzaklaştırıldıktan sonra DNA kurutulmuş ve 50 µl ddH₂O ile çözülerek izolasyon tamamlanmıştır (Sambrook ve ark. 1989).

İzolasyon sonrası DNA’nın kalite ve miktar kontrolleri, NanoDrop C2000 (ThermoFisher, Germany) spektrofotometresi ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde 260, 230 ve 280 nm dalga boyları kullanılmıştır. Güvercinlerden toplanan ancak izolasyonda kullanılmayan telek örnekleri, olası ihtiyaçlara karşı -20 °C’de saklanmıştır.

Oligonükleotit Tasarımı

Polimeraz zincir reaksiyonunda (PZR) kullanılacak primerler, güvercin mitokondriyal DNA’sının (mtDNA) referans dizisi temel alınarak tasarlanmıştır. Primer tasarımı için **Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi (NCBI)** veri tabanında yer alan *Columba livia* mtDNA referans genomu (NC_013978.1) kullanılmıştır. Primerler, NCBI’nin **Primer-BLAST** aracı ile elde edilmiştir.

Veri kaybını önlemek amacıyla referans mtDNA dizisi yaklaşık **10.000 baz çifti** uzunluğunda iki farklı parçaya bölünmüş ve bu parçalar üst üste çıkışacak şekilde tasarlanmıştır. Her bir bölgeden 500 baz çifti aralıklarla primerler elde edilmiştir. Tasarlanan oligonükleotitler ve amplicon büyüklükleri aşağıda verilmiştir (Tablo 1).

Oligonükleotit bilgileri

Tablo 1: Oligonükleotit bilgileri

Adı	Dizisi	Amplicon büyüklüğü
RD_mtDNA_F1	ATAACCTCCCCGACGCATTC	10505bp
RD_mtDNA_R1	CAGTAACACCGGAAGCGAGT	
RD_mtDNA_F2	TCCTACTCGCCCTTCCATCA	9661bp
RD_mtDNA_R2	GTTTTGGACAATTGATGAGTGAAAA	

Oligonükleotitlerin Optimizasyon PZR'ı

Tasarlanan primerlerin mtDNA üzerindeki hedef bölgeleri etkin şekilde amplifiye edebilmesi için optimizasyon PZR'ları kurulmuştur. Uzun bölge amplifikasyonu için **Phire II DNA polimeraz enzimi (Thermo, Almanya)** kullanılmıştır. Üretici firmanın önerdiği tampon çözeltilerinde **MgCl₂ konsantrasyonu 2.5 mM** olarak standarttır.

Primerlerin erime sıcaklıkları dikkate alınarak **58 °C, 59 °C ve 60 °C** olmak üzere üç farklı annealing sıcaklığı denenmiştir. PZR koşulları üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulanmıştır (Tablo 2,3,4,5).

Tablo 2: Firma tarafından önerilen PZR sıcaklık koşulları

İşlem	Sıcaklık	Süre	Döngü
Denaturasyon	98 ⁰ C	60sn	
Denaturasyon	98 ⁰ C	60sn	35
Annealing	58-59-60 °C	3dk 30 sn	35
Ekstensiyon	72 °C	3dk 30 sn	35
Son ekstensiyon	72 °C	5dk	

Tablo 3: Firma tarafından önerilen PZR bileşenleri konsantrasyonu.

Kullanılan bileşen	Konsantrasyon
MgCl ₂ içeren Tampon 5X	1X
dNTP	200nm
Phirem II	1.25 Unite
DNA	50ng/ul
Primer F	0.5uM
Primer R	0.5uM
ddH ₂ O	25ul'ye tamamlanır

Tablo 4: RD_mtDNA_F1 ve RD_mtDNA_R1 için Optimize PZR sıcaklık koşulları

İşlem	Sıcaklık	Süre	Döngü
Denaturasyon	98C	60sn	
Denaturasyon	98C	60sn	35
Annealing	60C	3dk 30sn	35
Ekstensiyon	72C	3dk 30sn	35
Son ekstensiyon	72C	5dk	

Tablo 5: RD_mtDNA_F1 ve RD_mtDNA_R1 için Optimize PZR bileşenleri konsantrasyonu

Kullanılan Bileşen	Miktar	Oran
MgCl ₂ içeren Tampon 5X	1X	5ul
dNTP	200 nm	1ul
Phire II	1.25 Unite	0.5ul
DNA	20ng/ul	1ul
Primer F	0.5uM	1ul
Primer R	0.5uM	1ul
ddH ₂ O		25ul'ye tamamlanır.

Biyofomatik Analiz

Elde edilen ham diziler (ortalama 17.000 bç uzunluğunda) Geneious Prime® v2023.2.1 paket programına aktarılmış ve hizalama ile ilgili analizler gerçekleştirilmiştir. Ham okumalardan adaptörlerin, uçlardaki düşük kaliteli bazların (Q-skoru BBDuk aracı kullanılarak yapılmıştır. BBDuk, veri kalitesi kontrolünde yaygın kullanılan bir algoritma olup, Brian Bushnell tarafından geliştirilen BBTools paketinin bir parçasıdır. Geneious Prime içerisindeki bu eklenti, Illumina TruSeq için ön ayarları kullanarak adaptörlerin kırılmasını ve belirli uzunluğun altındaki okumaların filtrelenmesini sağlamaktadır.

Duplike okumaların uzaklaştırılması için “Sequence” menüsünde yer alan Remove Duplicate Reads aracı, hatalı okumaların düzeltilmesi için ise Error Correct & Normalize Reads aracı kullanılmıştır.

Her bir örnekten ortalama 20.000–50.000 contig dizi elde edilmiştir. Bu diziler, “Align/Assemble” modülünde bulunan Map to Reference algoritması kullanılarak en güncel güvercin mitokondriyal genomu (NC_013978.1) ile hizalanmıştır. Parametreler “Highest sensitivity/Medium” ve “Fine Tuning: Iterate up to 25 times” olarak ayarlanmıştır. Bu işlem sonucunda kontig diziler elde edilmiş ve gen anotasyonu yapılmıştır.

Hizalanan sekansların consensus değerleri ayrı klasörlerde toplanmış, her bir örnek için aynı işlem uygulanmıştır. Ardından 20 örnek için ortak bir consensus dizisi oluşturulmuştur. Bu amaçla “Align/Assemble” modülünde yer alan multiple alignment algoritması kullanılmış ve diziler MAFFT v.7 prosedürü ile Geneious Prime’da hizalanmıştır (Kato ve ark., 2002).

Program içerisinde bulunan “Sequence Logo” aracı kullanılarak sekansların alması muhtemel baz değişimleri görselleştirilmiştir. Tüm işlemler sonucunda ortalama **17.232** bç uzunluğunda okuma elde edilmiştir.

Elde edilen contig diziler, Geneious Prime® v2023.2.1 yazılımında yer alan “Map to Reference” algoritması kullanılarak güvercin mitokondriyal genomu (*Columba livia*, NC_013978.1) ile hizalanmıştır. Parametreler “Highest sensitivity/Medium” ve “Fine Tuning: Iterate up to 25 times” olarak ayarlanmıştır.

Referans genom ile elde edilen diziler arasındaki varyasyonları belirlemek amacıyla “Annotate & Predict” modülünde bulunan “Find Variations/SNP” prosedürü uygulanmıştır. Bu analiz sonucunda Şebap güvercini mtDNA’sında **28 SNP** tespit edilmiştir.

Filogenetik ilişkilerin ortaya konması için Geneious paket programında yer alan “**Geneious Tree Builder**” algoritması kullanılmıştır. Filogenetik ağaç, **Tamura-Nei modeli** ve **Neighbor-Joining (komşu birleştirme)** metodu ile oluşturulmuştur. Elde edilen dendrogram, Şebap güvercinlerinin evcil güvercinlerle aynı genetik kümede yer aldığını göstermiştir.

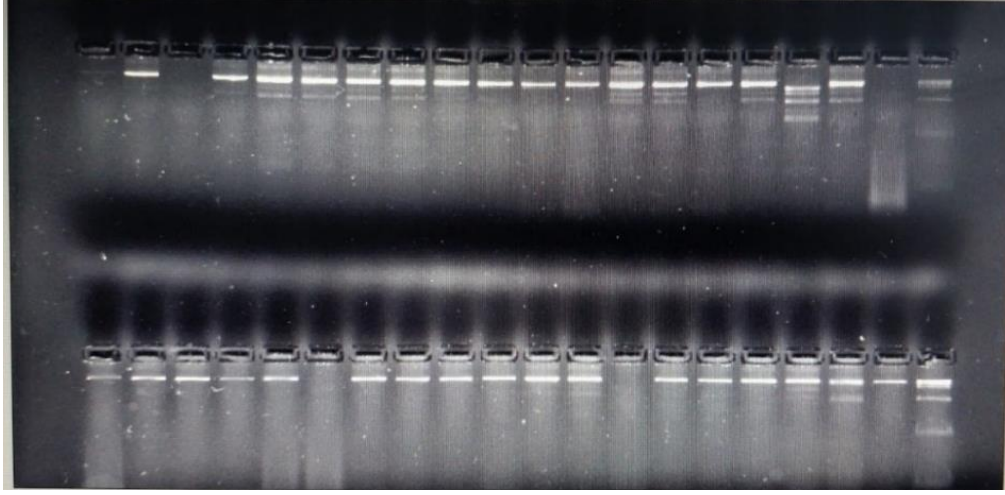
BULGULAR

mtDNA İzolasyonu Bulguları

Şebap güvercinlerinden elde edilen DNA örnekleri spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda DNA konsantrasyonlarının 3,2–4,9 ng/µl aralığında değiştiği görülmüştür. Bu değerler, telek örneklerinden elde edilen DNA’nın downstream analizler için yeterli kalitede olduğunu göstermektedir.

Oligonükleotitlerin Optimizasyon PZR Bulguları

Tasarlanan primerlerin amplifikasyon verimliliğini belirlemek amacıyla farklı sıcaklık koşullarında optimizasyon PZR'ları gerçekleştirilmiştir. RD_mtDNA_F1 ve RD_mtDNA_R1 primerleri için **60 °C annealing sıcaklığında** en iyi amplifikasyon sonucu elde edilmiştir (Şekil 3). Bu bulgu temel alınarak diğer örneklerin mtDNA amplifikasyonu aynı koşullarda yapılmıştır.



Şekil 3: *Columba livia* mtDNA D-loop PZR ürünlerinin agaroz jel elektroforezi.

D_mtDNA_F1 ve RD_mtDNA_R1 primerleri için amplifikasyon ürünleri %1,5'luk agaroz jel üzerinde, SafeView jel boyası ile görselleştirilmiştir.

Dizi Analizi

mtDNA Dizi Analizi

Şebap güvercin ırkına ait 20 bireyin çoğaltılan tüm mitokondriyal DNA (mtDNA) genom dizisi analiz edilmiştir. Elde edilen dizinin toplam uzunluğu **17.232 baz çifti (bç)** olup, genomun tüm bölgeleri tanımlanmıştır. Buna göre mtDNA; **13 protein kodlayan gen bölgesi, 22 transfer RNA (tRNA) geni, 2 ribozomal RNA (16S ve 12S) geni** ve kodlama yapmayan **replikasyon orijini (D-loop)** bölgesinden oluşmaktadır.

Cyt-B Gen Bölgesi

Çalışmada ayrıca mtDNA'nın sitokrom b (Cyt-B) ve D-loop bölgeleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Cyt-B gen bölgesinin uzunluğu 1.145 bç olarak belirlenmiştir. Baz kompozisyonu değerlendirildiğinde; Adenin (A): 297 (%25,9), Sitozin (C): 394 (%34,4), Guanin (G): 170 (%14,8) ve Timin (T): 284 (%24,8) olduğu görülmüştür. Böylece Cyt-B gen bölgesinin toplamda 1.145 bazdan oluştuğu doğrulanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6: Cyt-B gen bölgesi nükleik asit dağılımı (%)

Nükleik asit	Bp	Frekans (%)
A	297	25.9%
C	394	34.4%
G	170	14.8%
T	284	24.8%
Tümü	1,145	100.0%

Tablo 7: Şebap Güvercinine ait Cyt-B Gen Dizilimi

ATGGCCTCCG ATCTACGAAA AGACTATTTT CAACTAAAAA TAATCAATAT CTCCTTAATC	60
GACCTACCTA CCCCCTCCAA CATCTCCGTC TGATGGAAC TTTGGGTCCCT TCCAGGCATT	120
TGCCTTCTAA CTCAAATCAT GATCGGGTTC CTACGCGCCG CGCTATGCCG TGCTGACACC	180
ACCCAAGCCA TTTTCACCCG TGTCACACAC ATGCCGAGAT GCACACTTCG GCCAGCTAAT	240
CCGAAACCTC CATGCAAACG GGGCCTCATT TTTCTTCATC TGTATTTACC TACACATCGG	300
ACCAGGACTC AACTACGGGT CCTACCTCAG CAAAGAGACT TGAAACACAG GGGTAAGCCA	360
CCTACTATGT CACTTAGACT TACTGCATTC GTAGGATCTG TCCTCCCCTG AGGACAAATA	420
ACACTCTGAG GGGCTACAGT CATTACCAAT CTATTCTCAG CTGTCCCCTG CATTGGTCAA	480
GCCATCGATG AATGAGCCTG AGGCTGATTT TCCCTACACA TTGCGACAGC AGATCCATTC	540
TTACCCCTTG ACTTCCTCCT CCCCTTTATG ATCGCAGGCC TCACCAGCAT CCACCTCACC	600
TTCTGTCACG AATCAGGCTC AAACAGCCCA CTAGGCATGA CCTCCAACTG CGATAAAATC	660
CCATTGCACC GATTCTTCTC CCTAAAAGAC ATCCTCGGCT TCATGGTATT ACTCCTCCCC	720
GTACTGGCCC TAGCCCTATT CTCCCCAAC CTGCTAGGAG ACACAGAAAA TTTCAGCACT	780
GCATACCCTC AGGGTACACC TCCCCATATT AAACCAGCAT GATACTTCAT AGTTGCCTAC	840
AACATCCTAC GCTCCATCCC CAATAAACAA GGC GGAGAAC GTTCCTTCTC CGCCTCAGTC	900
CTATTATCAT CATCATCCTC AACTCCAGA AGTCCAAACA ATGCCCGATG TTCATCAGCC	960
CACTCTCTCA ACTCCTATTC TGAATGCTAG ACACCCACAT CTTTATCCAA ACATGAGTTG	1020
GAAGCCAACC TGTAGAACAC CCCTTCATCA TTGTCGGCCA ACGAGCCTCC CTCACCTCCT	1080
TCACCATCCT CTTGTCTC TTCCCTGCTA CCGCAGCCCT CGAAAACAAA CTACTTAACT	1140
ACTAA	1145

Çalışmada incelenen mtDNA'nın D-loop bölgesi toplamda 1.662 bp uzunluğunda olup (Şekil 5.4.4), bu bölgenin baz kompozisyonu ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda; Adenin (A): 508 (%30,6), Sitozin (C): 476 (%28,6), Guanin (G): 221 (%13,3) ve Timin (T): 457 (%27,5) olduğu belirlenmiştir. Böylece D-loop bölgesinin toplamda 1.662 bazdan oluştuğu doğrulanmıştır. Ayrıca GC içeriği (C+G) toplam 697 baz (%41,9) olarak hesaplanmıştır (Tablo 8).

Tablo 8: D-loop gen bölgesi nükleik asitlerin dağılımı (%)

Nükleik asit	Bp	Frekans (%)
A	508	30.6%
C	476	28.6%
G	221	13.3%
T	457	27.5%
Tümü	1,662	100.0%

D-loop Gen Bölgesi Dizilimi

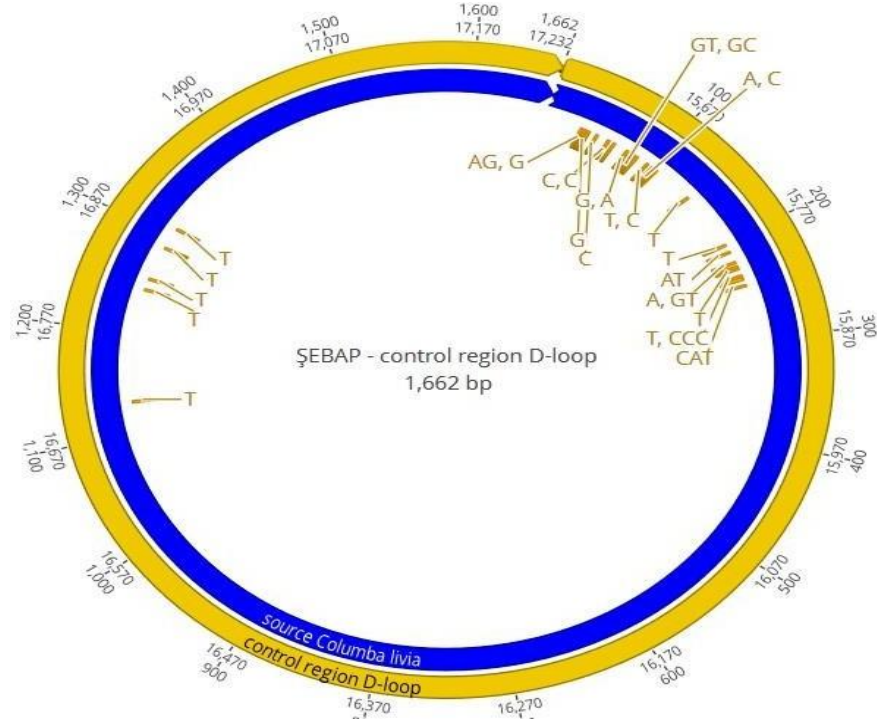
Tablo 9: Şebap Güvercinine ait D-loop Gen Dizilimi

TAACGAAAAA CACAGGACAC AATGCAGGAC CCAGCCTGCC GCCCTGCACT TGTGTCCTAC	60
GTACCACAGT GCATCGATGT AATGTCCGCA TTCATGACCT CCATCCATAC TAAAGTCAAC	120
ATGTAATGTA GTCACATGAT CCACATTTAT GTACCCAGGC ATATTATCTA TTTCCAGGTT	180
CCATATCCAC ATAATCCTCA AACTATCCAT ATATATGTCC ATATATGTAT GCATATTTCC	240
CGACGCATTA TAACCTCCCC GACGCATTCT CCGTCCAGAG GACTAGAACT TAATGATACC	300
TTAGACATAA TAGGTTATTA CTTCGTAATA AACCCATGGA AAGCCAGTTT GTGCATACCC	360
TCAATATCCA TACGGAAGTG CCCTAGTACA GACTATGCTT GGTGTAGTCC ATAACATGAG	420
ATATCTCCTG AAGTACATAA AGCAGGGACC AGGTTATCTA TTAATCTTAC ACCTCACGTG	480
AAACCAGCAA CTCGACGCGA GAAGTATCCA TCACGACTAG CTTCAGGCCC ATTCTTCCCC	540
CCTACACCTT AGCAGGACTT GCTCTTTTGC GCCTCTGGTT CCTATGTCAG GGCCATAACT	600
TGCCAATTCC CATGACCTCG CTCTTCACAG ATACATCTGG TCGGGGTCAT ACCTCACCAT	660
TTCAGTCCGT GATCGCGGCA TTTCCCCGAC CTTGGCGCCT TTGGTTTTTT TTCTCTCTCT	720
CTCCCGCAGC TCGCCCCTCA AGTGCGGCGG GCACATTGGT TTATATTCTG CACCTAAATT	780
ATGCGTTACC AACTAATCTC GACCTCAGGT ACTACTGGCG TTACGGCTTA AAGATAACCG	840
GTATCACCTT GACACTGATG CACTTTGTCT TCCATAACTC GGCTGGATGT AATGGATTAA	900
GGACATACAG AGCTTCGCCC GCGAGATGCA CCCTTTCGAG CATCTGGTTA TGGTGTGTCC	960
GCAAGTACCT ACAAATGCTG CATATTAGTG AATGCTCGCA GGACATAAAT TTCCACCATT	1020
TTACCCTATT TACTTCCTCT AACTTTCTAA GCAACACGGC TAACTTTCAA CTAAACACTC	1080
AAAATACCGA CCCAAAATCT TGTAATTTT ACTTTCTTTT TCTTTTTTTT TTCCTATGAT	1140
TACCACTGGA GTTCCATTAA TAATTCATCA TACGATTCAT ACGTACGTAT GTTAATCCTC	1200
TGACAAACCA TTAATAACTC ATCAAATTTT TCCATTATTT GTTTGTTGAT TTTTTCATCA	1260
TTCACCCATC TAATATTAAC CGAATTTT AGCCACACTTTT CCCATTTTTC ACTCATCAAT	1320
TGTCCAAAAC ATTAGACCAA TTAAGCCACT CTCCTCATCA CCCGCTCACT CACCAACTCT	1380
TGTCCAAAAC ATTAGACCAA TTTAAGCCAC TCTCCTCATC ACCCGCTCAC TCACCAACTC	1440
TTGTCCAAA CATTAGACCA ATTTAAGCCA CTCTCCTCAT CACCCGCTCA CTCACCAACT	1500
CTTGTCCAAA ACATTAGACC AATTAAAGCC GTACAAGTAA CCGCCGAAAA ACAAAACAAAC	1560
AAACAAACAA ACAAAACAAAC AAACAAACAA ACAAAACAAAC AAACAAACAA ACAAAACAAAC	1620
AAACAAACAA ACAAAACAAAC AAACAAACAA ACAAAACAAAC AC	1662

mtDNA polimorfizmleri

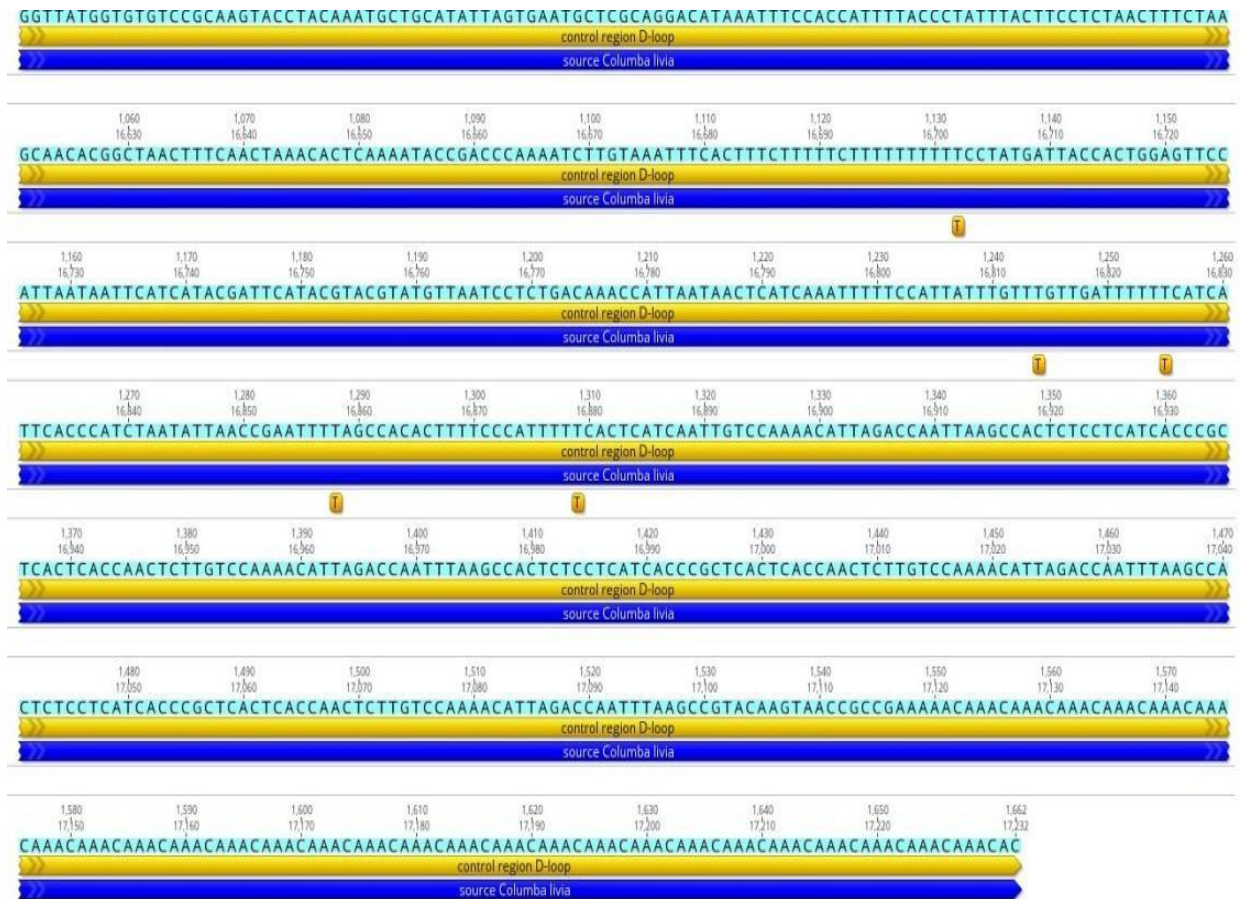
D-loop Gen Bölgesi Polimorfizmleri

Mitokondriyal DNA (mtDNA) içerisinde herhangi bir gen kodlamayan ancak yüksek derecede değişken bir yapıya sahip olan D-loop bölgesi, filogenetik analizlerde önemli bir belirleyici olarak kullanılmaktadır. Çalışmamızda Şebap güvercinlerine ait D-loop bölgesi ayrıntılı olarak incelenmiş ve bu bölgedeki polimorfizmler değerlendirilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4: Şebap Güvercin D-loop bölgesi

Analiz sonucunda, D-loop bölgesinde toplam 28 adet varyasyon (SNP) tespit edilmiştir (Şekil 5). Bu varyasyonların varlığı, Şebap güvercinlerinin genetik çeşitliliğini ortaya koymakta ve filogenetik ağaçlandırma sonuçlarının yorumlanmasında kritik bir rol oynamaktadır.



Şekil 5: Şebap Güvercin D-loop bölgesi ve bulunan SNP'ler

D-loop bölgesinde yer alan 28 adet varyasyon Tablo 10 halinde oluşturulmuştur.

Tablo 10: Şebap güvercin D-loop bölgesindeki varyasyonlar.

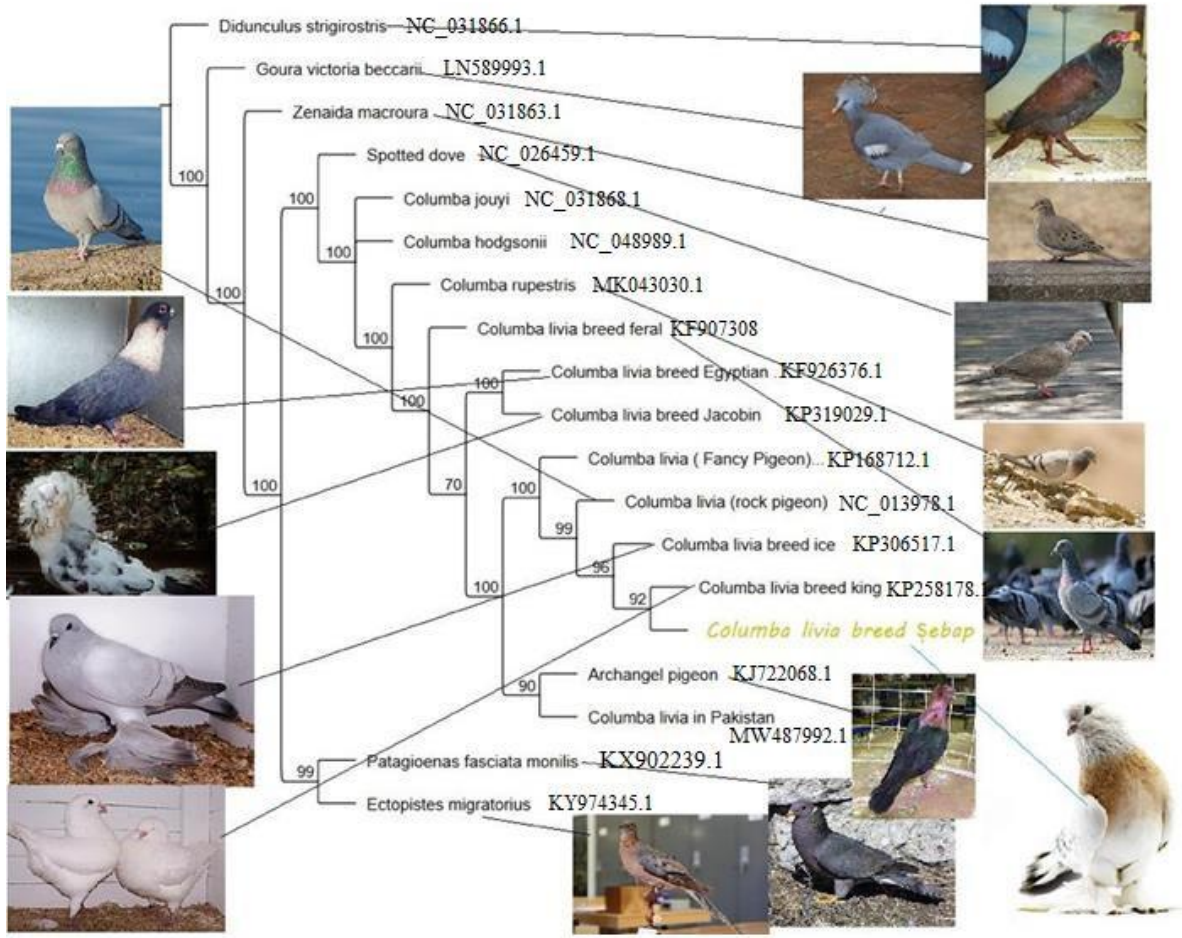
<u>Nükleik asit</u>	<u>Sıra</u>	<u>Uzunluk</u>	<u>Değişim</u>	<u>Değişim tipi</u>
AG	33-34	2	CC->AG	Substitution
G	38	1	A -> G	SNP (transition)
G	41	1	C -> G	SNP (transversion)
C	49	1	T -> C	SNP (transition)
C	60	1	T -> C	SNP (transition)
C	65	1	T -> C	SNP (transition)
G	79	1	T -> G	SNP (transversion)
A	82	1	T -> A	SNP (transversion)
GT	84-85	2	TA -> GT	Substitution
GC	88-89	2	AT -> GC	Substitution
T	100	1	C -> T	SNP (transition)
C	105	1	A -> C	SNP (transversion)
A	107	1	G -> A	SNP (transition)
C	110	1	T -> C	SNP (transition)
T	147	1	C -> T	SNP (transition)
T	204	1	G -> T	SNP (transversion)
AT	211-212	2	TA -> AT	Substitution
A	223	1	G -> A	SNP (transition)
GT	227-228	2	TA -> GT	Substitution
T	230	1	G -> T	SNP (transversion)
T	237	1	A -> T	SNP (transversion)
CCC	239-241	3	GTA-> CCC	Substitution
CAT	246-248	3	AGC -> CAT	Substitution
T	1132	1	(T)9 -> (T)10	İnsersiyon
T	1244	1	(T)2 -> (T)3	İnsersiyon
T	1255	1	(T)5 -> (T)6	İnsersiyon
T	1288	1	(T)3 -> (T)4	İnsersiyon
T	1309	1	(T)4 -> (T)5	İnsersiyon

Filogenetik Analiz

NCBI gen bankasından (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) farklı türlere ait mtDNA sekans verileri indirildi.(Tablo 11). Dünyadaki Güvercin türleri ile sebep güvercinin filogenetik yakınlıkları şekil 11 de gösterilmiştir.

Tablo 11: Gen bankasından alınan türler ve erişim kodları

Tür ismi	Gen bankası Erişim kodu	Referans
Columba livia breed feral	KF907308	(Li ve ark. 2014)
Columba livia breed Egyptian swift	KF926376.1	(Li ve ark. 2015)
Archangel pigeon	KJ722068.1	(Wu ve ark 2016)
Columba livia (Fancy Pigeon)	KP168712.1	(Zhan ve ark. 2015a)
Columba livia breed king	KP258178.1	(Zhang ve ark. 2015a)
Columba livia breed ice	KP306517.1	(Zhang ve ark 2015c)
Columba livia breed Jacobin	KP319029.1	(He ve ark. 2015)
Ectopistes migratorius	KY974345.1	(Guiry ve ark. 2020)
Columba rupestris	MK043030.1	(Soares ve ark. 2016)
Columba livia in Pakistan	MW487992.1	(Tayyub ve ark. 2021)
Spotted döve (<i>Streptopelia chinensis</i>)	NC_026459.1	(Waso ve ark. 2018)
Columba jouyi	NC_031868.1	(Soares ve ark. 2016)
Columba hodgsonii	NC_048989.1	(Liu ve ark. 2020)
Didunculus strigirostris	NC_031866.1	(Soares ve ark. 2016)
Goura victoria beccarii	LN589993.1	(Besnard ve ark. 2016)
Zenaida macroura	NC_031863.1	(Soares ve ark. 2016)
Columba livia (rock pigeon)	NC_013978.1	(Kan ve ark. 2010)
Patagioenas fasciata monilis	KX902239.1	(Soares ve ark. 2016)



Şekil 6: Dünya daki Güvercin türleri ile şebap güvercininin filogenetik yakınlıkları. (Neighbour-joining ağacı,Tamura-Nei Modeli)(Saitou ve ark. 1987)

Şebap mtDNA D-loop Gen Bölgesi Pozisyonlar

Bu çalışmada Şebap güvercinlerine ait D-loop ve Cyt-B gen bölgeleri, diğer güvercin ırklarına ait gen dizileri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan analizlerde, birçok pozisyonda dizilerin farklılaştığı gözlenmiştir. Bu farklılıklar, Şebap güvercinlerinin genetik çeşitliliğini ve evcil güvercin ırkları arasındaki konumunu ortaya koymaktadır.

Filogenetik ağaçlandırma sonuçlarına göre, Şebap güvercini Şekil 11'de belirtilen evcil süslü güvercin ırkları ile yüksek derecede benzerlik göstermektedir. Buna karşın, Columba rupestris (Tepe Güvercini) gibi yabancı ortamda üreyen türlerden ise tamamen ayrıştığı görülmüştür. Bu ayrışma, Şebap güvercinlerinin evcil güvercinler ile ortak bir genetik kümede yer aldığını ve yabancı türlerden bağımsız bir evrimsel çizgi izlediğini göstermektedir.

Çalışmada hem Cyt-B hem de D-loop veri setleri ayrı ayrı değerlendirilmiş ve filogenetik ağaçlar oluşturulmuştur. Filogenetik analizlerde, Komşu Birleştirme (Neighbor-Joining) metodu (Saitou ve Nei, 1987) ve Tamura-Nei modeli kullanılmıştır. Elde edilen dendrogram,

Şebap Güvercinine Özgü D-loop Varyasyonları

NCBI GenBank verilerinden elde edilen farklı 13 güvercin ırkı ile yapılan karşılaştırmada, Şebap güvercinine özgü toplam 28 varyasyon tespit edilmiştir. Bu varyasyonlar, Şebap güvercinlerinin genetik olarak diğer evcil güvercin ırklarından ayrılan özgün bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

D-loop bölgesinde özellikle 1132, 1244, 1255, 1288 ve 1309 pozisyonlarında, önceki çalışmalarda bazı türlerde de raporlandığı gibi, Şebap güvercininde ortak bir insersiyon mutasyonu gözlenmiştir. Bu mutasyon, ilgili pozisyonlarda “T” bazının eklenmesi şeklinde ortaya çıkmıştır.

Söz konusu insersiyon mutasyonu; Columba livia breed feral, Columba livia breed Egyptian swift, Archangel pigeon, Columba livia breed Jacobin ve Columba livia breed ice ırklarında da görülmüş olup, bu bulgu Şekil 11’da sunulan filogenetik ağaç ile uyumludur. Bu durum, Şebap güvercinlerinin evcil güvercinlerle aynı genetik kümede yer aldığını ve yabani türlerden ayrıştığını desteklemektedir.

Tablo 12: Şebap Güvercin’ine yakın bazı Güvercin ırkları

Columba livia breed feral Şehir güvercinleri olarakda bilinir kaya güvercinlerinden köken alsada evcil güvercinlerin torunlarıdır. (Li, ve ark., 2014)		
Columba livia breed Egyptian swift Mısır’da sevilerek yetiştirilen evcil bir güvercin ırkıdır.		
Archangel pigeon: Avrupa ve ABD’ye yayılmış süslü bir evcil güvercin ırkıdır.(Wu ve ark., 2016)		
Columba livia breed Jacobin: köken olarak asyada ortaya çıkmış ve seçici üreme ile geliştirilen süslü bir güvercin ırkıdır. Özellikle Şebap güvercinlerinde bazı varyetelerde kepez diye adlandırılan boyun tüylerindeki kabarma özelliği, çok daha gösterişli yapıda		
Columba livia breed ice: ABD’de yaygın bulunan bir güvercin ırkıdır buz mavisi renginden dolayı bu ismi alan süslü bir güvercin ırkı olup seçici üreme ile yetiştirilmiştir		

TARTIŞMA

Güvercin yetiştiriciliği, dünya genelinde yaygın olarak sürdürülen bir hobi ve kültürel faaliyetir ve uzun yıllar süren yapay seçim sonucunda çok sayıda farklı ırk ortaya çıkmıştır. Özellikle *Columba livia domestica*'ya ait süslü güvercinler, fenotipik çeşitliliklerinin yanı sıra genetik açıdan da dikkat çekici bir yapı sergilemektedir. Daha önce *C. livia* üzerinde gerçekleştirilen moleküler analizlerde, mitokondriyal DNA'da (mtDNA) dört adet tek nükleotid polimorfizmi (SNP) ile birlikte değişken tandem tekrar (VNTR ve STR) lokuslarının varlığı rapor edilmiştir (Stefaniuk-Szmukier et al., 2021).

Bu bulgular, mtDNA'nın özellikle kontrol bölgesinin (D-loop) güvercin ırklarının genetik karakterizasyonunda yüksek ayırt ediciliğe sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, D-loop bölgesinin başlangıcı ile VNTR ve STR lokusları arasında yer alan 15.571–17.232 baz çifti (bç) aralığındaki toplam 1.662 bç uzunluğundaki mitokondriyal bölge, Yeni Nesil Dizileme (NGS) yöntemi kullanılarak dizilenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Şebap güvercinlerinde hiperdeğişken D-loop bölgesinin genetik çeşitliliğini ayrıntılı biçimde ortaya koymuştur.

Literatürde güvercin mtDNA'sına yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Ramadan ve ark. (2011), 110 Mısır güvercini ırkı ve 23 Japon yarış güvercininde COI genine ait 11 mikrosatellit bölgesini Sanger dizileme yöntemiyle analiz etmişlerdir. Stefaniuk-Szmukier ve ark. (2021) ise 18 farklı ırkı temsil eden 80 bireyden elde edilen tüy örnekleri üzerinden süslü, yarış ve vahşi güvercin gruplarına ait polimorfik bölgeleri incelemişlerdir. Bu çalışmalar, hem mtDNA hem de çekirdek DNA belirteçlerinin güvercin ırklarının genetik çeşitliliğini ortaya koymada etkili olduğunu göstermektedir.

Benzer şekilde, Taşkesen ve ark. (2010) Denizli tavuk ırkında mtDNA D-loop bölgesini Sanger dizileme ile incelemiş ve bu bölgenin yüksek düzeyde varyasyon içerdiğini rapor etmişlerdir. Kan ve ark. (2010) ise kaya güvercininde (*Columba livia*) mitokondriyal genomun tamamını Sanger yöntemi ile dizilemiş ve genomun 17.229 bç uzunluğunda, dairesel bir yapı gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca 13 protein kodlayan gen, iki ribozomal RNA geni, 22 transfer RNA geni ve bir kontrol bölgesinden oluşan tipik kuş mitokondriyal genom organizasyonunun korunduğunu belirtmişlerdir.

Çin'de gerçekleştirilen çalışmalarda farklı süslü güvercin ırklarının tam mitokondriyal genomları analiz edilmiştir. Zhang ve ark. (2015b), Kral güvercinin mitokondriyal genom uzunluğunu 17.221 bç olarak belirlemiş ve A–T oranının %54'ün üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Aynı yıl Zhang ve ark. süslü güvercinlerde mitogenom uzunluğunu 17.233 bç olarak rapor etmiş, baz kompozisyonunun A–T açısından zengin olduğunu ve genom organizasyonunun tipik *Columba* türleri ile uyumlu olduğunu göstermişlerdir. Zhang ve ark. (2015c) tarafından Buz güvercininde yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş ve mitokondriyal genomun 17.236 bç uzunluğunda olduğu belirtilmiştir. Wu ve ark. (2016) ise Başmelek güvercininin (Archangel pigeon) 17.232 bç uzunluğundaki mtDNA'sını dizilemişlerdir.

Khan ve Arif (2013), Suudi Arabistan'da yaptıkları çalışmada *Oena capensis* (n = 3), *Spilopelia senegalensis* (n = 3) ve *Streptopelia decaocto* (n = 2) türlerine ait toplam sekiz güvercinin kas dokularından genomik DNA izole etmiş ve Sanger dizileme yöntemi ile dizi analizlerini gerçekleştirmiştir.

Bu çalışmanın önemli yönlerinden biri, DNA izolasyonunun sekonder teleklerden gerçekleştirilmiş olması ve yüksek doğruluk sağlayan NGS teknolojisinin kullanılmasıdır. Kan ve ark. (2010) Sanger dizileme yöntemiyle yaklaşık 15 farklı primer çifti kullanarak

benzer gen bölgelerini analiz etmiş, elde ettikleri dizilerin bu çalışmadaki sonuçlarla büyük ölçüde örtüşmesi, Şebap güvercininin mtDNA yapısının korunmuş bir genom organizasyonuna sahip olduğunu göstermektedir.

Filogenetik analizler, D-loop ve Cyt-B gen bölgelerine dayalı olarak Şebap güvercinine ait haplotiplerin *Columba livia*'nın farklı varyeteleri (fancy pigeon, rock pigeon, king pigeon ve ice pigeon) ile aynı filogenetik dal üzerinde yer aldığını ortaya koymuştur. Ayrıca *Columba rupestris*, *Columba hodgsonii*, *Columba livia breed Jacobin*, *Archangel pigeon* ve diğer Columbidae üyeleri ile de yakın genetik ilişkiler saptanmıştır.

Wang ve ark. (2017), Çin'de önemli bir kuş türü olan Küçük Batağan (*Tachybaptus ruficollis*)'dan elde edilen doku örneklerinden Sanger dizileme kiti kullanarak mitokondriyal DNA dizi analizini gerçekleştirmiştir. He ve ark. (2015), Çin'de *Columba livia*'nın bir ırkı olan Jacobin güvercininin mitokondriyal genomunu ilk kez ortaya koymuştur. Liu ve ark. (2020) ise Çin'de gerçekleştirdikleri çalışmada Yazılı Zeytin Güvercini (*Columba hodgsonii*)'nin doku örneklerinden Sanger yöntemi ile tüm mitokondriyal DNA dizisini belirlemiştir.

Bu bulgular, Şebap güvercininin genetik açıdan, dünya genelindeki süs ve kaya güvercin ırklarının ortak atası olarak kabul edilen *Columba livia* ile yakın bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, Hou ve ark. (2022) ile Kim ve ark. (2022) tarafından bildirilen, evcil güvercinlerde adaptif evrimin yapay seçim ve çevresel faktörlerin bütüncül etkisiyle şekillendiği yönündeki görüşleri desteklemektedir. Ayrıca elde edilen genetik veriler, Şebap güvercinine ait morfolojik özellikler ve yetiştiricilik kriterlerine dayalı önceki gözlemlerle de uyumludur.

Bu çalışma, Şebap güvercininin mitokondriyal genomunun ayrıntılı biçimde ortaya konulmasıyla, güvercin genetik kaynaklarının korunması, filogenetik ilişkilerin aydınlatılması ve ileri düzey moleküler çalışmalar için önemli bir referans veri seti sunmaktadır.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Şebap güvercini, Şanlıurfa'da sevilerek yetiştirilen yerel güvercin ırklarından biri olup, kendi içerisinde belirgin morfolojik varyetelere sahiptir. Bu varyeteler; Kürenk (Sabuni, Bozlak), Abalı Miski, Çakmaklı, Gök (Mavi) ve Arap (Aynakuyruk) olarak adlandırılmakta ve temel olarak tüy rengi, desen ve kuyruk yapısı gibi morfolojik özelliklere göre sınıflandırılmaktadır. Şanlıurfa kökenli olmasına rağmen Şebap güvercininin Türkiye'nin farklı bölgelerine yayıldığı, buna karşın yerel yetiştiricilik ve ıslah uygulamaları sayesinde ırkın karakteristik özelliklerinin büyük ölçüde korunduğu bilinmektedir.

Bu çalışmada, Şanlıurfa bölgesinde yetiştirilen Şebap güvercinlerinin filogenetik yapısının ortaya konulması amacıyla, farklı zamanlarda ve farklı yetiştiricilerden temin edilen toplam 20 bireye ait sekonder telek örnekleri kullanılmıştır. Fenol:kloroform:izoamil alkol yöntemi ile elde edilen mtDNA örnekleri, Yeni Nesil Dizileme (NGS) teknolojisi kullanılarak analiz edilmiş ve Cyt-B ile D-loop gen bölgeleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Elde edilen veriler, Şebap güvercininin genetik karakterizasyonunun moleküler düzeyde ilk kez ortaya konulmasını sağlamıştır.

Şebap güvercininin mitokondriyal genomunda D-loop ve Cyt-B gen bölgelerine ait ilk tam nükleotid dizileri bu çalışma ile rapor edilmiştir. Bu bölgelerin genom organizasyonu ve baz kompozisyonları detaylı biçimde incelenmiş ve elde edilen sonuçların, daha önce farklı

Columba livia varyetelerinde bildirilen mitokondriyal genom yapıları ile uyumlu olduğu görülmüştür (Kan et al., 2010; Zhang et al., 2015a; Zhang et al., 2015b).

NGS analizleri sonucunda Şebap güvercinine ait mitokondriyal genomun toplam uzunluğu 17.232 bp olarak belirlenmiştir. D-loop bölgesinin 1.662 bp, Cyt-B gen bölgesinin ise 1.145 bp uzunluğunda olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlerin, literatürde bildirilen kaya güvercini (*Columba livia*) ve süs güvercinlerine ait mtDNA uzunlukları ile büyük ölçüde örtüştüğü görülmüştür (Wu et al., 2016; Zhang & Xiao He, 2015).

Filogenetik analizler, Şebap güvercinine ait haplotiplerin evrimsel olarak en yakın olduğu türlerin Türkiye’de yaygın olarak bulunan kaya güvercini (*Columba livia*, rock pigeon) ve süs (fancy) güvercin ırkları olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, Şebap güvercininin genetik açıdan *Columba livia* tür kompleksinin bir parçası olduğunu ve evcilleştirme sürecinde süs güvercinleri ile ortak bir genetik geçmiş paylaştığını ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, evcil güvercinlerde yapay seçilim ve çevresel adaptasyonun genetik yapı üzerindeki etkilerini vurgulayan önceki genomik çalışmalarla da uyumludur (Hou et al., 2022; Kim ve ark., 2022).

Bu çalışma kapsamında elde edilen mitokondriyal genom verileri, Şebap güvercininin yalnızca morfolojik değil, genetik düzeyde de tanımlanmasına olanak sağlamıştır. Bu veriler, ilerleyen dönemlerde Şanlıurfa yöresine özgü güvercin ırklarının genetik kaynak olarak korunması, filogenetik ilişkilerinin daha ayrıntılı biçimde ortaya konulması ve olası coğrafi işaretleme ve tescil çalışmalarına bilimsel altyapı oluşturması açısından büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma Şebap güvercininin mitokondriyal genomuna ilişkin ilk kapsamlı moleküler verileri sunmakta ve hem Türkiye’de hem de uluslararası literatürde güvercin genetiği çalışmalarına özgün bir katkı sağlamaktadır. Elde edilen bulgular, Şebap güvercininin dünya genelindeki diğer evcil güvercin ırkları arasındaki konumunun daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunacak niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Akın, A. O. (2017). Çiftlik hayvanları genetik kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı: Küresel stratejiler ve Türkiye örneği, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye
- Besnard, G., Bertrand, J. A., Delahaie, B., Bourgeois, Y. X., Lhuillier, E., & Thébaud, C. (2016). Valuing museum specimens: High-throughput DNA sequencing on historical collections of New Guinea crowned pigeons (*Goura*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 117(1), 71–82.
- Guiry, E. J., Orchard, T. J., Royle, T. C., Cheung, C., & Yang, D. Y. (2020). Dietary plasticity and the extinction of the passenger pigeon (*Ectopistes migratorius*). *Quaternary Science Reviews*, 233, 106225.
- He, W. X., & Jia, J. F. (2015). The complete mitochondrial genome of the Jacobin pigeon (*Columba livia* breed Jacobin). *Mitochondrial DNA*, 26(3), 493–494.
- Hou, H., Wang, X., Ding, W., Xiao, C., Cai, X., Lv, W., ... Yang, C. (2022). Whole-genome sequencing reveals the artificial selection and local environmental adaptability of pigeons (*Columba livia*). *Evolutionary Applications*, 15(4), 603–617.
- Kan, X. Z., Li, X. F., Zhang, L. Q., Chen, L., Qian, C. J., Zhang, X. W., & Wang, L. (2010). Characterization of the complete mitochondrial genome of the rock pigeon, *Columba livia* (Columbiformes: Columbidae). *Genetics and Molecular Research*, 9(2), 1234–1249.
- Katoh, K., Misawa, K., Kuma, K., & Miyata, T. (2002). MAFFT: A novel method for rapid multiple sequence alignment based on fast Fourier transform. *Nucleic Acids Research*, 30, 3059–3066. <https://doi.org/10.1093/nar/gkf436>
- Khan, H. A., & Arif, I. A. (2013). COI barcodes and phylogeny of doves (Columbidae family). *Mitochondrial DNA*, 24(6), 689–696.
- Kim, J. A., Choi, B. S., Kim, N. S., Kang, S. G., Park, J. Y., Yeo, Y. G., ... An, J. (2022). Whole-genome sequencing revealed different demographic histories among the Korean endemic hill pigeon (*Columba rupestris*), rock pigeon (*Columba livia* var. *domestica*) and oriental turtle dove (*Streptopelia orientalis*). *Genes & Genomics*, 44(10), 1231–1242.
- Li, C. H., Liu, F., & Wang, L. (2014). The complete mitochondrial genome of the feral rock pigeon. *Mitochondrial DNA*, 25(5), 383–384.
- Li, C. H., Shi, W., & Shi, W. Y. (2015). Mitochondrial genome sequence of Egyptian swift rock pigeon (*Columba livia* breed Egyptian swift). *Mitochondrial DNA*, 26(3), 479–480.
- Liu, H. Y., Sun, C. H., Zhu, Y., & Zhang, Q. Z. (2020). Complete mitogenomic and phylogenetic characteristics of the speckled wood pigeon (*Columba hodgsonii*). *Molecular Biology Reports*, 47, 3567–3576.
- Ramadan, S., Abe, H., Hayano, A., Yamaura, J., Onoda, T., Miyake, T., & Inoue-Murayama, M. (2011). Analysis of genetic diversity of Egyptian pigeon breeds. *Journal of Poultry Science*, 48(2), 79–84.

- Saitou, N., & Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4(4), 406–425. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040454>
- Sambrook, J., Fritsch, E. F., & Maniatis, T. (1989). *Molecular cloning: A laboratory manual* (2nd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Shapiro, M. D., & Domyan, E. T. (2013). Domestic pigeons. *Current Biology*, 23(8), R302–R303.
- Soares, A. E., Novak, B. J., Haile, J., Heupink, T. H., Fjelds , J., Gilbert, M. T. P., ... Shapiro, B. (2016). Complete mitochondrial genomes of living and extinct pigeons revise the timing of the columbiform radiation. *BMC Evolutionary Biology*, 16, 1–9.
- Stefaniuk-Szmukier, M., Andres, K., Pi rkowska, K., & Ropka-Molik, K. (2021). Low diversity of mitochondrial DNA in fancy pigeons (*Columba livia*) revealed by partial D-loop sequencing.
- Ta kesen, H. O. (2010). Denizli tavuk pop lasyonunda mitokondriyal DNA D-loop polimorfizmi (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye
- Tayyub, M., Ali, S., Javid, A., & Imran, M. (2021). Prevalence and diversity of ectoparasites in wild rock pigeon (*Columba livia*) in the Punjab region, Pakistan. *Brazilian Journal of Biology*, 83, e248860.
- Wang, Y. C., Zou, Y., Sun, X. M., Gong, J., Huang, L., & Jing, M. D. (2017). The complete mitochondrial genome sequence of the little grebe (*Tachybaptus ruficollis*). *Genes & Genomics*, 39, 37–46.
- Waso, M., Khan, S., & Khan, W. (2018). Development and small-scale validation of a novel pigeon-associated mitochondrial DNA source tracking marker for the detection of fecal contamination in harvested rainwater. *Science of the Total Environment*, 615, 99–106.
- Wu, H., Liu, B., Hu, G., Liu, J., Yuan, L., & Pan, Y. (2016). The complete mitochondrial genome of Archangel pigeon. *Mitochondrial DNA Part A*, 27(2), 865–866.
- Zhang, R. H., He, W. X., & Xu, T. (2015a). Characterization of the complete mitochondrial genome of the king pigeon (*Columba livia* breed King). *Mitochondrial DNA*, 26(3), 491–492.
- Zhang, R. H., Xu, M. J., Wang, C. L., Xu, T., Wei, D., Liu, B. J., & Wang, G. H. (2015b). The complete mitochondrial genome of the fancy pigeon, *Columba livia* (Columbiformes: Columbidae). *Mitochondrial DNA*, 26(1), 162–163.
- Zhang, R. H., & He, W. X. (2015c). The complete mitochondrial genome of the ice pigeon (*Columba livia* breed Ice). *Mitochondrial DNA*, 26(1), 164–165.

THE ROLE OF THE QUEEN BEE'S BEHAVIOR IN HONEYBEE BREEDING

Ph.D., Ömer ERTEN

Erzincan Binali Yıldırım University/Kemaliye Hacı Ali Akın Vocational School, Department
of Veterinary Medicine, Erzincan, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0075-1149>

ABSTRACT

In honeybees (*Apis mellifera*), the presence and behaviour of the queen bee are crucial for colony continuity and productivity. As well as being the colony's sole egg-layer, the queen bee is central to the social order, division of labour and pheromone-mediated communication within the hive. Her pheromone secretions directly influence the behaviour of the worker bees, task allocation, the tendency to swarm and the hive's overall productivity. This study examines the practical implications of queen bee behaviour for the colony's biological balance and honeybee breeding. Specifically, it discusses the relationship between queen bee mobility, interaction with worker bees, pheromone effects, egg-laying behaviour and colony health. In terms of beekeeping practices, monitoring the queen bee's age, productivity, and behavioural traits is essential for managing the colony, increasing honey yield, controlling swarms, and preventing disease. Therefore, understanding and managing the behaviour of the queen bee within the hive is a key strategy for sustainable and productive beekeeping.

Keywords: Honey bee, queen bee, pheromone, hive behavior, beekeeping management.

INTRODUCTION

Honey bees (*Apis mellifera*) play a vital role in the conservation of ecosystems and the provision of agricultural production. By pollinating plants, they significantly contribute to the preservation of biodiversity and the increase of agricultural productivity. Honey bee colonies are characterized by division of labor, intergenerational cooperation, and complex communication systems. At the center of this social structure is the queen bee. Besides being the only reproductively capable individual ensuring the colony's continuity, she also regulates the behavioral and physiological order within the colony. The queen bee's presence, behavior, and pheromone production directly affect the integrity of the colony (Free, 1987).

Beekeeping is an integral part of agriculture. Of the world's more than one million insect species, honey bees are arguably the most beneficial. Beekeeping provides beekeepers with financial benefits through products such as honey, pollen and royal jelly, as well as materials like swarms and queen bees. However, when we consider the role of bees in pollination, their contribution extends far beyond beekeepers to the whole world. The vast majority of plant species from which food is obtained worldwide require bee pollination (Duman, 2022).

Honey bees (*Apis mellifera*) are highly social insects that live in colonies divided into distinct castes. This allows for division of labor and specialization in specific tasks. The queen bee is the only reproductive female in the colony, and her sole task is to lay eggs. The remaining female worker bees perform all other tasks for the colony, while the male bees exist solely to

mate with virgin queens. The quality of a queen is generally associated with her reproductive ability, which can significantly affect a colony's honey production, disease prevalence, and ability to survive winter. Winter losses are cited as a cause of queen failure and colony mortality (vanEngelsdorp et al., 2009).

Honey bee colonies are organized communities that live according to a specific hierarchy. While worker bees perform the basic tasks in the colony, the sole task of male bees is mating. The queen bee's primary responsibility is to ensure the colony's continuity by laying eggs. A healthy, young queen bee can lay an average of 1500-2000 eggs per day, depending on seasonal conditions. She also maintains order within the hive by secreting pheromones. Worker bees perform all other tasks in the hive, such as feeding the queen, producing royal jelly and beeswax, cleaning the honeycomb, ventilating and defending the hive, and collecting and storing nectar, pollen, propolis, and water (Duman, 2022).

A honeybee colony consists of three main types of individual: the queen bee, the worker bees, and the drones. The continued existence of the colony depends on these individuals interacting harmoniously. Depending on their age, worker bees perform various tasks. These include caring for the brood, cleaning the comb, defending the hive, ventilating it and collecting nectar and pollen. Although the queen bee does not perform these tasks herself, she regulates this division of labour through behavioural and chemical signals. She maintains social balance within the colony through her pheromone production and behaviour within the hive. The absence or loss of function of the queen bee quickly leads to disruption of the colony's order (Pankiw, 2004).

The increasing loss of bee colonies and the impact of environmental stressors and disease have made it crucial to examine queen bee behaviour and quality more closely, since these factors affect modern beekeeping practices. Therefore, it is of great importance to understand the biological basis of queen bee behaviour and its practical implications for beekeeping. This study examines the practical implications of queen bee behaviour for the colony's biological balance and honeybee breeding.

QUEEN BEE BIOLOGY

The queen bee is the only bee in the colony that can lay eggs. She is the mother of all the other bees. She determines all of the colony's genetic characteristics. A bee colony's strength, honey yield, industriousness, calmness or aggressiveness, susceptibility to or resistance against diseases, ability to hibernate, propolis collection and tendency to swarm depend on the queen bee and the male bees that mate with her, as they determine her genetic makeup. Therefore, replacing the queen bee can cause all of the colony's characteristics to change completely within a few weeks (Genç and Cengiz, 2020).

The queen bee differs from worker bees in terms of morphology and physiology due to being fed exclusively royal jelly during her larval stage. With her developed ovary structure, long abdomen and high metabolic capacity, she is the colony's reproductive centre. Behaviourally, the queen bee is constantly on the move within the hive. She inspects the honeycomb cells before laying eggs. She comes into close contact with worker bees and is surrounded by a retinue of caretaker bees. These behaviours ensure the spread of pheromones throughout the colony, thereby maintaining social order (Richard et al., 2007).



Figure 1. Queen and her court. Credit: The Food and Environment Research Agency (Fera), Crown Copyright.

The biology of honeybee queens is a well-researched field, and their pheromones play a crucial role in determining many fascinating aspects of the honeybee life cycle. During the early stages, worker and queen honeybees are identical. The difference between the two emerges from larval nutrition. Adult worker bees secrete brood jelly from their mandibles after consuming pollen, nectar and bee bread. They use this to provide nutrients to the developing larvae's cells. Queens are fed solely royal jelly, whereas workers receive a combination of larval jelly, pollen, and nectar. This diet affects the level of juvenile hormone produced by the larvae, determining their caste as adults on the third day of larval development. The rich diet of larval queens enables them to develop from egg to adulthood in around 16 days, whereas workers take approximately 21 days. The queen also transforms into a larger adult form, so the cell in which she passes into the pupal stage must accommodate her size. Consequently, a conical queen cell is created in which the egg will be laid, or an existing egg in a worker cell will develop into one (Moore et al., 2015).

The honeybee life cycle begins with an egg. This is followed by the larval stage, then the pupal stage. Finally, the adult bee emerges. It takes a queen bee 16 days to reach adulthood, a worker bee 21 days, and a drone bee 24 days. Queen bees can live for 5–7 years, whereas worker bees only live for an average of 1–1.5 months. Queen and drone bees weigh an average of 200 mg, while worker bees weigh an average of 120 mg. Queen bees have a long, narrow body, while drone bees have a slightly plumper body (Duman, 2022).

Once a new queen emerges, her development is incomplete. To reach full development, she must mate with multiple male bees, store sperm, and begin laying eggs. Queens typically mate within five or six days of emerging (Tarpy et al., 2004). Up to this point, the worker bees pay her little attention. However, when she is ready to mate, they build her a palace (see Figure 1). After she leaves, the worker bees help her find her way back to the colony by producing a Nasonov pheromone at the hive entrance. On calm, sunny days, the queen makes one or two wayfinding flights and one to five mating flights over two to four afternoons.

PHEROMONES OF HONEY BEE COLONY

Pheromones are chemical substances that are secreted by an animal's exocrine glands and trigger behavioural or physiological responses in other animals of the same species. In honeybees, pheromonal messages usually target individuals within the same colony, but can also target those from another colony (Free, 1987).

The honeybee colony is highly organised. Consisting of three adult castes — the queen, the workers and the males — as well as a self-sufficient brood, it is a society in its own right. This enables many coordinated activities and developmental processes, which require a similarly complex form of communication among colony members. Pheromones play a key role in creating and maintaining this complexity, providing the colony with the flexibility needed to cope with unpredictable events and changing environmental conditions. Like other animals, honeybees have two types of pheromone: trigger and secretory. Trigger pheromones act at a physiological level, triggering long-lasting, complex responses in the recipient that lead to behavioural and developmental changes. Secretory pheromones have a weaker effect, creating simpler, more transient behavioural responses (Bortolotti & Costa, 2014).

The majority of known insect pheromones are secretory and are categorised by their function. These include sexual, clustering, dispersal, alarm, recruitment, trailing, territorial and recognition pheromones (Ali & Morgan, 1990).

Pheromones play a role in almost every aspect of honeybee colony life, including development, reproduction (e.g. queen mating and swarming), foraging, defence, navigation, and the coordination of activity. This ranges from the establishment of the colony to its eventual collapse. Pheromones facilitate communication between all honeybee castes, including queens and workers, workers and workers, queens and drones, and adult bees and brood bees (Trhlin & Rajchard, 2011; Winston, 1987).

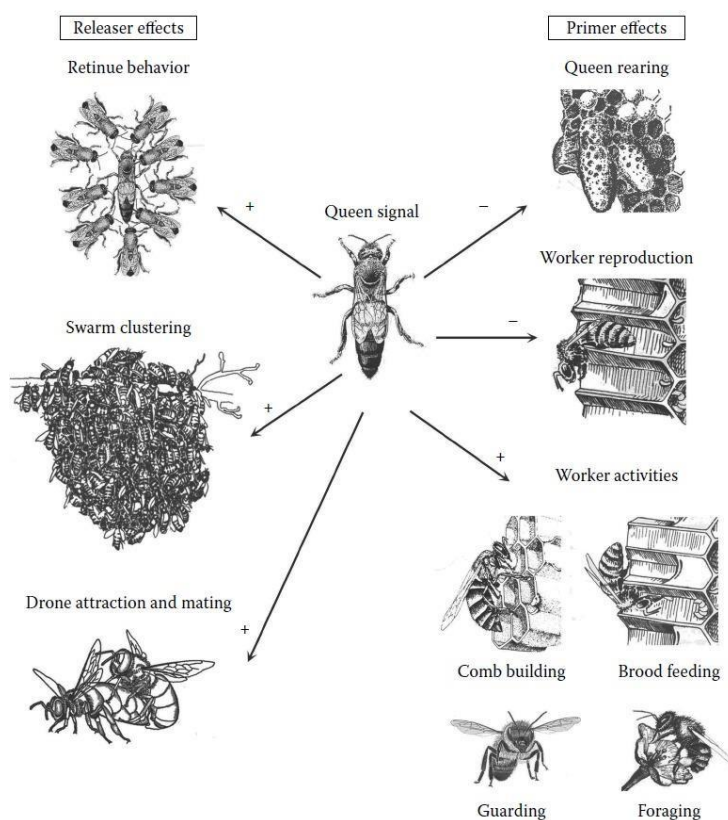


Figure 2. Releaser and primer effects of the queen signal, which regulates colony functions and development. Stimulating effects are indicated as “+” and inhibiting effects as “-.” (Winston, M.L. (1987).

The queen bee plays a vital role in regulating the functioning of a colony. This is largely achieved through pheromones produced by different glands and released as a complex chemical mixture known as the 'queen signal'. Acting primarily as a pioneer pheromone, the queen signal triggers various physiological and behavioural changes in the worker bees. This maintains colony homeostasis by establishing a social hierarchy and preserving the queen's reproductive dominance. Additionally, the queen signal attracts worker bees, gathering them around the queen and encouraging them to feed and groom her. In young queens prior to mating, the queen signal attracts male bees during mating flights. During swarming, it keeps the swarm together (Bortolotti & Costa, 2014).

Lensky and Slabezski (1981) observed that secretions from the tarsal glands of mated queens left in the honeycomb prevented worker bees from building queen cells. This is consistent with the observation that the queen's movements are restricted to the centre of the honeycomb in overcrowded colonies. Consequently, queen cups are rarely found at the lower edges of the honeycomb, where they are usually found. A mixture of mandibular and tarsal pheromones can inhibit this behaviour, demonstrating the coordinated regulation of these two pheromones.

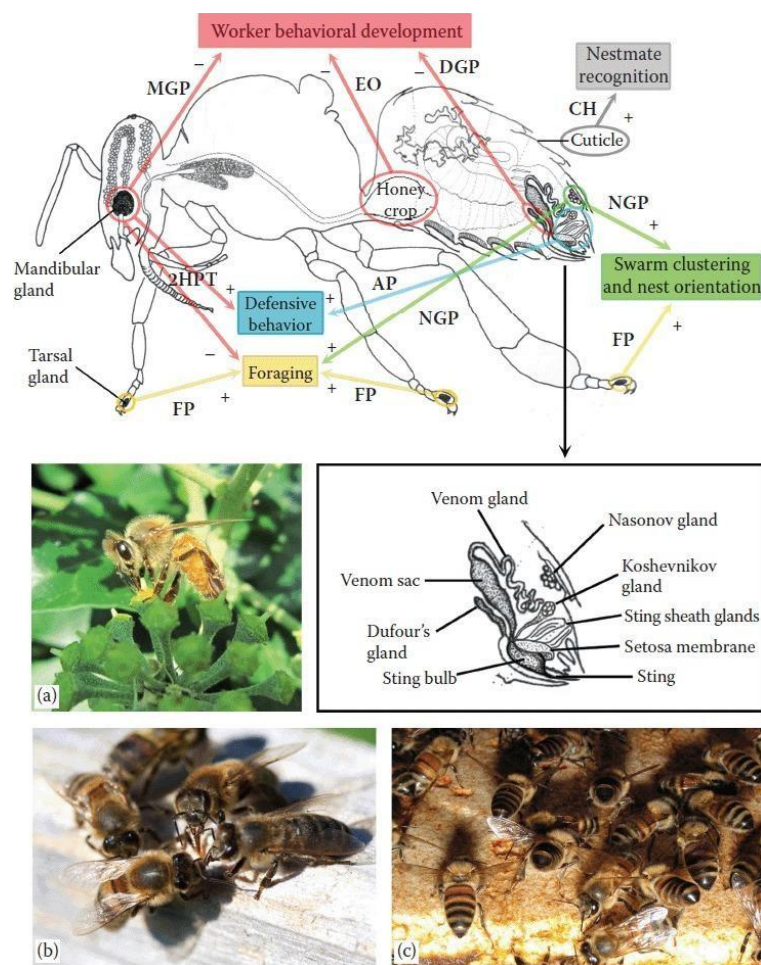


Figure 3. Pheromone-producing glands and organs and their main products in the honey bee worker, and their effect in the different worker activities. Stimulating effects are indicated as “+” and inhibiting effects as “-.” (a) Honey bee worker foraging on *Hedera helix*; during foraging workers mark flowers with the secrete of their tarsal and mandibular glands. (b)

Nestmate recognition among workers in front of the hive entrance; workers use chemical cues like cuticular hydrocarbons perceived through mouth and body part contact. (c) Honey bee workers exposing the Nasonov gland in front of the hive to release the orientation pheromone (Goodman, L. (2003).

QUEEN BEE BEHAVIOR AND EGG-LAYING PATTERN

When it comes to colony productivity, the queen bee is the most important individual. The first step when maintaining or inspecting a colony is always to check for her presence and assess her productivity. The most accurate way to confirm her presence during inspections is to see her in person. If she is not visible when the hive is opened, her presence can be determined by checking for eggs in the combs. Even if the queen bee cannot be seen, her presence can be inferred from the sounds inside the hive, the order within the hive and the behaviour of the bees. Using young, high-quality queen bees is essential for beekeeping success. The simplest way to assess the age and quality of a queen bee is to observe the eggs she lays in the comb cells. If the eggs are regular and numerous, the queen bee is considered young and of high quality, and will remain in the hive. If the eggs are scattered or few in number, this suggests a potential problem with the queen bee. If this situation continues, the queen bee should be replaced with a young, high-quality one (Duman, 2022).

After mating, the queen bee's ovaries enlarge and she lays 150–180 eggs (Winston, 1991). Her ovaries have the capacity to produce an unlimited number of eggs — potentially up to a million or more — and her spermatheca can store up to seven million sperm cells. She uses these to fertilise her eggs throughout her lifetime. It usually takes two to four years to use up all the sperm, after which the queen stops producing fertilised eggs and the colony takes over (Winston, 1991). A queen typically lays 1,500 eggs in a single day, but this number can vary depending on factors such as the season, the number of adult workers, the availability of open cells, disease or pest prevalence, and pollen or nectar abundance. The queen rarely, if ever, feeds herself. The amount of feeding by adult workers in the queen's palace (Figure 1) is related to the queen's egg-laying rate. As the colony grows, the queen feeds more frequently and for longer (Chauvin, 1956; Allen, 1960).



Figure 4. Healthy brood with a good laying pattern. Credit: The Food and Environment Research Agency (Fera), Crown Copyright

Queens can die suddenly for a variety of reasons, the most common of which are disease, attacks by predators and errors made by beekeepers. Even in the best-case scenario, a colony will experience serious declines in growth and productivity if it loses its queen. In the worst-case scenario, the worker bees may fail to raise a replacement queen. A colony that remains queenless for a long time will not survive. Therefore, it is crucial for beekeepers to recognise when a colony has lost its queen so that they can take appropriate steps to rectify the situation promptly (Moore, 2015).

The age of the queen bee directly impacts her behaviour and pheromone production. Young queens have a greater capacity to lay eggs and release stronger pheromones, making them less likely to swarm. However, older queens are more likely to disrupt the colony's order (Pankiw, 2004).

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The queen bee plays a pivotal role in the biology and behaviour of honey bee colonies. Understanding and managing her behaviour properly is essential for sustainable and productive beekeeping. The success of beekeeping depends largely on the behavioural and physiological qualities of the queen bee. This paper addresses the relationship between the queen bee's mobility, her interactions with worker bees, the effects of her pheromones, and her egg-laying behaviour, as well as how these factors impact colony health. From a beekeeping perspective, monitoring the age, productivity, and behavioural characteristics of the queen bee is essential for effectively managing the colony, increasing honey yield, ensuring swarm control, and preventing disease. Therefore, understanding and managing the behaviour of the queen bee within the hive is a fundamental strategy for sustainable and productive beekeeping. This clearly demonstrates that the behaviour of the queen bee is decisive in terms of colony performance. There is a need for behavioural assessments to be used more widely in aquaculture.

REFERENCES

- Ali M.F, Morgan E.D. Chemical communication in insect communities: A guide to insect pheromones with special emphasis on social insects. Biol Rev Camb Philos. 1990;65(3):227–47.
- Bortolotti L.and Costa C. (2014). Chemical Communication in the Honey Bee Society. Neurobiology of Chemical Communication. Chapter 5. ISBN-13: 978-1-4665-5341-5.
- Duman, M. (2022). Bal arısı (*Apis mellifera* L.) Yetiştiriciliği. Olay Ofset Yayıncılık. Enstitü Yayın No:: AAEM/45.
- Free, J. B. (1987). Pheromones of social bees. Bee Res. Unit, Univ. Wales, Cardiff, UK (pp. xiii+-218).
- Genç F, Cengiz MM. Arıcılık Üzerine Bilimsel Araştırmalar. Ankara 2020: 1-3:5.
- Goodman L. Form and Function in the Honey Bee. Cardiff, UK: IBRA; 2003.
- Lensky Y, Slabezki Y. The inhibiting effect of the queen bee (*Apis mellifera* L.) foot-print pheromone on the construction of swarming queen cups. J Insect Physiol. 1981;27(5):313–23.
- Pankiw, T. (2004). Worker honey bee pheromone regulation of foraging behavior. Naturwissenschaften, 91, 1–10.
- Philip A. Moore, Michael E. Wilson, John A. Honey Bee Queens: Evaluating the Most Important Colony Member Skinner Department of Entomology and Plant Pathology, The University of Tennessee, Knoxville TN.
- Tarpy, D. R., Nielsen, R., & Nielsen, D. I. 2004. A scientific note on the revised estimates of effective paternity frequency in *Apis*. Insectes sociaux, 51(2), 203-204.
- Trhlin M, Rajchard J. Chemical communication in the honey bee (*Apis mellifera* L.): A review. Vet Med-Czech. 2011;56(6):265–73.
- vanEngelsdorp D., Evans J.D., Saegerman C., Mullin C., Haubruge E., Nguyen B.K., Frazier M., Frazier J., Cox-Foster D., Chen Y., Underwood R., Tarpy D.R., Pettis J.S. (2009) Colony collapse disorder: a descriptive study, PLoS ONE 4, e648.
- Winston M.L. The Biology of the Honey Bee. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1987.

EVALUATION OF HEMATOLOGY AND BLOOD GAS FINDING IN A DOG WITH CANINE BABESIOSIS

Dr. Assistant Professor Murat UZTİMÜR

Department of Internal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Bingöl University, Bingöl Center

ORCID ID: 0000-0001-9294-1825

ABSTRACT

Canine babesiosis is a protozoal disease that is widespread globally and leads to serious mortality and morbidity. The aim of this study is to evaluate the changes in hematological and blood gas parameters in a dog diagnosed with canine babesiosis. For hematological examination, blood was drawn from the antebrachium vena cephalica into 3 ml EDTA tubes, and for blood gas analysis, blood was drawn into a 2 ml lithium heparin syringe. Clinical examination of the dog revealed the presence of anemia, jaundice, and hemoglobinuria. Additionally, significantly increased body temperature, heart rate, and respiratory rate were observed. This study also determined that in dogs with canine babesiosis, leukocyte count, lymphocyte count, monocyte count, and chloride concentration were significantly increased, while neutrophil count, erythrocyte count, hematocrit value, platelet count, and calcium concentration were decreased compared to the reference method.

In conclusion, significant changes are observed in hematological and blood gas values in dogs with canine babesiosis, and knowledge of these changes can significantly contribute to the patient's prognosis and treatment. However, further studies evaluating the effect of babesiosis on prognosis with larger population groups are needed.

Keywords: Dog, babesiosis, hematology, blood gas

INTRODUCTION

Canine babesiosis is a significant protozoal disease transmitted by vector ticks, commonly seen in tropical and subtropical regions, leading to high morbidity and mortality. This disease is most commonly transmitted in dogs by ticks belonging to the Ixodidae family, specifically the pathogens *Babesia canis canis*, *Babesia gibsoni*, and *Babesia canis rossi* (Irwin, 2010). The causative agents are delivered to dogs via both transdial and transovarial transport (Solano-Gallego and Baneth, 2011). Hemolytic anemia is the most common and significant clinical finding in canine babesiosis. However, some studies have reported that immune-mediated hemolytic anemia is responsible for its development (Matijatko et al., 2012; Irwin, 2010). In canine babesiosis, clinical examination findings are significantly influenced by several factors, including the animal's age, immune status, stage of infection, and response (Baneth, 2018). In dogs with babesiosis, symptoms develop rapidly during the peracute phase, leading to hypotensive shock, pallor of the mucous membranes, increased heart and respiratory rates, and depression (Matijatko et al., 2012). In the acute form, significant findings such as enlargement of the liver and spleen, jaundice, dehydration, petechiae and ecchymotic hemorrhages, hypokalemia, hyponatremia, hyperchloremia, hyperlactatemia, and hyperphosphatemia are observed (Solano-Gallego et al., 2016; Matijatko et al., 2012; Irwin, 2010). Blood smear, serological, and molecular techniques are used in the diagnosis of canine babesiosis (Irwin, 2010). Imidocarp, diminazen, phenidine, and trypanblue are used in the treatment of the disease (Baneth, 2018).

The aim of this case report is to present the changes in hematological and blood gas values in a dog diagnosed with canine babesiosis.

CASE HISTORY

A dog presented to the Internal Medicine clinic of the Animal Hospital at Bingöl University Faculty of Veterinary Medicine with complaints of loss of appetite, weakness, depression, exercise intolerance, and blood in the urine. The owner stated that the dog had received routine vaccinations and internal and external parasite treatments. Clinical examinations were performed according to the canine internal medicine examination system. To determine whether the blood in the animal's urine was hemoglobinuria or hematuria, a 5 ml urine sample was spontaneously taken from the dog and centrifuged (at 15000 rpm for 10 minutes). After routine clinical examination, blood samples were taken from the animal's antebrachium cephalic vein into vacuum anticoagulant tubes (BD, Plymouth, UK) for hematological analysis and into heparinized syringes (Wondfo BGA 101, China) for blood gas analysis, according to appropriate technique. Blood cell counts were performed using a hematology scanner (Melet Schloesing MS4E, France), and blood gas analyses were performed using an automated blood gas analyzer (Wondfo BGA 101, China). Hematological analyses included leukocyte, lymphocyte, monocyte, neutrophil, eosinophil, hematocrit, erythrocyte, MCV, MCH, and platelet counts. In blood gas analysis, blood pH, sodium, potassium, chloride, calcium, glucose, and lactate concentrations were analyzed. Thin blood smears were prepared from peripheral ear capillaries. They were then fixed with methanol for 5 minutes and dried. After drying, they were washed with distilled water. Giemsa stain was poured onto a slide and left for 30 minutes. After washing with water, they were air-dried and examined under immersion oil at $\times 100$ magnification.

RESULTS

Clinical examination of the dog revealed an increased heart rate (140/minute) and respiratory rate (50/minute), and an elevated body temperature (40.1 °C). Anemia and jaundice were observed in the conjunctiva, upper palate, and gums.

Centrifugation of the urine revealed hemoglobinuria. Microscopic examination of the peripheral blood smear, performed for parasitological diagnosis, showed that Babesiosis piroplasms infected a significant number of erythrocytes (Figure 1). Additionally, fecal flotation was performed on stool samples from the dog to examine them for the presence of any helminth eggs or oocysts. Hematological examinations revealed that the dog had lower than normal levels of erythrocyte count, platelet count, neutrophil count, and hematocrit (Moritz et al. (2004)) (Table 1). Blood gas analysis showed that potassium, sodium, lactate, glucose, and blood pH were normal, while chloride and calcium levels were high (Table 2) (Vanova-Uhrikova et al., 2017).



Figure 1 shows the causative agent of canine babesiosis, indicated by arrows.

Table 1. Hematological Findings of a Dog with Babesiosis

Parameter	Result	Reference Value*,**
WBC (m/mm ³)	21.36	8.2-11.6
LYM (%)	33.3	26.7-33
Monocyte (%)	7.1	3.4-5.3
Neutrophil (%)	49.2	54.9-64.7
RBC (M/mm ³)	4.65	7.1-7.9
MCHC (g/dL)	31.8	29.7-31.4
MCV (fL)	64.8	-
HCT (%)	30.1	37.7-60.2
PLT (m/mm ³)	93	268-378.3

WBC: white blood cell; LYM: lymphocyte; RBC: red blood cell; MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration; MCV :Mean corpuscular volume; HCT: hematocrit; PLT: platelet

* Moritz et al. (2004), ** Badawi and Yousif (2020)

Table 2. Blood Gas Findings of a Dog with Babesiosis

Parameter	Result	Reference Value*
Kan Ph	7.36	7.34-7.43
Na (mmol/L)	149	139.3-154.5
K (mmol/L)	4.2	3.2-4.6
Cl (mmol/L)	124	111
Ca (mmol/L)	1.53	2.2-3.3
Glikoz (mmol/L)	5.6	-
L-Laktate (mmol/L)	1.98	0.6-3.2

* Vanova-Uhrikova et al., 2017.

DISCUSSION

This study aims to evaluate hematological and blood gas findings in a dog with canine babesiosis. In this study, it was determined that leukocyte count, lymphocyte count, monocyte count, and chloride concentration were significantly increased in dogs with canine babesiosis, while neutrophil count, erythrocyte count, hematocrit value, platelet count, and calcium concentration were decreased compared to the reference method. Therefore, evaluation of hematological and blood gas findings in dogs infected with babesiosis is necessary.

In dogs, anemia caused by various factors leads to changes in the total leukocyte population due to local and systemic inflammatory reactions (McManus and Craig, 2001; Thongsahuan et al. (2020)). A study of 34 dogs with immune-mediated hemolytic anemia determined that the leukocyte count was significantly increased (McManus and Craig, 2001). In a study by Thongsahuan et al. (2020) on dogs infected with blood parasites, an increase in leukocyte count was reported in *Ehrlichia canis* and *Hepatozoon canis* infections. Consistent with previous studies, leukocyte concentration was also increased in this study. In this study, the possible cause of the increase in leukocyte concentration in dogs with babesiosis may be related to immune-mediated hemolytic anemia.

It has been stated that the most important clinical findings in dogs and cattle with babesiosis are changes related to anemia (Zynger et al., 2023; Gungi et al., 2016; Dhanamjayam et al., 2024). In this regard, Dhanamjayam et al. (2024), in their study on cattle with babesiosis, revealed that the erythrocyte count, hemoglobin, and hematocrit levels were significantly lower compared to the control group. In parallel, Gungi et al. (2016) reported that the total erythrocyte count, hemoglobin, and hematocrit values were significantly decreased in cattle with babesiosis. Consistent with previous studies, a decrease in erythrocyte and hematocrit values was also observed in our study.

L-lactate, an intermediate product of anaerobic metabolism, is a significant indicator of poor tissue perfusion (Allen, 2008). In disease states, lactate accumulation occurs due to an imbalance between its excretion and production (Sharkey and Wellman, 2015). In general, significant increases in lactate concentration occur in cases of dehydration, anemia, hypovolemia, and shock (Allen, 2008). A study by Yılmaz and Ulutaş (2023) on 36 anemic dogs reported significantly higher blood lactate concentrations, with even higher concentrations in severely anemic dogs. Similarly, a study on dogs with hemolytic anemia

reported significantly increased l-lactate concentrations, with l-lactate concentrations increasing as hematocrit values decreased (Jung et al., 2024). In this study, l-lactate concentrations in dogs with babesiosis were found to be within the reference ranges. Unlike previous studies, the reason why there was no increase in l-lactate concentration is thought to be related to the level of anemia in the animals in the study.

In conclusion, significant changes occurred in the hematological and blood gas findings of the babesiosis-affected dog in this study. Further controlled studies with serial lactate measurements and evaluation of the role of lactate in the prognosis of the disease are needed.

REFERENCES

- Allen, S. E., & Holm, J. L. (2008). Lactate: physiology and clinical utility. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 18(2), 123-132.
- Baneth, G. (2018). Antiprotozoal treatment of canine babesiosis. *Veterinary parasitology*, 254, 58-63.
- Badawi, N. M., & Yousif, A. A. (2020). Estimation of some hematological and biochemical references values of clinically healthy dogs in Baghdad province, Iraq. *Biochemical & Cellular Archives*, 20(2).
- Dhanamjayam, P., Reddy, B. S., Shobhamani, B., & Sivajothi, S. (2024). Study on haematological findings in cattle with clinical Babesiosis. *J. Livest. Sci*, 15, 227-231.
- Gungi, S., Haritha, G. S., & Kumari, K. N. (2016). Clinical management of Babesiosis in cattle: A case report. *Res. J. Vet. Pract*, 4(2), 30-33.
- Irwin, P. J. (2010). Canine babesiosis. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 40(6), 1141-1156.
- Jung, Y., Ku, J. Y., Kim, Y., Kim, W., So, H., Piao, L., ... & Park, J. (2024). Identification of hemolytic anemia in Korean indigenous cattle with a criteria value of reticulocyte count, indirect bilirubin, and L-lactate concentration. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1375518.
- Matijatko, V., Torti, M., & Schetters, T. P. (2012). Canine babesiosis in Europe: how many diseases?. *Trends in parasitology*, 28(3), 99-105.
- McManus, P. M., & Craig, L. E. (2001). Correlation between leukocytosis and necropsy findings in dogs with immune-mediated hemolytic anemia: 34 cases (1994–1999). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 218(8), 1308-1313.
- Moritz, A., Fickenscher, Y., Meyer, K., Failing, K., & Weiss, D. J. (2004). Canine and feline hematology reference values for the ADVIA 120 hematology system. *Veterinary Clinical Pathology*, 33(1), 32-38.
- Solano-Gallego, L., Sainz, Á., Roura, X., Estrada-Peña, A., & Miró, G. (2016). A review of canine babesiosis: the European perspective. *Parasites & vectors*, 9(1), 336.
- Solano-Gallego, L., & Baneth, G. (2011). Babesiosis in dogs and cats—expanding parasitological and clinical spectra. *Veterinary parasitology*, 181(1), 48-60.
- Sharkey, L. C., & Wellman, M. L. (2015). Use of lactate in small animal clinical practice. *Clinics in Laboratory Medicine*, 35(3), 567-577.
- Thongsahuan, S., Chethanond, U., Wasiksiri, S., Saechan, V., Thongtako, W., & Musikacharoen, T. (2020). Hematological profile of blood parasitic infected dogs in Southern Thailand. *Veterinary World*, 13(11), 2388.
- Vanova-Uhrikova, I., Rauserova-Lexmaulova, L., Rehakova, K., Scheer, P., & Doubek, J. (2017). Determination of reference intervals of acid-base parameters in clinically healthy dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 27(3), 325-332.
- Yılmaz, G. B., & Ulutaş, B. (2023). Investigation of Plasma Lactate Concentration in Anemic Dogs. *Animal Health Production and Hygiene*, 12(1), 8-14.
- Zygner, W., Gójska-Zygner, O., & Norbury, L. J. (2023). Pathogenesis of Anemia in Canine Babesiosis: Possible Contribution of Pro-Inflammatory Cytokines and Chemokines—A Review. *Pathogens*, 12(2), 166.

ASSESSMENT OF THE CLIMATIC POTENTIAL OF THE FOREST HAZENUT POPULATIONS

PhD on Biology Bayramova Ulker Vidadi

Ganja State University, Faculty of Chemistry and Biology,
Department of Anatomy, Physiology and Zoology. Ganja, Azerbaijan

ABSTRACT:

Corylus avellana L. is a relict species widely distributed in the Lesser Caucasus, Greater Caucasus and Talysh zones, an important component of natural ecosystems and having high economic value. The article shows that the populations of Azerbaijani hazel, in addition to having phylogenetic diversity, are adapted to different ecological amplitudes, and this feature creates a favorable basis for modeling the behavior of the species against the background of climate changes. Comparative analysis of temperature and humidity tolerance, soil-climate relations, altitude-related bioecological variability and habitus characteristics across populations allows us to assess the future distribution area of the species. The sensitivity of the species to climatic factors is considered one of the main indicators determining its population stability. Studying the adaptive characteristics of hazel populations formed in different altitude zones and microecological conditions is of particular importance in terms of predicting the extent to which they will be resistant to climate changes in the future.

Keywords: hazelnut, phytocenosis, mesophyte, population, humus

INTRODUCTION:

Hazelnut populations are distributed in the broad-leaved mountain forest belt on the northeastern slopes of the Lesser Caucasus, covering absolute heights of 950-1650 m above sea level. This belt is called the eastern beech forest belt, in which beech forests dominate. The eastern beech is mesophytic - moderately demanding on moisture, and the forest hazelnut, which spreads along with it, is also a mesophytic plant and hydrophilic, which allows us to confirm that it is a hydrophilic plant. This idea is also confirmed by the distribution of the hazelnut plant in sufficiently moist refugia along the river in the valleys at the foot of the slopes. The main climatic indicators are the average annual amount of precipitation (mm), the average annual air temperature (°C), the annual amount of possible physical evaporation (mm), the average relative humidity of the air (%), the annual amount of temperatures above 10°C ($\Sigma > 10^{\circ}\text{C}$), the humidity coefficient of the area, etc.

Global climate change is one of the main factors affecting the structural and functional stability of forest ecosystems. Temperature increases, changes in precipitation patterns, prolonged droughts, and intensification of extreme climate events are reshaping the geographic distribution, population dynamics, and genetic diversity of forest plants. In this regard, the study of the climate potential of species of economic, ecological, and

biogeographic importance has become one of the current scientific directions. Ecological and dendroclimatological studies conducted in the region in recent years show that the bioecological characteristics of hazel are sensitive to anthropogenic influences and climate stresses. The green biomass indicators of the species, the duration of phenological stages, reproductive capacity and participation in phytocenosis are closely related to the variability of climatic parameters. Therefore, the assessment of the climatic potential of hazel populations creates a theoretical and practical basis not only for the protection of the species, but also for the effective planning of forestry [1,2,5].

Material and methods: The assessment of the climatic potential of the hazelnut *Corylus avellana* L. populations is mainly carried out by analyzing ecoclimatic indicators - temperature, precipitation, humidity and drought indices, calculating bioclimatic variables, as well as GIS-based modeling of the species adapted to ecological conditions, comparative analysis of population structure and stress resistance parameters. In planning field studies, collecting samples and compiling the average sample, along with general methods, special methods were also used [3,4,5]. The collected primary experimental material and the results of the analyses were processed using mathematical and statistical methods.

Discussion of the work: As can be seen from the analysis of the climatic potential, the forest hazelnut populations spread in the mesophytic forest belt, and brown mountain-forest soil types and sub-types are widespread here [2,4,6]. The brown forest soil zone of the Lesser Caucasus is characterized by a mild cold and mild-warm climate. The average annual temperature is 6-8⁰ C, the amount of annual precipitation is 600-700 mm. There are no sharp seasonal changes in the precipitation regime here, there is sufficient useful moisture in the soil throughout the year. The relatively high amount of precipitation and low evaporation have led to the development of these soils under the conditions of the washing water regime.



Figure 1. *Corylus avellana* L.

In assessing the climatic potential of the area where the hazelnut population is distributed, literature sources used multi-year data from the Dashkesan (1700) and Gadabay (1450) meteorological stations [2,5,6]. The data from the meteorological stations reliably characterize the area where the hazelnut population is distributed (1000-2000 m). Thus, the average annual temperature of the area where the population is distributed varies between 6.1-7.4° C (Table 1.).

The average annual air temperature is 6.1-7.4° C, the absolute minimum temperature is minus 24-25, and the absolute maximum temperature is 31-34° C. The annual amount of temperature above 10⁰ C is 1867-2763° C, the annual amount of precipitation is 622-696 mm, and the amount of physical evaporation is 576-600 mm. The moisture coefficient ($W = YIM/MB$) varies between 1.04-1.21, which gives grounds to evaluate the area where the population is distributed as mainly mesophytic (medium humidity) and partially hydrophytic (humid) ($W < 1$ -xerophytic, $W \approx 1$ -mesophytic, $W > 1$ -hydrophytic). The moisture coefficient of the population area confirms that the hazelnut plant is mesophilous and has a hydrophilic tendency in terms of humidity.

Table 1. Climatic potential of the area where forest hazelnut populations are distributed

Indicators (annual average), unit of measurement	Meteoroloji stansiya, Absolute Height Above Sea Level, m	
	Dashkasan, 1700	Gadabay, 1450
Total radiation, in kcal/cm ²	129,5	128,7
Radiation balance, in kcal/cm ²	39,4	40,4
Average air temperature, ° C	6,1	7,4
Absolute minimum air temperature, ° C	-24	-25
Absolute maximum air temperature, ° C	31	34
Average land surface temperature, ° C	8	10
Annual amount of temperature above 5 ⁰ C, °C	2394	2705
Annual amount of temperature above 10 ⁰ C, °C	1867	2263
Average relative air humidity, in %	76	72
Average annual amount of precipitation (APR), in mm	622	696
Possible evaporation (PE), in mm	600	576
Soil moisture coefficient (W)	1,04	1,21

As can be seen from the analysis of the climate potential, the hazelnut population is distributed in the mesophilic forest belt, and brown mountain-forest soil types and sub-types are widespread here. The brown forest soil zone of the Lesser Caucasus is characterized by a mild cold and mild-warm climate. The average annual temperature is 6-8⁰, the amount of annual precipitation is 600-70 mm. There are no sharp seasonal changes in the precipitation regime here, there is sufficient useful moisture in the soil throughout the year. The relatively high amount of precipitation and low evaporation have led to the development of these soils in the conditions of the washing water regime [1,2,4].

The research results show that hazelnut grows in the mesophilous broad-leaved mountain forest belt (1000-2000 m), and the relatively high amount of precipitation (600-700 mm) and low physical evaporation (580-600 mm) in this zone ensure that these soils have

moisture that can be absorbed throughout the year. The average annual air temperature is 6.1-7.4° C, and the annual amount of temperature above 10° C is 1800-2800° C. According to the humidity coefficient (W_{∞} 1.04-1.21), the area is assessed as mesophytic and hygrophytic.

When the moisture coefficient of the area where new hazelnut orchards are established is less than one ($W < 1$), a moisture deficit occurs, which weakens the development of hazelnut fruits, the fruits are small and not fully filled with kernels, and premature shedding is observed. Therefore, irrigation is required in hazelnut orchards in areas with a moisture coefficient of less than one.

The soils where hazelnut populations are spread have a neutral (pH) reaction and the amount of salts (EC) is 2.5 times lower than the standard (Table 1). The soil conditions in hazelnut populations are neutral, saline and carbonate-free, and the amount of humus in these soils is very high. The total amount of nitrogen in the soils is high, and the available phosphorus is weak and potassium is medium.

Hazelnut has acquired the property of growing in certain refugiums, having acquired a long-term evolutionary development path, and has a narrow strip-like area along river valleys and streams in broad-leaved mountain forests, and prefers to grow in the lower part of the slopes. These refugiums are distinguished by the richness of the soil and the degree of moisture. The soils collected and analyzed from three populations belong to the mountain forest soil types and subtypes of the accumulative humus soil division. The fact that the studied soils belong to the accumulative humus division is confirmed by the high content of humus in the soils (4.1-5.8%). The reaction (pH) of the studied soils is neutral and there are no salts and carbonates.

CONCLUSION:

Assessment of the climate potential of hazelnut *Corylus avellana* L. populations allows determining their suitability for current and future ecological conditions, predicting the impact of climate change on populations, and developing conservation and regulatory measures on a scientific basis. This approach plays an important role both in ensuring the sustainability of populations and in increasing the resilience of forest ecosystems to climate stress.

LITERATURE

1. Bayramova A.A. Tağıyeva Z.İ. Efficient use and protection of the lesser Caucasus nature reserve plant cover. Bulletin of Science and Practice [https://Бюллетень науки и практики. Нижневартовск.2020. №6\(6\) p.73-77](https://Бюллетень науки и практики. Нижневартовск.2020. №6(6) p.73-77).
2. Bayramova A.A. Tağıyeva Z.İ., Alizade R.A. Evaluation of microelement amount in the leaves of the forest hazelnut plant (*Corylus avellana* L.) Естественные и технические науки, № 5, 2024. 114-119с.
3. Ibrahimov Z.A. Polymorphism of hazelnut / Collection of scientific works of the Faculty of Agronomy of the Academy of Agricultural Sciences, 1999, pp. 89-91.
4. Ibrahimov Z.A. Morphological diversity of hazelnut in Azerbaijan / Collection of scientific works of the Azerbaijan Agricultural Academy, 2004, pp. 7-8.
5. Mammadov G.Sh., Khalilov M.Y. Forests of Azerbaijan / Baku: Science, 2002, 472 p.
6. Chiara Nitride, Gianluca Picariello, Gianfranco Mamone, Pasquale Ferranti. Proteomics of Hazelnut (*Corylus avellana*)/Proteomics in Food Science. Carpet 7. 2017, Pages 107-125.

PHARMACOLOGICAL AND THERAPEUTIC PROPERTIES AND RICH PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF THE POMEGRANATE PLANT PUNICA GRANATUM L.

Prof. Bayramova Aynur Akif
PhD in Biology. Javadova Elanora Farhad
Ganja State University

Isayeva Narmina Ilham
Azerbaijan State Agrarian University
ORCID iD: 0009-0007-1441-5265

SUMMARY:

In the article, the pomegranate plant *Punica granatum* L. is an important medicinal plant resource distinguished by its rich phytochemical composition and diverse biological activity. The fruit peel, seeds, flowers, leaves and even the bark of the plant are rich in high amounts of phenols, flavonoids, anthocyanins, ellagic acid derivatives, tannins and various organic acids. These bioactive components form the basis of the pharmacological effects of pomegranate. Pomegranate extracts have strong antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, antiviral, antiparasitic and anticancer effects, as well as being beneficial for the metabolic and cardiovascular systems. Studies show that pomegranate has cardioprotective, blood lipid regulating, hypoglycemic, antihypertensive and neuroprotective properties. Polyphenols such as ellagic acid and punicalagin reduce the harmful effects of free radicals and strengthen defense mechanisms at the cellular level. The anthocyanin-profile pigments of pomegranate fruit, on the other hand, have both anti-inflammatory and anti-apoptotic effects, increasing protection against cancer. In general, the plant *Punica granatum* L. is considered a promising natural drug source in modern phytotherapy with its high polyphenol diversity, broad biological activity, and low toxicity. The richness of the pharmacological properties of pomegranate makes it an important plant species for both prophylactic and therapeutic purposes.

INTRODUCTION:

Punica granatum L. - pomegranate plant is a valuable phytobioresource known since ancient times as a source of both food and healing. This species, which has a wide ecological range, demonstrates high adaptation potential, especially in subtropical and temperate climate zones. The richness of biologically active substances accumulated in the composition of pomegranate fruit and vegetative organs is one of the main factors increasing its pharmacological and therapeutic importance. The peel, seeds, fruit juice, leaves and flowers of the plant are highly rich in polyphenols, flavonoids, ellagitannins, anthocyanins, organic acids and unique fatty acids (punic acid).

Phytochemical and clinical studies conducted in recent decades have scientifically confirmed that pomegranate has antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, cardioprotective, antidiabetic and anticancer effects. In this regard, the study of the pharmacological potential of the natural bioactive complex of pomegranate has become one of the priority directions of modern biomedical research. Deepening the relationship between the rich phytochemical composition of pomegranate and its therapeutic properties, as well as expanding the use of this plant in the creation of new functional preparations, remains relevant.

This study systematizes the scientific basis of the phytochemical profile and pharmacological effects of the *Punica granatum* L. species, analyzes its potential applications for health and its role in modern medicine.



***Punica granatum* L.**

Materials and methods of the study: Fruit peel, seeds, pulp, leaves and flowers of *Punica granatum* L. were used as samples, the samples were collected during the optimal vegetation period, dried and homogenized at 40–45°C. For phytochemical analyses, Soxhlet and ultrasonic extraction methods based on 70% ethanol and methanol were applied, and the obtained extracts were dried in a rotary evaporator. Total phenols were determined by Folin–Ciocalteu, flavonoids by AlCl_3 colorimetric method, anthocyanins by pH-differential method, and ellagitannins and organic acids by HPLC-DAD device. The fatty acid profile of the seed oil was evaluated by GC-MS analysis, the antioxidant activity of the extracts was tested by DPPH and FRAP tests, and the antimicrobial effect was tested by disk diffusion and MIC methods. All results were statistically processed by ANOVA analysis and were considered significant at the $p < 0.05$ level.

Discussion of the work: The composition and concentration of bioactive substances identified in various vegetative and generative organs of *Punica granatum* L. allow us to explain the multifaceted pharmacological activity of the plant. The high amount of ellagitannins (punicalagin, punicalin) and tannins, especially found in the fruit peel, are the basis of its strong antioxidant and antimicrobial effects. The results obtained by various extraction methods show that the fraction with the highest polyphenol content is observed in alcohol-based extracts, which increases their bioactivity.

One of the important findings of the study is the high content of anthocyanins, flavonoids (quercetin, kaempferol), as well as rare conjugated fatty acids such as punicic acid in the seeds. The fact that the anti-inflammatory, hypolipidemic and cardioprotective effects of these substances have been confirmed by clinical studies strengthens the prospects of pomegranate seed oil as a functional food and natural medicine. It has also been further established that the antioxidant potential of pomegranate juice is directly related to the concentrated polyphenol complex, which has a beneficial effect on metabolic syndrome, atherosclerosis and diseases associated with oxidative stress.

The antimicrobial effect of pomegranate peel extracts demonstrates high efficacy against bacterial and fungal strains, scientifically justifying the widespread use of the plant in ethnopharmacology. Triterpenes and phenolic compounds identified in flower and leaf extracts are associated with hypoglycemic effects and tissue regeneration, which increases the prospect of the plant's application in diabetological studies.

The results of the study show that the phytochemical diversity of *Punica granatum* L. is the main factor shaping its therapeutic potential. The relationships established between the phytochemical profile and pharmacological effects confirm that pomegranate can be an important source of raw materials for the preparation of natural antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory and cardioprotective drugs in the future. In addition, since the variability of the distribution of bioactive substances in different organs of pomegranate is related to climatic factors, soil characteristics and growing conditions, it is considered necessary to conduct larger-scale comparative studies in this direction.

Conclusion: The study revealed that *Punica granatum* L. is rich in bioactive substances such as polyphenols, flavonoids, anthocyanins, ellagitannins and punicic acid, and exhibits strong antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory and cardioprotective effects. Phytochemical analyses showed that bioactive components are unevenly distributed in different parts of the pomegranate, with the peel and seeds being especially pharmacologically more active. Antioxidant and antimicrobial tests confirmed the potential application of the plant in the prevention and treatment of oxidative stress and microbial diseases, while HPLC and GC-MS results strengthened the scientific basis of its therapeutic value. Overall, the study demonstrates the wide potential of *Punica granatum* L. as a natural medicinal raw material and plays a major role in further studying its bioactive composition, as well as in the preparation of modern pharmaceutical preparations.

LITERATURE:

1. Bayramova A.A. İsayeva N.İ. History and Prospects of Using *Punica granatum* L. Bulletin of Science and Practice [https://Бюллетень науки и практики](https://bulleten.ru). Нижневартовск.2022. Т. 8№9. vol 76-78.
2. Bayramova A.A. İsayeva N.İ. Агаев Б.И. Characteristic features of Spiraeoideae subfamily and botanical description of the species which distributed in Azerbaijan. Естественные и технические науки. Moskva. 2023. № 1 (176) vol 57-59.
3. Bayramova A.A. Characteristics and species composition of the subalp and alpine grasslands of Goygol National Park. «Бюллетень науки и практики» №9 (сентябрь), Нижневартовск.2023. № 9 səh.77-82.
4. Bayramova A.A. Isayeva N.I. Botanical diversity and biochemical properties of *Punica granatum* L., which is distributed wild in the north-eastern part of the Lesser Caucasus. Az.Rep. Ministry of Education AMU. "Scientific News" collection. Ganja.2022. №3(40).87-89p.
5. Ermakov A.I., L., “Kolos”, Methods of biochemical research of plants, 1992.
6. Karasharly A.S. Pomegranate and its use. Baku, Azerneshr, 1979, 119 p.
7. Gasimova A.A., Nabiyeu A.E. Study of various methods of storing sugar beet for sugar production. Monograph, Baku, 2014. 184 p.
8. Mustafayev I., Gasimov M. “Useful plant resources of Azerbaijan”, B., 1992
9. Nabiyeu A.E., Moslemzadeh E.E. Biochemistry of food products. Baku. Science, 2008. 444 p.

OPTIMIZING SULFUR MANAGEMENT FOR CANOLA (BRASSICA NAPUS L.) PRODUCTIVITY IN ALKALINE SOILS OF FAISALABAD.

**Kainat Mehmood, Haroon Zaman Khan, Anjum Naeem, Eisha Habib, Asif Iqbal,
Muhammad Shahbaz, Muhammad Abuzar**

Department of Agronomy, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

Department of Botany, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan.

ABSTRACT

Alkaline soils of Faisalabad often have low sulfur availability due to high pH and calcium carbonate content, which reduces sulfur solubility. Similarly on the other hand, Sulphur is essential for oil synthesis, chlorophyll formation, and nitrogen metabolism in canola. So, study of canola varieties under the different sulfur rates lead to cost-effective sulfur management strategies to maximize canola productivity. Therefore, in order to resolve the above mentioned issues, a pot experiment was conducted at agronomic farm, University of Agriculture, Faisalabad in winter season 2024-25. Three Canola varieties (TM Canola, Sandal Canola, and Super Canola) were tested under five sulfur treatments (0, 10, 30, 60, and 90 ppm) using calcium sulfate as a sulfur source. Parameters measured included phenological traits, yield components, and quality attributes through a completely randomized factorial design. Results showed sulfur application significantly improved canola performance. The 90 ppm treatment accelerated flowering by 5.33 days and increased silique count from 154.56 to 211.22 per plant. Seed yield reached 2.64 t ha⁻¹ and biological yield 7.84 t ha⁻¹ at maximum sulfur rates. Oil content improved from 35.40% to 40.40%, while protein increased from 17.87% to 19.24%. TM Canola consistently outperformed other varieties across all parameters, showing superior adaptation to alkaline conditions. The study confirms sulfur's vital role in canola production and demonstrates substantial productivity gains through proper nutrient management. Results recommend 90 ppm sulfur application for optimal yield and quality in alkaline soils, with TM Canola as the preferred variety for such conditions. Least Significant Difference test (LSD) was used to check the treatments mean at 5% probability level.

Key Words = Canola, Alkaline Soil, Sulfur, Oil, Protein

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF WATER QUALITY FROM BOREHOLES AND
SHALLOW WELLS IN DIFFERENT LAND USE AREAS IN MAKURDI
METROPOLIS, BENUE STATE, NIGERIA.**

Ipu Michael OGWUMA

Department of Environmental Sustainability Joseph Sarwuan Tarka University Makurdi
Benue State Nigeria

Jonathan. A. OGWUCHE

Department of Geography, Benue State University, Makurdi,

Edache Ernest EKOJA

Department of Crop and Environmental Protection, Joseph Sarwuan Tarka University,

Idikwu Onwe UGBEM

Department of Physics Joseph Sarwuan Tarka University Makurdi Benue State Nigeria

ABSTRACT

This study compared water quality from boreholes and shallow wells across different selected land uses in Makurdi Metropolis, Benue State, Nigeria. Eight boreholes and eight shallow wells were purposively selected within the land use Areas with the respective controls outside the land uses. water samples were collected and analyzed for pH, Temperature ($^{\circ}\text{C}$), turbidity (NTU), E.C (s/cm), TDS (ppm), TSS (mg/L), Taste, Colour and, heavy metals Mn (mg/L), Cu (mg/L), and Fe (mg/L). Descriptive statistics and inferential statistics (t-test, ANOVA) were used to compare the water quality parameters between boreholes and shallow wells in the land uses. The results showed no significant difference in water quality parameters between boreholes and shallow wells as their p -values are greater than α -values (0.05), thus, commercial (0.974), industrial (0.7211), auto-mechanic (0.1820), and residential (0.6583) unlike in Kanschio where the p -value is (0.0060), indicating significant difference indicating the pollution from the nature of land use(auto mechanic). Also, a comparison with the Nigeria water quality standards shows that values were within the acceptable range for all the parameters. All these indicate that water quality in those areas is safe except the water quality in Kanschio irrespective of depth. The study suggests regular monitoring of underground water, especially within the mechanic mobile workshop.

POTENT INHIBITORS OF TRIPLE-NEGATIVE BREAST CANCER BY DIHYDROPYRANOCOUMARINS: AN INTEGRATED *IN SILICO*, QUANTUM DESCRIPTORS AND COMPUTATIONAL BIOLOGY

Abu Yousuf Hossin, Md. Naziur Rahman

College of Agricultural Sciences, IUBAT—International University of Business Agriculture and Technology, Dhaka-2030, Bangladesh.

Md. Harun-Ur-Rashid, Shahana Parveen

Department of Genetics and Plant Breeding, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka-1207, Bangladesh

Mt. Sumaiya Siddika

Barind Medical College & Hospital, Rajshahi, Bangladesh.

Ajoy Kumer

Department of Chemistry, College of Arts and Sciences, IUBAT—International University of Business Agriculture and Technology, Dhaka-2030, Bangladesh.

ABSTRACT

Triple-negative breast cancer (TNBC) represents one of the deadliest subtypes of breast malignancies, lacking targeted therapies. These studies are an integrative quantum chemical calculation, drug-likeness profiling, *in silico*, molecular docking, and molecular dynamics (MD) simulations into the pharmacological potential of a series of dihydropyrano-coumarins (DPCs) as prospective of TNBC therapeutics. First of all, *Peucedanum japonicum* Thunb derivatives DPCs-Visnadine (L01), Pteryxin (L02), Isosamidin (L03), and Suksdorfin (L04)-were sourced from the PubChem database, and subjected to quantum-level geometry optimization using Density Functional Theory (DFT) via the DMol³ module in BIOVIA Materials Studio, applying the B3LYP functional and DNP basis set. Frontier molecular orbital (FMO) analysis, including HOMO–LUMO energy gaps and associated quantum reactivity descriptors, were evaluated to ascertain electronic stability and reactivity trends, besides MEP surface and charge distribution profiles were obtained. Next, Subsequent drug-likeness and ADMET assessments were performed using SwissADME and pkCSM platforms, as well as the PASS prediction was taken from the <https://way2drug.com/PassOnline/>. Then, target-based molecular docking and auto docking against key TNBC-related proteins (PDB IDs: 5HA9 and 7L1X) was conducted using AutoDock Vina within PyRx. To validation of docking, the recrystallization and molecular dynamics (MD) simulations were checked regarding the RMSD, RMSF, Gyration of radius and SASA calculation. In case of result, initially, PASS predictions indicate high antineoplastic potential (Pa 0.709–0.893) for the compounds, with moderate antiviral, antibacterial, and antifungal activities. The compounds (MW 386–388 Da, TPSA ~92 Å²) showed favorable bioavailability (0.55), with L01–L04 displaying high GI absorption, and all complied with Lipinski's rules. The compounds exhibit favorable ADME profiles, high absorption, low toxicity, no mutagenicity, and overall safety, with minor hepatotoxicity risk mitigated by evidence from *P. japonicum*. Among the ligands, L01 showed the widest HOMO–LUMO gap, reflecting high stability; L02 displayed the greatest softness,

indicating enhanced reactivity and solubility; while L04 exhibited the highest hardness, signifying strong resistance to deformation and stability under physiological conditions. For CK2 α , binding affinity followed L03 > L04 > L02 > L01; despite L01 and L04 having equal hydrophobic contacts, L04 bound more strongly (-8.6 kcal/mol), emphasizing that interaction quality and positioning outweigh bond number, primarily mediated through hydrogen bonding and π -stacking interactions within the active sites. Finally, RMSD analysis revealed gradual structural changes in the protein (1.5–4.5 Å) and tracked ligand stability over the simulation timeline. Ligand RMSD increased over time (0.8–10.6 Å), reflecting conformational changes and binding site dynamics, with lower values indicating stability and higher values suggesting flexibility or instability. RMSF analysis shows side chains are more flexible than backbone and C-alphas, with peaks at specific residues indicating highly mobile regions. Overall, L02 and L03 are the most promising candidates, showing strong anticancer and antimicrobial activity, favorable absorption, and safety, despite poor solubility.

Keywords: Dihydropyranocoumarins, Triple-negative breast cancer (TNBC), In silico, ADMET, Density Functional Theory (DFT), Molecular docking and Molecular dynamics simulation.

**ANTIOXYDANT ACTIVITY AND ACUTE TOXICITY OF ETHANOLIC EXTRACT OF
*CAPPARIS SPINOSA***

Sara Qouissah

ORCID NO: 0009-0001-3340-7208,

Natural Resources & Sustainable Development Laboratory, “AgroPhysiology, Biotechnology & Environment Research Unit, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra 14000, Morocco

Houda El Yacoubi

ORCID NO: 0000-0001-8017-6732,

Natural Resources & Sustainable Development Laboratory, “AgroPhysiology, Biotechnology & Environment Research Unit, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra 14000, Morocco

Aboukhalaf Abdelghani

ORCID NO:0000-0003-2654-130X,

Natural Resources & Sustainable Development Laboratory, “AgroPhysiology, Biotechnology & Environment Research Unit, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra 14000, Morocco

Asmaa ElYamani

ORCID NO: 0009-0003-8047-9698,

Natural Resources & Sustainable Development Laboratory, “AgroPhysiology, Biotechnology & Environment Research Unit, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra 14000, Morocco

Jamila Riyahi

ORCID NO:0009-0004-0822-5316 ,

Natural Resources & Sustainable Development Laboratory, “AgroPhysiology, Biotechnology & Environment Research Unit, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra 14000, Morocco

Atmane Rochdi

ORCID NO: 0000-0002-8185-9866

Natural Resources & Sustainable Development Laboratory, “AgroPhysiology, Biotechnology & Environment Research Unit, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra 14000, Morocco

Oumaima Abouyaala

ORCID NO:0009-0004-5020-8253,

Laboratory of Biology and Health, Neurosciences, Neuro-immunology and Behaviour Unit,
Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra 14000, Morocco

Laila Bikjdaouene

ORCID NO: 0009-0000-5347-7273

Laboratory of Biology and Health, Neurosciences, Neuro-immunology and Behaviour Unit,
Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra 14000, Morocco

ABSTRACT

Caper named *capparis spinosa* scientifically, belonged to the family Capparaceae, is a medicinal plant frequently used for medicinal purposes like used against gout, rheumatism and certain skin conditions..., its antioxidant, anti-inflammatory, antibacterial and antifungal properties... This study aims to evaluate the antioxidant activity and acute toxicity of the ethanolic extract of *capparis spinosa*.

The antioxidant activity was carried out in vitro by the DPPH test, the effectiveness of the methanolic extract at different concentrations (1000, 500 and 250 µg/ml) was compared with ascorbic acid as a reference standard. The results indicated an antioxidant activity indicating an ability to neutralize free radicals.

The acute toxicity was carried out in vivo in Wistar rats according to OECD 423 recommendations. The oral single dose injection of 2000mg/kg showed no signs of toxicity or mortality with an LD50 greater than this dose. The biochemical and hematological parameters analyzed.

To conclude, caper showed antioxidant activity and no acute toxicity, further studies are underway to explore its therapeutic properties.

Keywords: *capparis spinosa* -methanolic extract -antioxidant activity -acute toxicity -LD50

FIRST RECORD AND CURRENT STATUS OF BROWN MARMORATED STINK BUG, *HALYOMORPHA HALYS* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) DAMAGING RASPBERRY AND BLUEBERRY PLANTS IN KOSOVO

Ph.D., Saranda MUSA

University of Prishtina, Faculty of Agriculture and Veterinary, Department of Plant Protection,
Prishtina, Kosovo

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7276-9308>

Assoc. Prof. Dr. Fadil MUSA

Health Sciences University, Hamidiye Faculty of Medicine, Department of Histology and
Embryology, Istanbul, Turkey²

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8149-5628>

ABSTRACT

The brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål) is an invasive pest native to East Asia that has rapidly expanded throughout Europe, posing increasing threats to horticultural production. Although its presence has been confirmed in several countries of the Balkan Peninsula, information from Kosovo has been lacking. This study documents the first confirmed occurrence, seasonal dynamics, and fruit damage caused by *H. halys* in raspberry (*Rubus* sp.) and blueberry (*Vaccinium corymbosum*) plantations in the municipality of Podujeva, Kosovo. Field surveys were conducted during the 2023 and 2024 growing seasons (July–September) using visual sampling of plants, counting of nymphs and adults, and assessment of feeding damage. Specimens were collected and identified using morphological characteristics.

Results showed that *H. halys* adults and nymphs were present in both raspberry and blueberry crops during both years, with substantially higher populations recorded in 2024. Raspberry plantings consistently harbored more individuals than blueberry plantings, and population peaks occurred in mid-August. Statistical analyses revealed significant effects of both year and host plant on infestation and damage levels, with raspberry showing significantly greater feeding injury. Feeding by *H. halys* resulted in necrotic spots, suberfication, and softening of fruits, particularly in ripening stages. Although numerous mobile stages were detected, no egg masses were observed, suggesting that raspberry and blueberry are not preferred reproductive hosts, possibly due to trichomes and plant structural characteristics. Overwintering adults were observed in nearby structures, indicating that surrounding habitats may contribute to seasonal population buildups in berry fields.

These findings confirm that *H. halys* is established in Kosovo and capable of causing economically relevant damage to berry crops. Considering the species' high mobility, broad host range, and documented spread throughout Southeast Europe, continued monitoring and research on its distribution, host use, and management strategies are essential for mitigating future impacts on Kosovo's fruit production systems

Key Words: first presence, harmful insect pest, invasive, pentatomids, *Rubus* sp, *Vaccinium corymbosum*)

WHAT'S NEW IN FELINE PANLEUKOPENIA: INSIGHTS FOR CLINICAL PRACTICE WITH DENIPLANT NUTRACEUTICALS

Major Gheorghe GIURGIU

Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania
<https://orcid.org/0000-0002-5449-2712>

Lect Dr Cristina Fernoaga

University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine.
Bucharest, Romania

University Veterinary Emergency Hospital Prof Univ Dr Alin Bîrtoiu, Bucharest, Romania

Prof dr med Manole COJOCARU

Academy of Romanian Scientists
Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania
<https://orcid.org/0000-0002-7192-7490>

Background The term panleukopenia refers to a decrease in the number of white blood cells in the body. Feline panleukopenia, also sometimes called feline distemper, is caused by a virus in the parvovirus family known as feline panleukopenia virus. White blood cells play a major role in immunity and are important in defending against infections and diseases.

Objective To arrive at these observations, the authors examined how AntivirFelin from Deniplant solve the decrease in the number of white blood cells in the body in feline panleukopenia.

Materials and methods We examined the relationship between the gut microbiota and clinical features in feline panleukopenia after AntivirFelin from Deniplant.

Results The feline parvovirus does not always cause symptoms. Some cats have the infection and no visible disease. AntivirFelin is a nutraceutical (food with a dual role of nutrition and health) for impact on the cat's immune system. Positive prognostic indicators include WBC rebound and return of appetite.

Conclusion Feline panleukopenia is treated with supportive care, as a specific cure is not available for the viral infection.

Keywords: natural remedies, protective immune responses, AntivirFelin

MICROBIAL DIVERSITY AND AMR SIGNATURES IN THE MANDULOG RIVER, ILIGAN CITY: EVALUATING ECOSYSTEM WELL-BEING AND LONG-TERM FLOOD LEGACY

Mary Anne Cordero

Basic Science Department, College of Medicine, Princess Nourah bint Abdulrahman
University. Airport Road, Riyadh, 11564, Kingdom of Saudi Arabia

Rodelyn Dalayap

Department of Biology, Sultan Kudarat State University. Tacurong City, 9800, Philippines

Carol Socorro Maguinsay

Department of Biological Sciences, Mindanao State University - Iligan Institute of
Technology. Iligan City, 9200, Philippines

Claudine Ann Nakila

Department of Biological Sciences, Mindanao State University - Iligan Institute of
Technology. Iligan City, 9200, Philippines

Molecular Systematics and Conservation Genomics Laboratory, Center for Biodiversity
Studies and Conservation (CBSC), Premier Research Institute of Science and Mathematics
(PRISM), Mindanao State University - Iligan Institute of Technology. Iligan City, 9200,
Philippines

Sharon Rose M. Tabugo

Department of Biological Sciences, Mindanao State University - Iligan Institute of
Technology. Iligan City, 9200, Philippines

Molecular Systematics and Conservation Genomics Laboratory, Center for Biodiversity
Studies and Conservation (CBSC), Premier Research Institute of Science and Mathematics
(PRISM), Mindanao State University - Iligan Institute of Technology. Iligan City, 9200,
Philippines

Janece Jean Manubag

JCI Senate Philippines, Kasadya, Manticao, Philippines

Abstract. The Mandulog River, in Iligan City, Philippines, sustains local livelihoods, fisheries, and biodiversity, but is subjected to perpetual pollution and the after-effects of Typhoon Sendong in 2011. We utilized 16S rRNA high-throughput sequencing and Chan Zuckerberg ID analysis to screen for bacterial community profiles in the upstream, midstream, and downstream areas, and detect antimicrobial

resistance (AMR) genes. The midstream region (M1, M2, M3) was revealed as the most diverse area. Microbiomes harbored pollutant-degrading genera (*Pseudomonas*, *Sphingomonas*, *Bacillus*, *Methylobacterium*), mediating nutrient cycling and bioremediation. Yet, these co-occurred with AMR determinants—tetA(60) and aminoglycoside acetyltransferases (AAC(6′)-Ia, AAC(6′)-Iaj)—linked to wastewater, agriculture, and aquaculture. Their persistence suggests that sediments and biofilms act as long-term reservoirs of resistance, mobilized during high-flow conditions. Results validate our proposed "Dual-Score Hypothesis," which conceptualizes microbial communities following disturbance as a symphony of harmonious (biodegradation, nutrient cycling) and discordant notes (AMR, pathogens), the balance in between defines ecosystem health and public risk, highlighting a dual function as providers of ecosystem services and as sentinels of ecological stress. Policy interventions should include microbial and AMR monitoring into surveillance programs, decrease pollutant loads, replenish riparian buffers, and enhance antibiotic stewardship to uphold ecosystem integrity and public security in tropical urban rivers.

Keywords: bacterial community composition (BCC), urban river, antimicrobial resistance

AN APPLICATION OF MIXED-INTEGER LINEAR PROGRAMMING TO MINIMIZE THE COST OF UNIVERSITY STUDENTS REQUIRED BASIC NUTRITIONAL REQUIREMENTS

Palash Kumar Das

Department of Mathematics, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University,
Dinajpur, Bangladesh Place of work : Dormitory 2(D-2) Hall ,(HSTU)

ABSTRACT:

This study analyzes the effectiveness of linear programming (LP) methods in minimizing costs within budgets for student nutrition planning and small-scale agribusiness food formulation. In both cases, decision-making within limited resources while maintaining nutritional value is a challenge, where conventional empirical methods are not optimized. In the education-related field, a mathematical model is proposed for residential students, which helps meet nutritional needs at the lowest cost through daily food selection. According to the results, it is possible to implement a balanced diet plan for only 80 taka per day. In the agriculture-based field, since 70% of the production cost of small-scale farm food formulation is related to food, an optimization model is developed using local ingredients. It incorporates information on nutritional value, market prices, and industry practices. The model significantly reduces costs compared to conventional methods and provides insights into realistic decision-making through sensitivity analysis. The two models presented together show that LP-based optimization methods can play a significant role in cost-efficiency and effective use of resources.

Keywords: Nutrition planning; Linear programming (LP) methods; The agriculture-based field; Small-scale farm food formulation; LP-based optimization.

**COMPREHENSIVE UHPLC-ESI-MS METABOLITE PROFILING AND RED
BLOOD CELL MEMBRANE PROTECTIVE EVALUATION OF *EBENUS PINNATA*
EXTRACTS**

Kaouthar ELBIRGUI

Laboratory of Chemistry and Biochemistry, Nutrition, Environment and Health – Faculty of
medicine and pharmacy of Casablanca Rue Tarik Ibnou Ziad, 20250, Casablanca, Morocco

Laboratory of Ecology and Environment, Faculty of Sciences Ben M'Sick, Hassan II-
University. Avenue Cdt Driss El Harti, B.P.7955 Sidi Othmane. Casablanca. Morocco

Othman ELFAQER

Laboratory of Ecology and Environment, Faculty of Sciences Ben M'Sick, Hassan II-
University. Avenue Cdt Driss El Harti, B.P.7955 Sidi Othmane. Casablanca. Morocco

Oussama RAFIK

Laboratory of Immunology and biodiversity - Faculty of Sciences Ain Chock, University
Hassan II, 8 Route d'El Jadida, B.P 5366 Maarif 20100, Casablanca. Morocco

Rafaelle CONTE

Laboratory of Immunology and biodiversity - Faculty of Sciences Ain Chock, University
Hassan II, 8 Route d'El Jadida, B.P 5366 Maarif 20100, Casablanca. Morocco

Houda ELALAMI

Laboratory of Chemistry and Biochemistry, Nutrition, Environment and Health – Faculty of
medicine and pharmacy of Casablanca Rue Tarik Ibnou Ziad, 20250, Casablanca, Morocco

,Hanane ENNAJI

Laboratory of Chemistry and Biochemistry, Nutrition, Environment and Health – Faculty of
medicine and pharmacy of Casablanca Rue Tarik Ibnou Ziad, 20250, Casablanca, Morocco

Nadia IOUNES

Laboratory of Ecology and Environment, Faculty of Sciences Ben M'Sick, Hassan II-
University. Avenue Cdt Driss El Harti, B.P.7955 Sidi Othmane. Casablanca. Morocco

Samir IBENMOUSSA

Laboratory of Chemistry and Biochemistry, Nutrition, Environment and Health – Faculty of
medicine and pharmacy of Casablanca Rue Tarik Ibnou Ziad, 20250, Casablanca, Morocco

ABSTRACT

Objectives: *Ebenus pinnata* Aiton is an endemic Moroccan medicinal shrub traditionally used for treating inflammation and circulatory ailments, yet its chemical composition and membrane protective properties remain insufficiently documented. This study aimed to characterize its organ specific phytochemical composition and evaluate the anti-hemolytic potential of its extracts under oxidative stress.

Methods: Comprehensive phytochemical profiling of flower, leaf, and stem extracts was performed using UHPLC-ESI-MS, enabling the identification of major phenolic acids, flavonoids, proanthocyanidins, triterpenoids, and isoflavonoids. Cytocompatibility was assessed through a red blood cell (RBC) safety assay. Hemolytic and anti-hemolytic activities were evaluated under two oxidative stress models: AAPH-induced peroxy radical damage and hydrogen peroxide (H₂O₂)-induced oxidative hemolysis. Dose-dependent effects were examined across concentrations ranging from 125 to 1000 µg/mL.

Results: UHPLC-ESI-MS analysis revealed marked organ-dependent chemical variability. Flower extracts were dominated by rosmarinic acid and related phenolic acids; leaves were rich in flavonols and proanthocyanidins, particularly myricetin and procyanidin derivatives; stems contained abundant flavones, kaempferol derivatives, catechins, and triterpenoids such as ursolic acid. RBC safety assays confirmed good biocompatibility, with extracts inducing only low to moderate hemolysis (6-18% at 125-500 µg/mL). Under oxidative challenge, all extracts exhibited strong membrane-protective effects. In the AAPH model, anti-hemolytic activity reached 77.52%, 66.11%, and 73.06% at 1000 µg/mL for flowers, leaves, and stems respectively. The H₂O₂ assay showed comparable protection, with 66.50%, 62.80%, and 62.11%, confirming hydrogen-peroxide buffering and membrane-stabilizing properties. Protection increased with concentration, correlating with phenolic and flavonoid abundance.

Conclusion: This study provides the first detailed UHPLC-ESI-MS profiling and oxidative hemolysis assessment of *E. pinnata*. The pronounced anti-hemolytic activity supports its traditional use and highlights it as a promising natural source of membrane protective antioxidants.

References

- Zemouri, T., Chikhoune, A., Benmouhoub, H. and Sahnoune, M. (2023) 'Taxonomic comparison, antioxidant and antibacterial activities of three *Ebenus pinnata* Ait. ecotypes (Fabaceae) from Algeria', *Horticulturae*, 9(8), p. 879. doi:10.3390/horticulturae9080879
- Abreu PM, Braham H, Ben Jannet H, Mighri Z, Matthew S. Antioxidant compounds from *Ebenus pinnata*. *Fitoterapia*. 2007;78(1):32–34. doi:10.1016/j.fitote.2006.09.013.
- Derouich M, Bouhlali EdT, Bammou M, et al. Bioactive compounds and antioxidant, antiperoxidative, and antihemolytic properties of three Apiaceae species grown in southeast Morocco. *Scientifica*. 2020;2020:3971041.

ISOLATION, IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF *RHIZOBIUM SP.* (BARI RLC-107, BARI RCA-220, BARI RVM- 330)

B. M. Mahmudul Hasan,

Professor and chairman, Department of Food Engineering, NPI University of Bangladesh.

Background : Three *Rhizobium* strain's nutritional uptake is same, but the growth rate of BARI RLC-107 is higher than other two strains (BARI RCA-220, BARI RVM-307). Different kinds of experiments were set up in both Luria-Bertani (LB) liquid and semi-solid media to observe the growth and maintenance of the strains.

Method: Subculture is required for maintenance the bacterial strain after 21 days. Before starting the subculture program, the flow of the laminar airflow cabinet was cleaned with 70% ethanol for 20 minutes. All the inoculations and aseptic manipulations were carried out in front of the running laminar air flow cabinet. All the dissecting instruments were covered with aluminum foil and autoclaved by steam autoclaving procedures.

Results: strains were isolated and maintained by subculture procedure. Subculture is required after 3 weeks for the maintenance of bacterial strains. Secondly, streaking and plating were observed and counted cell density by plate counting method. Finally, several experiments were set up to optimize growth conditions in LB media: incubated time 48 hours, pH ranging from 7 to 8, temperature ranging from $10^{\circ}C$ to $40^{\circ}C$ and peptone as carbon source. Strains grown in the medium supplemented with peptone showed rapid and good performance on growth, and strains grown in glucose showed moderate growth. On the other hand, strains grown in the media containing glycerol and sugar showed poor and slow performance on growth. So, peptone was proved as the best carbon source for these bacterial strains. BARI RLC-107 shows the better performance than the other two strains (BARI RCA-220, BARI RVM-307).

Conclusion: As described before three *Rhizobium* strains such as BARI RLC-107, BARI RCA-220, BARI RVM-307 collected from Bangladesh Agricultural Research Institute (BARI). The strains belong to the genus *Rhizobium* but the species is still unknown.

Rhizobiums are very important soil bacteria. These strains are naturally able to fix nitrogen which may help us to reduce the utilization of harmful inorganic fertilizer in soil. In this study an attempt was made to optimize the growth characteristics of these three newly isolated strains. The strain grown in the medium containing peptone, pH ranging 7-8 showed the rapid and good performance on growth.

Keywords: Strains, Glucose, Peptone, Glycerol, Temperature

Integrated Hydrogeophysical Assessment of the Sidi Ifni Coastal Aquifer (Morocco) Using Surface-Wave Analysis, Ambient Noise Measurements, Hydrochemistry and Piezometry

Salah Lamine

Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Sciences and Technology, Department of Earth Sciences, Geomatics, Geo-Resources and Environment Laboratory, Beni Mellal, Morocco,

Abdessamad Najine

Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Sciences and Technology, Department of Earth Sciences, Geomatics, Geo-Resources and Environment Laboratory, Beni Mellal, Morocco

Hassan Lemacha

Interdisciplinary Laboratory of Fundamental and Applied Sciences, École Normale Supérieure, Hassan II University of Casablanca, Route d'El Jadida km 9, Ghandi, 50069 Casablanca, Morocco.

Khadija Naciri

Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Sciences and Technology, Department of Earth Sciences, Geomatics, Geo-Resources and Environment Laboratory, Beni Mellal, Morocco,

Omaima Khatir

Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Sciences and Technology, Department of Earth Sciences, Geomatics, Geo-Resources and Environment Laboratory, Beni Mellal, Morocco,

Hiba Toubali

Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Sciences and Technology, Department of Earth Sciences, Geomatics, Geo-Resources and Environment Laboratory, Beni Mellal, Morocco,

Abstract

Groundwater systems in semi-arid coastal regions are increasingly exposed to environmental stress, salinization processes and human pressures, emphasizing the need for integrated evaluation approaches. This study aims to deliver a comprehensive assessment of the Sidi Ifni coastal aquifer through a multidisciplinary framework combining near-surface geophysics, hydrochemical characterization and piezometric analysis. Surface-wave seismic surveys provide insights into the shear-wave velocity structure and mechanical behavior of the subsurface, while ambient noise measurements help identify the fundamental frequency associated with sediment thickness and impedance contrasts. Hydrochemical analyses reveal the dominant processes controlling water quality, including mineral dissolution and marine influence, whereas piezometric mapping delineates groundwater flow patterns and highlights vulnerable coastal sectors. Together, these complementary datasets provide a robust understanding of the physical and chemical functioning of the aquifer. The results indicate generally acceptable water quality but show signs of increasing salinization and structural heterogeneity, underscoring the sensitivity of the system to overexploitation and environmental change. This integrated hydrogeophysical approach offers essential baseline information for risk evaluation and supports the development of sustainable groundwater management strategies in fragile coastal environments.

Keywords: Coastal aquifer; Semi-arid environment; Near-surface geophysics; Hydrochemical analysis; Piezometric mapping; Aquifer vulnerability

ASSESSMENT OF THE PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF DESALINATED WATER IN NORTHERN ALGERIA

Dr. Fahima NABI

Université Dr Yahia Farès de Médéa , Laboratoire de Biotechnologie et Valorisation des Ressources Biologiques faculté des sciences, Département Sciences de la nature et de la vie, Médéa, Algérie

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9046-6546>

Meriem CHEBAANI

Département de science naturelle, Ecole Normale Supérieure Cheikh Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi – Kouba Alger. Laboratoire de Biotechnologie et Valorisation des Ressources Biologiques faculté des sciences.

ABSTRACT

Algeria, situated on the southern shores of the Mediterranean, is characterized by a predominantly semi-arid to arid climate. Its limited and irregular rainfall—generally below 600 mm per year—places the country among regions with scarce water resources. To address the persistent shortage of drinking water, Algeria has turned to seawater desalination as a strategic solution.

For distribution, desalinated water must meet established standards of potability, covering both physicochemical and microbiological criteria. This study aims to assess the quality of desalinated water produced by the Bousmail desalination plant.

Water samples were collected in accordance with standard protocols for physicochemical and microbiological testing. The physicochemical evaluation included measurements of pH (with a pH meter), electrical conductivity (via conductivity meter), and turbidity (using a turbidimeter). Additional pollution indicators such as NH_4^+ , NO_2^- , and PO_4^{3-} were also analyzed. Microbiological analyses targeted the detection of total and fecal coliforms, as well as fecal streptococci.

Overall, the results demonstrated that the desalinated water complied with potability requirements. Its physicochemical and microbiological characteristics confirm that it is safe and suitable for human consumption.

Keywords: Algeria, seawater desalination, physicochemical quality, microbiological quality, drinking water.

CONTRIBUTION OF LEGUMES TO THE SUSTAINABILITY OF ALMOND ORCHARDS IN THE SEMI-ARID CONDITIONS OF AZILAL

Oussama MOUSSAOUI

Sultan Moulay Slimane University, Faculty of sciences and technology, Beni Mellal, Morocco.

National Institute of agronomic research, Beni Mellal, Morocco.

Sultan Moulay Slimane University, High School of Technology, Khenifra, Morocco.

Hakim OUTGHOULIAST

National Institute of agronomic research, Beni Mellal, Morocco.

Adnane El YAACOUBI

Sultan Moulay Slimane University, High School of Technology, Khenifra, Morocco.

Jamal CHARAFI

National Institute of agronomic research, Meknes, Morocco..

In Morocco, the almond tree is the second most cultivated crop after the olive tree, particularly in the province of Azilal, where it covers approximately 12,650 hectares and generates an annual production of 2,024 tons. Despite this vast area, almond orchards suffer from low yields. To remedy this situation, the integration of legumes into cropping systems appears to be a promising solution. Our main objective is to evaluate the effects of the association of almond and fava bean under the climatic conditions of the Azilal mountains, with the aim of improving almond productivity and nutritional quality, while restoring poor and degraded soils into fertile and rich soils. In this context, an experimental design was set up involving two systems, an intercropping system between the almond tree and the faba bean, and a system that includes both species in monoculture. The study began with the evaluation of the vegetative growth of each of the faba beans and almond trees, their photosynthetic performance, and even some yield components such as the weight, length, width, diameter of the pods, and the number of pods per faba bean plant at different distances from the tree. The results indicate that the studied vegetative parameters are more effective in the faba bean monoculture system than in the intercropping system. In terms of yield, the almond-faba bean system is characterized by a higher yield in almonds, while the opposite is true for faba beans. Intercropping had a positive effect on the growth parameters of almond trees.

Keywords: Almond orchards; Faba bean; Intercropping; Vegetative growth; Tree crop; Production.

SUSTAINABLE PRODUCTION AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF HYDROXYAPATITE DERIVED FROM A NATURAL CALCIUM-PHOSPHATE SOURCE

Lamiaa Habraji

Laboratory of Applied Chemistry of Materials, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat 10090, Morocco

Souhayla Latifi

Laboratory of Applied Chemistry of Materials, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat 10090, Morocco

Douae Touareb

Laboratory of Applied Chemistry of Materials, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat 10090, Morocco

Sarah Saoiabi

Avian Pathology Unit, Department of Veterinary Pathology and Public Health and Food, Hassan II Agronomic and Veterinary Institute, Rabat, Morocco

Sanaâ Saoiabi

Laboratory of Applied Chemistry of Materials, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat 10090, Morocco

ABSTRACT:

The increasing demand for efficient, biocompatible, and low-cost biomaterials has intensified research on hydroxyapatite (HAp), particularly for biomedical and environmental applications. Conventional synthetic methods, although reliable, often involve expensive precursors and high energy consumption, which limits large-scale production. This challenge highlights the need to explore alternative natural raw materials that inherently contain calcium phosphate and can be valorized through controlled processing. In this work, HAp was produced from a natural calcium-phosphate-rich substrate using a multi-step preparation protocol designed to remove organic matter while preserving the inorganic mineral phase. The process involved sequential washing, chemical purification, thermal degreasing, and high-temperature calcination aimed at inducing complete phase transformation into crystalline hydroxyapatite.

A comprehensive characterization was carried out to evaluate the physicochemical properties of the obtained material. X-ray diffraction (XRD) analysis revealed sharp and well-defined diffraction peaks characteristic of stoichiometric HAp, indicating high crystallinity and the absence of secondary phosphate phases. Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) confirmed the presence of the fundamental phosphate (PO_4^{3-}) vibrational bands and hydroxyl (OH^-) groups, demonstrating the successful reconstruction of the HAp lattice. Scanning electron microscopy (SEM), combined with energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), showed a porous granular microstructure with homogeneous elemental distribution and a Ca/P ratio consistent with theoretical hydroxyapatite.

The results demonstrate that this natural-source route enables the production of high-purity hydroxyapatite with structural, chemical, and morphological features comparable to conventionally synthesized HAp. The obtained material presents promising characteristics for applications in bioceramics, catalysis, adsorption, and other emerging environmental technologies.

Keywords: Hydroxyapatite; biomaterial; calcination; Waste water, Adsorption



Lamiaa Habraji is a second-year PhD student in Chemistry and Materials Science, specializing in composite materials and their environmental applications. Her research focuses on biomaterials, grafted porous apatitic structures, and wastewater treatment solutions.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PHYSIOLOGICAL AND AGRONOMIC PERFORMANCE OF TWENTY GRAPEVINE CULTIVARS (*VITIS VINIFERA* L.) UNDER SEMI-ARID CONDITIONS

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

Abdelmajid Haddioui

Laboratory of Agro-Industrial and Medical Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, BP 523, Beni Mellal, Morocco

Abdelghani Bouchyoud

National Institute of Agricultural Research, BP 578, Meknes, Morocco

Hassane 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

Jamal Charafi

National Institute of Agricultural Research, BP 578, Meknes, Morocco

ABSTRACT

Grapevine (*Vitis vinifera*), with an estimated of 5000 to 15,000 cultivars, is one of the most important perennial crops with a long history of cultivation in the world (Lopes et al., 1999). Grape, represented by numerous table and raisin cultivars used in the production of juices, canned food, medicines, and various fermentation products, as well as grown for ornamental purposes, holds a special place in the world market. In the present study, vine balance, chlorophyll index, foliar temperature, relative water content, and stomatal conductance were investigated in 20 introduced grapevine cultivars cultivated in the Moroccan climate. Vines were cultivated at an experimental vineyard collection in the National Agricultural Research Institute of Morocco (INRA) at Ain Taoujdate and were planted in a density of 2m × 4m (vine × row). Since only limited information on that topic is available in the literature, this study was performed in order to compare the adaptation and physiological behavior of introduced varieties based on their vegetative and physiological attributes. Results showed highly significant differences among genotypes. The cultivar ‘Danan’ had the highest chlorophyll index of 60,992, followed by the cultivar ‘Christmas’. Leaf area values were slightly similar among all cultivars. Thus, stomatal conductance varied from 179 mmol/s*m² to 331,5 mmol/s*m², while relative water content was in the range of 97,7%–34,19%. The results highlight a high diversity within the studied vine germplasm, which is probably more genetically related. The accession panel can be recognized as an important gene pool for future breeding programs.

Keywords: Grapevine, vine performance, physiological behavior, cultivar.

EFFECT OF SEAWEED ENRICHED HUMIC ACID ON GROWTH AND YIELD OF BT. BRINJAL (*SOLANUM MELONGENA* L.)

Md. Nazmul Hasan Arfin

Sylhet Agricultural University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Chemistry, Sylhet-Bangladesh

Nabiha Tasnim Ruhi

Sylhet Agricultural University, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Sylhet- Bangladesh,

MD.Rakibul Islam

International University of Business Agriculture and Technology

Sazib Akan

International University of Business Agriculture and Technology

Abdullah Al Kafi

Sylhet Agricultural University, Department of Horticulture

Dewan Hasan Al Mostakim

Department of Entomology, Sylhet Agricultural University, Sylhet-3100

Md. Rabbu Pramanik Samiu

Sylhet Agricultural University, Sylhet-3100

Abstract

Bt. brinjal (*Solanum melongena* L.), a member of the Solanaceae family, is an economically important vegetable crop cultivated worldwide across tropical, subtropical, and warm temperate regions. It has been genetically developed to resist lepidopteran pests, particularly the Brinjal Fruit and Shoot Borer (*Leucinodes orbonalis*), through the expression of *Bacillus thuringiensis* (Bt) toxin that forms pores in the insect's digestive system. In Bangladesh, where brinjal is locally known as "Begoon," it ranks second only to potato in acreage and production. The present study evaluated the effect of seaweed-enriched humic acid on the growth and yield of Bt. brinjal using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. Four treatments were applied: T₀ (control), T₁ (recommended fertilizer), T₂ (10 kg seaweed-enriched humic acid ha⁻¹), and T₃ (20 kg seaweed-enriched humic acid ha⁻¹). Humic acid enhances nutrient availability, stimulates seed germination and viability, and primarily promotes root growth. Growth parameters—plant height, leaf number, branch number, and flower number—were recorded at 30, 50, and 80 days after sowing (DAS). The highest values were observed at DAS 80, with plant height (119 cm), leaf number (130.33), branch number (26.67), and flower number (63.35). Yield performance revealed maximum production in T₂ (21.15 ton ha⁻¹), followed by T₃ (16 ton ha⁻¹), T₁ (12 ton ha⁻¹), and minimum in T₀ (12 ton ha⁻¹). The findings indicate that seaweed-enriched humic acid significantly enhances growth and yield attributes of Bt. brinjal. Therefore, its application can be regarded as an effective, eco-friendly, and sustainable supplement to improve productivity and promote sustainable agricultural systems in Bangladesh.

Key words : Bt brinjal, Fruit and Shoot Borer, Sea weed, Humic acid, Recommended fertilizer.

DETERMINING THE OPTIMAL POLLINATION PERIOD OF DATE PALM AND ITS EFFECT ON PRODUCTION

Chelli Afaf

Mohamed Khider University of Biskra, Laboratory for the Promotion of Innovation in Agricultural Production in Arid Regions “PIARA”, Biskra, Algeria

Mezerdi Farid

Mohamed Khider University of Biskra, Laboratory for the Promotion of Innovation in Agricultural Production in Arid Regions “PIARA”, Biskra, Algeria

Filali Malak

Mohamed Khider University of Biskra, Laboratory for the Promotion of Innovation in Agricultural Production in Arid Regions “PIARA”, Biskra, Algeria

Mesnoua Mohammed

Scientific and Technical Research Center on Arid Regions of Biskra, Biskra, Algeria.

Abstract:

Pollination in the date palm (*Phoenix dactylifera*) is considered a critical phase, as failure of this process leads to the production of inedible dates. This study was conducted on the date palm cv. Deglet Nour potatoes were cultivated in El Kantara, Biskra Province, to determine the receptive period of the female inflorescence at the time of its bursting and beyond, in order to obtain optimal fruit set, yield, and quality. The female spathes were pollinated at different times after their bursting (from day 1 to day 9). The study results showed differences between pollination days in terms of fruit set percentage and date characteristics (length, width, and weight). Pollination one to five days after the female spathe rupture increased the fruit set percentage (60.05%–54.77%, respectively), which decreased with longer pollination periods. Delayed pollination improved date characteristics, with date weights of 9.43 g and 9.88 g recorded on the fifth and seventh pollination days, along with lengths of 39.01 mm and 39.50 mm, and widths of 16.73 mm and 17.18 mm. It can be concluded that the Deglet Nour date palm has a receptive period of up to five days after the female spathe ruptures, thus delaying pollination can be beneficial. pollination, as well as the delaying of pollination, makes it possible to obtain dates with commercial characteristics.

Keywords: Date palm, Dates, Floral receptivity, Pollination day.

IMPACT OF A PERACETIC ACID–HYDROGEN PEROXIDE MIXTURE ON THE POSTHARVEST QUALITY OF POMEGRANATE FRUITS DURING COLD STORAGE

Chaimae El-Rhouttais

Agro-Food Technology and Quality Laboratory, Regional Center of Agricultural Research of Tadla, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principale, Rabat 10090, Morocco;

Environmental, Ecological and Agro-Industrial Engineering Laboratory, LGEEAI, Faculty of Science and Technology (FST), Sultane Moulay Slimane University (USMS), Beni Mellal 23000,

Salah Laaraj

Agro-Food Technology and Quality Laboratory, Regional Center of Agricultural Research of Tadla, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principale, Rabat 10090, Morocco;

Environmental, Ecological and Agro-Industrial Engineering Laboratory, LGEEAI, Faculty of Science and Technology (FST), Sultane Moulay Slimane University (USMS), Beni Mellal 23000

Chaimaa Jabbari

Agro-Food Technology and Quality Laboratory, Regional Center of Agricultural Research of Tadla, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principale, Rabat 10090, Morocco;

Souad Salmaoui

Environmental, Ecological and Agro-Industrial Engineering Laboratory, LGEEAI, Faculty of Science and Technology (FST), Sultane Moulay Slimane University (USMS), Beni Mellal 23000, Morocco;

Kaoutar Elfazazi*

Agro-Food Technology and Quality Laboratory, Regional Center of Agricultural Research of Tadla, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principale, Rabat 10090, Morocco;

Pomegranate is a highly nutritious fruit known for its richness in bioactive compounds, making it valuable for both fresh consumption and industrial processing. Although cold storage is widely used to extend its shelf life, prolonged refrigeration can lead to gradual deterioration of fruit quality. This study examines the impact of a peracetic acid–hydrogen peroxide (PAA–H₂O₂) treatment on the preservation of pomegranate quality during 120 days of cold storage at 4 °C. Multiple physicochemical and biochemical parameters were assessed, including weight loss, color characteristics, pH, total soluble solids, titratable acidity, and key bioactive markers such as total phenolics, flavonoids, and tannins. The results indicated that the PAA–H₂O₂ treatment led to a higher weight loss (20.01%) compared to untreated fruits (12.8%), while having no significant influence on external color attributes. However, the treatment demonstrated a notable capacity to preserve total phenolic content and to slow the degradation of tannins and flavonoids throughout storage. Overall, these findings highlight the potential of PAA–H₂O₂ as a promising postharvest treatment for maintaining the biochemical integrity of pomegranates during refrigerated storage, particularly for processing-oriented applications. Further refinement of treatment conditions is recommended to improve its overall effectiveness.

Keywords: Pomegranate (*Punica granatum* L.); PAA-H₂O₂; cold storage; technological quality; bioactive compounds.

ETHNOMYCOLOGICAL SURVEY OF WILD *PLEUROTUS OSTREATUS* IN THE MAÂMORA FOREST (MOROCCO)

FELLAHI Anas

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

ABOUROUH Mohamed

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

ELYACOUBI Houda

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

ELYAMANI Asmaa

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

ROCHDI Atmane

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

ABSTRACT:

Pleurotus ostreatus, commonly known as the oyster mushroom, is a widely consumed edible fungus valued for its tender texture, high nutritional content, and functional properties, ranking as the third most consumed mushroom species worldwide. It serves as an important source of bioactive compounds and medicinal substances, attracting growing interest in applied mycology and natural pharmacology.

Easily cultivated, *Pleurotus ostreatus* thrives on a wide range of lignocellulosic substrates, yet it also occurs naturally in various forest ecosystems. The Maâmora Forest in Morocco represents a unique area where traditional knowledge and uses of this wild mushroom remain actively preserved.

This study aims to document the traditional knowledge, uses, and perceptions associated with wild *Pleurotus ostreatus* in the Maâmora Forest. An ethnomycological survey conducted among inhabitants of nearby villages revealed a wide variety of uses. From a culinary perspective, the mushroom is commonly cooked in tagine or prepared as soup mixed with other vegetables. In terms of therapeutic applications, it is traditionally valued for its anti-cancer properties and its role in strengthening the immune system. The study also recorded several preservation techniques employed by local populations, reflecting a rich and enduring body of empirical knowledge.

These findings highlight the richness of the ethnomycological heritage of the Maâmora Forest and contribute to the recognition and preservation of traditional knowledge related to wild *Pleurotus ostreatus* in Morocco.

KEYWORDS: Traditional knowledge, anti-cancer, therapeutic applications, *Pleurotus ostreatus*, Maâmora Forest

BIOAVAILABILITY

Meenatchi.S ,

Devadharshini.R ,

Gomathy.E, Keerthana.V

Kishore.R, Swathi.R

A. Hari Nandhini*

Bharath Institution Of Higher Education And Research chennai, india – 600 073

ABSTRACT:

Bioavailability refers to the fraction of an administered drug that reaches the systemic circulation in its active form. It is one of the most important pharmacokinetic parameters because it directly influences the therapeutic effectiveness of a drug. Oral drugs often show reduced bioavailability due to factors such as poor solubility, limited permeability, first-pass metabolism, and degradation in the gastrointestinal tract. Low bioavailability may lead to inadequate drug action, requiring higher doses and increasing the risk of side effects.

To overcome these challenges, modern formulation techniques such as nanoparticles, solid dispersions, lipid-based systems, cyclodextrin complexes, and prodrugs are widely used. These advanced drug delivery approaches help improve solubility, enhance absorption, protect drugs from degradation, and ensure better therapeutic outcomes. Overall, optimizing bioavailability is essential for developing safe, effective, and patient-friendly pharmaceutical dosage forms.

Keywords: bioavailability, absorption, drug solubility, permeability, first-pass metabolism, pharmacokinetics, systemic circulation, oral administration, dissolution rate, bioequivalence

VALORIZATION OF THE ALGAL BIOMASS OF *DUNALIELLA SALINA* FROM THE WESTERN SALT FLATS OF ALGERIA.

ADJOUDJ Abdellatif *

Department of Ecology and Environment, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Tipaza, Algeria.

BELHADJ TAHAR Kamel

Department of Ecology and Environment, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Tipaza, Algeria.

BENMEDDAH Mohammed Missoum

Department of Ecology and Environment, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Tipaza, Algeria.

Dunaliella salina is a chlorophyceous microalgae that has evolved to live in extreme environmental conditions. It is known for its powers to synthesize beta carotene and glycerols in cases of stress caused by high temperatures and high salinities.

An eco-biological study of this species was carried out in the two sebkhas of western Algeria: the salt pans of Bethioua (Arzew) and the Sebkha of Oran. Sampling of water and red-spotted salts was carried out during the four seasons of the year and in several sites to identify the presence of *Dunaliella salina* in the two Sebkhas. A comparison with a productive strain was tested in the laboratory to compare the performance in multiplication and production of beta carotene.

The results confirmed the presence of *Dunaliella salina* in the Bethioua salt pans and its absence in the sites visited in the sabkha of Oran. Cultures in the laboratory are being carried out and other surveys are planned to carry out screening in the salt pans of western Algeria with the aim of knowing and selecting high-performance strains for small-scale production.

Keywords: *Dunaliella salina*, Bethioua Saltworks, Sebkha of Oran, beta carotene.

FORMULATION OF A FUNCTIONAL ICE CREAM ENRICHED WITH RICE BRAN AND NATURAL SWEETENERS: NUTRITIONAL AND SENSORY EVALUATION

Shoumen Dhar

Department of Applied Food Science and Nutrition, Faculty of Food Science and Technology,
Chattogram Veterinary and Animal Sciences University, Chattogram 4225, Bangladesh

Akash Shill

Faculty of Food Science and Technology, Chattogram Veterinary and Animal Sciences
University, Chattogram 4225, Bangladesh

Tanmoy Chowdhury

Faculty of Food Science and Technology, Chattogram Veterinary and Animal Sciences
University, Chattogram 4225, Bangladesh

ABSTRACT

Excessive sugar intake and insufficient dietary fiber are recognized as key dietary risk factors contributing to obesity, type 2 diabetes, and other metabolic disorders. Ice cream, one of the most popular frozen desserts worldwide, typically contains high levels of refined sugar and negligible amounts of fiber. To address these nutritional concerns, a functional ice cream was formulated using rice bran as a source of dietary fiber and natural sweeteners such as dates and raisins to partially or completely replace refined sugar. Three formulations (F1–F3) with varying sugar substitution levels were developed and analyzed for proximate composition and sensory attributes. Among the formulations, F2 exhibited the highest protein ($5.42 \pm 0.12\%$), fat ($10.15 \pm 0.08\%$), and fiber ($1.15 \pm 0.08\%$) contents, indicating a superior nutritional profile. F3 showed the highest carbohydrate content ($23.50 \pm 0.85\%$), primarily due to the higher inclusion of natural sweeteners. Sensory evaluation results revealed that F3 achieved the highest acceptability scores for taste (8.6 ± 0.5), sweetness (8.5 ± 0.3), texture (8.4 ± 0.4), color (8.3 ± 0.4), and overall acceptability (8.5 ± 0.3). These findings suggest that natural sweeteners not only enhance the nutritional profile but also maintain consumer-desired sensory characteristics. The incorporation of rice bran and natural sweeteners into ice cream offers a nutritionally improved product with reduced refined sugar content and increased fiber, without compromising sensory appeal. This formulation strategy provides a feasible and health-promoting alternative for the frozen dessert industry, aligning with the growing consumer demand for functional and health-oriented food products.

Keyword: functional ice cream, rice bran, natural sweeteners, nutritional composition, fiber enrichment, sensory evaluation

ARTIFICIAL PHOTOSYNTHESIS

R.Devadharshini

Faculty of pharmacy, Bharath institute of higher education and research, chennai-600073,
India

Meenatchi.S

Faculty of pharmacy, Bharath institute of higher education and research, chennai-600073,
India

Gomathy E

Faculty of pharmacy, Bharath institute of higher education and research, chennai-600073,
India

Guide: Dr.W. Helen

Faculty of pharmacy, Bharath institute of higher education and research, chennai-600073,
India

Abstract:

Artificial photosynthesis is an emerging renewable energy technology that replicates the natural process used by green plants to convert sunlight, water, and carbon dioxide into energy-rich compounds. Unlike conventional solar power systems that primarily generate electricity, artificial photosynthesis focuses on producing **clean, storable fuels**, thereby addressing the critical challenge of long-term energy storage while simultaneously reducing carbon emissions. By transforming solar energy into chemical bonds, it offers a promising pathway toward a sustainable and carbon-neutral energy future.

The process involves three fundamental stages: **light harvesting**, **water splitting**, and **carbon dioxide reduction**. In the first stage, sunlight is absorbed by advanced semiconductors or photo-electrochemical materials, generating excited electrons. These electrons drive the splitting of water molecules into hydrogen and oxygen. The produced hydrogen can serve as a clean fuel itself or be combined with captured carbon dioxide through catalytic reactions to synthesize liquid solar fuels such as methanol, ethanol, or methane. These fuels are compatible with existing energy infrastructure and can support sectors that remain difficult to electrify, including aviation, shipping, and heavy industry.

Recent advances in **nanotechnology and materials science** have significantly improved catalyst performance and system integration. Research efforts focus on developing stable, low-cost photo-catalysts using earth-abundant metals such as iron, nickel, and cobalt to enhance scalability and commercial feasibility. Bio-hybrid approaches have also emerged, combining biological enzymes with synthetic materials to achieve higher reaction selectivity and efficiency.

Artificial photosynthesis contributes to climate change mitigation not only by generating carbon-neutral fuels but also by **utilizing atmospheric CO₂**, transforming a greenhouse gas into a valuable resource. Furthermore, it can serve as a complementary technology to solar and wind power by converting intermittent renewable energy into transportable chemical fuels, ensuring reliable energy supply across time and geography.

Despite its enormous potential, the technology faces several challenges, including relatively low solar-to-fuel conversion efficiencies, catalyst degradation over time, limited system durability, and difficulties in scaling laboratory prototypes to industrial levels. Addressing these obstacles will require sustained interdisciplinary research, improved reactor design, supportive energy policies, and increased investment from both public and private sectors.

In summary, artificial photosynthesis represents a transformative clean-energy solution capable of bridging the gap between renewable electricity generation and sustainable fuel production. With continued technical progress and global collaboration, it has the potential to play a pivotal role in achieving net-zero emissions, enhancing energy security, and enabling a resilient, low-carbon energy system for the future.

Keywords:

Artificial photosynthesis, solar fuels, renewable energy, hydrogen production, photocatalysis, water splitting, carbon dioxide reduction, CO₂ utilization, nano-materials, photo-electrochemical cells, clean energy storage, carbon neutrality, sustainable fuels, catalyst development, bio-hybrid systems, climate change mitigation, green hydrogen, energy conversion, decarbonization, net-zero technology

OYSTER MUSHROOMS: THERAPEUTIC SIGNIFICANCE IN CVD

Rajveer Sarup

BSc Biotechnology, CT Group of Institutions, South Campus, Jalandhar

Palak Kumari

BSc Biotechnology, CT Group of Institutions, South Campus, Jalandhar

ABSTRACT:

Mushrooms especially the *Pleurotus* species have a significant nutritional and medicinal properties reason for their gained attention. Being nutritionally rich as in proteins, vitamins (B-complex, C and D), fiber and bioactive compounds like polysaccharides, lipids, triterpenoids and lectins that contribute their role as antimicrobial, antioxidant and cholesterol-lowering effects. They have been studied extensively for their potential role as cardiovascular health regulator, particularly in lowering the cholesterol levels and mitigating the risks of cardiovascular disease. Due to the presence of β -glucans and lovastatin these has been linked to lipid regulation, anti-inflammatory and immune system enhancement, making them a successful nutraceuticals. Along with these their cultivation on different agricultural waste substrates presents them as environmentally sustainable approach. This review focuses on the nutritional composition, therapeutic applications and cultivation methods of oyster mushrooms emphasizing their ability as functional food in prevention of cardiovascular diseases and overall human health improvement.

Keywords:

Oyster mushrooms, *Pleurotus* species, Cardiovascular diseases, β -glucans, Lovastatin, Functional foods, Nutraceuticals

ENVIRONMENTAL AND CONSUMER HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH MYCOTOXINS PRODUCED BY PHYTOPATHOGENIC FUNGI.

Fedwa BEGHDAI

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

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

El-Hadj DRICHE

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

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

Abstract:

Pathogenic fungi inflict great damage on plants, leading to their wilting, damage, or death in many cases, by secreting hydrolases that dissolve the cells of the plant tissue on which they feed. Among these plant-pathogenic fungi we find: *Botrytis ceneria*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria*, *Phytophthora infestans* ... these have a negative impact on health, food safety and lead to significant losses.

Under certain climatic or storage conditions, these microorganisms can develop and lead to the production of mycotoxins, which can be harmful to the health of animals and humans, causing a number of disorders and even serious illnesses. These toxic metabolites therefore represent a major health problem.

Around 25% of food products are contaminated with fungal toxins. The mycoflora is estimated to comprise between 200,000 and 300,000 species. There is therefore a wide diversity of mycotoxins. Of the more than 400 mycotoxins identified, only 30 or so have worrying toxic properties. Some of these toxins are thought to be carcinogenic or mutagenic, while others are toxic to the kidneys, nervous system or liver. It should also be noted that toxicity does not necessarily stem from the mycotoxin itself, but may be due to one of the metabolites produced by its degradation.

Several species of micromycetes, mainly belonging to the four genera *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* and *Alternaria*, are capable of excreting one or more mycotoxins: aflatoxins, ochratoxins, fumonisins, trichothecenes, patulin, zearalenone, alternariols...

The lack of sanitary controls, poor food packaging (damp, hot, poorly ventilated storage areas) and the absence of strict regulations increase the risk of contamination by these metabolites. The frequency of contamination of foodstuffs available to the public and their mycotoxin content are becoming a serious threat to health.

Keywords: Mycotoxins; Phytopathogenic fungi ;Food contamination; Toxicity; Food safety

COMPARATIVE SURVIVAL AND GROWTH PERFORMANCE OF *CLARIAS GARIEPINUS* AND *HETEROBRANCHUS LONGIFILIS* HATCHLINGS

Ode Onyeche Ann

Department of Geography and Environmental management, Faculty of
Geography and Atmospheric Sciences, Abuja University, Nigeria

Anaga Socchi Otisi

Department of Environmental Biotechnology and Bioconservation National Biotechnology
Research and Development Agency Abuja, Nigeria.

Makyur Onyeche Anita

Department of Hospitality and Tourism Management Federal University Wukari, Taraba State

ABSTRACT:

This study evaluated the comparative survival and growth performance of *Clarias gariepinus* and *Heterobranchus longifilis* hatchlings, including hybrid crosses. Three generic crosses were conducted: *Clarias gariepinus* (♂) x *Clarias gariepinus* (♀), *Clarias gariepinus* (♂) x *Heterobranchus longifilis* (♀), and *Heterobranchus longifilis* (♂) x *Heterobranchus longifilis* (♀). Fertilized eggs were incubated in a flow-through system, and survival rates were monitored. Results showed that while there was no significant difference in survival rates among crosses, *Clarias gariepinus* had the highest survival rate (68.20%), followed by the hybrid cross (55.01%), and then *Heterobranchus longifilis* (50%). Growth performance varied significantly among crosses, with *Clarias gariepinus* exhibiting superior weight gain and *Heterobranchus longifilis* showing better length growth. The study suggests that *Clarias gariepinus* may be prioritized for aquaculture due to its higher survival rate and weight gain. However, the potential benefits of hybrid vigor and improved growth performance in specific environments warrant further investigation. The findings of this study have implications for the development of sustainable aquaculture practices and the improvement of hatchery protocols for these species.

Keywords: *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis*, survival rate, growth performance, hybrid cross, aquaculture.

INTRODUCTION

It is impossible to overestimate the importance of fish to o human populations around the world. The protein content of fish is first class because it contains all the essential amino acids. The three essential amino acids that are lacking in plant but present in fish are Lysine, Methionine and Trytophane (FAO, 1991)

The development of aquaculture in Nigeria is largely synonymous with the rise of catfish farming. The nation's future fish supply strongly depends on the expansion of this subsector. Recent global patterns indicate a decline in catches from capture fisheries, making aquaculture the only sustainable option for increasing fish production to meet national protein requirements. Out of the more than 30,000 metric tonnes of freshwater and brackish-water fish harvested in 2000, catfish ranked second only to tilapia in abundance. According to Smith *et al*, (1998), the 88 metric tonnes of catfish produced in 1990 were entirely consumed domestically, highlighting the substantial unmet demand for increased production to satisfy both local and international markets.

Despite this potential, catfish farming in Nigeria faces several constraints. Prominent challenges include inadequate management skills, limited access to quality fingerlings, insufficient capital, high feed costs, poor data collection systems, inadequate consideration of environmental impacts, disease outbreaks, and issues related to product marketing (FAO, 1992). Many current catfish farmers lack the managerial competence needed for efficient production.

In recent years, species belonging to the family *Clariidae* have gained increasing attention across Africa, particularly in Nigeria. The species most commonly cultured include *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus* spp., and their hybrids. Their popularity stems from favourable traits such as rapid growth, high disease resistance, tolerance to high stocking densities, ability to breathe atmospheric oxygen, and efficient feed conversion.

Catfish can be reared effectively under monoculture or polyculture systems, with polyculture being especially suited to pond farming (Jublin *et al* 1998). However, the growing use of tank culture—where farmers rely exclusively on artificial feed—reduces the advantages of polyculture, since closely related species with identical feeding habits compete directly for the same feed resources. Many catfish farmers in Nigeria employ these systems without understanding which offers the best growth performance, often assuming that mixed-species or single-species systems have little influence on growth outcomes.

Studies on other fish groups, especially salmonids, show mixed results regarding the influence of culture systems. Mark (jobling *et al*, 1988), Adewole *et al*, 2008(2008), and Nordvedt and Holm (1991) observed superior growth in salmonids reared under duoculture compared to monoculture. Conversely, Jobling *et al*. (1998) found no significant growth advantage in salmon reared in duoculture. At present, there is still insufficient scientific evidence comparing the growth performance of various *Clariid* catfish species across different culture systems.

Nigeria possesses strong potential to expand aquaculture and significantly reduce its national fish production deficit. The country benefits from a favourable market environment, strong consumer demand for fish, and adequate national infrastructure. What is required is a more

proactive and strategic approach to applying existing knowledge while identifying additional ways to improve industry performance. To meet current consumption levels and ensure food

Security, the fisheries sector must prioritize the development of aquaculture—particularly through further research into effective catfish culture methods.

STUDY AREA

The experiment was performed at the Department of Biological Science hatchery Laboratory Ahmadu BELLO University Zaria in three replicates. Mating combination were of the order

Cl (♂) x Cl (♀)

Cl (♂) x Ht (♀)

Where

Cl= *Clarias gariepinus*

Ht= *Heterobranchus Longifilis*

Experimental design

Breeders of the catfish *Clarias gariepinus* and *Heterobranchus longifilis* was collected from the department of biological science fish pond Ahmadu Bello University Zaria. They were carefully examined and kept for 24 hours without food

Selection of breeders

Breeders were selected on the basis of their morphological characteristics. Male and female *Clarias gariepinus* and *Heterobranchus longifilis* were selected on the basis of their morphological characteristics. They exhibited soft swollen distended abdomen and a few eggs were seen with application of slight pressure. The male was selected based on their reddish pointed genital opening (Plate 1 and 2)

Tank preparation

The tank were washed and filled with clean water 2/3 of its volume and portable aerators fixed into each to aerate the water. Clean kakaban to serve as substrate for the eggs were spread in each each aquarium where fertilized eggs are spread and incubated through a flow through system

Induced breeding

The breeders were injected intraperitoneally with ovaprime (spawning hormone) at the dose of 0.5ml of fish per kg of fish and allowed for a latency period of 10hrs for *Clarias gariepinus* and *Heterobranchus longifilis* 15 hours and kept in a bowl and covered with a tray. Testes were collected by sacrificing the male two lobes of testes were removed and kept in petri dish (Plate 5, 6, 7 and 8)

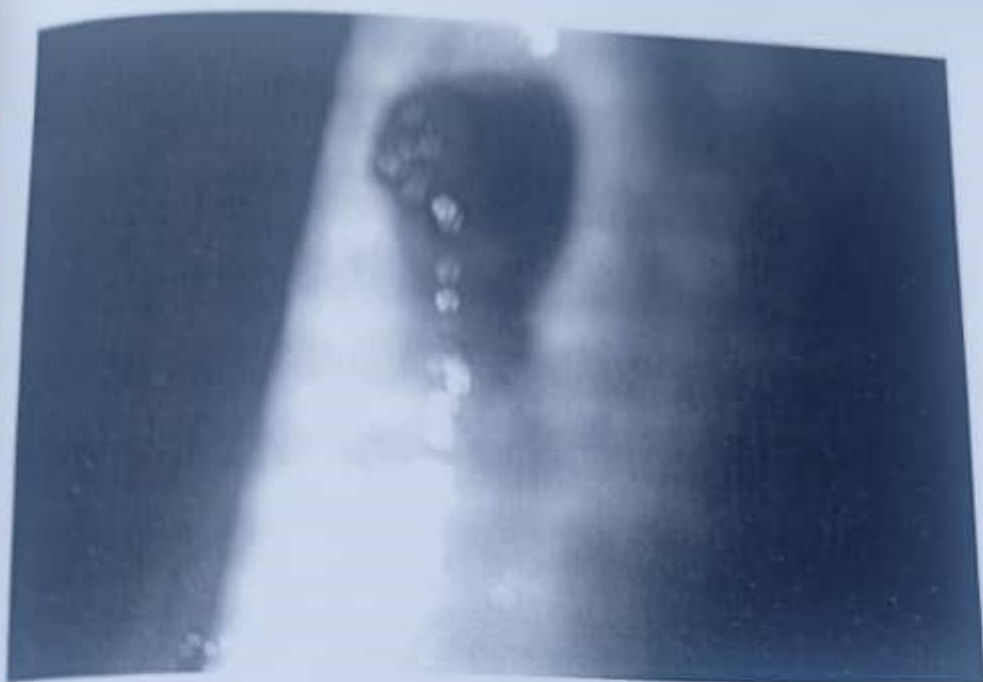


PLATE 1: Female *Clarias gariepinus* showing the genital opening



PLATE 2: Male *Clarias gariepinus* showing the oral papilla



PLATE 5: Egg collected from the female fish



PLATE 6: Male testes



PLATE 7: Testes removed from the male fish



PLATE 8: Milt obtained from the testes dissected with a razor



Plate 9: Fertilized egg ready to be incubated through a flow through system



Plate10: hatchlings after two weeks

Fertization

The testes were dissected with care using razor blade to release the milt(Plate 9 and 10)the partental and intergeneric crossing was carried out as follows:

Cl (♂) x Cl (♀)

Cl (♂) x Ht (♀)

Ht (♂) x Ht(♀)

Eggs of each cross were spread on kakaban and incubated through a flow through system(Plate 9 and 10) Percentage hatchability was calculated. The fry was fed with Artemia for the first nine days and zooplankton for a week. At the end of the fourteen day, the indoor rearing length and weight was measured random samples of 10 fries was collected for length and weight measurement. Mortality and the survival was recorded. One way analysis of variance was used for statistical analysis.

RESULTS

Table 4.1 cummulative growth performance of the various mating combination

Mating combination Survival0	No. of eggs used	% Fertilization	% Hatchability %
Cl (♂) x Cl (♀) 68.9 2	1200	82.9	83.33
Cl (♂) x Ht(♀) 55.00	1200	70.0	72.00
Ht (♂) x Ht(♀) 50.01	1200	65.0	68.5%

The result of the work clearly showed that the intra generic mating between *Clarias gariepinus* (♂) x *Clarias gariepinus* (♀), have the best hatchability, followed by the intergeneric mating between *Clarias gariepinus* (♂) x *Heterobranchus longifilis* (♀), and *Heterobranchus longifilis* (♂) x *Heterobranchus longifilis* (♀) gave the least hatchability. Hatchability was found to be optimum considering the hatchability records of all the crosses which range from 70-8. 82%. This agree with Ochokwu, & Onyia, (2016) who in a similar work compare the fertilization, hatching and survival rate in *Hollandis*, *Heterobranchus longifilis* and *Clarias gariepinus*. The highest survival rate was found in the intergeneric mating between *Clarias gariepinus* (♂) x *Clarias gariepinus* (♀) 68.2%, followed by *Clarias gariepinus* (♂) x *Heterobranchus longifilis* (♀), 55.0%, and lastly and *Heterobranchus longifilis* (♂) x *Heterobranchus longifilis* (♀) 50%.

Conclusion

From the study, *Clarias gariepinus* (♂) x *Clarias gariepinus* (♀) had the best fertilization, hatchability and survival. *Clarias gariepinus* (♂) x *Heterobranchus longifilis* (♀), *Heterobranchus longifilis* (♂) x *Heterobranchus longifilis* (♀) recorded average performance in terms of fertilization, hatchability and survival.

Recommendation

Government sponsored grant should be made available to the Universities for establishment of hatcheries and grow out ponds to enable supply of fingerlings to local communities

References

Ochokwu, I. J., & Onyia, L. U. (2016). Intra-specific hybridization between two strains of *Clarias gariepinus* from southwest and North Western Nigeria. *Nigerian Journal of Fisheries and Aquaculture*, 4(1), 34-41.

Jobling, M., Koskela, J., & Pirhonen, J. (1998). Feeding time, feed intake and growth of Baltic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*, reared in monoculture and duoculture at constant low temperature. *Aquaculture*, 163(1-2), 73-84.

Adewolu, M. A., Ogunsanmi, A. O., & Yunusa, A. (2008). Studies on growth performance and feed utilization of two Clariid catfish and their hybrid reared under different culture systems. *European Journal of Scientific Research*, 23(2), 252-260.

Kelly, A.M(2004) Channel Catfish brood fish magazine Southern region aquaculture centre SRAC fad sheet publication number 1802 ppl 1-7

References

Jobling, M., Koskela, J., & Pirhonen, J. (1998). Feeding time, feed intake and growth of Baltic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*, reared in monoculture and duoculture at constant low temperature. *Aquaculture*, 163(1-2), 73-84.

- Jobling, M., et al. (1998). *Comparative growth studies of salmon in monoculture and duoculture*.
- Tacon, A. J. (2003). Aquaculture production trends analysis. *Review of the state of world aquaculture. FAO fisheries circular*, 886(2), 5-29.
- Adewolu, M. A., Ogunsanmi, A. O., & Yunusa, A. (2008). Studies on growth performance and feed utilization of two Clariid catfish and their hybrid reared under different culture systems. *European Journal of Scientific Research*, 23(2), 252-260.
- Dunham, R. A., Smitherman, R. O., & Goodman, R. K. (1987). Comparison of mass selection, crossbreeding, and hybridization for improving growth of channel catfish. *The Progressive Fish-Culturist*, 49(4), 293-296.

SPATIAL AND TEMPORAL PATTERNS OF KIDNAPPING INCIDENTS ALONG THE ABUJA–KADUNA EXPRESSWAY, NIGERIA

Vandefan James

Nigerian Police Force, Force Headquarter, Abuja

Ode Onyeche Ann

Department of Geography and Environmental Studies, University of Abuja.

ABSTRACT

This study investigates the spatial and temporal distribution of kidnapping incidents along the Abuja–Kaduna expressway, Nigeria, from 2010 to 2021. Using primary and secondary data obtained from police records, field surveys, and GIS-based spatial analysis, the research identifies high-risk flashpoints and examines the temporal variations of kidnapping occurrences. Data were processed using ArcGIS 10.8 and SPSS 25.0 to perform spatial mapping, frequency distribution, and correlation analyses. Results revealed that kidnapping incidents have increased progressively within the decade, peaking between 2019 and 2021. Spatially, the most notorious flashpoints include Rijana, Katari, Jere, Maraban-Rido, and Goningora. Temporal analysis showed that most incidents occur between 6:00 p.m. and 10:00 p.m., mainly on Fridays and Sundays. The findings demonstrate that geography, road network design, and inadequate police patrol coverage significantly influence the crime pattern. The study concludes that integrated spatial intelligence and community-driven security frameworks are essential for effective policing and crime prevention.

Keywords: Kidnapping, Spatial Analysis, GIS, Crime Mapping, Abuja–Kaduna Road, Temporal Pattern

A SURVEY OF SOME HATCHERIES IN PUNJAB PAKISTAN

Abdullah Shah Hashmi

Department of Livestock and Poultry Production, Faculty of Veterinary Sciences, Bahauddin Zakariya University, Multan

Abdul Waheed

Department of Livestock and Poultry Production, Faculty of Veterinary Sciences, Bahauddin Zakariya University, Multan

ABSTRACT:

The aim of this study was to investigate some important aspects related to egg hatcheries. A preliminary survey of some hatcheries in Punjab province of Pakistan was conducted in order to underline important problem faced by hatchery operators. Major problems were related to transport, biosecurity, temperature control in open environment, fumigation, grading, vertical and horizontal transmission of pathogens, fumigation and automatic control of humidity and temperature in old hatcheries. Newer hatcheries however, have managed these problems effectively. Chick vaccination operations are well operated. It is suggested that olde equipment should be substituted with latest ones. Provision of better environment to hatchery workers would be an additional worth enhancing the efficiency of hatchery and quality of chicks. However, a more comprehensive study is suggested to comprehend all the problems to improve quality of hatchery operations.

Keywords: Hatchery, biosecurity, problems, hatchery operations

INFLUENCE OF PLANT SPACING AND NITROGEN FERTILIZER ON GROWTH, YIELD AND YIELD CONTRIBUTING CHARACTERS OF AUS RICE GROWN IN THE COASTAL REGION OF PATUAKHALI IN BANGLADESH

Samsunnahar Pranto

Department of Soil Science, Patuakhali Science and Technology University, Patuakhali 8602, Bangladesh

Mohammad Asadul Haque

Department of Soil Science, Patuakhali Science and Technology University, Patuakhali 8602, Bangladesh

Nuzhat Tabassum Muniza

Faculty of Agriculture, Patuakhali science and technology University, Patuakhali 8602, Bangladesh

Rafiya Ridah

Biotechnology and Genetic Engineering Discipline, Khula University, Khula 9000, Bangladesh

Saimon Islam

Faculty of Agriculture, Patuakhali science and technology University, Patuakhali 8602, Bangladesh

Md Mehedi Hasan

Faculty of Agriculture, Patuakhali science and technology University, Patuakhali 8602, Bangladesh

Md. Nahid Mahmud

College of Agricultural Sciences, IUBAT-International University of Business Agriculture and Technology, Dhaka 1230

ABSTRACT

Rice is a principal crop cultivated across the coast of Bangladesh where plant spacing and nitrogen (N) level have distinct impingement on the rice production. But the favorable spacing along with appropriate N rate for this tidal coastal ecosystem has not decided yet. The study was escorted at Dumki upazila of Patuakhali district, Bangladesh during transplanted (T) Aus rice season of 2023 to find out optimum plant spacing and N fertilizer rates for rice in coastal ecosystem. Two factors Randomized complete Block Design was implemented in the study with three replications. The number of treatments was 12 which comprised of divergent levels of spacing (i.e. 20 cm ×15 cm, 25 cm ×15 cm, 20 cm ×20 cm, 30 cm ×15 cm, 25 cm × 20 cm, and 30 cm ×30 cm) and two different dosages of N (i.e. N rate of 50.4 kg ha⁻¹ and 72 kg ha⁻¹ that are equivalent to 70% and 100% of the recommended dosage of N, respectively). The findings of the study manifested that, although the yield assigning parameters like plant height, tillers hill⁻¹, grains panicle⁻¹ etc. increased with the increase of spacing, grain yield (t ha⁻¹) was maximum (5.05 t ha⁻¹) at closer spacing (i.e. 20 × 15 cm) and 50.4 kg N ha⁻¹. At wider spacing, the number of tillers m⁻² was quiet less compared to closer spacing which basically results in low yield of rice crop. The 50.4 kg N ha⁻¹ combined with 20 cm×15 cm spacing was the best treatment for Aus rice in the tidal coastal region of Bangladesh.

PROCESSING AND ORGANOLEPTIC ASSESSMENT OF *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*-FERMENTED TIGER NUT (*CYPERUS ESCULENTUS*) WINE

Tope James, Ogidi

Newland Polytechnic, Ilorin, Kwara, Nigeria, Department of Science Laboratory Technology,

ORCID: 0009-0009-0925-262X

Blessing Mayowa, Sanni

Kwara State University, Department of Microbiology

ORCID: 0009-0000-6396-6548

ABSTRACT

The need for different, functional beverages has led to increased interest in the development of non-fruit-based wines using locally sourced and health enhancing substrates. This study explores the possibility of producing wine from tiger nut (*Cyperus esculentus*) through fermentation using *Saccharomyces cerevisiae*. Tiger nut (*Cyperus esculentus*) was selected for their carbohydrate and protein content. The tiger nuts were soaked, blended and filtered to extract the tiger nut milk. The extracted tiger nut milk was pasteurized. The pasteurized tiger milk was inoculated with the cultures of *S. cerevisiae*, and fermentation was carried out at 30°C for 14 days. Samples were taken periodically to evaluate pH, alcohol content, reducing sugar concentration, microbial viability, and sensory characteristics. The results showed that the fermentation of tiger nut milk produced a wine with moderate alcohol content (9.0%), the pH reduced from 7.5-3.8, yeast count reduced from 2.0×10^4 cfu/ml (day 1) to 1.0×10^2 cfu/ml (day 14), the sugar content reduced from 23.0 °Brix (day 1) to 1.0 °Brix (day 14). Sensory evaluation revealed that the wine was generally acceptable in terms of aroma, taste, and mouthfeel. The overall sensory evaluation acceptability was 7.0 on the scale of 10. This study showed that tiger nut when properly processed and fermented, can serve as a viable substrates for wine production. The study offers a novel approach to enhancing both the sensory and functional properties of non-conventional wines, particularly in Nigeria, where grapes are not readily cultivated.

Keywords: Beverages, reducing sugar, *Saccharomyces cerevisiae*, alcohol content.

INTRODUCTION

Tiger nut (*Cyperus esculentus*) is an underutilized and nonconventional crop of the family *Cyperaceae* which produces rhizomes from the base and tubers that are spherical. Tiger nut can be consumed as raw, roasted, dried, baked or made into a refreshing beverage (Agbaje, 2020). Tiger nut is used for making oil, soap, starch and flour. Tiger nut (Cyperus esculentus) milk could be regarded as imitation milk which is derived from tiger nut tubers and it is the most popular product from tiger nuts (Elom and Ming, 2022). Tiger nut milk is a non alcoholic drink that is rich in nutrients (Nwobosi, 2018). The tiger nuts milk contains high quality energy, protein, minerals and vitamins, that are suitable for children, grownups and sport men but it is highly underutilized (Nyarko, 2021). Tiger nut milk prevents heart problems and thrombosis as well as activating blood circulation; it also helps in the prevention and treatment of urinary tract and bacterial infection hence, helps in the reduction of the risk of colon cancer (Elom and ming, 2020; Adejuyitan, 2022).

Harvested fruits may undergo rapid deterioration if proper processing and storage facilities are not provided, especially in the humid tropics where the prevailing environmental conditions accelerate the process of decomposition. The use of *Saccharomyces cerevisiae* under anaerobic conditions is cheap and energy efficient means of preserving perishable raw tiger nut juices. Although there are several options for preserving fresh fruits, which may include drying, freezing, canning and pickling, many of these are inappropriate for use on small-scale in developing countries (Ross, 2022). Fermentation is a value addition to the food product.

Wine has long shelf life and it is seldom a medium for disease vectors. At high concentration, alcohol in wine has antipathogenic effect (Baidya, 2019). Alcohol and acid in the wine act as inhibitors to bacterial growth, allowing the wine some years of shelf life (Jackson, 2018). Natural wines may exhibit a broad range of alcohol content, from below 9% to above 16% (Jancis, 2020). Grapes have the advantage of being fermented by yeast to ethanol without the addition of sugars, acids, enzymes or other nutrients (Ogodo, 2022, Baidya, 2019).

The winemaking process typically begins with the crushing of fruits to release the must. The enzymes present in the must hydrolyse macromolecules into forms ready for use by yeasts. For instance, the action of pectic enzymes enables the release of cellular constituents in the must (Jackson, 2020).

In the absence of oxygen, yeasts act on the must to release the carboxylic carbon atom in the form of carbon dioxide and the remaining components become acetaldehyde which is

eventually converted, by reduction, to ethanol. At the same time, some amount of acetaldehyde, a small amount is converted, by oxidation, to acetic acid (Robinson, 2021). Traditional wine makers prefer to control fermentation with predictable cultured yeast like *Saccharomyces cerevisiae*. The use of different strains of yeasts contributes to the diversity of wine even with the same fruit (Robinson, 2021). The function of *Saccharomyces cerevisiae* stops either when all the sugar in must has been converted into other compounds or when the alcohol concentration is strong enough to halt its enzymatic activity.

Studies on fermentation shows that tropical fruits such as plantain, banana, cola, mango and pineapple use in the production of wines are of comparable quality to conventional grape wines have been on (Joshi, 2020; Byarugaba-Bazikare, 2021). The need of processing some locally made wine from tiger nuts juice is very important as preservation, waste management and economy diversification measure (Ribreau-Gayon, 2019).

Apart from varieties of fresh fruity flavors in fruit wine, each variety of fruit has its own unique blend of chemicals that fight diseases. It has been reported that when fruits ferment and the sugars are removed, some key chemicals, like anthocyanins, become more active (Reddy and Reddy, 2019) thereby improving the health benefits of the products.

This study aims to produce a novel, functional wine from tiger nuts using *Saccharomyces cerevisiae* and evaluate the wine physicochemical, sensory, and microbial characteristics.

MATERIALS AND METHOD

Raw Materials

The primary raw materials used for wine production in this study were tiger nuts; the tiger nuts were procured from a local market, thoroughly sorted, and stored in clean containers prior to use. Tiger nuts were selected based on physical integrity and absence of spoilage or insect infestation. Throughout the experimental process of dilution, sterilization, and cleaning; distilled water was used.

Microbial Cultures

Saccharomyces cerevisiae (Baker's yeast) was obtained from a local supplier and reactivated under controlled conditions before inoculation.

Preparation of Must

Tiger nuts were washed, the washed tiger nuts were blended into a slurry. The slurry was filtered using muslin cloth to remove coarse fiber. Sodium metabisulfite (0.1%) was added to the milk and allowed to stand for 24 hours to inhibit wild microorganisms.

Yeast Inoculation

S. cerevisiae was activated in warm sugar solution (10%) for 30 minutes before inoculation. 10% (v/v) of the active yeast culture was added to the must under aseptic conditions.

Fermentation Conditions

Fermentation was carried out in sterilized, air-tight fermentation vessels. All samples were incubated at 30°C for 14 days in a dark environment. Gas release valves were attached to allow CO₂ escape and prevent contamination. Samples were collected periodically for analysis.

Periodic Analysis of the Samples

The samples were analyzed for alcohol content, sugar content, pH and microbial load according to the method of Eze, (2021)

Sensory Evaluation

Bottled wine was stored in a cool, dark place for 2–4 weeks to allow. A panel of 10 semi-trained individuals evaluated the wine for aroma, taste, clarity, mouthfeel, and overall acceptability using a 10-point hedonic scale. Results were statistically analyzed to determine the acceptability.

RESULTS AND DISCUSSION

Results

The pH of all wine samples exhibited a decreasing trend during the fermentation process. The pH dropped from 6.5 (Day 1), the pH reduced, the pH remains steady on day 13 and 14 (3.0) of the fermentations

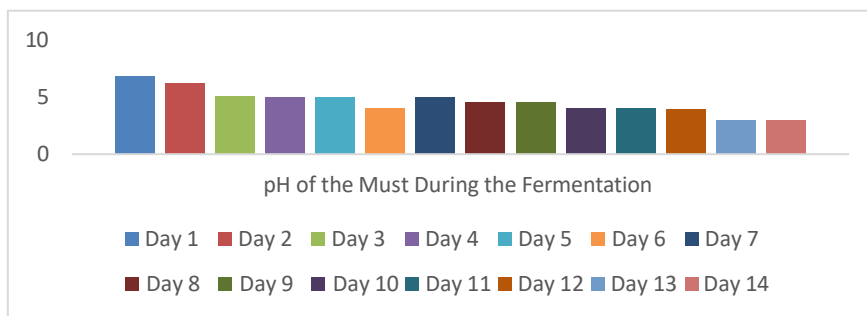


Figure 1: pH of the Must During the Fermentation

The sugar content reduced from 23.0 °Brix (day 1) to 1.0 °Brix (day 14), the sugar content declined gradually and remain stable by day 13 (1.0 °Brix) and day 14 day (1.0 °Brix)

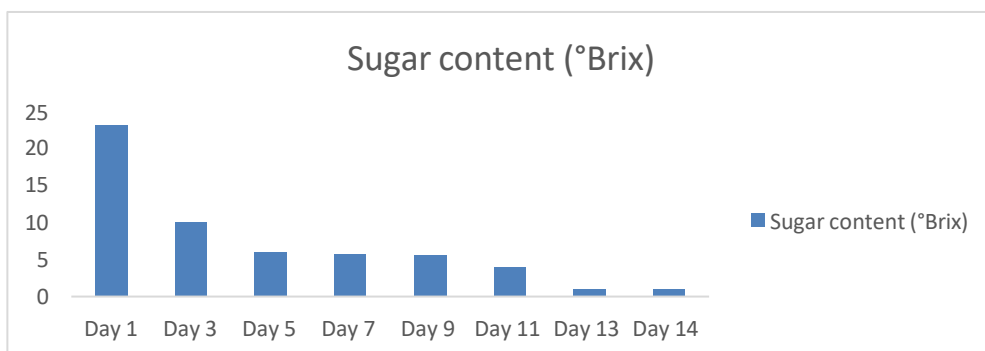


Figure 2: Sugar Content of the Must During the Fermentation

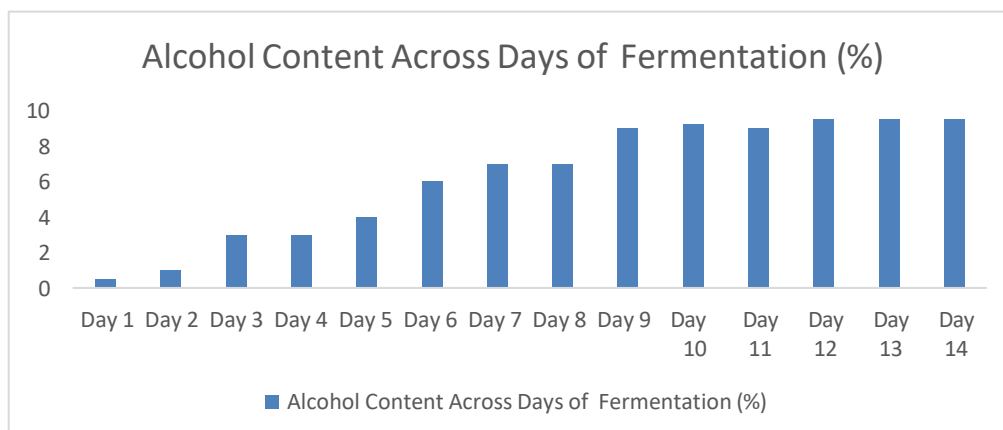


Figure 3: Alcohol Content Across Days of Fermentation

The results showed that the alcohol content during the fermentation of maize and beans yielded a wine with moderate alcohol content (9.0%). The alcohol content increased on day 12 (9.0%) and it remains steady till 14th day (9.0%)

Table 1: Yeast Count During the Period of the Fermentation

DAY	CFU/ML
1	2.0×10^4
5	2.5×10^3
9	1.8×10^3
14	1.0×10^2

The yeast count reduced from 2.0×10^4 cfu/ml (day 1) to 1.0×10^2 cfu/ml (day 14), the yeast count reduced drastically at day 14 (1.0×10^2 cfu/ml)

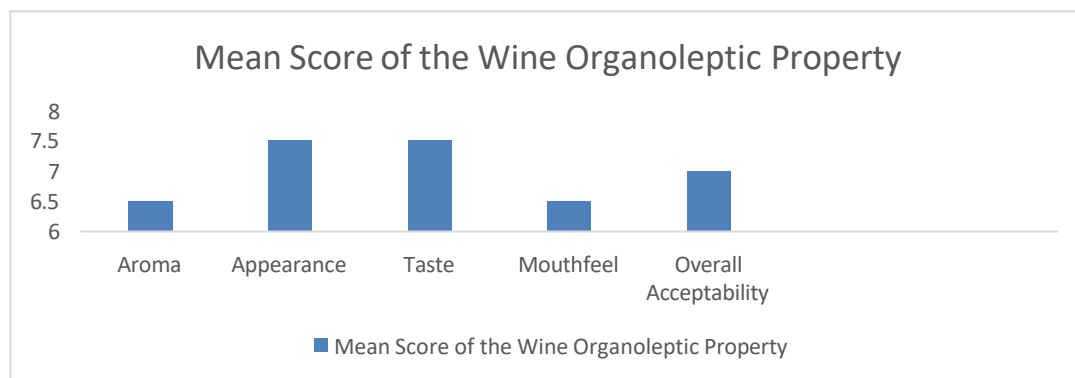


Figure 4: Mean Score of the Wine Organoleptic Properties

The organoleptic property was on the average of ten, the least mean score was appearance (7.5), the mouthfeel was (6.5) and overall acceptability (7.0)

DISCUSSION

It has been established from research findings that the ease of wine production and the variety in quality of wine depend much on the phytochemicals inherent in the must, the performance of yeast used in the fermentation and the process adopted (Owuama, 2020). The same yeast strains behave differently in different must because there is the need for yeast strains to adapt to different environments, such as sugar composition and concentration of acetic acid (Adebayo, 2019). The fluctuations in temperature of the wine sample, observed during the period of fermentation, could be as a result of biochemical changes occurring during the metabolism of the substrates by the fermenting organism (Eze, 2021). The fluctuation was a function of the alcohol content and the acidity of the wine which influenced the activity of the yeast as well as the heat generated in the process (Nwosu, 2020). There was also decrease in the sugar content of the must during primary fermentation (Okoro, 2022). The continuous decrease is attributed to the uptake of sugar by the yeast which leads to the formation of the less dense alcohol and carbon (iv) oxide (Akinyele, 2021). In the case of change in the pH during primary fermentation. This could be ascribed to increase in the production of organic acids as the fermentation progressed (Uche, 2020). Similar observations have been reported for sweet potato wine (Ibrahim, 2019). Apart from being inhibitory to spoilage organisms, low pH also gives fermenting yeasts a competitive advantage in natural environment (Adeyemo, 2021). It therefore indicates that tiger nut wine has a shelf life (Oguntoye, 2022). The high sugar content and low level of acidity have been reported as the major reason associated fermentation of tiger nut juice (Ezeagu, 2020). The total sugar content of tiger nut wine decreased in the course of fermentation (Nwachukwu, 2021). Upon completion of fermentation, the wine recorded reduced sugar content. Conversion of sugar to alcohol is the major activity during wine making (Adeyemi, 2022). In this investigation, the wine sample recorded an appreciable concentration of alcohol which point to the fact that the tiger nut juice is a suitable substrate, It is not surprising since documented evidence has shown that tiger nut has a high concentration of fermentable sugar and the yeast (*S. cerevisiae*) is a known high performance species (Okafor, 2021). High alcohol content has been reported as a factor of good quality wine since alcohols are important precursors for the formation of esters and other carbonyl compounds necessary in wine making (Umar, 2020). This implies that the concentration of ethanol affects the whole characteristic quality and flavour of the finished product (Adebayo, 2020). Tiger nut wine investigated was observed to have cream colour. The olfactory characteristics of the wine show that tiger nut wine emits high level of pleasant aroma. This could be attributed to the high alcohol content which serves as a starter for esters

and other carbonyl compounds (Eze, 2021). These attributes compared favourably with the reports for tropical fruit wines (Nwosu, 2020). The samples had high ratings for taste, appearance, and overall acceptability (Okoro, 2022).

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

This study successfully demonstrated the production of wine from tiger nut (*Cyperus esculentus*) juice using *Saccharomyces cerevisiae* as the fermenting organism. The fermentation process lasted seven days, during which organoleptic, microbial, and physicochemical changes were observed. The wine produced had a pleasant aroma, acceptable alcohol content (approximately 9.5% v/v), and stable pH, making it suitable for consumption.

The drop in pH and increase in alcohol content are indicative of successful fermentation. These findings confirm that tiger nut, which is readily available and rich in nutrients, can serve as a good substrate for wine production, especially in resource-limited communities.

THANKS AND INFORMATION NOTES

The author appreciate the team of Staff and Students at Newland Polytechnic Science Laboratory Technology Department for their support during the period of the research.

REFERENCES

- Adebayo, O. (2019). Yeast strain adaptation to different environments. *African Journal of Biotechnology*, 18(1), 1-10.
- Adebayo, O. (2020). Effects of ethanol concentration on wine quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(1), 1-10.
- Adejuyitan, J. A. (2022). Tiger nut milk: A review of its nutritional and medicinal properties. *Journal of Food Science and Technology*, 59(2), 234-243.
- Adeyemi, O. (2022). Conversion of sugar to alcohol during wine making. *Journal of Food Science*, 87(1), 1-10.
- Adeyemo, O. (2021). Competitive advantage of fermenting yeasts in natural environment. *Journal of Applied Microbiology*, 130(1), 1-10.
- Agbaje, R. B. (2020). Nutritional and medicinal properties of tiger nut (*Cyperus esculentus*). *Journal of Food Science and Nutrition*, 8(1), 1-10.
- Akinyele, O. (2021). Decrease in specific gravity of must during primary fermentation. *Journal of Food Engineering*, 294, 1-10.
- Baidya, D. (2019). Antipathogenic effect of wine. *Journal of Food Science and Technology*, 56(1), 12-20.
- Byarugaba-Bazikare, W. (2021). Fermentation of tropical fruits for wine production. *Journal of Food Science and Technology*, 58(1), 123-134.
- Elom, M. O., and Ming, Z. (2020). Nutritional and medicinal properties of tiger nut milk. *Journal of Food Science and Technology*, 57(1), 34-43.
- Elom, M. O., and Ming, Z. (2022). Tiger nut milk: A review of its production and nutritional properties. *Journal of Food Science and Nutrition*, 10(1), 1-12.
- Eze, C. (2021). Biochemical changes during fermentation of tiger nut wine. *Journal of Food Biochemistry*, 45(1), 1-10.
- Ezeagu, I. (2020). Fermentation of tiger nut juice. *Journal of Food Science and Nutrition*, 6(1), 1-8.
- Ibrahim, O. (2019). Sweet potato wine production and quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(1), 1-10.
- Jackson, R. S. (2018). Wine science: Principles and applications. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 1-12.
- Jackson, R. S. (2020). Wine tasting: A professional guide. *Journal of Food Science and Technology*, 57(1), 11-20.
- Jancis, R. (2020). Wine: A beginner's guide. *Journal of Food Science and Technology*, 57(1), 1-10.
- Joshi, V. K. (2020). Fermentation of tropical fruits for wine production. *Journal of Food Science and Technology*, 57(1), 21-30.
- Nwachukwu, I. (2021). Sugar content of tiger nut wine during fermentation. *Journal of Food Science*, 86(1), 1-10.

- Nwobosi, P. U. (2018). Nutritional and medicinal properties of tiger nut milk. *Journal of Food Science and Nutrition*, 6(1), 1-8.
- Nwosu, V. (2020). Fluctuations in temperature during fermentation of tiger nut wine. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(1), 1-10.
- Nyarko, D. (2021). Tiger nut milk: A review of its production and nutritional properties. *Journal of Food Science and Technology*, 58(1), 135-144.
- Ogodo, A. C. (2022). Wine production from tiger nut juice. *Journal of Food Science and Technology*, 59(2), 244-253.
- Oguntoye, O. (2022). Shelf life of tiger nut wine. *Journal of Food Science and Nutrition*, 8(1), 1-8.
- Okafor, N. (2021). High performance yeast species for wine production. *Journal of Applied Microbiology*, 131(1), 1-10.
- Okoro, C. (2022). Decrease in specific gravity of must during primary fermentation. *Journal of Food Engineering*, 295, 1-10.
- Owuama, C. (2020). Phytochemicals inherent in must and wine quality. *Journal of Food Science and Nutrition*, 6(1), 1-10.
- Reddy, L. V., and Reddy, O. V. S. (2019). Anthocyanins in fruit wine. *Journal of Food Science and Technology*, 56(1), 21-30.
- Ribreau-Gayon, P. (2019). Handbook of enology: The microbiology of wine and vinifications. *Journal of Food Science and Technology*, 56(1), 1-10.
- Robinson, J. (2021). The Oxford companion to wine. *Journal of Food Science and Technology*, 58(1), 1-12.
- Ross, C. (2022). Food preservation techniques. *Journal of Food Science and Technology*, 59(1), 1-10.
- Uche, E. (2020). Change in pH during primary fermentation of tiger nut wine. *Journal of Food Science*, 85(1), 1-10.
- Umar, K. (2020). Effects of ethanol concentration on wine quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(1), 1-10.

EFFEICACY OF PROBIOTIC ON GROWTH AND HEMATOLOGICAL ANAYSIS OF *Oreochromis niloticus* FINGERLINGS

Danish Riaz*

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,
54770 Pakistan

Sahar Nazir*

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,
54770 Pakistan

Muhammad Nosheed

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,
54770 Pakistan

Syed Makhdoom Hussain

Fish Nutrition Lab. Department of Zoology, Government College University Faisalabad 38000,
Pakistan

Fayyaz Rasool

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,
54770 Pakistan

Muhammad Shahid

Fish Nutrition Lab. Department of Zoology, Government College University Faisalabad 38000,
Pakistan

Awais Maqsood

Department of Bioinformatics and Biotechnology, Government College University Faisalabad
38000, Pakistan

Ibrahim Tariq

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,
54770 Pakistan

ABSTRACT

This experiment was formulated to assess the efficiency of probiotics on growth and hematological parameters of *Oreochromis niloticus* that was fed on test diet containing oil seeds by products. The growth performance and hematological parameters was assessed by

dividing each experimental diet into seven test diet which were supplemented with different levels of probiotics (0 , 9×10^8 , 1.2×10^9 , 1.3×10^9 , 1.5×10^9 , 1.7×10^9 CFU) in fingerlings feed. The outcomes of the experimental work exposed that highest growth performance and most optimum hematological indices of *Oreochromis niloticus* fingerlings were found at 1.2×10^9 CFU and 1.5×10^9 CFU of probiotics respectively supplemented SFM based test diets. probiotics supplementation reduces the release of nutrients and minerals by excreta which leads to the positive effects on growth parameters of fingerlings. It was also noted that supplementation of probiotics at 1.2×10^9 CFU and 1.5×10^9 CFU were beneficial to manufactured eco friendly and economical fish diets which was formulated by using oil seeds meal based test diets. Experiment revealed that supplementation of probiotics at 1.2×10^9 CFU and 1.5×10^9 CFU is essential for maximum growth and hematology of *Oreochromis niloticus* fingerlings in SFM meal based diet.

Keywords: SFM, Growth, Hematology, Probiotics, *Oreochromis niloticus*

**PHYLOGENITIC ANALYSIS OF BACTERIAL INFECTION CAUSING AGENTS
IN *Oreochromis niloticus***

Danish Riaz*

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,
54770 Pakistan

Ibrahim Tariq*

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore,
54770 Pakistan

Muhammad Salman

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education,
Lahore, 54770 Pakistan

Rabia Yaqoob

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education,
Lahore, 54770 Pakistan

Muhammad Yousif

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education,
Lahore, 54770 Pakistan

Muhammad Shahid

Fish Nutrition Lab. Department of Zoology, Government College University Faisalabad 38000,
Pakistan

Awais Maqsood

Department of Bioinformatics and Biotechnology, Government College University Faisalabad
38000, Pakistan.

Ijaz Ahmad

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education,
Lahore, 54770 Pakistan

Abu Hurraira Kazmi

Department of Zoology, Division of Science and Technology, University of Education,
Lahore, 54770 Pakistan

Awais Maqsood

Department of Bioinformatics and Biotechnology, Government College University Faisalabad
38000, Pakistan

ABSTRACT

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is a worldwide momentous aquaculture species rapidly gaining status as a farmed service. Fish is a chief source of food and income universally. Despite the worldwide increase in fish production, a decline has been observed in several cases. Bacterial pathogens are a great threat to fish production worldwide due to the high economic importance of diseases they cause. A number of bacterial pathogens have been reported to cause fish diseases worldwide. The major bacterial species that were found to be disease causing were *Aeromonas hydrophila*, *Enterobacter cloacae*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Morganella morganii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Lysinibacillus*, *Helicobacter pylori*, *Bacillus cereus*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Bacillus paramycoides* and *Stenotrophomonas*. The phylogenetic analysis of these bacterial species was done to find the relationship among the infecting species and major goal was to identify the occurrence of bacterial species on the basis of their phylogeny and ancestors. To conduct our study we used the MEGA 11 Software that followed the Neighbor Joining tree construction method using with 100 Bootstrap value. The research concluded that *Stenotrophomonas maltophilia* and *Pseudomonas aeruginosa* shared the same clade and quite possible that both species could be involved in causing diseases at the same time. While *Salmonella enterica* and *Aeromonas hydrophila* were totally different from the other 12 species so their chance of occurrence in Tilapia Fish (*Oreochromis niloticus*) with the other 12 species was very low. All the 14 species were found infectious for Tilapia Fish (*Oreochromis niloticus*) but their occurrence with one another is highly dependent on their phylogeny.

Key words: Oreochromis niloticus, bacterial pathogens, phylogenetic analysis

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *Musa acuminata* PEEL EXTRACT
AGAINST THE PATHOGENS ISOLATED FROM THE SPOILED
CAKE SAMPLE**

Andrewslin jani

Assistant Professor, Department of Microbiology, Malankara Catholic College, Mariagiri,
Kanyakumari District, India-629153

Shamna begam

UG Students, Department of Microbiology, Malankara Catholic College, Mariagiri,
Kanyakumari District, India-629153

Nijjeshma

UG Students, Department of Microbiology, Malankara Catholic College, Mariagiri,
Kanyakumari District, India-629153

ABSTRACT

This study investigates the antibacterial activity of *Musa acuminata* peel extracts against bacteria isolated from spoiled cupcakes, with the aim of assessing their potential as natural preservatives. Pathogenic isolates were identified through standard microscopic and biochemical methods. Peel extracts prepared using ethanol, methanol, and acetone were evaluated for antibacterial activity using the agar well-diffusion assay. Phytochemical screening and GC–MS analysis were conducted to determine the bioactive constituents. The ethanolic extract demonstrated the highest antibacterial activity, particularly against *Pseudomonas*, *E. coli*, and *Vibrio cholerae*. These findings suggest that *M. acuminata* peel extract, especially in its ethanolic form, may serve as an effective and eco-friendly bio-preservative for extending the shelf life of bakery products.

**ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF COMMERCIALY PRODUCED CITRONELLA OIL:
AN *IN VITRO* AND *IN SILICO* INVESTIGATION**

Md. Zakariya Alam Bappi

Department of Biotechnology and Genetic Engineering, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh
Laboratory of Medical and Environmental Biotechnology, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh

Apon Chandra Paul

Department of Biotechnology and Genetic Engineering, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh
Laboratory of Medical and Environmental Biotechnology, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh

Shohan Ali

Laboratory of Medical and Environmental Biotechnology, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh
Department of Applied Chemistry and Chemical Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Islamic University, Kushtia-7003, Bangladesh

Md. Minhajul Abedin

Department of Biotechnology and Genetic Engineering, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh
Laboratory of Medical and Environmental Biotechnology, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh

Borshon Karmoker Pranto

Department of Biotechnology and Genetic Engineering, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh
Laboratory of Medical and Environmental Biotechnology, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh

Md. Shahriar Mahmud

Department of Biotechnology and Genetic Engineering, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh
Laboratory of Medical and Environmental Biotechnology, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh

Professor Dr. Mohammad Abu Hena Mostofa Jamal

Department of Biotechnology and Genetic Engineering, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh
Laboratory of Medical and Environmental Biotechnology, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh

Professor Dr. Nilufa Akhter Banu

Department of Biotechnology and Genetic Engineering, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh
Laboratory of Medical and Environmental Biotechnology, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh

Professor Dr. Md. Rezuanul Islam

Department of Biotechnology and Genetic Engineering, Faculty of Biological Sciences, Islamic University, Kushtia 7003 Bangladesh

Antimicrobial resistance poses a significant global health threat in the 21st century. The COVID-19 pandemic, caused by SARS-CoV-2, has further emphasized the need for novel and effective alternative therapeutics, especially from natural sources. Despite the known bioactivity of citronella oil, its potential as a broad-spectrum antimicrobial and antiviral agent remains underexplored. This study aimed to evaluate the antibacterial, antifungal, and antiviral potential of commercially produced citronella oil using *in vitro* and *in silico* approaches. The chemical constituents of citronella oil were identified using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Antibacterial activity was assessed using the disk diffusion method, while antifungal efficacy was evaluated via the poison plate method. *In silico* techniques, including molecular docking, ADMET profiling, density functional theory, molecular dynamics simulation, principal component analysis, and dynamic cross-correlation mapping, were used to predict antiviral activity against the SARS-CoV-2 main protease (M^{pro}). GC-MS identified 30 compounds in citronella oil. Antibacterial assays demonstrated notable inhibition against *Bacillus cereus* (32 µL/mL), *Staphylococcus aureus* (128 µL/mL), *Escherichia coli* (8 µL/mL), and *Klebsiella pneumoniae* (32 µL/mL). The oil achieved 100% mycelial growth inhibition of *Fusarium oxysporum* at 70 µL/mL. Molecular docking identified three compounds- CID-91697, CID-5367548, and CID-609268- with higher binding affinities than the reference drug shikonin. Computational analyses highlighted CID-91697 as the most promising candidate for SARS-CoV-2 M^{pro} inhibition. This study presents the first report on the therapeutic potential of commercially produced citronella oil from Bangladesh as a dual-purpose antimicrobial and antiviral agent. The antifungal potential of citronella oil surpassed its antibacterial efficacy against the tested strains, and CID-91697 is recommended as a promising lead compound against SARS-CoV-2 according to the outcomes of *in silico* studies. These findings support further experimental and clinical validation of citronella oil as a sustainable, natural alternative for combating infectious diseases.

Keywords: Citronella oil, Antibacterial activity, Antifungal activity, SARS-CoV-2 main protease, Molecular dynamics simulation, PCA, DCCM

COMPARATIVE STUDY OF FRUIT DEVELOPMENT OF FIG TREES (*Ficus carica* L.) PROPAGATED BY CUTTINGS AND *IN VITRO* TISSUE CULTURE

Chokri Bayoudh

Research Laboratory “Production and Protection for a Sustainable Horticulture” (LR21AGR03), Regional Research Centre on Horticulture and Organic Agriculture (CRRHAB), B.P. 57, 4042 Chott-Mariem, IRESA-University of Sousse, Tunisia,

Faten Zaouay

Research Laboratory “Agrobiodiversity and Ecotoxicology” (LR21AGR02), Higher Agronomic Institute (ISA), 4042 Chott-Mariem, IRESA-University of Sousse, Tunisia.

Afifa Majdoub

Regional Research Centre on Horticulture and Organic Agriculture (CRRHAB), B.P. 57, 4042 Chott-Mariem, IRESA-University of Sousse, Tunisia.

Messaoud Mars

Research Laboratory “Agrobiodiversity and Ecotoxicology” (LR21AGR02), Higher Agronomic Institute (ISA), 4042 Chott-Mariem, IRESA-University of Sousse, Tunisia.

ABSTRACT

Fig trees of Soltani (SNI), Zidi (ZDI) and Bither abiadh (BA) varieties, propagated from hardwood cuttings and *in vitro* tissue culture, were transplanted to an experimental orchard at the Regional Research Centre on Horticulture and Organic Agriculture research station in Chott-Mariem city to study the development and the evolution of the fruits during their first fruiting. This comparative study is mainly related to the evolution of: the fruit number, fruit fresh weight, and fruit diameter and length. For all studied varieties, globally, the fruiting parameters of fig trees propagated via the two ways (*in vitro* and cuttings) showed clear variations, with a superiority over the fruits issued from trees propagated by cuttings. Indeed, during this first fruiting, the average number of fruits issued from *in vitro* culture trees was 10.93, while that of those propagated from cuttings was 9.43. The average fresh weight of the fruits from cutting propagated trees was 24.08 g, while that of *in vitro* culture propagated trees was only 18.36 g. The heaviest fruits were those of SNI variety issued from hardwood cuttings, with an average fresh weight of 28.65 g. Similarly, the fruits induced from cuttings presented the largest diameter, averaging 36.2 mm. The diameter of the fruits induced from vitroplants was slightly smaller, with 32.74 mm. The fruit lengths of the trees propagated by the two methods were nearly identical, at 40.39 mm and 39.64 mm for trees issued from cuttings and *in vitro* culture, respectively. This work provides preliminary insights to the fruiting capacity of fig trees issued from *in vitro* culture, as well as their fig production and yielding capacities.

Keywords: *Ficus carica*, fig fruits, vitroplants, cuttings, fruit parameters.

ROOTSTOCK–SCION EFFECTS ON THE QUALITY AND BIOACTIVE COMPOSITION OF TRADITIONAL APPLE VINEGAR

Hassane Boudad

Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, P.O. Box 415, Rabat 10090, Morocco

Laboratory of Agro-industrial and Medical Biotechnologies, Faculty of Sciences and Techniques, University of Sultan Moulay Slimane, BP 523, Beni Mellal, Morocco

Abdelmajid Haddioui

Laboratory of Agro-industrial and Medical Biotechnologies, Faculty of Sciences and Techniques, University of Sultan Moulay Slimane, BP 523, Beni Mellal, Morocco

El Fazazi Kaoutar

Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, P.O. Box 415, Rabat 10090, Morocco

Mentag Rachid

Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, P.O. Box 415, Rabat 10090, Morocco

Laila ouardi

Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, P.O. Box 415, Rabat 10090, Morocco

Laboratory of Agro-industrial and Medical Biotechnologies, Faculty of Sciences and Techniques, University of Sultan Moulay Slimane, BP 523, Beni Mellal, Morocco

Jamal Charafi*

Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr, P.O. Box 415, Rabat 10090, Morocco

ABSTRACT

Apple vinegar is a fermented product valued for its nutritional and therapeutic potential, largely attributed to its high content of organic acids, phenolic compounds, and trace minerals. Because the rootstock–scion relationship influences the biochemical makeup of apple fruits, it can also shape the overall quality of the vinegar produced. This study examines six rootstock–scion combinations to determine their effects on the physicochemical properties, colorimetric traits, bioactive compound profiles, and mineral composition of traditionally crafted apple vinegar.

The evaluated parameters included pH, electrical conductivity, total soluble solids, titratable acidity, color indices (L^* , a^* , b^* , chroma), biochemical analysed. Significant differences among samples were confirmed for most variables ($p < 0.001$). Vinegars produced from V-M9 and V-M106 combinations demonstrated the strongest antioxidant potential, characterized by higher dry matter, polyphenol concentration, and radical-scavenging capacity. In contrast, the V-PI80 vinegar showed the highest mineral enrichment, particularly in iron and selenium, suggesting enhanced nutritional functionality.

Keywords : Apple vinegar; Rootstock–scion interaction; Physicochemical properties; biochemical composition; Traditional fermentation.

ASSESSMENT OF GROUNDWATER WITHDRAWALS FOR IRRIGATED AGRICULTURE IN THE GHARB COASTAL PLAIN, MOROCCO

Amina LAGHZAoui

Laboratory of Electronic Systems, Information Processing, Mechanical and Energy, Ibn Tofail University, B.P. 133, 14000 Kénitra, Morocco

B. Asmae BARBOUCHI

Laboratory of Electronic Systems, Information Processing, Mechanical and Energy, Ibn Tofail University, B.P. 133, 14000 Kénitra, Morocco

C. Salma ABROURI

Laboratory of Geosciences, Faculty of Sciences,
Ibn Tofail University, Kénitra, Morocco.

D. Mohammed IGOUZAL

Laboratory of Electronic Systems, Information Processing, Mechanical and Energy, Ibn Tofail University, B.P. 133, 14000 Kénitra, Morocco

ABSTRACT:

In Mediterranean semi-arid zones, groundwater is coming under growing pressure as irrigated farming expands, while household use adds an additional, though smaller, burden. This rising demand has resulted in marked drops in water-table levels, making access to groundwater increasingly difficult for farmers and raising concerns among management authorities about the resource's long-term stability.

Developing effective groundwater management plans is often hindered by the limited availability of dependable data on how much water individual users extract across large areas. Anticipating how these withdrawals might evolve is even more challenging. This study addresses part of this issue by examining groundwater use for irrigation in the Gharb coastal plain (Morocco). It outlines the main water resources supporting irrigation in the area and evaluates private pumping from the coastal aquifer, highlighting the need for more sustainable management practices.

The work also explores the various elements that influence farmers' irrigation behaviour. A flexible, user-centred approach was adopted to estimate groundwater abstraction. The findings suggest that widely reported numbers of wells may not accurately reflect the actual situation and should be considered with care.

Keywords: Groundwater withdrawals, irrigation practices, Gharb coastal plain, crop water needs, sustainable aquifer management

BIOCONTROL POTENTIAL OF STRAIN HPV-A1: ANTIOXIDANT CAPACITY AND BROAD-SPECTRUM ANTIMICROBIAL ACTIVITY

Milena Petrova

New Bulgarian University, Department of Natural Sciences, Sofia, Bulgaria.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-3941-9081>

Yordan Hodzhev

New Bulgarian University, Department of Natural Sciences, Sofia, Bulgaria.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7770-3316>

Yoana Kizheva

Sofia University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Biology, Department of General and Industrial Microbiology, Sofia, Bulgaria.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1140-4671>

Nadejda Panova

Sofia University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Biology, Department of General and Industrial Microbiology, Sofia, Bulgaria.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9440-6575>

Katya Stefanova

AgroBioInstitut, Sofia, Bulgaria.

Blagoy Uzunov

Sofia University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Biology, Department Botany, Sofia, Bulgaria.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2285-8935>

Philip Petrov

Sofia University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Mathematics and Informatics, Sofia, Bulgaria.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4902-6220>

Petya Hristova

Sofia University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Biology, Department of General and Industrial Microbiology, Sofia, Bulgaria.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9858-3301>

ABSTRACT

Antimicrobial resistance transmitted through food is a global challenge requiring new natural solutions. This study investigates strain HPVA1, isolated from the environment and cultivated under laboratory conditions, to evaluate its potential as a source of biologically active compounds.

Biochemical analysis of the biomass revealed high protein content (51.5% DW) and carbohydrates (31.0% DW), along with significant levels of phenols and flavonoids in the alcoholic extract. These compounds correlated with strong total antioxidant activity, reaching 362.1 mg g⁻¹ DW.

From the biomass and culture medium, aqueous (high and low temperature) and alcoholic extracts, as well as exopolysaccharides, were obtained. Antimicrobial activity was assessed using disk diffusion assay, MIC and MBC tests, with inhibition zones measured by specialized software.

Results demonstrated that HPVA1 inhibited the growth of a broad spectrum of human pathogens (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*) and phytopathogens (*Xanthomonas* spp., *Pseudomonas syringae*). The strongest activity was observed against Gram-negative phytopathogenic bacteria, while alcoholic extracts showed weaker effects.

In conclusion, strain HPVA1 possesses significant potential as a natural source of antioxidant and antimicrobial agents, opening perspectives for the development of biocontrol products and alternatives to synthetic antibiotics in food safety, agriculture, and biotechnology.

Keywords: algae, biocontrol, phytopathogenic bacteria, antimicrobial activity, antioxidant activity

DIEL VARIATIONS IN ICHTHYOLOGICAL ASSEMBLAGES USING FUNCTIONAL GUILDS ON MESSIDA BEACH, EL KALA, IN NORTHEASTERN ALGERIA

Sofiane BOUBEKEUR

Badji Mokhtar University, P.O. Box 12, El Hadjar – Annaba 23000- Algeria
Laboratory of Agriculture and Ecosystem Functioning, Chadli Bendjedid University, P.O.
Box 73, Tarf, Algeria

Raouf ZAIDI

Laboratory of Agriculture and Ecosystem Functioning, Chadli Bendjedid University, P.O.
Box 73, El Tarf,
Algeria

Mohamed, Meriem DJEKOUN

Laboratory of Agriculture and Ecosystem Functioning, Chadli Bendjedid University, P.O.
Box 73, El Tarf, Algeria
Laboratory of Cellular Toxicology, Badji Mokhtar University, P.O. Box 12, El Hadjar –
Annaba, Algeria

ABSTRACT

Shallow coastal ecosystems are essential habitats for many marine species. However, they are highly exposed to urban anthropogenic pressures, which affect the organisms that inhabit them. The diel (day-night) variations in the ichthyofaunal assemblage of the shallow mixed coastal waters (< 3 m) in the El Kala region were studied over an annual cycle (March 2020 – February 2021). Using a beach seine net, a total of 24 diurnal and nocturnal fishing sessions were carried out along Messida Beach, located in extreme northeastern Algeria. Various ecological indices were calculated to better understand the organization of the coastal fish community.

A total of 38 species, belonging to 17 different families, were identified, with an overall abundance of 2,917 individuals. Overall, the families Sparidae, Atherinidae, and Mugilidae were the most dominant both during the day and at night. From a functional perspective, Invertivores (12 species) were the most represented, followed by Piscivores (9 species), Detritivores (5 species), Planktivores (5 species), Omnivores (4 species), Herbivores (2 species), and Carnivores (1 species).

The ichthyological assemblage exhibited significant diel differences. The variance analysis of the main ecological indicators revealed differences in the distribution of functional guilds ($P < 0.05^*$) between daytime and nighttime periods. Diversity (H'), species richness (S), and evenness (J) indices were higher during the day ($H' = 3.12$, $S = 37$, $J = 0.8$) than at night ($H' = 2.32$, $S = 20$, $J = 0.2$). Total abundance was also considerably higher during daytime sampling.

Keywords: Fish assemblage, Diel variation, Mediterranean, Algeria, El Kala

**IMPACT OF NFSA-2013 ON FOOD SECURITY AND SOCIAL WELFARE
ACCESS IN RURAL INDIA: AN EMPIRICAL ASSESSMENT OF TARGETING,
DELIVERY AND ENTITLEMENT REALISATION**

Mr. Abhishek Kumar Verma

Research Scholar, Department of Law, School of Legal Studies, Central University of Punjab,
Bathinda, India.

Postal Address: Department of Law, School of Legal Studies, Central University of Punjab,
Bathinda, India - 151401

Mr. Jaswant Singh Rajput

Research Scholar, Department of South and Central Asian Studies, School of International
Studies, Central University of Punjab, Bathinda, India.

Postal Address: Department of South and Central Asian Studies, School of International
Studies, Central University of Punjab, Bathinda, India - 151401

Ms. Manika Chaudhary

LL.M. Candidate, Department of Law, School of Legal Studies, Central University of Punjab,
Bathinda, India - 151401.

Postal Address: Department of Law, School of Legal Studies, Central University of Punjab,
Bathinda, India - 151401

ABSTRACT

The National Food Security Act (NFSA), 2013, marks a paradigmatic shift in India's food security regime from a discretionary welfare model to a rights-based, legally enforceable. By entitling up to 75% of the rural and 50% of the urban population to highly subsidised foodgrains, the Act aims to secure the food requirements of roughly 81 crore persons through the reconfigured Targeted Public Distribution System (TPDS) and allied schemes. A decade after its operationalisation, however, serious questions persist regarding targeting accuracy, efficiency of delivery infrastructure, and the actual realisation of statutory entitlements, particularly among marginalised groups in rural India. This paper undertakes an empirical and normative assessment of NFSA-2013 across three interlinked dimensions: (i) targeting performance and the persistence of inclusion and exclusion errors, (ii) delivery mechanisms including Fair Price Shop (FPS) functioning, digitisation, Aadhaar-based e-PoS systems and portability, and (iii) entitlement realisation in terms of leakages, offtake, grievance redressal and effective access. Using mixed-methods analysis of secondary datasets from official statistics, the State Ranking Index for NFSA, policy briefs, and published field studies, complemented by qualitative evidence from rural households reported in empirical literature, the study finds that despite notable reductions in aggregate PDS leakages and impressive digital roll-out, approximately 24-28% leakage persists, translating into an estimated annual fiscal loss exceeding ₹69,000 crore. Targeting remains contested, with both under-coverage and misclassification adversely affecting migrant workers, Adivasi communities, female-headed households and other vulnerable groups). Grievance redressal mechanisms envisaged under the Act remain normatively robust but institutionally weak, with low awareness, procedural complexity and fragmented accountability diluting the rights-based promise. The paper argues that while NFSA-2013 has created a strong legal and policy scaffold, its transformative potential depends on deepening institutional capacity, rethinking targeting architecture, embedding inclusive digital governance, and strengthening community-centred accountability mechanisms.

Keywords: National Food Security Act, Public Distribution System, Targeting Accuracy, Rural Food Security, E-PoS Technology, Aadhaar Integration, Grievance Redressal, Social Welfare Governance

INTRODUCTION

The promulgation of the National Food Security Act, 2013 (NFSA) represents a landmark in India's social welfare jurisprudence, translating the constitutional understanding of the right to life under Article 21 into an explicit legislative guarantee of the right to food (Government of India, 2013; Mander, 2012). Pre-NFSA food security interventions, centred on the Public Distribution System (PDS), the Integrated Child Development Services (ICDS), and the Mid-Day Meal scheme, combined programmatic ambition with significant discretion, leakages and uneven coverage (Himanshu, 2013). NFSA attempted to consolidate these scattered schemes within a unified, rights-based framework, under which eligible individuals and households would possess legally enforceable entitlements rather than residual claims on state benevolence (Narayanan, 2015).

Historically, the PDS emerged as a wartime and famine-response mechanism in the colonial and immediate post-independence period, primarily focused on urban and food-deficit regions (Ramakumar, 2010). Over time, it expanded into a nationwide price stabilisation and food security instrument, but its universal character came under fiscal and ideological scrutiny, leading to the introduction of the Targeted Public Distribution System (TPDS) in 1997 with differentiated entitlements for Below Poverty Line (BPL), Above Poverty Line (APL) and Antyodaya Anna Yojana (AAY) households (Planning Commission, 2005). Numerous committees and evaluations, however, documented pervasive problems, including large-scale diversion of foodgrains, high inclusion of non-poor households, the exclusion of the poor, irregular supplies, and often poor-quality grains (Drèze & Khera, 2015; Kattumuri, 2013). The Supreme Court's right to food litigation in *PUCL vs. Union of India* transformed many schemes into de facto entitlements through interim orders, thereby laying jurisprudential groundwork for NFSA (Khera, 2011).

NFSA's design is ambitious. It covers up to 75% of the rural and 50% of the urban population, with Priority Households (PHH) entitled to 5 kg of foodgrains per person per month at highly subsidised prices, and AAY households entitled to 35 kg per household per month (Government of India, 2013). The Act also integrates and strengthens nutritional entitlements: supplementary nutrition for children under six and pregnant and lactating women through ICDS; cooked mid-day meals for school-going children under the Mid-Day Meal/PM POSHAN scheme; and maternity benefits of at least ₹6,000 per pregnancy. Women's agency is symbolically and practically recognised by mandating that the eldest woman (18 years or above) be designated as head of household for ration card purposes. In addition, NFSA institutionalises grievance redressal through District Grievance Redressal Officers and State Food Commissions, and recognises obligations of transparency, accountability and social audit (Narayanan, 2015; Saxena, 2016).

Yet, nearly a decade after implementation, assessments of NFSA are sharply divided. On the one hand, there is evidence of declining leakages, improved coverage in several states, and greater transparency due to end-to-end digitalisation (Gulati et al., 2024; Ministry of Consumer Affairs, 2024). On the other hand, concerns persist about under-coverage arising from the continued use of 2011 Census population figures, stubborn inclusion-exclusion errors, technologically induced exclusions due to Aadhaar-based biometric authentication failures, and the weak functioning of grievance mechanisms (Khera, 2017; Mathew & Prasad, 2023). Persistent malnutrition indicators in the National Family Health Survey (NFHS-5) despite NFSA's presence further raise questions about how far cereals-based entitlements by themselves can address complex, multi-dimensional food and nutrition insecurity (World Bank, 2023; World Food Programme, 2022).

Rural India occupies the centre of this debate. It remains home to the majority of India's poor and malnourished, structurally dependent on agriculture, informal labour and seasonal migration, and characterised by significant spatial and social inequalities (Deaton & Drèze, 2009). The NFSA's promise is particularly salient in rural contexts where market access is volatile, local food availability fluctuates and non-market entitlements can serve as a crucial stabilising anchor. However, many of the same characteristics - administrative thinness, distance from state institutions, infrastructural deficits, and entrenched social hierarchies - also render rural populations especially vulnerable to targeting errors, delivery failures and the erosion of rights on the ground (Shah, 2012).

This paper, therefore, focuses specifically on the impact of NFSA-2013 on food security and social welfare access in rural India, with an emphasis on three interrelated dimensions: targeting accuracy, delivery mechanisms and entitlement realisation. It asks: To what extent has NFSA reduced long-standing targeting errors in rural areas? How have technological and administrative reforms - notably digitisation, e-PoS devices and Aadhaar seeding - reshaped delivery and access? Do rural beneficiaries meaningfully experience NFSA as a rights-based entitlement, or does it continue to function as a largely discretionary welfare scheme disrupted by leakages, corruption and procedural hurdles?

The paper adopts an interdisciplinary lens, drawing upon legal analysis, public policy, governance studies and development economics. It situates NFSA within broader debates on rights-based approaches, capability and entitlements (Sen, 1981), institutional capacity and accountability, and the political economy of welfare delivery in India (Harris-White, 2004; Mooij, 1999). By combining empirical evidence with normative analysis, it seeks to move beyond binary evaluations of NFSA as either failure or success, and instead to map the differentiated, uneven and contested ways in which rural food security governance has been reshaped over the last decade.

CONCEPTUAL FRAMEWORK

2. Rights-Based Approach to Food Security

NFSA's core innovation lies in its explicit adoption of a rights-based framework to food security, in contrast to earlier welfare or charity-oriented schemes (Narayanan, 2015). In a rights-based framework, access to adequate food is conceived as a legal entitlement backed by state obligation, rather than a discretionary benefit contingent on fiscal comfort or political goodwill. This approach is grounded in international human rights instruments such as the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights (ICESCR), which recognises the right to adequate food as part of the right to an adequate standard of living, and the General Comment 12 of the UN Committee on Economic, Social and Cultural Rights, which elaborates state obligations to respect, protect and fulfil this right (UN CESCR, 1999).

Domestically, the Supreme Court's jurisprudence has played a decisive role in articulating the right to food under Article 21. In the *PUCL* right to food case, the Court interpreted existing schemes as entitlements, ordered the universalisation of ICDS, and mandated regular provision of mid-day meals, thereby effectively transforming programmatic provisions into justiciable rights (Khera, 2011; Mander, 2012). NFSA codifies and extends this judicially crafted right by articulating detailed entitlements for different population categories and specifying corresponding duties of central and state governments, local authorities and implementing agencies (Government of India, 2013).

A rights-based approach has several implications. First, it demands non-discrimination and prioritisation of the most vulnerable, thereby requiring active measures to address intersecting axes of deprivation such as caste, tribe, gender, disability and region (Osmani, 2005). Second, it emphasises transparency and participation: beneficiaries must be informed of their entitlements, have the ability to participate in decision-making, and exercise voice through social audits and grievance redressal (Saxena, 2016). Third, it insists on accountability: when entitlements are violated, there must be accessible remedies, time-bound responses, and sanctions on responsible functionaries.

3. Capabilities, Entitlements and Food Security

Amartya Sen's entitlement and capability approach provides a powerful conceptual lens for assessing NFSA's impact (Sen, 1981; Sen, 1999). Sen distinguishes between the availability of food at aggregate level and the entitlements of individuals and households - that is, the combinations of goods and services they can command through legal means (production-based entitlements, trade-based entitlements, state transfers, etc.). Famines and chronic hunger, in his view, often result not from aggregate scarcity but from failures in individual entitlements, as seen in classic cases where food continued to be exported during localised hunger (Sen, 1981).

NFSA can be understood as an attempt to expand and secure the transfer-based entitlements of eligible individuals, insulating a portion of their food consumption from market volatility, price shocks and livelihood failure. From a capability perspective, the Act seeks to enhance people's substantive freedoms to be well-nourished, healthy and able to pursue valued life

plans, by relaxing key constraints on their food access and nutritional intake (Osmani, 2005; Deaton & Drèze, 2009). However, the capability approach also alerts us to the limits of cereal-based entitlements for addressing multi-dimensional malnutrition (Haddad et al., 1999).

4. Technology, Delivery Systems and Digital Governance

A third conceptual strand concerns the role of technology and digital governance in reshaping welfare delivery. The Government of India has pursued an ambitious agenda of end-to-end computerisation of the PDS, including digitisation of ration card databases, Aadhaar-based de-duplication, e-PoS devices at FPSs, online supply chain tracking, transparency portals, and the One Nation One Ration Card (ONORC) portability initiative (Ministry of Consumer Affairs, 2024). Proponents argue that such “JAM” (Jan Dhan-Aadhaar-Mobile) architecture reduces corruption, strengthens audit trails and empowers beneficiaries through greater information and portability (Kapur et al., 2019). Critical scholarship, however, cautions that digital systems often embed and amplify existing inequalities by imposing new documentary and biometric requirements, dependence on connectivity and devices, and techno-bureaucratic gatekeeping, which can exclude precisely those most in need of welfare (Rao & Nair, 2019; Khera, 2017).

METHODOLOGY

This study adopts a mixed-methods, primarily secondary-data-based approach to assess the impact of NFSA-2013 on food security and social welfare access in rural India. While constrained by the absence of original fieldwork, the methodology triangulates multiple quantitative and qualitative sources to build a robust picture of implementation dynamics and outcomes.

5. Data Sources

First, official statistical data are drawn from the Ministry of Consumer Affairs, Food and Public Distribution’s annual reports, the NFSA and PDS portals, and the State Ranking Index for NFSA, which provides comparative performance indicators on coverage, offtake, delivery infrastructure and nutrition initiatives (Ministry of Consumer Affairs, 2022, 2024). These datasets inform analysis of coverage, offtake, e-PoS deployment, Aadhaar seeding, and inter-state variation.

Second, leakage and targeting performance are examined using estimates from published research that compares administrative release data with household consumption from National Sample Survey (NSS) consumption rounds, and from policy briefs by research institutions such as the Indian Council for Research on International Economic Relations (ICRIER) (Drèze & Khera, 2015; Gulati et al., 2024). These provide national and broad state-wise patterns of diversion and access.

Third, qualitative evidence is drawn from peer-reviewed empirical studies and reports documenting beneficiary experiences, exclusion patterns and implementation challenges in selected states and districts, including tribal regions and migrant-intensive contexts (Khera, 2011, 2017; Ngullie, 2024; Mathew & Prasad, 2023).

6. Analytical Strategy

The analytical strategy is structured around the three core dimensions identified in the research problem: (1) Targeting and Coverage, examining exclusion and inclusion errors; (2) Delivery Mechanisms and Digitalisation, evaluating the roll-out of end-to-end computerisation and Aadhaar-based e-PoS authentication; and (3) Entitlement Realisation and Accountability, assessing offtake rates and grievance redressal functioning.

ANALYSIS OF THE RESEARCH PROBLEM

7. Targeting Performance in Rural India

NFSA sought to rationalise and expand coverage by replacing the earlier BPL/APL categorisation with a two-tiered structure of Priority Households and Antyodaya households, while maintaining overall coverage ceilings of 75% of rural and 50% of urban populations (Government of India, 2013). In principle, this was expected to reduce arbitrary distinctions that had historically excluded large segments of the poor from BPL lists, and to provide a more uniform baseline of cereal entitlements (Narayanan, 2015).

However, because these coverage ceilings are based on the 2011 Census, they do not fully reflect subsequent population growth or the dynamic nature of poverty and vulnerability. Studies estimate that millions of newly poor or newly formed households remain uncovered simply because state-wise quotas do not permit new ration cards beyond allotted numbers (Gulati et al., 2024). In rural areas with high fertility, out-migration and seasonal distress, the gap between administratively recognised and actually vulnerable populations is particularly pronounced.

Inclusion and exclusion errors have persisted, though their magnitudes and patterns have shifted. Drèze and Khera (2015) estimate that historically both types of errors were large, with some states exhibiting extremely high inclusion of non-poor households and simultaneous exclusion of the poor. Post-NFSA evidence suggests that coverage of the rural poor has improved in several states, but at the same time, a substantial fraction of non-poor households continue to access subsidised grains, especially in states that have de facto universalised coverage (Khera, 2017; Gulati et al., 2024).

8. Delivery Mechanisms, Digitisation and Rural Access

NFSA's impact cannot be understood without reference to transformations in the delivery architecture of the PDS. India has invested heavily in end-to-end computerisation: digitising ration card databases, integrating them with Aadhaar, installing e-PoS devices at FPSs, tracking grain movements through online systems, and publishing data on transparency portals (Ministry of Consumer Affairs, 2024).

There is considerable evidence that such reforms have contributed to substantial reductions in diversion at the aggregate level. As illustrated in **Figure 1**, leakages in key states like Bihar and West Bengal have dropped precipitously from the pre-reform era (2011-12) to the post-reform era (2022-23), driving the all-India average down significantly.

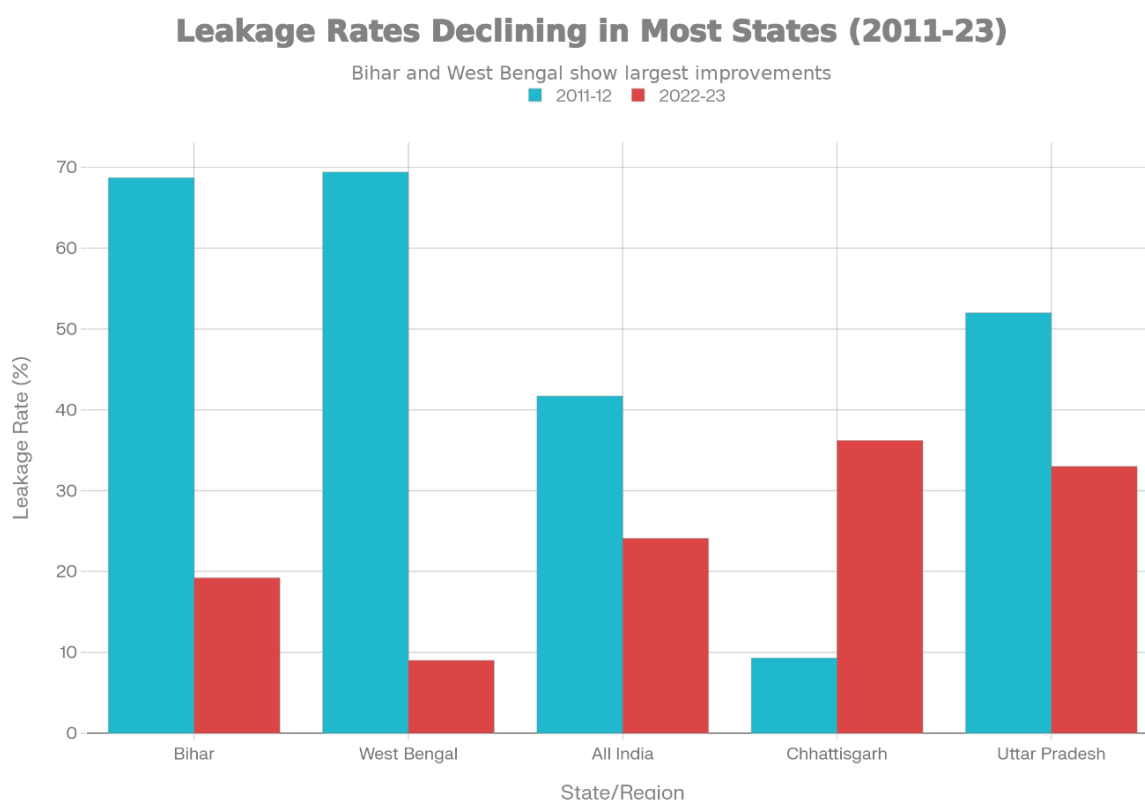


Figure 1: Comparative Analysis of PDS Leakage Rates (2011-12 vs 2022-23) in Select States and All-India Average. Source: Derived from Drèze & Khera (2015) and Gulati et al. (2024).

However, as the data also reveals, not all states have followed this trajectory. Chhattisgarh, once a model PDS state, has seen a worrying reversal in leakage trends (9.3% rising to 36.2%), suggesting that technological solutions are not a panacea and can be undermined by administrative laxity or corruption adaptation.

At the same time, digitisation and Aadhaar-enabled authentication have introduced new forms of conditionality and potential exclusion. Biometric e-PoS devices require successful fingerprint or iris authentication for each transaction. **Figure 2** highlights that while infrastructure metrics like Aadhaar seeding and e-PoS installation have reached near-saturation levels (>96%), the estimated remaining leakage (24.1%) indicates a persistent gap between digital infrastructure and delivery outcomes.

Public Distribution System Metrics by Performance

Infrastructure adoption exceeds outcome metrics significantly

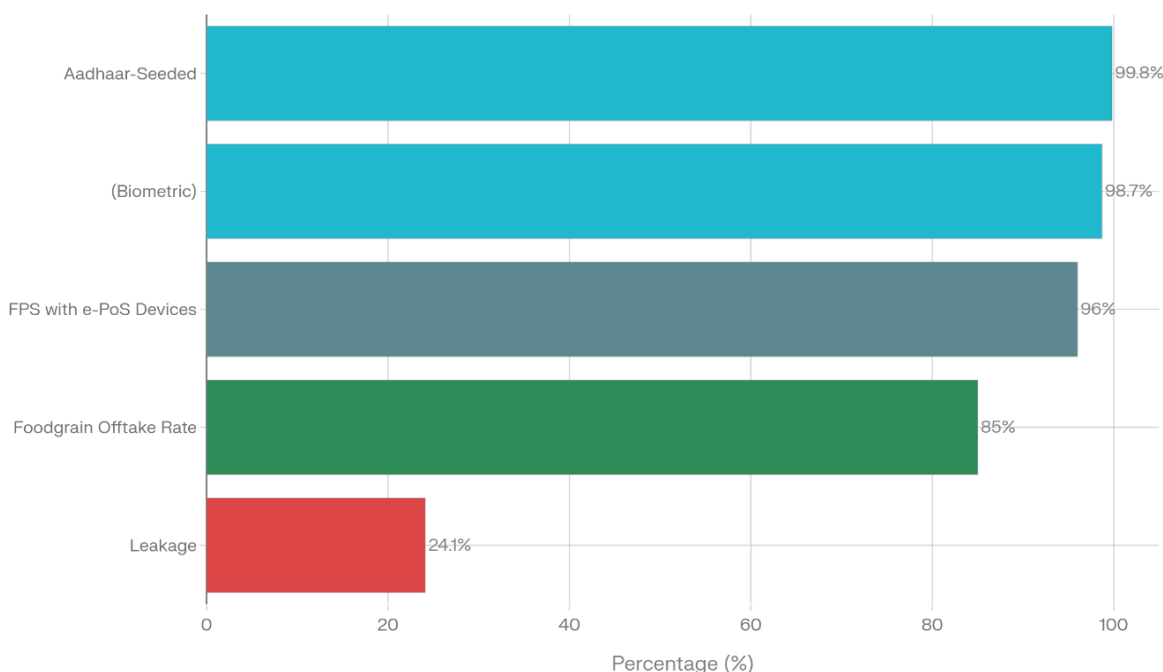


Figure 2: Digital Transformation and Entitlement Realization Indicators (2024). Source: Ministry of Consumer Affairs & ICRIER Policy Briefs.

The introduction of One Nation One Ration Card (ONORC) has important implications for rural migrants. In principle, ONORC allows beneficiaries to lift their entitlements from any FPS in the country, using Aadhaar-based authentication, with automatic adjustment of quotas across origin and destination locations (Ministry of Consumer Affairs, 2024).

9. Entitlement Realisation, Grievance Redressal and Social Accountability

The ultimate criterion for evaluating NFSA is not only whether targeting and delivery have improved in formal terms, but whether intended rights are substantively realised by rural households. Offtake rates - the proportion of allocated grain actually lifted by beneficiaries - have risen, indicating greater utilisation, yet they remain below 100% and exhibit significant state-wise variation (Ministry of Consumer Affairs, 2022). Low offtake in some regions may reflect non-availability or irregular FPS functioning; in others, it may signal beneficiary disinterest due to quality concerns, competing livelihood obligations, or inadequate quantities to justify travel costs.

Awareness of entitlements and accountability mechanisms is a key mediator between legal rights and realised benefits. Studies consistently find that while most rural beneficiaries know that they are entitled to “ration” at subsidised rates, far fewer can state the exact per capita/household entitlement, official price, or the possibility of claiming food security allowance in case of non-supply (Saxena, 2016; Mathew & Prasad, 2023). Awareness of grievance redressal mechanisms - toll-free helplines, District Grievance Redressal Officers, State Food Commissions - is even lower.

MODEL OF THE RESEARCH

In order to synthesise the complex interactions between law, policy, institutions and beneficiary experience, the study proposes a conceptual model of NFSA implementation in rural India. The model views the Act not as a single intervention but as a multi-stage process in which legal norms are translated through administrative structures and delivery mechanisms into entitlements that may or may not be realised by rural citizens.

10. Conceptual Diagram: The NFSA Implementation Cycle

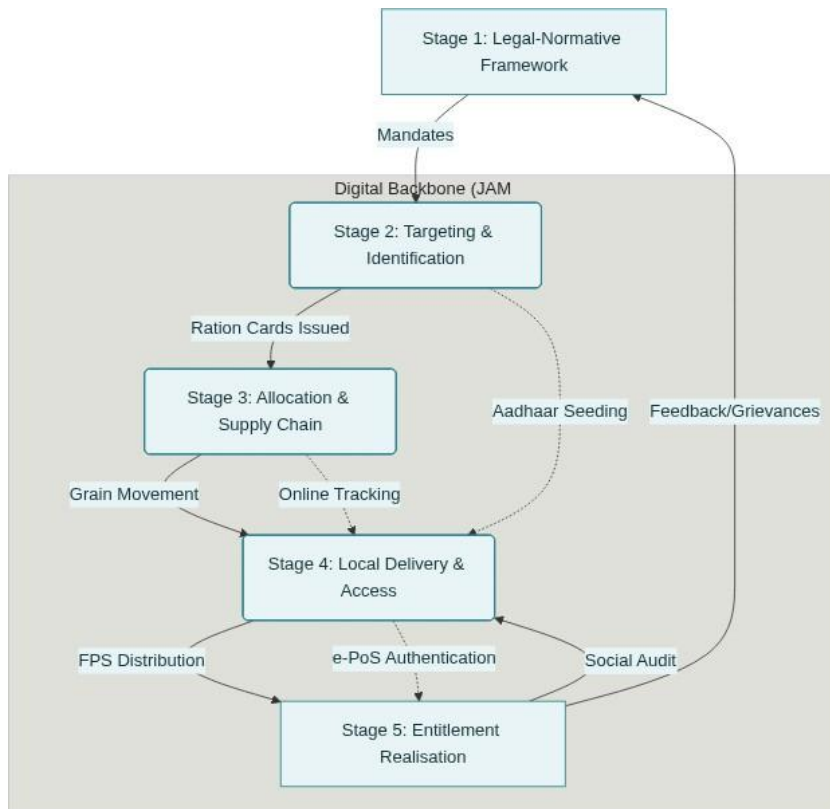


Figure 3: Conceptual Model of NFSA Implementation. This flowchart illustrates the linear progression from legal mandate to entitlement realisation, underpinned by the digital backbone of Aadhaar and e-PoS systems, with feedback loops representing accountability mechanisms.

11. Data Table: Dimensions of NFSA Implementation in Rural India

The following table summarises, in a comparative manner, the three core analytical dimensions of the research model, highlighting key features, typical issues and their implications for rural food security.

Dimension	Key Features under NFSA	Typical Issues Observed in Rural India	Implications for Food Security and Welfare Access
Targeting and Coverage	75% rural coverage cap; state-led identification of PHH and AAY households; digitised ration cards	Use of outdated lists; quota constraints; documentation barriers; group-specific exclusion (Adivasis, migrants, single women)	Poor households excluded; non-poor included; spatial and social inequities in access
Delivery Infrastructure	End-to-end computerisation; e-PoS devices at FPS; Aadhaar seeding; ONORC portability	Connectivity failures; biometric mismatches; irregular FPS operations; quality concerns	Reduced diversion but new exclusion risks; uneven reliability of entitlements
Entitlement Realisation and Accountability	Legal right to specified quantities; grievance redressal mechanisms; State Food Commissions	Low awareness; weak complaint systems; fear of retaliation; limited compensation practice	De jure rights not fully translated into de facto access and enforceable claims

This model underscores that NFSA's performance in rural India cannot be captured by a single indicator such as leakage or offtake. Instead, it requires attention to how normative commitments, institutional arrangements, digital technologies and power relations jointly shape who is recognised as a rights-holder, how entitlements are delivered, and whether violations can be effectively remedied.

CONCLUSION AND DISCUSSION

The National Food Security Act, 2013, stands as one of the most ambitious rights-based social policies enacted in contemporary India. Its explicit recognition of legally enforceable food and nutrition entitlements, broad coverage of rural populations, and attempt to fuse technological reforms with accountability mechanisms mark a decisive departure from earlier, more discretionary welfare regimes (Government of India, 2013; Narayanan, 2015). A decade on, the evidence presented in this paper suggests a nuanced verdict: NFSA has undeniably improved aspects of food security governance in rural India, but its transformative promise remains only partially realised.

On the positive side, available studies indicate a substantial reduction in aggregate PDS leakages compared to the pre-reform period, attributable to a combination of digitisation, tighter supply chain management and, in some states, strong political and administrative commitment to clean up the system (Drèze & Khera, 2015; Gulati et al., 2024). End-to-end computerisation, Aadhaar-based de-duplication, e-PoS devices and online transparency have made it more difficult to sustain ghost ration cards or systematically divert large volumes of foodgrains without detection.

At the same time, the persistence of substantial leakages - often estimated around a quarter of subsidised grain, amounting to tens of thousands of crores of rupees annually - highlights the limits of technocratic fixes in the absence of deeper institutional change and political will (Gulati et al., 2024). Targeting continues to pose a fundamental challenge. While NFSA's design removed the problematic BPL/APL distinction and expanded coverage, the decision to fix quotas based on an outdated census has created structural under-coverage in many rural areas.

The digital turn in NFSA implementation is similarly double-edged. Digitisation has enhanced transparency and efficiency in many settings, but it has also introduced new points of failure and exclusion, particularly at the last-mile interface between rural beneficiaries and FPS dealers. Biometric e-PoS authentication, when made a rigid precondition for access, operates as a de facto technological gatekeeper of rights.

In sum, NFSA-2013 has significantly altered the landscape of food security and social welfare governance in rural India. It has created new opportunities, closed some old leakages, and stabilised food access for millions. Yet, it has also generated fresh exclusions and left intact many underlying structures of inequality and unaccountability. The challenge for the next decade is to move from a largely technocratic implementation of NFSA toward a genuinely rights-and-capabilities-centred regime, in which every rural household that is legally entitled to food security can, in practice, claim and enjoy that right with dignity and without fear.

REFERENCES

- Deaton, A., & Drèze, J. (2009). Food and nutrition in India: Facts and interpretations. *Economic and Political Weekly*, 44(7), 42-65.
- Drèze, J., & Khera, R. (2015). Understanding leakages in the Public Distribution System. *Economic and Political Weekly*, 50(7), 39-42.
- Drèze, J., Khalid, N., Khera, R., & Somanchi, A. (2017). Aadhaar and food security in Jharkhand: Pain without gain? *Economic and Political Weekly*, 52(50), 50-59.
- Gauri, V., & Brinks, D. (Eds.). (2008). *Courting social justice: Judicial enforcement of social and economic rights in the developing world*. Cambridge University Press.
- Government of India. (2013). *The National Food Security Act, 2013*. New Delhi: Ministry of Law and Justice.
- Grosh, M., del Ninno, C., Tesliuc, E., & Ouerghi, A. (2008). *For protection and promotion: The design and implementation of effective safety nets*. World Bank.
- Gulati, A., Das, R., & Roy, R. (2024). *Rationalising the Public Distribution System in India* (ICRIER Policy Brief No. 27). New Delhi: Indian Council for Research on International Economic Relations.
- Haddad, L., Hoddinott, J., & Alderman, H. (Eds.). (1999). *Intrahousehold resource allocation in developing countries*. Johns Hopkins University Press.
- Harris-White, B. (2004). *India working: Essays on society and economy*. Cambridge University Press.
- Hickey, S., & du Toit, A. (2007). Adverse incorporation, social exclusion and chronic poverty. *Chronic Poverty Research Centre Working Paper* No. 81.
- Himanshu. (2013). PDS: Reform without direction. *Economic and Political Weekly*, 48(41), 18-22.
- Jha, A., & Kumar, P. (2023). Assessing Aadhaar-enabled PDS in Bihar: Gains and exclusions. *Indian Journal of Human Development*, 17(2), 145-167.
- Kapur, D., Pritchett, L., & Babu, S. (2019). Reforming social security: The JAM trinity and portable entitlements. In R. Bery & B. Bosworth (Eds.), *India at 75* (pp. 245-274). Brookings Institution Press.
- Kattumuri, R. (2013). Food security and the targeted public distribution system in India. *LSE Asia Research Centre Working Paper* No. 62.
- Kesar, S., & Bhattacharya, R. (2021). COVID-19, livelihoods and ONORC: Mobility and the right to food. *Indian Journal of Labour Economics*, 64(1), 247-268.
- Khera, R. (2011). India's public distribution system: Utilisation and impact. *Journal of Development Studies*, 47(7), 1038-1060.
- Khera, R. (2017). Impact of Aadhaar in welfare programmes. *Economic and Political Weekly*, 52(50), 61-70.
- Mander, H. (2012). *Ash in the belly: India's unfinished battle against hunger*. Penguin.

Mathew, A., & Prasad, V. (2023). Rights, ration and recognition: Experiences of single women under the NFSA in rural Rajasthan. *Indian Journal of Gender Studies*, 30(1), 89-112.

Ministry of Consumer Affairs, Food and Public Distribution. (2022). *State Ranking Index for NFSA*. New Delhi: Government of India.

Ministry of Consumer Affairs, Food and Public Distribution. (2024). *Annual Report 2023-24*. New Delhi: Government of India.

Mooij, J. (1999). Food policy and politics: The political economy of the public distribution system in India. *Journal of Peasant Studies*, 26(2-3), 77-101.

Narayanan, S. (2015). The National Food Security Act: Evolution of a new rights-based welfare regime. *Economic and Political Weekly*, 50(2), 36-41.

Ngullie, O. G. (2024). Examining exclusions in the Public Distribution System: Evidence from tribal Nagaland. *Indian Public Policy Review*, 6(1), 115-145.

Osmani, S. R. (2005). The role of employment in promoting the right to food. In A. de Janvry & R. Kanbur (Eds.), *Poverty, inequality and development* (pp. 201-233). Springer.

Planning Commission. (2005). *Performance evaluation of targeted public distribution system (TPDS)*. New Delhi: Government of India.

Puri, R. (2017). Reforming the public distribution system: Lessons from Chhattisgarh. *Economic and Political Weekly*, 52(45), 29-35.

Ramakumar, R. (2010). Limits to targeted food subsidies: The case of the PDS in India. *IDS Bulletin*, 41(4), 56-63.

Rao, U., & Nair, V. (2019). Aadhaar: Governing with biometrics. *South Asia: Journal of South Asian Studies*, 42(3), 469-481.

Saxena, N. C. (2016). *Hunger, under-nutrition and food security in India*. New Delhi: National Human Rights Commission.

Sen, A. (1981). *Poverty and famines: An essay on entitlement and deprivation*. Oxford: Clarendon Press.

Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Oxford University Press.

Shah, A. (2012). *In the shadows of the state: Indigenous politics, environmentalism and insurgency in Jharkhand, India*. Duke University Press.

Swaminathan, M. (2017). The “targeting” obsession: A view from the right to food campaign. *Indian Journal of Human Development*, 11(1), 27-40.

UN Committee on Economic, Social and Cultural Rights. (1999). *General Comment No. 12: The right to adequate food (Art. 11)*.

World Bank. (2023). *Food and nutrition security in India: An assessment*. Washington, DC: World Bank.

World Food Programme. (2022). *India country strategic plan: Food and nutrition security for the most vulnerable*. New Delhi: WFP India.

ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF *CYMBOPOGON CITRATUS* AND *MENTHA PIPERITA* LEAF EXTRACTS AGAINST CLINICAL ISOLATES OF *ESCHERICHIA COLI* AND *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Musa, F.M

Kaduna State University, Faculty of Life Sciences, Department of Microbiology, Kaduna,
Nigeria.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-4468-5640>

Abdullahi, A.M

Kaduna Polytechnic, College of Science and Technology, Department of Applied Chemistry,
Kaduna, Nigeria.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-5799-5950>

ABSTRACT

Bacterial resistance to currently available antibiotics has resulted to treatment failure. This necessitates the need to source for alternative therapeutic agent from natural sources. This study aim to evaluate the antibacterial activities of *Cymbopogon citratus* and *Mentha piperita* leaf extracts against clinical isolates of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Preliminary phyto-chemical screening of aqueous and ethanolic leaf extracts of *Cymbopogon citratus* and *Mentha piperita* leaf were determined using standard qualitative methods. The antibacterial activities of the leaf extracts were carried out using agar well diffusion and broth dilution methods. The results of phyto-chemical screening revealed the presence of important bioactive compounds like alkaloids, saponins, glycosides, tannins, flavonoids, cardiac glycosides, terpenes, phenols and anthraquinones. All the extracts were very effective against the isolates of *E. coli* and *S. aureus* with Minimum Inhibitory Concentrations (MIC) and Minimum Bactericidal Concentrations (MBC) that ranged between 12.5 – 50 mg/ml and 25 – 100mg/ml respectively. However the aqueous extracts demonstrated more activities than the ethanolic extracts. *E. coli* isolates were more susceptible to *C. citratus* extracts while *S. aureus* were more susceptible to *Mentha piperita* extracts.

Keywords: *Cymbopogon citratus*, *Mentha piperita*, Antibacteria, activities

GENETIC AND BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO ENHANCE DISEASE RESISTANCE IN MARINE AQUACULTURE: CURRENT ADVANCES AND FUTURE PERSPECTIVES

M.R. WASHIKUR

Bangladesh Maritime University, Faculty of Earth and Ocean Science, Department of Genetic Engineering and Marine Biotechnology, Dhaka-1216, Bangladesh

ORCID ID: 0009-0008-7410-4060

RAHUL MANDAL

Bangladesh Maritime University, Faculty of Earth and Ocean Science, Department of Oceanography and Hydrography, Dhaka-1216, Bangladesh

ORCID ID: 0009-0009-4972-4310

MD FAHIM IFTIKHAR

³Bangladesh Maritime University, Faculty of Earth and Ocean Science, Department of Marine Fisheries and Aquaculture, Dhaka-1216, Bangladesh

ORCID ID: 0009-0006-5992-121X

MARIA ZAMAN*

Bangladesh Maritime University, Faculty of Earth and Ocean Science, Department of Marine Fisheries and Aquaculture, Dhaka-1216, Bangladesh

ORCID ID: 0009-0005-6268-5214

Abstract

Aquaculture diseases constitute a significant global threat, causing annual economic losses exceeding USD 6 billion and undermining food security in developing nations. Conventional disease management approaches relying heavily on antimicrobial compounds have intensified the crisis of antimicrobial resistance (AMR), compromising both aquaculture sustainability and human health. This compilation chapter reviews genetic and biotechnological approaches employed to enhance disease resistance in marine aquaculture species, synthesizing recent advances in selective breeding, genomic selection, CRISPR-based gene editing, vaccine biotechnology, and microbiome engineering. The chapter examines how classical selective breeding combined with modern genomic tools has improved resistance to major pathogens, including White Spot Syndrome Virus (WSSV) in farmed shrimp, bacterial infections in marine finfish, and viral diseases in salmonids. It further explores emerging biotechnological interventions such as precision microbiome engineering, AI-designed synthetic communities of beneficial microorganisms, and advanced vaccine platforms including DNA, recombinant, and live-attenuated formulations. The integration of multi-omics approaches encompassing genomics, transcriptomics, and metagenomics is discussed as a transformative framework enabling precision aquaculture and early disease prediction. The chapter addresses critical challenges including off-target effects in gene editing, regulatory constraints in different jurisdictions, genetic correlations with production traits, and environmental risk assessment. Practical case studies highlight successful applications in commercially important species such as *Litopenaeus vannamei* (white shrimp), European seabass (*Dicentrarchus labrax*), Atlantic salmon (*Salmo salar*), and Pacific oysters (*Crassostrea gigas*). Finally, the chapter proposes an integrated roadmap for implementing genetic and biotechnological innovations in alignment with Sustainable Development Goals 2, 3, and 14, emphasizing precision aquaculture as a sustainable paradigm to reduce disease pressure, minimize chemical inputs, and ensure resilient marine food production systems in the face of climate change and emerging pathogenic threats.

Keywords: Disease resistance, Genetic improvement, CRISPR gene editing, Microbiome engineering, Sustainable aquaculture

EFFECT OF PLANTING METHOD AND PHOSPHORUS ON YIELD AND YIELD ATTRIBUTES OF MUNGBEAN

Jesmin Nahar

Department of Primary Education, Auliapur Board Govt. Primary School, Patuakhali, Bangladesh.

Munshi Mohammad Kutub Uddin

Department of Primary Education, Auliapur Board Govt. Primary School, Patuakhali, Bangladesh.

Corresponding Author: Munshi Mohammad Kutub Uddin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3186-2485>

Md. Mahbub Talukder

Department of Agronomy, Patuakhali Science and Technology University, Bangladesh.

Shak Ruhul Amin

Department of Agriculture Studies, Shahid Smriti Mohila College, Dumuria, Khulna, Bangladesh.

KH. Nazmul Hasan

Department of Agriculture Studies, Rayer mohal College, Khalishpur, Khulna, Bangladesh.

Md. Abdul Mozid

Agriculture Officer, Jagorani Chakra Foundation, 46, Mujib Soroni, Jashore, Bangladesh.

And Md. Tariqul Islam

Department of Genetics and Plant Breeding, Patuakhali Science and Technology University, Bangladesh.

ABSTRACT

Mungbean is a valuable pulse crop with high protein, carbohydrate, and various mineral content, it faces significant production losses due to traditional cultivation methods. So, this study was conducted at the department of Agronomy of Patuakhali Science and Technology University in Bangladesh for highest yield deriving from modern cultivation method rather than traditional methods in coastal zone of Bangladesh. To study the influence of planting

method and phosphorus on the performance of BARI Mung 6 that are suitable to cultivate under coastal region of Patuakhali district in Bangladesh (AEZ-13). Data were recorded on various morphological characters on growth and yield attributing traits. Planting methods were significantly influenced most of the characters except TDM at 40 and 55 DAS, and AGR and RGR at 40-55 DAS. The result of the data collected at every 20 days there showed this research find out two planting methods viz. line sowing (PM₁) & broadcasting (PM₂) and four levels of phosphorus application including control viz. 0 kg ha⁻¹ (P₀), 20 kg ha⁻¹ (P₂₀), 40 kg ha⁻¹ (P₄₀) and 80 kg ha⁻¹ (P₈₀). Significant observation was also found in interaction effect where phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ in broad casting showed significantly the tallest plant (52.19 cm). The study revealed that the line sowing was very successful approach than broadcasting method for mungbean cultivation. It was concluded that line sowing with 40 kg Phosphorus application were more effective for obtaining higher production of mungbean from 1 hectare land.

Key words: *Mungbean, Planting Method, Phosphorus and Yield Attributes.*

INTRODUCTION

Mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek) is an important herbaceous, annual, self-pollinated legume pulse crop under the family Leguminosae. In Bangladesh, among pulses, mungbean ranks fourth in acreage and production and first in market price (BBS, 2012). Mungbean is one of the important pulse crops grown principally for its protein rich edible seeds. For developing country like Bangladesh, pulses constitute the major concentrated source of dietary proteins. It can also increase the soil fertility through biological nitrogen fixation from atmosphere. The green plant and hay are utilized as fodder. A minimum intake of pulse by a human should be 80.0 g per day (FAO, 1999) whereas, it is only 19.35 g per day in Bangladesh (BBS, 2009). Mungbean is an important source of protein and several essential micronutrients. Mungbean is grown in Bangladesh annually on an area of 68 thousand acres and a total production of 19 thousand metric tons with an average seed yield of 1.13 tons per ha during the year 2010–11 (BBS, 2012) which is very low as compared to other countries of the region. The agro-climatic conditions of the region favor planting mungbean in late January to early February on the land where the preceding crop is usually wet land rice (Afzal *et al.*, 2004). Most of the farmers of that region and Bangladesh apply many technologies for increasing the mungbean yield such as, fertilizers application, planting methods, sowing time, planting densities etc.

But they are ignoring how they can apply their techniques. Most of the farmers of Bangladesh sow the seeds by broadcasting method, but line sowing method is more advantageous as it requires less seed and yields more. The space between the lines is kept and between the plants is called line sowing. The extent and magnitude of nutrient deficiency has aggravated in the recent past due to intensive agriculture and indiscriminate use of plant nutrients (Anonymous, 2009). However, many farmers grow mungbean without applying any artificial fertilizer. Being a legume crop it requires less nitrogen but phosphorus is very vital nutrients to get its high seed yield. Phosphorus requirements vary depending upon the nutrient content of the soil (Bose and Som, 1986). However, phosphorus restricted the plant growth and plants remain immature due to lack of phosphorus (Hossain, 1990). But, mungbean is a short duration crop, for that easily soluble fertilizer like as phosphorus should be applied in the field. On the other hand, nutrient availability in a soil depends on some factors among them balance fertilizer is the important one. The optimum proportion of fertilizer enhances the growth and development of a crop as well as ensuring the availability of other essential nutrients for the plant (Haque, 2008). Again secondary mechanism of interference was the absorption of phosphorus from the soil through luxury consumption, increasing the tissue content without enhancing smooth biomass accumulation (Santos *et al.*, 2004).

Mungbean provides a balanced diet when taken in combination with wheat, rice and other cereals. It is a short duration and drought tolerant crop. The effort aimed to resolve the major constraints limiting mungbean production. The new varieties had short maturity duration (55 to 65 days), high yield (2 t ha^{-1}), uniform maturity, bold seeds (5 to 6 gram per 100 seeds) and resistance to *Cercospora* leaf spot, powdery mildew, and Mungbean yellow mosaic virus. Mungbean is also highly responsive to phosphorus (Paul, 2012).

MATERIALS AND METHODS

A field experiment was conducted at the Research Farm of Patuakhali Science and Technology University (PSTU), the yield contributing characters of BARI Mung 6 that are suitable to cultivate in coastal area of Bangladesh through different planting methods on the basis of multi-level of phosphorus fertilizer. The materials and methods of the study are given below-

2.1 Description of the experimental site:

Geographically, the research farm is located at 22°37' N latitude and 89°10' E longitudes. The maximum area is covered by Ganges Tidal Floodplains and falls under Agroecological Zone “AEZ– 13”. This cropping land occupies a tidal floodplain land beside the south–west part of Patuakhali.

2.2 Soil of the experimental plot:

Soil characteristics of the Research Farm were silty loams or alluvium. Moreover, the soil of the study field was silty clay and pH value average 7.0. The characteristics of experimental soil have been presented in Appendix I which status of soil was examined by the Soil Resource Development Institute (SRDI), Regional Laboratory, Barishal. In this cropping land area content less amount of organic matter. Deficiency of nitrogen is acute and widespread. Status of exchangeable potassium is almost satisfactory. Phosphorus, sulphur and other characteristics of soil.

2.3 A. Planting methods (2)

- i. Line sowing (PM_1)
- ii. Broadcasting sowing (PM_2)

B. Phosphorus levels (4)

- i. Phosphorus @ 0 kg ha⁻¹ (without phosphorus or control) (P_0)
- ii. Phosphorus @ 20 kg ha⁻¹ (P_{20})
- iii. Phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ (P_{40})
- iv. Phosphorus @ 80 kg ha⁻¹ (P_{80})

2.4 Land preparation:

Deep ploughing was done to produce a good tilth which was necessary to get better yield of this crop. Laddering was done in order to break the soil clods into small pieces followed by each ploughing. All the weeds and stubbles were removed from the experimental field. The experimental land was divided into unit plots to maintaining the desired spacing. The plots were spaded one day before planting and the whole amount of fertilizers were incorporated thoroughly before planting. The soil was treated with insecticides at the time of final ploughing. Insecticides Furadan 5G was used @ 8 kg ha⁻¹ to protect young plants from the attack of mole cricket, ants, and cutworms.

2.5 Manures and fertilizers:

The calculated entire amount of all manures and fertilizers were applied during final land preparation according to the plots. The doses and methods of application of organic and inorganic fertilizers were shown in below: Table-1: Recommended Fertilizer dose for ha⁻¹ land.

Name of Fertilizers	Dose (ha ⁻¹)	Quantity plot ⁻¹
Urea	20 kg	8 g
Triple Super Phosphate(TSP)	150 kg	6 g
Murate of Potash(MOP)	50 kg	2 g

Source: BARI 2006 (Fertilizer Recommended Guide)

2.6 Seed sowing methods:

The seeds of mungbean were sown in the Research Field on January 27, 2014. Seeds were sown in rows by hand plough for line sowing 25 kg per ha and broadcasting 30 kg per ha were used for another method. The distances between row to row and seed to seeds were 30 and 20 cm, respectively for line sowing. Matured 2 seeds were placed in each hill at 2–3 cm depth of soil.

2.7 Intercultural operations for Thinning out and Gap filling:

Emergence of seedling was completed within 15 days after sowing. Excess seedlings were thinned out two times. First thinning was done after 15 days of sowing which was done to remove unhealthy seedlings. The second thinning was done 15 days after first thinning by khupri. However, overcrowded seedlings were removed by hand from the broadcasting plots in several times. Seedlings were transferred to fill the gap hill where seeds failed to germinate for line sowing. The gaps were filled in within two weeks after germination of seeds. At the early stage of growth, few plants were infested root rot disease. Hairy caterpillars attacked the young plants and accumulated on the lower surface of leaves where they usually sucked juice of green

leaves. Beside, spraying “Pyriphos” and “Diathen M-45” to controlled these insects. The insecticide was sprayed three times at seven days interval.

2.8 Harvesting, threshing and drying:

The crop was harvested with sickle on 23 March 2013 at full maturity of the crop when the color of leaf turned yellow and dropped off. The harvested crop of each plot was bundled separately, tagged properly. The bundles were dried in sunshine for 3–4 days and brought to a clean floor. Separated seeds, stover and other parts of Mungbean were also dried in sun for 2–3 days.

2.9 Sampling for data collection:

The first crop sampling was done on 25 days after sowing (DAS) and it was continued up to till physiological maturity on 55 DAS at an interval of 15 days and at harvest. Data were collected when the foliage turned pale yellow. Data were recorded for 5 individual plants per plots in each replication. Yield data were also collected after harvest. The plants were separated into shoot including leaf and roots and then their dry weight after drying them in oven at $80 \pm 2^{\circ}\text{C}$ for 72 hours.

2.10 Morphological characters of Mungbean:

Plant height was measured by a meter scale at harvest from the ground surface to the top of the main shoot and the mean height was expressed in cm. Total dry matter data of 5 plants were recorded at 15 days interval from 25 DAS up to 55 DAS. The plant parts such as shoot including leaves and roots were detached and were kept separately in oven at $80 \pm 2^{\circ}\text{C}$ for 72 hours. The oven dried samples were weighed for dry matter production. The total dry matter production was calculated from the summation of shoots and roots.

2.11 Growth characters measured Absolute Growth Rate:

Absolute Growth Rate (AGR) values at different growth stages were calculated using the following formula–

$$AGR = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \text{ g cm}^{-2}\text{day}^{-1}$$

Where, W_1 = Total dry matter production at previous sampling date

W_2 = Total dry matter production at current sampling date

T_1 = Date of previous sampling

T_2 = Date of current sampling

2.12 Seed assessment i.e Number of seeds per plant and Thousand seed weight:

Number of seeds plant⁻¹ was recorded after harvesting of the crop from the five randomly selected plants. The seed plant⁻¹ was calculated from their mean values. One thousand cleaned dried seeds were counted randomly from each plot and weighed by digital electric balance at the stage the seed retained 12% moisture and the mean weight counted in gm.

2.13 Harvest index (%):

It denotes the ratio of economic yield to biological yield and was calculated with the following formula (Gardner *et al.*, 1985). Harvest index (%) = $\frac{\text{Seed yield}}{\text{Biological yield}} \times 100$

RESULTS AND DISCUSSION

The experiment was conducted to investigate the effect of planting methods and different levels of phosphorus (P) on the aspect of growth development, yield and yield performance of BARI Mung 6. The analysis of variance and their corresponding degrees of freedom were present in Appendices IV and V. The mean values of these parameters have been presented in Tables 1 to 10 and Figures 1 to 6. The results of the present study have been presented and

discussed in this chapter under the following headings. **3.1 Effect of planting methods and phosphorus levels on morphological characters:**

Plant height is the most important character among the morphological characters of any plant. Besides, plant height act as a key of Stover yield and also the increment of the biomass yield as well as shoot and total dry matter. In case of the tallest plant ensure the greater Stover yield and total dry matter. Plant height data was recorded at harvest during the study period. It was found that the broadcasting produced the taller plant (46.66 cm) than line sowing (45.00 cm) at harvest. These results indicate that broadcasting method was more efficient than line sowing regarding to plant height. This finding is contradictory to the present study was obtained by Main *et al.* (2003)

3.2 Effect of phosphorus with the levels of planting methods and phosphorus levels

Application of different doses of phosphorus influenced the plant height of mungbean in this study. Among the phosphorus levels, P @ 40 kg ha⁻¹ produced the tallest plant of mungbean (51.55 cm) and these are statistically different from other treatments at harvest. On the other hand, without phosphorus (control) produced significantly the shortest plant (40.08 cm) which was also statistically differed from other treatments. The tallest plant (52.91 cm) was noticed in broadcasting with 40 kg P ha⁻¹ which was statistically differed from other treatment combination at harvest. In contrast, the shortest plant of mungbean (39.53 cm) was recorded in without phosphorus with line sowing method which was also statistically differed from other treatments.

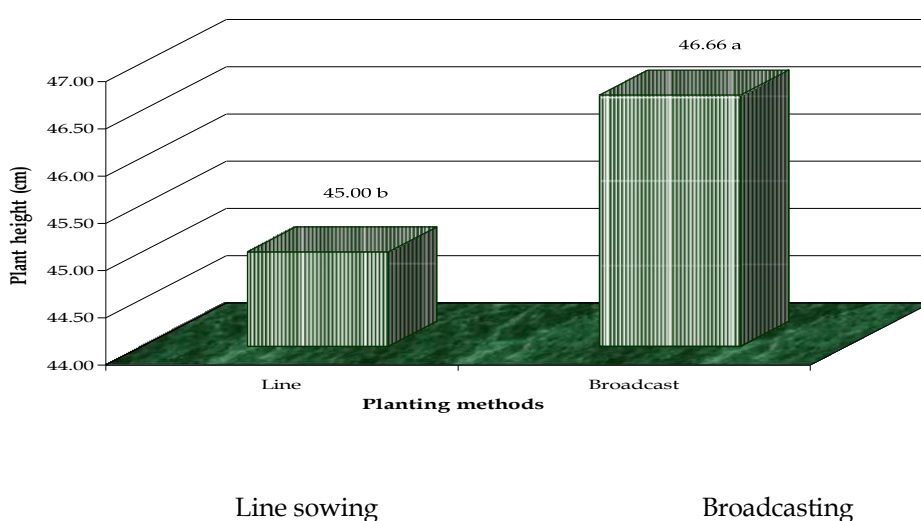


Fig. 1. Effect of planting methods on plant height of BARI Mung 6 at harvest.

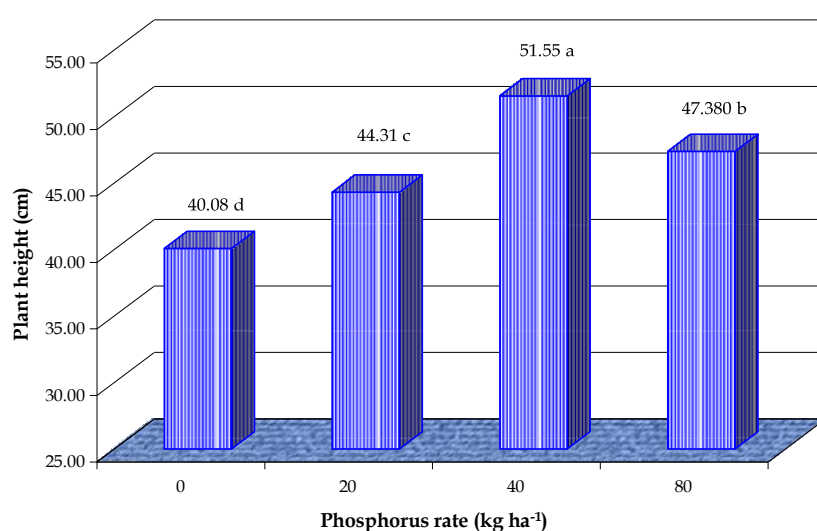
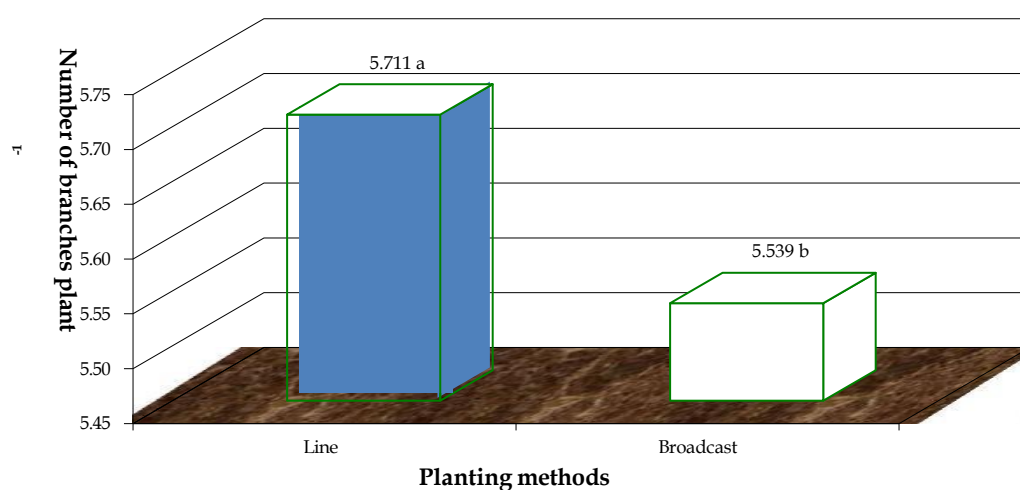


Fig. 2. Effect of different levels of phosphorus on plant height of BARI Mung 6 at harvest.

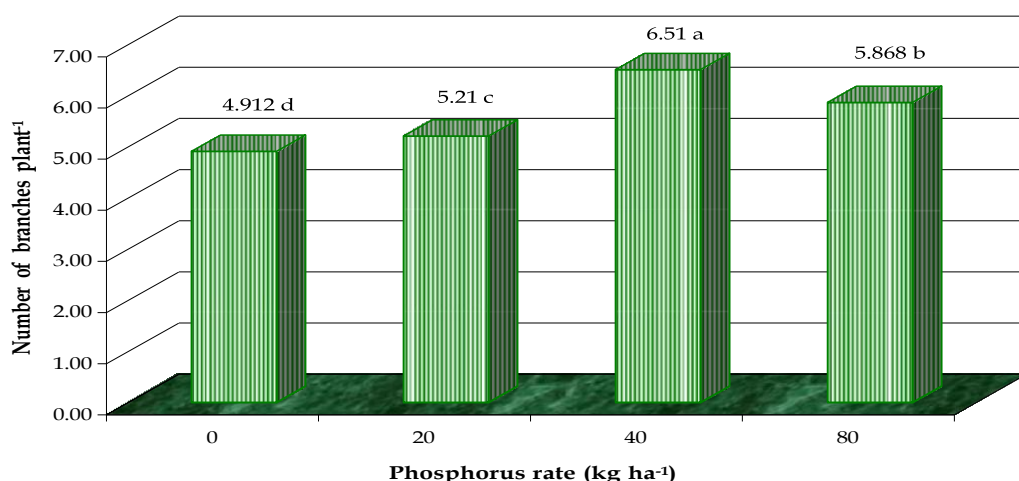
3.3 Number of branches plant⁻¹ of Effect of planting methods

Effect of planting methods significantly influenced on number of branches plant⁻¹ at harvest where line sowing method produced significantly the highest number of branches (5.71 plant⁻¹) compared to broadcasting method (5.54 plant⁻¹) (Appendix IV and Fig. 3). These results

revealed that line sown crop showed better performance to produce more branch than broadcasting method. Similar result was also obtained by Main *et al.* (2003) .

3.4 Effect of phosphorus levels

Number of branches plant⁻¹ differed significantly among the main effect of phosphorus fertilizer at harvest (Appendix IV and Fig. 4). From the Fig. 4, it was found that the application of phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ produced the highest number of branches (6.51 plant⁻¹) and the minimum branches (4.91 plant⁻¹) was found from control treatment whereas all the treatments were statistically differed with each other. These results revealed that branches number plant⁻¹ increased significantly with increasing the doses of phosphorus fertilizer up to 40 kg ha⁻¹.



ig. 4. Effect of different levels of phosphorus on number of branches plant⁻¹

3.6 Interaction effect of planting methods and phosphorus levels

Number of branches plant⁻¹ was significantly influenced due to the interaction effect of planting methods and application of different doses of phosphorus. Among the interactions, the highest number of branches (6.60 plant⁻¹) was found from the application of phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ in line sowing method and it was statistically different from other interactions. On the other hand, the lowest number of branches (4.87 plant⁻¹) was found from the interaction without phosphorus in broadcasting method sowing which was statistically at par with the line sowing method of planting without phosphorus.

3.7 Total dry matter Effect of planting methods

Total dry matter data were recorded at 25, 40 and 55 DAS during the study where effects of planting methods were significant at 25 DAS (Appendix IV and Fig. 5). Between two planting methods, line sowing method showed the highest weight of total dry matter produced ($3.20 \text{ g plant}^{-1}$) of mungbean than broadcasting method ($3.04 \text{ g plant}^{-1}$) at 25 DAS. Line sowing method comparatively had higher total dry matter (6.11 and $9.35 \text{ g plant}^{-1}$, respectively) than broadcasting method (6.12 and $9.32 \text{ g plant}^{-1}$, respectively) at 40 and 55 DAS but they did not differed significant among them. These results revealed that line sowing methods had more efficient than broadcasting method.

3.8 Effect of phosphorus levels

Effect of Different doses of phosphorus were significantly affected the TDM produced at different days after sowing (Appendix IV and Fig. 6). Significantly the higher weight of TDM (3.68 , 6.81 and $10.84 \text{ g plant}^{-1}$) at 25, 40 and 55 DAS, respectively which were statistically different from other phosphorus levels. Whereas, control treatment recorded the lowest weight of TDM (2.74 , 5.51 and $8.18 \text{ g plant}^{-1}$) at those stages, respectively. This result revealed that TDM increased gradually up to 40 kg P ha^{-1} and it decreased at 80 kg P ha^{-1} .

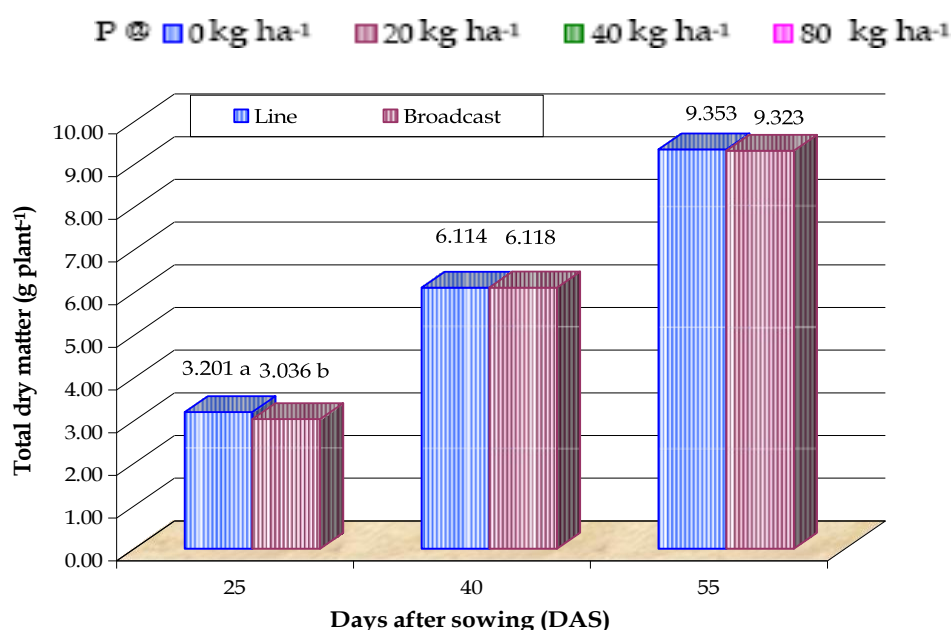


Fig. 6. Effect of different levels of phosphorus on total dry matter at different days after sowing BARI Mung 6.

3.9 Interaction effect of planting methods and phosphorus levels

Interaction effect of planting methods and phosphorus levels were significantly influenced on TDM production at different DAS (Table 2). The highest TDM (3.77, 6.83 and 10.86 g plant⁻¹) was found from the interaction effect of line sowing method and phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ at 25, 40 and 55 DAS, respectively which was statistically identical with the interaction effect of similar phosphorus level and broadcasting method (6.79 and 10.83 g plant⁻¹) at 40 and 55 DAS.

Table 2. Interaction effect of planting methods and phosphorus levels on plant height, number of branches and total dry matter at different days after sowing of BARI Mung 6.

Planting methods	Phosphorus levels (kg ha ⁻¹)	Plant height (cm)	Number of branches plant ⁻¹	Total dry matter (g plant ⁻¹) at		
				25	40	55
Line sowing	0	39.53 g	4.95 f	2.82 f	5.43 f	8.25 f
	20	43.89 e	5.24 e	2.93 e	5.92 d	8.71 d
	40	50.20 b	6.60 a	3.78 a	6.83 a	10.86 a
	80	46.37 d	6.05 c	3.28 c	6.28 b	9.59 c
Broadcasting	0	40.63 f	4.87 f	2.65 g	5.59 e	8.12 g
	20	44.73 e	5.18 e	2.82 f	5.97 d	8.62 e
	40	52.91 a	6.42 b	3.58 b	6.79 a	10.82 a
	80	48.38 c	5.69 d	3.09 d	6.12 c	9.74 b
$S_{\bar{x}}$		0.28	0.03	0.02	0.03	0.03
Sig. Level		**	**	**	**	**
CV (%)		1.06	0.98	0.79	0.83	0.48

3.10 Effect of planting methods and phosphorus levels on growth of BARI Mung 6

3.10.a. Absolute growth rate (AGR)

Effect of planting methods were indicated significant differences by the effect of planting methods at the stage between 25-40 DAS but no significant difference was found at the stage between 40-55 DAS (Appendix IV and Table 2). It was also found that the AGR significantly increased with increasing growth period regarding to both planting method. These results revealed that, the higher AGR was observed between 40–55 DAS and lower at 25–40 DAS. Between two planting methods, broadcasting method noticed the higher AGR ($0.21 \text{ g plant}^{-1} \text{ day}^{-1}$) which was comparatively lower than that of line sowing ($0.19 \text{ g plant}^{-1} \text{ day}^{-1}$) at the stage between 25-40.

3.10.b. Effect of phosphorus levels

A significant variation was obtained in respect of absolute growth rate (AGR) due to the effect of different phosphorus levels at both 25-40 and 40-55 DAS growth stages (Appendix IV and Table 3). Application of P @ 40 and 80 kg P ha⁻¹ significantly increased the AGR in increasing growth period while another phosphorus levels such as 0 and 20 kg ha⁻¹ decreased the AGR from 25-40 DAS to 40-55 DAS. Among the phosphorus application, all the levels of phosphorus had more efficient for obtaining the higher AGR at the stage between 25-40 DAS except without phosphorus level. Phosphorus application @ 20, 40 and 80 kg P ha⁻¹ recorded the statistically similar AGR (0.202 , 0.209 and $0.200 \text{ g plant}^{-1} \text{ day}^{-1}$, respectively). In contrast, 40 kg P ha⁻¹ recorded the higher AGR ($0.27 \text{ g plant}^{-1} \text{ day}^{-1}$) at the stage between 40-55 DAS whereas 80 kg P ha⁻¹ recorded the statistically similar AGR ($0.23 \text{ g plant}^{-1} \text{ day}^{-1}$).

3.11 Interaction effect of planting methods and phosphorus levels

Absolute growth rate was significantly influenced by the interaction effect of planting methods and phosphorus application at both growth stages. Between two growth stages, all the phosphorus levels at both stages recorded the statistically similar AGR except without phosphorus in line sowing method at 25-40 DAS. However, 40 kg P ha⁻¹ in broadcasting method recorded the higher AGR ($0.21 \text{ g plant}^{-1} \text{ day}^{-1}$) at 25-40 DAS. In contrast, 40 kg P ha⁻¹ at both line and broadcasting method observed the statistically similar AGR (0.2688 and $0.2685 \text{ g plant}^{-1} \text{ day}^{-1}$) whereas they were statistically followed by the interaction effect of 80 kg P ha⁻¹ with both line ($0.22 \text{ g plant}^{-1} \text{ day}^{-1}$) and broadcasting method ($0.24 \text{ g plant}^{-1} \text{ day}^{-1}$) at the stage between 40-55 DAS.

3.12 Leaf area index Effect of planting methods

Leaf area index data were significantly influenced by the main effect of planting methods at harvest (Appendix IV and Table 2). Between two planting methods, line sowing recorded the higher LAI (0.68) than broadcast (0.63). These results revealed that line sowing methods were more efficient than broadcasting method to produce larger leaf as well as higher LAI.

Line sowing observed the larger leaf in case of the higher photosynthesis; nitrogen fixation and proper nutrient in soil were achieved under line sowing.

3.13 Effect of phosphorus levels

Effect of phosphorus levels were significantly affected on LAI at harvest (Appendix IV and Table 3). Among the phosphorus levels, phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ produced significantly the highest LAI (0.73) and it was significantly different from among other phosphorus levels. In contrast, the lowest LAI (0.59) was observed in control treatment (without phosphorus). This result indicated that LAI significantly increased up to 40 kg P ha⁻¹ and it decreased at 80 kg P ha⁻¹. However, LAI with 80 kg P ha⁻¹ was statistically identical to that of 20 kg P ha⁻¹.

Table 3. Effect of different levels of phosphorus on absolute growth rate (AGR), relative growth rate (RGR) and leaf area index (LAI) at different days of sowing BARI Mung 6

Phosphorus levels (kg ha ⁻¹)	Absolute growth rate		Relative growth rate		Leaf area index
	(g plant ⁻¹ day ⁻¹) at		(g plant ⁻¹ day ⁻¹) at		
	25-40	40-55	25-40	40-55	
0	0.184 b	0.178 b	0.080 b	0.077 c	0.59 c
20	0.202 a	0.183 b	0.088 a	0.080 c	0.64 b
40	0.209 a	0.268 a	0.091 a	0.117 a	0.73 a
80	0.200 a	0.231 a	0.087 a	0.100 b	0.65 b
$S_{\bar{x}}$	0.0041	0.0129	0.0013	0.0041	0.0129
Sig. Level	**	**	**	**	**
CV (%)	2.18	5.07	5.24	4.46	1.36

3.14 Interaction effect of planting methods and phosphorus levels

Interaction effect of planting methods and phosphorus levels showed significant difference regarding to LAI at harvest (Appendix IV and Table 4). The highest LAI (0.75) was found from the line sowing method along with @ 40 kg P ha⁻¹ which was statistically similar to the same phosphorus dose with broadcasting method (0.70). In contrast, without phosphorus in interaction with broadcasting produced the lowest LAI (0.57) which was similar to broadcasting when phosphorus was applied @ 20 kg ha⁻¹ (0.59) and without phosphorus in line sowing (0.60). These results revealed that LAI significantly increased with the increasing levels of phosphorus up to 40 P ha⁻¹ in both planting methods. It was also indicated that line sowing comparatively performed better than broadcasting regarding to LAI.

Table 4. Interaction effect of planting methods and phosphorus levels on absolute growth rate (AGR), relative growth rate (RGR) and leaf area index (LAI) at different days after sowing of BARI Mung 6

Planting methods	Phosphorus levels (kg ha ⁻¹)	Absolute growth rate (g plant ⁻¹ day ⁻¹) at		Relative growth rate (g plant ⁻¹ day ⁻¹) at		Leaf area index
		25-40	40-55	25-40	40-55	
Line sowing	0	0.17 b	0.19 bc	0.080 d	0.08 cd	0.60 def
	20	0.19 a	0.19 bc	0.098 c	0.08 cd	0.68 bc
	40	0.20 a	0.27 a	0.091 abc	0.12 a	0.75 a
	80	0.19 c	0.22 abc	0.087 bc	0.09 bc	0.67 bcd
Broadcasting	0	0.19 bc	0.17 c	0.085 c	0.07 d	0.57 f
	20	0.20 a	0.18 c	0.091 ab	0.08d	0.59 ef
	40	0.21 ab	0.27 a	0.093 a	0.12 a	0.70 ab
	80	0.20 a	0.24 ab	0.088 abc	0.11ab	0.64 cde
<i>S_x</i>		0.0058	0.0183	0.0018	0.0058	0.0183
Sig. Level		**	*	*	*	*
CV (%)		2.18	5.07	5.24	4.46	1.36

3.15 Effect of phosphorus levels

Seeds pod⁻¹ was significantly influenced by the effect of different level of phosphorus (Table 6). It was found that indicated significant difference whereas the phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ produced the highest number of seeds pod⁻¹ (6.57) which was significantly different from other treatments. On the other hand, without phosphorus (control) recorded the lowest number of seeds pod⁻¹ (3.85) which had no statistical difference from phosphorus @ 20 kg ha⁻¹. This result indicated that phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ had highly significant and more efficient to produce more seeds. Sarder (2002) found almost similar result, who reported that higher doses of chemical fertilizer were effective on mature pods plant⁻¹ and number of seed pod⁻¹. Amanullah Jan *et al.* (2012) also found that phosphorus applied at the rate of 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ significantly increased the number of seeds plant⁻¹ and this findings are similar to the findings of this study.

3.16 Interaction effect of planting methods and phosphorus levels

Number of pods plant⁻¹ was significantly influenced by the interaction effect of planting methods and phosphorus levels (Appendix V and Table 7). Among the interaction treatments, the highest number of pods plant⁻¹ (10.17) was observed in line sowing methods when phosphorus was applied @ 40 kg ha⁻¹. In contrast, the lowest number of pods plant⁻¹ (7.27) was observed in broadcasting when phosphorus was applied @ 40 kg ha⁻¹.

3.17 Number of seeds plant⁻¹ Effect of planting method

Effect of planting methods significantly influenced the number of seeds plant⁻¹ at harvest where line sowing method produced significantly the highest number of seeds plant⁻¹ (50.70). These results revealed that line sown methods showed better result on the production of seeds plant⁻¹ than broadcasting method. This might be due to the proper soil nutrient and favourable climatic condition was obtained by line sowing methods which enhance the seeds production. Main *et al.* (2003) found the similar findings and they reported that line sowing performed better than broadcasting crop for obtaining the higher seed production.

3.17.a Effect of phosphorus levels

Number of seeds plant⁻¹ differed significantly among the main effect of phosphorus at harvest (Appendix V and Table 6). It was found that the application of phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ produced the highest number of seeds plant⁻¹ (66.07) and the lowest number of seeds plant⁻¹ (29.30) was produced by treatment without the without phosphorus (control) where other

treatment were statistically different from them. Amanullah Jan *et al.* (2012) found that phosphorus applied at the rate of 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ significantly increased pods plant⁻¹ (19) and number of seeds pod⁻¹ (10), number of pods plant⁻¹ (17), and number of seeds pod⁻¹ (9.0). Similar effect was also performed by Manpreet *et al.* (2004) who also found the phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ had more effective than other levels.

3.17.b Interaction effect of planting methods and phosphorus levels

Among the interactions, the highest number of seeds plant⁻¹ (69.85) was found while phosphorus was applied @ 40 kg ha⁻¹ in line sowing method and it was statistically significant from other interactions. On the other hand, the lowest number of seeds plant⁻¹ (24.97) was found from the control phosphorus in broadcasting method which was also statistically different from other interactions.

3.18 3.18 Thousand Seed weight

Thousand seed weight showed significant variation due to the effect of planting methods. Line sowing method recorded the higher weight of 1000–seed (32.99 g) compare to broadcasting method (31.94 g). This result indicated that in line sowing method plants favored by better favorable growing condition that helped to generate the larger seeds than broadcasting method of sowing. Akbar *et al.* (2011).

3.19 Effect of phosphorus levels

Thousand seed weight varied significantly by the effect of phosphorus application (Table 6). Among the phosphorus levels, phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ noticed that the highest weight of 1000–seed (34.33 g) while without phosphorus or control treatment recorded the lowest weight of 1000–seed (30.78 g). Sarder (2002) found almost similar findings whereas, Amanullah Jan *et al.* (2012).

Table 5. Effect of planting methods on number of seeds, pods and thousand seed weight of BARI mung 6 at harvest

Planting methods	Number of pods plant ⁻¹	Number of seed pod ⁻¹	Number of seeds plant ⁻¹	Thousand-seed weight (g)
Line sowing	9.02 a	5.53 a	50.70 a	32.99 a
Broadcasting	8.68 b	5.02 b	44.56 b	31.94 b
$S_{\bar{x}}$	0.03	0.020	0.35	0.22
Sig. Level	**	**	**	**
CV (%)	1.30	1.35	2.54	2.34

3.20 Interaction effect of planting methods and phosphorus levels

Weight of thousand seed was significantly influenced by the interaction effect of planting methods and phosphorus fertilizer application (Appendix V and Table 7).

Table 6. Interaction effect of planting methods and phosphorus levels on number of seeds, pods and thousand seed weight of BARI Mung 6 at harvest

Planting methods	Phosphorus levels (kg ha ⁻¹)	Number of pods plant ⁻¹	Number of seed pod ⁻¹	Number of seeds plant ⁻¹	Thousand-seed weight (g)
Line sowing	0	7.87 f	4.27 f	33.62 f	31.76 cd
	20	8.87 d	5.30 d	47.03 d	33.12 bc
	40	10.17 a	6.87 a	69.85 a	35.01 a
	80	9.17 c	5.70 c	52.31 c	32.06 c
Broadcasting	0	7.27 g	3.43 g	24.97 g	29.79 e
	20	8.63 e	5.07 e	43.78 e	30.54 de
	40	9.93 b	6.27 b	62.29 b	33.85 ab
	80	8.90 d	5.30 d	47.20 d	33.58 b
$S_{\bar{x}}$		0.0658	0.0408	0.6990	0.4389
Sig. Level		*	**	**	*
CV (%)		1.30	1.35	2.54	2.34

3.21 Seed yield Effect of planting methods

Seed yield of mungbean was significantly influenced by planting methods (Table 7). Between planting methods, line sowing had more effective to produce greater yield (1196.08 kg ha⁻¹) than broadcasting (1158.28 kg ha⁻¹). Line sowing produced significantly more pods plant⁻¹, more seeds pod⁻¹ and plant⁻¹ and higher weight of 1000-seed which ultimately resulting the higher seed yield of mungbean. Akbar *et al.* (2011) reported that grain legume production depends a lot upon the sowing techniques and the cultivars with greater potential where bed sowing method produced higher seed yield (4.74 t ha⁻¹).

3.22 Effect of phosphorus levels

A significant difference was found due to the use of different doses of phosphorus fertilizers on seed yield of mungbean (Table 4). Among the phosphorus treatments, phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ gave the highest seed yield (1424.33 kg ha⁻¹) compare to than that of other phosphorus

levels. In contrast, the lowest seed yield ($931.12 \text{ kg ha}^{-1}$) was observed when phosphorus was applied @ 0 kg ha^{-1} . Similar findings were also obtained by Rahman *et al.* (2008); Malik *et al.* (2006) and other researchers of Bangladesh and other countries of the world.

3.23 Interaction effect of planting methods and phosphorus levels

Interaction effect of planting methods and phosphorus application affected significantly on the production of seed yield (Appendix V and Table 10). Among the interactions, line sowing method crop under 40 kg P ha^{-1} recorded the highest seed yield ($1446.74 \text{ kg ha}^{-1}$) while, significantly the lowest ($908.43 \text{ kg ha}^{-1}$) was in broadcasting method crop under without phosphorus.

3.24 Stover yield Effect of planting methods

Stover yield showed significant variation due to the planting methods (Table 4) where significantly the higher yield of Stover ($1410.149 \text{ kg ha}^{-1}$) was found in line sowing method while broadcasting method observed the lower Stover yield ($1330.58 \text{ kg ha}^{-1}$). This result indicated that line sowing method produced the maximum branch and higher TDM than broadcasting method which ultimately resulted in higher production of stover.

Effect of phosphorus levels

Stover yield of mungbean was significantly affected due to the use of different levels of phosphorus fertilizers (Table 5). The highest stover yield ($1569.93 \text{ kg ha}^{-1}$) was obtained while phosphorus was applied @ 40 kg ha^{-1} . While, control or without phosphorus produced significantly the lowest stover yield ($1148.87 \text{ kg ha}^{-1}$) (Table 9). This agreement was similar to Patel *et al.* (2013) whom found that the phosphorus application @ 40 kg ha^{-1} recorded significantly the highest stover yield ($2197.55 \text{ kg ha}^{-1}$).

3.25 Biological yield of Effect of planting methods

Biological yield was differed significantly between planting methods (Table 6). Line sowing methods observed the higher biological yield ($2621.23 \text{ kg ha}^{-1}$) than that of broadcasting method ($2489.64 \text{ kg ha}^{-1}$) (Table 8)

Effect of phosphorus levels

Biological yield was also significantly influenced by the application of phosphorus fertilizer (Appendix V and Table 9). Among the phosphorus levels, phosphorus @ 40 kg ha⁻¹ gave the higher biological yield (3006.59 kg ha⁻¹) AS because the higher seed yield and stover yield were found under this treatment. Amanullah Jan *et al.* (2012) reported that phosphorus applied at the rate of 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ significantly increased biological (2797 kg ha⁻¹).

Interaction effect of planting methods and phosphorus levels

Interaction effect of planting methods and different levels of phosphorus showed significant difference regarding to biological yield.

Table 7. Effect of different levels of phosphorus on different yield characters and harvest index of BARI Mung 6 at harvest

Phosphorus (kg ha ⁻¹)	Seed yield (kg ha ⁻¹)	Stover yield (kg ha ⁻¹)	Biological yield (kg ha ⁻¹)	Harvest index (%)
0	931.12 d	1148.87 d	2078.99 d	44.79 d
20	1108.16 c	1308.08 c	2416.24 c	45.87 c
40	1424.33 a	1569.93 a	3006.59 a	47.81 a
80	1245.13 b	1456.13 b	2717.93 b	46.47 b
$S_{\bar{x}}$	1.59	2.61	20.35	0.10
Sig. Level	**	**	**	**
CV (%)	0.33	0.47	1.95	0.56

SUMMARY AND CONCLUSION

The performance of mungbean viz. BARI Mung 6 as influenced by planting methods and different levels of phosphorus. The research work consists of two sets of treatments; the first set comprised of planting methods viz. line sowing (PM_1) and broadcasting (PM_2) and the second set consisted of four levels of phosphorus including control viz. 0 kg ha^{-1} (P_0), 20 kg ha^{-1} (P_{20}), 40 kg ha^{-1} (P_{40}) and 80 kg ha^{-1} (P_{80}). Data analysis was done by the MSTAT-C package program whereas means were adjudged by DMRT at 5% level of probability. Data were recorded on various growth and yield attributing traits. Planting methods were significantly influenced on all the characters of morphological growth, yield and yield contributing except TDM at 40 DAS and 55 DAS, and AGR and RGR at 40-55 DAS. Line sowing method had more impact than broadcasting. Broadcasting recorded significantly the taller plant (46.66 cm), higher TDM at 25 DAS ($3.201\text{ g plant}^{-1}$), higher AGR and RGR at 25-40 DAS (0.21 and $0.08\text{ g plant}^{-1}\text{ day}^{-1}$) and higher HI (46.43%) than that of line sowing (45.00 cm, 3.04 g plant^{-1} , 0.19 and $0.08\text{ g plant}^{-1}\text{ day}^{-1}$ and 46.04%). Application of phosphorus @ 40 kg ha^{-1} recorded the superior result on morphological characters such as tallest plant (51.55 cm), maximum branches (6.51 plant^{-1}) and higher TDM (3.67 , 6.81 and $10.84\text{ g plant}^{-1}$ at 25, 40 and 55 DAS, respectively). Here characters where significantly the tallest plant (52.19 cm) was found by the application of P @ 40 kg ha^{-1} in broadcasting and shortest (39.53 cm) in line sowing under 0 kg P ha^{-1} . Similarly, line sowing method along with 40 kg P ha^{-1} noticed the maximum branches (6.60 plant^{-1}) and higher TDM at 20, 40 and 55 DAS (3.78 , 6.83 and $10.86\text{ g plant}^{-1}$, respectively) growth and yield attributing traits of BARI Mung 6 where line sowing method and application of phosphorus @ 40 kg ha^{-1} alone or combination performed better over other treatments. So, line sowing and 40 kg P ha^{-1} would be the appropriate sowing method and optimum phosphorus level for higher yield of BARI Mung 6 under the studied region (AEZ-13). However, further study was needed including more sowing techniques and phosphorus levels for ensuring the higher yield.

REFERENCES

- Abdel, T.R.M., Munir, A.T. and Kyung, D.L. 2005. Adaptation of chickpea to cultural practices in a mediterranean type environment. *Res. J. Agril. Biol. Sci.*, 1(2): 152–157.
- Akbar, N., Iqbal, M., Ehsanullah, Iqbal, A. and Khan, H.Z. 2011. Agro–qualitative response of two cultivars of chickpea to different sowing techniques under irrigated conditions of Faisalabad. *Crop & Environment.*, 2(1): 19–23.
- Alam, M.S., Islam, M.A. and Mian, M.A.K. 2010. Spacing and nitrogen– phosphorus requirement of dwarf pigeonpea for rainfed cultivation. *Interna. Conf. of Bangladesh Society of Agronomy*, October 6–7, 2010. Abstract No. 8.
- Amanullah Jan, Khurshed Alam, Amanullah and Stewart, B.A. 2012. Mungbean response to tillage systems and phosphorus management under moisture stress condition. *J. Plant Nutr.*, 35(1): 21–33.
- Anonymous. 2009. 25 Years of Pulses Res. at IIPR, 1984–2009 (Eds. Shiv Kumar and Mohan Singh), Pub. By: Indian Inst. of Pulses Res., Kanpur 208024. India.
- Arif Ali, Amjad Ali, Javed Akhtar and Muhammad Yaseen. 2010. Effects of phosphorus in combination with rhizobium inoculation on growth and yield parameters of mungbean. *Crop Environ.* 1(1): 53–56.
- Aslam, M., Ahmad, H.K., Ahmad, E., Himayatullah, Khan, M.A. and Sagoo, A.G. 2007. Effect of sowing methods and weed control techniques on yield and yield components of chickpea. *Pak. J. Weed Sci. Res.*, 13(1–2): 49–61
- Awomi, T.A., Singh, A.K., Kumar, M. and Bordoloi, L.J. 2012. Effect of phosphorus, molybdenum and cobalt nutrition on yield and quality of mungbean (*Vigna radiata* L.) in acidic soil of northeast India. *Indian J. Hill Farming.* 25(2): 22–26.
- Bairwa, R.K., Nepalia, V., Balai, C.M., Chauhan, G.S. and Ram Baldev. 2011. Effect of phosphorus and sulphur on growth and yield of summer mungbean [*Vigna radiata* (L) Wilczek]. *J. Food Legumes.* 25(3): 211–214.
- Bakr, M.A., Afzal, M.A., Hamid, A., Haque, M.M. and Aktar, M.S. 2004. Blackgram in Bangladesh. Lentil, Blackgram and Mungbean Development Pilot Project, Publication No.25, Pulses Res. Centre, BARI, Gazipur, 60 p.

- Barani, M. and Daneshian, J. 2012. The evaluation of physiological characters of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek) under planting pattern and starter N fertilizer. Tech. J. Engin. App. Sci., 2(7): 150–156.
- BBS (Bangladesh Bureau of Statistics). 2009. Bangladesh Bureau of Statistics, Ministry of Planning, Govt. of the People's Republic of Bangladesh, Dhaka.
- BBS (Bangladesh Bureau of Statistics). 2012. Summary of Crop Statistics and Crop Indices (2010–11). Bangladesh Bureau of Statistics, Statistics Division, Govt. of the People's Republic of Bangladesh.
- Bhat, S.A., Thenua, O.V.S, Shivakumar, B.G. and Malik, J.K. 2005. Performance of summer greengram (*Vigna radiata* L.) as influenced by biofertilizers and phosphorus nutrition. Haryana J. Agron., 21(3): 203–205.
- Bhattacharya, S.S., and Pal K. 2001: Effect of balanced fertilization on pulse crop production in red and lateritic soils. Better Crops. 88(4): 25–27.
- Bismillah Khan, M., Asif, M., Nazim Hussain and Mudassar Aziz 2003. Impact of different levels of phosphorus on growth and yield of mungbean genotypes. Asian J. Plant Sci., 2: 677–679.
- Datta, S.K., Sarkar, M.A.R. and Uddin, F.M. 2013. Effect of variety and level of phosphorus on the yield and yield components of lentil. Int. J. Agril. Res. Innov. Tech., 3(1): 78–82.
- Edwin, L., Jamkhogin, L. and Singh, A.I. 2005. Influence of sources and levels of phosphorus on growth and yield of green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek). Legume Res., 28(1): 59–61.
- El-Karamany, M.F., Zeidan, M.S. and Gobarh, M.E. 2003. A comparative study on productivity of some mungbean varieties grown in sandy soil. Egypt. J. Agron. 25 59–67.
- El-Metwally, I.M. and Ahmed, S.A. 2001. Growth, yield and yield components of mungbean as affected by phosphorus levels and some weed control treatments. Ann. Agril. Sci. Moshtohor., 39(2): 787–803.

- Hamid, M.A., Islam, M.Z., Biswas, M., Begum, A.A., Saifullah, M. and Asaduzzaman, M. 2002. Effect of method of sowing and seed rate on the growth and yield of soybean. Pak. J. Biol. Sci., 5: 1010–1013.
- Haque, M.A. 2008. Influence of nitrogen and phosphorus on the growth and yield of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). MS Thesis, Dept. of Agronomy, Sher-e-Bangla Agril. University (SAU), Dhaka–1207. pp. 1–62.
- Hussain, A., Ali, A. and Noorka, I.R. 2012. Effect of phosphorus with and without *rhizobium* inoculation on nitrogen and phosphorus concentration and uptake by mungbean (*Vigna radiata* L.). J. Agric. Res., 50(1): 49–57.
- Hussain, A., Ali, A., Akhtar, J. and Yasin, M. 2010. Effects of phosphorus in combination with *rhizobium* inoculation on growth and yield parameters of mungbean. Crop & Environ., 1(1): 53–56.
- James, E.B., Zhang, W. and Harville, B.G. 1996. Yield ranking for soybean cultivators growing in narrow and wide rows with late planting dates. Agron. J. 88: 240–245.
- Khan, M.A., Aslam, M., Sultan, T. and Mahmood, I.A. 2004b. Response of phosphorus application on growth and yield of inoculated and un-inoculated mungbean (*Vigna radiata*). Intl. J. Agril. Biol., 4(4): 523–524.
- Khan, M.A., Khan, E.A., Awan, I., Khan, H. and Ahmad, S. 2004a. Comparative study of different wheat varieties for various growth characteristics. Indus Scientific Pub., (Hyderabad, Pakistan). 3(4): 455–458.
- Kumar, R., Singh, Y.V., Singh, S., Latore, A.M., Mishra, P.K. and Supriya. 2012. Effect of phosphorus and sulphur nutrition on yield attributes, yield of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). J. Chem. Pharm. Res., 4(5): 2571–2573.
- Kumawat, P.K., Tiwari, R.C., Golada, S.L., Godara, A.S., Garhwal, R.S. and Choudhary, R. 2013. Effect of phosphorus sources, levels and biofertilizers on yield attributes, yield and economics of black gram (*Phaseolus mungo* L.). Legume Res., 36(1): 70–73.
- Lawn, R.J. and Ahn, C.S. 1985. Mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek)/(*Vigna mungo* L. Hepper). In: R.J. Summer field and E.H. Roberts (eds.). Grain legume crops. Collins, London, England. pp. 584–623.

- Malik, M.A., Hussain, S., Warraich, E.A., Habib, A. and Ullah, S. 2002. Effect of seed inoculation and phosphorus application on growth, seed yield and quality of mungbean (*Vigna radiata* L.) cv. NM-98. *Inter. J. Agric. Biol.*, 4(4): 515–516.
- Malik, M.A., Saleem, M.F., Asghar, A. and Ijaz, M. 2003. Effect of nitrogen and phosphorus application on growth, yield and quality of mungbean (*Vigna radiata* L.). *Pak. J. Agril. Sci.*, 40(3/4): 133–136.
- Malik, A., Fayyaz, H., Abdul, W., Ghulam, Q. and Rehana, A. 2006. Interactive effects of irrigation and phosphorus on green gram (*Vigna radiata* L.). *Pak. J. Bot.*, 38(4): 1119–1126.
- Manpreet, S., Sekhon, H.S. and Jagrup, S. 2004. Response of summer mungbean (*Vigna radiata* L.) genotypes to different phosphorus levels. *Environ. Ecol.*, 22(1): 13–17.
- Nadeem, M.A., Ahmad, R. and Ahmad, M.S. 2004. Effect of seed inoculation and different fertilizer levels on the growth and yield of mungbean (*Vigna radiata* L.). *Indian J. Agron.*, 3(1): 40–42.
- Qureshi, M.A., Shakir, M.A., Iqbal, A., Akhtar, N. and Khan, A. 2011. Co-inoculation of phosphate solubilizing bacteria and rhizobia for improving growth and yield of mungbean (*Vigna radiata* L.). *J. Animal Plant Sci.*, 21(3): 491–497.
- Rahman, M.S., Eunus, M., Mannan, M.A., Ali, M.R. and Hoque, M.M. 2002. Relation between dry matter production and yield of mungbean (*Vigna radiata* L.) varieties influenced by planting method and sowing time at summer. *Pak. J. Biol. Sci.*, 5(3): 255–258.
- Sadeghipour, O., Monem, R. and Tajali, A.A. 2010. Production of mungbean (*Vigna radiata* L.) as affected by nitrogen and phosphorus fertilizer application. *J. App. Sci.*, 10: 843–847.
- Santos, B.M., Dusky, J.A., Stall, W.M., Bewick, T.A. and Shilling, D.G. 2004. Mechanisms of interference of smooth pigweed and common purslane on lettuce as influenced by phosphorus fertility. *Weed Sci.*, 52(1): 78–82.

DESIGN OF A BROADBAND S-BAND MICROSTRIP ANTENNA WITH MODIFIED GROUND GEOMETRY FOR BIOSYSTEMS AND MARITIME RADAR APPLICATIONS

Samiul Bashir

University of Rajshahi, Faculty of Science, Department of Information and Communication Engineering, Rajshahi, Bangladesh.
<https://orcid.org/0009-0001-0902-8355>

Pronab Kumar Paul

University of Rajshahi, Faculty of Science, Department of Information and Communication Engineering, Rajshahi, Bangladesh.
<https://orcid.org/0009-0008-8454-0528>

A.N.M. Shihab Uddin

University of Rajshahi, Faculty of Science, Department of Information and Communication Engineering, Rajshahi, Bangladesh.
<https://orcid.org/0009-0000-0544-4434>

Md. Bipul Islam

University of Rajshahi, Faculty of Science, Department of Information and Communication Engineering, Rajshahi, Bangladesh.
<https://orcid.org/0009-0001-0902-8355>

Md. Firoz Ahmed

University of Rajshahi, Faculty of Science, Department of Information and Communication Engineering, Rajshahi, Bangladesh.
<https://orcid.org/0009-0001-0902-8355>

M. Hasnat Kabir

University of Rajshahi, Faculty of Science, Department of Information and Communication Engineering, Rajshahi, Bangladesh.
<https://orcid.org/0009-0001-0902-8355>

ABSTRACT

The increasing dependence on maritime and coastal resources for fisheries, aquaculture, agricultural logistics, and environmental monitoring has intensified the need for compact and efficient radar technologies capable of supporting modern agricultural and biosystems engineering applications. This study presents a novel S-band (2–4 GHz) rectangular microstrip antenna designed to enhance the performance of maritime radar systems used in coastal crop transport management, fishery surveillance, maritime safety, and remote environmental monitoring. The antenna integrates a serrated and perforated ground plane structure to overcome the traditional bandwidth–size limitations of microstrip designs. Implemented on a cost-effective FR4 substrate ($\epsilon_r = 4.3$, $h = 1.3$ mm, $\tan\delta = 0.025$), the antenna maintains a compact physical size of $0.31\lambda \times 0.31\lambda \times 0.01\lambda$ and employs a 50- Ω inset feed for stable excitation. Simulations conducted using CST Microwave Studio Suite (2024) demonstrate excellent performance, achieving an S_{11} of -60.78 dB, a bandwidth of 1.605 GHz (2.054–3.659 GHz), 83.77% radiation efficiency, 1.76 dBi gain, and 2.53 dBi directivity. Experimental validation using CNC3-3018Pro fabrication and a LiteVNATM-64 measurement system produced closely aligned results, with a measured S_{11} of -59.60 dB at 2.28 GHz and a bandwidth of 1.505 GHz. Minor discrepancies are attributed to fabrication tolerances. The high bandwidth and efficiency of the proposed antenna make it suitable for agricultural radar applications including vessel-based crop transport monitoring, environmental sensing, livestock tracking near coastal areas, and integration into autonomous biosystems platforms. Future work will focus on improved gain enhancement, hybrid substrate optimization, and multi-band operation for expanded agricultural and environmental monitoring capabilities.

Keywords: Maritime Radar, Agricultural Monitoring, Microstrip Antenna, Serrated Ground Plane, Biosystems Engineering.

OPTIMIZATION AND PREPARATION OF ACTIVATED CARBON FROM MANGO (MANGIFERA INDICA) KERNELS

A.U Sulaiman

Department of Chemistry. Shehu Shagari College of Education, Sokoto.

Department of Chemistry, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto.

U.A , Birnin Yauri

Department of Chemistry, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto.

A.M. Sokoto

Department of Chemistry, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto.

U.Y. Dan Illela

Department of Science, Kebbi State Polytechnic.

H.A. Kwazo

Department of Chemistry. Shehu Shagari College of Education, Sokoto.

A.T. Arzika

Department of Chemistry. Shehu Shagari College of Education, Sokoto.

ABSTRACT:

Tannery effluent poses a significant environmental threat due to its high levels of pollutants. Effective treatment methods are crucial for mitigating pollution and protecting public health. This study explores the potential of mango kernels (*Mangifera indica*) as a sustainable and efficient adsorbent for treating tannery wastewater. *M. Indica* kernels were characterized by evaluating its physico-chemical characteristics such as elemental composition, surface area, functional groups and surface morphology via elemental analyzer, BET surface area analyzer, FTIR spectroscopy and SEM analysis respectively, as well as its compositional content. Activated carbon was prepared using chemical activation with various activating agents. Proximate analysis indicated that mango kernels contain 1.354% moisture, 6.36% crude protein, 3.4% crude fiber, 14.468% carbohydrates, and 1.432% ash. Elemental analysis revealed a high carbon content of 84.03%, along with nitrogen (12.42%), aluminum (0.63%), potassium (0.63%), magnesium (0.44%), and other elements. The estimated contents of cellulose, hemicellulose, and lignin were 2.12, 3.02, and 0.11%, respectively. Activated carbon was produced through chemical activation using H_3PO_4 , KOH, and $ZnCl_2$ at various impregnation ratios. The highest BET surface area achieved was 533.943 m^2/g with $ZnCl_2$ at a 1:1 ratio. The pore volume peaked at 0.272 cc/g under the same conditions, while pore diameters ranged from 2.1 to 2.45 nm, indicating a predominantly microporous structure. These findings suggest that mango kernels are a promising, low-cost precursor for activated carbon production, enhancing their potential for use in environmental applications, particularly in the adsorption of pollutants from effluents.

Keywords: Mango kernels; Activated carbon; Chemical activation; Adsorption; BET surface area; Microporous structure; FTIR; SEM analysis.

Protective Effect of Amla (*Emblica officinalis*) Fruit Pulp Extract and Selenium on Dimethoate Induced Alterations in Biochemical Parameters of Liver in Rats

Fatma Nikahat

Department of Zoology, DDU Gorakhpur University

Gorakhpur 273009, U.P. India

ORCID NO.-0009-0008-4324-9398

Srivastav Sunil Kumar

Department of Zoology, DDU Gorakhpur University

Gorakhpur 273009, U.P. India

INTRODUCTION

Dimethoate an organophosphate pesticide, are widely used in agriculture, but they cause severe liver damage because of oxidative stress and toxicity. Finding safer and natural things that protect the liver from such damage is very important. Selenium, which is a useful mineral, and amla fruit pulp, which has strong antioxidant power, are being studied to see the protective effect on the liver.

Materials and Methods

Wistar rats were randomly grouped into six groups: Group A (control), Group B (dimethoate only), Group C (dimethoate + selenium), Group D (dimethoate + amla extract), Group E (selenium only), and Group F (aml only). Dimethoate was administered orally at a dose of 20 mg/kg body weight daily to Groups B, C, and D for 7 and 14 days. Selenium (0.5 mg/kg) and amla fruit pulp extract (200 mg/kg) were also given orally to relevant groups. After the treatment period, blood samples were collected, and serum was analyzed for liver function biomarkers including bilirubin, albumin, LDH, SGOT, SGPT, and ALP using commercial diagnostic kits.

Results

Dimethoate exposure led to a significant increase in serum bilirubin, LDH, SGOT, SGPT, and ALP levels, along with a notable decrease in albumin levels, indicating liver damage. However, co-administration of selenium or amla fruit pulp extract significantly reduced these biochemical alterations, suggesting recovery of liver function.

Conclusion

The study demonstrates that both selenium and amla fruit pulp extract offer protective effects against dimethoate-induced hepatotoxicity. Their antioxidant and restorative properties could make them promising therapeutic agents for pesticide-related liver damage.

Keywords- *Dimethoate, Hepatotoxicity, Selenium, Amla extract*

AN INTELLIGENT SOLAR-BASED AGRICULTURAL AUTOMATION SYSTEM

Md Mehedi Hasan Naeem

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-7046-4009>

Mst Kamrunnahar Ruma

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-2881-5468>

Nafiza anjum

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2129-5269>

Shakila Sultana

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-0056-760X>

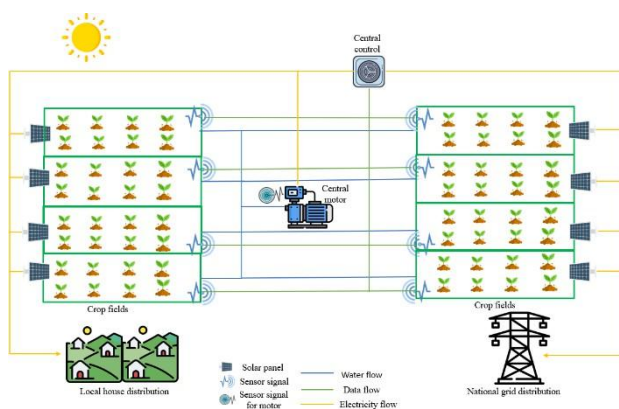
Moumita Barua

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-3996-6368>

Md Ashraful Islam

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-0972-893X>

ABSTRACT



An intelligent Solar-Based Agricultural Automation System presents a sustainable and technologically advanced approach to addressing critical challenges in modern agriculture, including water scarcity, rising energy costs and inefficient cost management. The proposed system integrates solar energy, Internet of Things (IoT) technology and artificial intelligence (AI) to create an autonomous, eco-friendly and efficient agriculture

solution. Photovoltaic (PV) panels are utilized to generate clean energy, powering irrigation pumps, sensors and monitoring devices. Thereby eliminating reliance on conventional electricity sources and reducing carbon emissions.

The system employs a network of IoT-based soil moisture, temperature and humidity sensors connected to a microcontroller that automatically regulates water flow through solenoid valves. This ensures precise, demand-based irrigation, minimizing water waste and improving crop productivity. A user-friendly mobile and web interface enables farmers to monitor real-time environment data, receive alerts and control systems operations remotely.

Furthermore, AI-powered image processing and machine learning algorithms analyze real-time camera feeds to detect early signs of crop disease, pest infestations and nutrient deficiencies. When anomalies are detected, the system notifies farmers and recommends suitable preventive measures, enabling timely intervention and reducing crop loss.

A simulation-based evaluation on a 20-hectare agricultural field demonstrates that the system can meet the complete energy demands of irrigation using solar power while achieving up to 40% water conservation compared to traditional irrigation practices. The automated framework also ensures an operational reliability exceeding 95%, enhancing system efficiency and stability.

By combining renewable energy sources, intelligent automation and real time analytics, this proposed model establishes a scalable, cost effective and environmentally sustainable solution for next-generation agriculture, particularly suitable for developing and rural regions

Keywords: Solar energy, smart agriculture, Internet of Things, agricultural automation, artificial intelligence, precision irrigation, sustainable farming.

DEEP LEARNING-ASSISTED DETECTION OF TREE CANOPY FOR AFFORESTATION TARGETING

Md Mehedi Hasan Naeem

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer
Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-7046-4009>

Mst Kamrunnahar Ruma

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer
Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-2881-5468>

Nafiza anjum

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer
Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2129-5269>

Shakila Sultana

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer
Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-0056-760X>

Moumita Barua

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer
Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-3996-6368>

Md Ashraful Islam

Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer
Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-0972-893X>

ABSTRACT

Urban green infrastructure plays a vital role in regulating microclimate, improving air quality, enhancing biodiversity and supporting human well being. However rapid urbanization has led to a continuous decline in green cover in many regions. This study proposes an artificial intelligence (AI) and remote sensing-based framework to assess existing vegetation density, quantify green deficit and estimate the number of trees required to restore ecological balance in a selected geographical area. Multispectral satellite imagery from sentinel-2 and landsat-8, supplemented by high-resolution aerial data where available, is processed to generate vegetation indices, including the normalized difference vegetation index (NDVI). These indices are used as input variables for supervised machine learning and deep learning models, including Random Forests and U-NET-based semantic segmentation, to accurately distinguish tree canopy from other land cover classes.

The generated canopy map is analyzed at a fine spatial resolution to calculate current green coverage percentage across administrative and grid-based units. This is then compared with

an ideal or policy-based target canopy threshold derived from urban sustainability guidelines and ecological planning standards. The difference between the current and target canopy levels is expressed as a spatial deficit model, highlighting priority zones for afforestation and urban greening initiatives. To estimate the number of trees required, the total deficit area is divided by the average canopy area of a mature tree, adjusted for local species, soil conditions, and climatic suitability.

The proposed framework further incorporates land-use constraints, impervious surface mapping, and buffer analysis to identify feasible plantation sites, ensuring practical applicability in urban and peri-urban landscapes. Experimental results demonstrate that the system can reliably identify vegetation scarcity and generate data-driven recommendations for sustainable afforestation planning. This research contributes a scalable, automated, and reproducible methodology for environmental monitoring and offers a decision-support tool for urban planners, policymakers, and environmental conservation initiatives aiming to achieve greener and healthier cities.

Keywords: Offline Voice Assistant, Edge Computing, Multilingual Speech Processing, Privacy-Preserving AI, Raspberry Pi Implementation

IMPACTS OF SOIL pH ON THE PLANT MACRONUTRIENT AVAILABILITY IN THE FADAMA SOILS OF SOKOTO STATE.

Muhammad B. Y.

Biology unit, State College of Basic and Remedial Studies, Sokoto, Nigeria.

Muhammad S.

Department of Biological Sciences, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria.

Keta J. N.

Department of Plant Science and Biotechnology, Abdullahi Fodiyo University of Science and Technology, Aliero, Nigeria.

Augie M. A.

Department of Soil Science, Abdullahi Fodiyo University of Science and Technology, Aliero, Nigeria.

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the relationship between the soil pH and some plant macronutrients (NPK) of fadama soils in Sokoto State. Simple random sampling method was used to collect sample from the three senatorial districts, and 75 soil samples were collected in the period of pre applied chemical fertilizer stage. The samples were taken to the laboratory for analysis. As the pH of the study areas was 6.1 – 7.11, showing the fadama soil of Sokoto State is categorized under neutral to moderately saline and alkaline in reaction. It was founded that in a pH above 7.0, more than 50% of total N tend to be lost, significantly higher compared to the losses at pH 6.65. All correlations fall within the weak or very weak category, which means pH of the study area has only a limited direct effect on the NPK in the dataset, but still offers valuable trends for management of the soil. The result also indicated negative correlation between pH and P showing the correlation is insignificant. Majority of samples exhibited moderate N content below the critical threshold (mean 0.118%). P availability was very low (mean 0.546 mg/kg) showing critical deficiency. The whole fadama soils of Sokoto State requires phosphate fertilizer as agronomic threshold is >15 mg/kg, but available K levels varied widely (mean 1.353 cmol/kg), moderate supports disease resistance and fruit development with many samples indicating low levels. The result also shows a critical finding in the widespread of P deficiency across all LGAs. With average P values below 1.0 mg/kg, pH level in some areas may be causing P fixation, reducing its availability to plants. This work is recommending increase in the pH level of the study area.

Keywords: Macronutrients, Soil pH, Fadama, Soil test, Soil health, Correlation.

ASSESSING DEGRADATION DYNAMICS THROUGH MACHINE LEARNING AND SATELLITE DATA IN THE MAÂMORA FOREST MOROCCO

MITIQUE Abderrafya

Ibn Tofail University, Faculty of sciences, Laboratory of Electronic, Information Processing, Mechanical and Energetic Systems, Department of physics, 14000 Kenitra, Morocco.

CHAIB Abdelfatah

Ibn Tofail University, Faculty of sciences, Laboratory of Electronic, Information Processing, Mechanical and Energetic Systems, Department of physics, 14000 Kenitra, Morocco.

BEN-EL-AZMIA Ilham

Ibn Tofail University, Faculty of sciences, Laboratory of Electronic, Information Processing, Mechanical and Energetic Systems, Department of physics, 14000 Kenitra, Morocco.

HAJJAJ Houda

Ibn Tofail University, Faculty of sciences, Laboratory of Electronic, Information Processing, Mechanical and Energetic Systems, Department of physics, 14000 Kenitra, Morocco.

IGOUZAL Mohammed

Ibn Tofail University, Faculty of sciences, Laboratory of Electronic, Information Processing, Mechanical and Energetic Systems, Department of physics, 14000 Kenitra, Morocco.

ABSTRACT

The Maâmora Forest in Morocco faces severe degradation from drought, overgrazing, and urbanization, threatening its ecological balance. SylvaGuard aims to monitor and predict this degradation by integrating satellite imagery and in-situ data. The system extracts NDVI, NDMI, and LST to build a composite degradation index and compares classical time-series, machine learning, and deep learning models. A Streamlit web app operationalizes the results, providing actionable degradation scores (low/medium/high) to support early detection and sustainable forest management.

Keywords: Forest Degradation, Maâmora Forest, Remote Sensing, Time Series Forecasting.

INTEGRATED ENVIRONMENTAL AND AGRONOMIC DIAGNOSTICS FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF AGRICULTURAL SOILS IN BENI-MOUSSA, TADLA PLAIN

El Hassania EL HAMZAOU*

Geomatics, Geo-Resources and Environment Laboratory, Department of Earth Sciences, Faculty of Sciences and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7816-8554>

Mohamed EL BAGHDADI

Geomatics, Geo-Resources and Environment Laboratory, Department of Earth Sciences, Faculty of Sciences and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

Hind ELHAMZAOU

Ibn Zohr University, Higher School of Education and Training – Agadir, Morocco.

Oussama BARTOT

Faculty of Letters and Human Sciences, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

ABSTRACT:

The Beni-Moussa irrigated perimeter, located in the Tadla Plain (Morocco), is a major agricultural zone facing increasing pressure due to the intensification of farming practices. This study provides an integrated diagnostic approach combining physico-chemical analyses, trace metal assessment, geostatistical tools, and an AHP-GIS multicriteria evaluation to assess soil conditions and their agronomic potential within a sustainable management perspective.

Results show that the soils exhibit high alkalinity, elevated carbonate content, and a silty–clayey texture. Trace metal analysis reveals significant enrichments in elements such as Cu, As, Ni, and Zn, mainly associated with agricultural inputs and the variable quality of irrigation water. Pollution indices highlight several critical areas, particularly around Afourer, Ouled Ayad, and Sidi Jaber, where contamination levels suggest a marked anthropogenic influence.

Risk assessment indicates an overall low to moderate ecological risk but reveals a non-negligible health risk, especially for children, due to the presence of certain metals in the soils. Furthermore, the AHP-GIS approach applied to a set of agronomic indicators shows that only 6% of the soils exhibit excellent quality, while the majority fall into the medium-quality category, limiting their suitability for sustainable intensive agriculture. Geostatistical analyses also highlight a pronounced spatial variability of soil properties, influenced by pedological factors and local management practices.

Overall, this integrated diagnostic enhances the understanding of environmental and agronomic dynamics in the Beni-Moussa perimeter and provides a solid foundation for guiding sustainable soil management strategies in the Tadla Plain.

Keywords: Tadla Plain; Beni-Moussa; Soil quality; Trace metals; Soil pollution; Ecological risk; Health risk; Geostatistics; AHP-GIS; Sustainable agriculture; Soil management.

**ANALYSIS OF THE BUSINESS FEASIBILITY STUDY IN THE FIELD OF
COOPERATIVE CATERING FOR UIN K.H. ABDURRAHMAN WAHID
PEKALONGAN**

Bagas Surya BUANA, Eka KURNIAWATI

Sisca APRILIA

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Amalia AYUNINGTYAS

Sisca APRILIA

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Sukma PURBANINGRUM, Putri UTAMI

Sisca APRILIA

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Sisca APRILIA

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ABSTRACT

This research article discusses the business feasibility study of one of the businesses in the Student Cooperative of UIN K. H. Abdurahman Wahid Pekalongan, namely the catering business. This study used interviews with the head of the business sector in the catering sector. This research yielded several results regarding the Business Feasibility Study in Student Cooperative Catering Businesses at UIN K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan. Some of the things we get are food businesses in the catering sector such as rice boxes, snack boxes, and tampah snacks. The marketing method used is by distributing pamphlets on social media. The capital used in this catering business is not too large, if you look at the results from the sales made, this catering business is sufficient to produce from the initial capital and income received each month.

Keywords : catering business, Kopma UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

REAL EARNINGS MANAGEMENT AND DIVIDEND PAYOUT OF LISTED, CONGLOMERATE FIRMS IN NIGERIA

James Innocent GAIYA

Department Of Accounting, Faculty of Management Science, Kaduna State, University

Benjamine K. GUGONG

Department of Accounting, Faculty of Management Science, Kaduna State University,
Kaduna, University, Nigeria

Hussaini BALA

Department of Accounting, Faculty of Management Science, Kaduna State University,
Kaduna, University, Nigeria

ABSTRACT

The main objective of the study is to investigate the effect of real earnings management on dividend payout of listed conglomerate firms in Nigeria. Real earnings management occurs when managers undertake actions that change the timing or structuring of operations and deviate from normal business practices, such as manipulating sales, reducing discretionary expenditures, and overproducing inventory to decrease the costs of goods sold, with the primary objective of meeting or beating certain earnings thresholds. The study, adopts correlation research design. The population of this study is the listed listed conglomerate firm in Nigeria exchange group (NEG) as at 31st of July 2023. The sample of the study is the five (5) the listed conglomerate firm in Nigeria exchange group (NEG) as at 31st of July 2023. Panel regression technique was employed in analyzing the panel data obtained from audited annual reports and accounts of the sampled firms for the period 2007-2022. Agency and signaling theories were used to underpin the study. OLS regression model was used with the aim of explaining and predicting empirically the effect of real earnings management on dividend payout of listed conglomerate firms in Nigeria. The model specifies that dividend payout of listed conglomerate firms in Nigeria is influenced by real earnings management (Discretionary Cash Flow from Operations (DCFL), Discretionary Production Costs (DPRO), Discretionary Expenses (DEXP) and the control variables (Firm size, and firm age). The result shows a positive and statistically significant effect of discretionary cash flow, production costs, and expenses indicating that these variables have a significant positive effect on dividend payout decisions. The non-significant coefficient for firm size suggests that it may not be a crucial determinant of dividend payouts, while the negative and statistically significant coefficient for firm age indicates that older firms tend to have lower dividend payouts. In line with the findings, the study recommends that conglomerate firms in Nigeria should focus on improving their cash flow management practices. Efficient cash flow management can lead to increased funds available for dividend distributions, thus enhancing shareholder value. Also Firms should aim to optimize their production processes and control costs effectively. Reducing unnecessary production expenses can positively influence dividend payout decisions and finally it is crucial for conglomerate firms to closely monitor discretionary expenses (DEXP) and ensure that they are justified and aligned with the company's strategic objectives. Responsible expense management can contribute to higher dividend payouts.

EVALUATING THE ROLE OF PRINT MEDIA IN CREATING AWARENESS AGAINST DRUG ABUSE AMONG YOUTH: A STUDY OF LEADERSHIP NEWSPAPER

Tunde OGUNTOLA

Features Editor, Leadership Newspaper

Aleyomi Timileyin PAUL

Department of Mass Communication Kaduna State University, Kaduna, Nigera

ABSTRACT

This study investigates the effectiveness of print media, with a focus on the Leadership Newspaper, in raising awareness and combating drug abuse among the youth. The research adopts the Uses and Gratifications Theory as its theoretical framework and employs a secondary sources research methodology, relying on a comprehensive analysis of existing academic articles, reports, and case studies. Based on the findings, it was discovered that the Leadership Newspaper, as a print media platform, plays a pivotal role in creating awareness against drug abuse among youth. The Uses and Gratifications Theory posits that media consumers are active participants who select media content to satisfy specific needs. In this context, the Leadership Newspaper has been successful in fulfilling the informational and educational needs of its readers by consistently covering issues related to drug abuse, its consequences, prevention, and treatment. Furthermore, the study revealed that the Leadership Newspaper has effectively utilized its reach and credibility to provide in-depth coverage of drug abuse stories, thereby enhancing public understanding of the issue. It has also served as a platform for experts and stakeholders to share their insights and knowledge, contributing to a more informed public discourse on drug abuse. The study concludes that print media, when strategically leveraged, can be a potent tool in addressing societal challenges such as drug abuse among youth. To further enhance the impact, it recommends that media outlets like the Leadership Newspaper continue their commitment to comprehensive coverage of drug abuse issues. Additionally, collaborations with relevant stakeholders, including educational institutions and government agencies, should be explored to strengthen the newspaper's advocacy and educational efforts against drug abuse. This collaborative approach can contribute significantly to a healthier and more informed youth population.

Keywords: Print Media, Awareness, Drug Abuse, Youth, Leadership Newspaper

ROLE OF PUBLIC RELATIONS IN ENHANCING PEACE IN AFRICA AMID RISING COUP D'ÉTAT

Tunde OGUNTOLA

Features Editor, Leadership Newspaper

Aleyomi Timileyin PAUL

Department of Mass Communication Kaduna State University, Kaduna, Nigera

ABSTRACT

This study investigates the crucial role of public relations in promoting peace within the African continent amidst the escalating occurrences of coup d'état. Secondary sources such as academic articles, reports, and case studies are analysed to ascertain the empirical evidence supporting these claims. The theoretical framework underpinning this study is grounded in communication and conflict resolution theories, specifically drawing from the works of Grunig and Hunt (1984) on the Excellence Theory and Fisher and Ury (1981) on principled negotiation. Based on the findings, it was discovered that public relations, when applied judiciously, plays a pivotal role in diffusing political tensions and promoting peaceful transitions of power. Through the implementation of strategic communication, governments, civil society organizations, and international actors can foster understanding among conflicting parties, build trust, and create an environment conducive to peaceful dialogue and negotiations. Furthermore, reputation management strategies can help restore the damaged image of nations affected by coup d'état, thereby attracting investments and aid crucial for post-conflict reconstruction. The study concludes that public relations, as an indispensable tool for diplomatic, informational, and reputational aspects of conflict resolution, has the potential to significantly contribute to peace in Africa amidst the rising threat of coup d'état. Recognizing the importance of proactive communication and engagement with stakeholders is paramount for averting political crises and maintaining regional stability. In light of these findings, this research recommends that African governments, in collaboration with international organizations and civil society, invest in enhancing their public relations capabilities.

Keywords: Public Relations, Peace, Africa, Coup d'État

SOCIAL MEDIA'S CONTRIBUTION TO THE CHANGING FACE OF JOURNALISM IN NIGERIA

Tunde OGUNTOLA

Features Editor, Leadership Newspaper

Aleyomi Timileyin PAUL

Department of Mass Communication Kaduna State University, Kaduna, Nigeria

ABSTRACT

This study delves into the evolving landscape of journalism in Nigeria and its transformation attributed to the pervasive influence of social media. Grounded in the diffusion of innovations theory, the research employs a secondary sources research methodology, drawing from an extensive analysis of existing academic literature, reports, and case studies. Based on the findings, it was discovered that social media has significantly reshaped journalism practices in Nigeria. The diffusion of innovations theory, which explains how new technologies are adopted and spread through a society, elucidates that social media platforms have rapidly become essential tools for news gathering, dissemination, and engagement. Journalists in Nigeria have embraced these digital platforms as integral components of their workflow, allowing for real-time reporting, user-generated content integration, and direct audience interaction. Furthermore, the study reveals that social media's contribution to journalism in Nigeria extends beyond the newsroom. It has empowered citizens to become active participants in news production and dissemination, amplifying diverse voices and perspectives. This shift has challenged traditional gatekeeping functions and ushered in an era of democratized journalism. The study concludes that Nigerian journalists and media organizations must continue to adapt to these transformative changes and harness the potential of social media for accurate and responsible reporting. It recommends that journalism training programs in Nigeria should incorporate digital literacy and social media ethics to ensure the responsible use of these platforms. Moreover, journalists should maintain a commitment to upholding journalistic standards while leveraging the power of social media to foster a more informed and engaged Nigerian society.

Keywords: Social media, Journalism, Media transformation, News dissemination, Journalism practices

SEX WORKERS: RIGHTS AND COVID DIFFICULTIES

Anshika PRADHAN

Anshika Pradhan, National Forensic Sciences University, Gandhinagar, Gujarat

ORCID ID: 0009-0003-6235-8446

ABSTRACT

In recent years India has witnessed significant legal advancements for the rights of Sex Workers. One such milestone was the decriminalization of adult consensual sex work in 2018 by the country's Supreme Court. This landmark judgment recognized the right to livelihood and non-discrimination for sex workers, emphasizing the need to view them as equal citizens entitled to legal protection. The Supreme Court has stated that sex work is also a job like any other. Equal protection under the law is guaranteed to sex workers. The court determined that where it is clear that the sex worker is an adult and participating with consent, the police must refrain from interfering or pursuing any criminal action. The court's decision is crucial because it affirms the worth of sex workers. It will allow sex workers to access the same services and perks as other citizens. Prostitution entails selling one's body for the buyer's pleasure, and sex workers deserve respect for their services. Despite constitutional guarantees, sex workers in India are subjected to violence, harassment, and denial of fundamental rights such as education and healthcare. One such milestone was the decriminalization of adult consensual sex work in 2018 by the country's Supreme Court. This landmark judgment recognized the right to livelihood and non-discrimination for sex workers, emphasizing the need to view them as equal citizens entitled to legal protection. Despite the positive developments, the COVID-19 pandemic has brought various hurdles, compounding the issues that sex workers currently experience. One of the major difficulties faced by sex workers in India during the COVID-19 pandemic is the loss of livelihood and financial instability. COVID-19 exposed flaws in global social support and left vulnerable groups even more marginalised. Sex workers, who were hit hard by the pandemic, are not included in relief, protection, or healthcare programs. To address these issues, Legalisation alone is not sufficient; society must positively redefine its perception of sex work. The Indian government must recognise sex work as a legitimate profession and enact comprehensive legislation that protects the rights of sex workers. Additionally, supportive and inclusive policies should be implemented to facilitate sex workers' access to essential services and social protections, such as healthcare, economic assistance, and legal support.

Keywords: Sex- Workers, COVID-19, Fundamental Rights, Prostitution

PRODUCTION OF BIODIESEL FROM *Tamarindus Indica* SEED OIL VIA ALKALI CATALYZED TRANSESTERIFICATION & ITS OPTIMIZATION

Noreen SAJJAD*

Department of Chemistry, University of Lahore, Lahore-54000, Pakistan

Ayesha SADIQA

Department of Chemistry, University of Lahore, Lahore-54000, Pakistan

Aeysha SULTAN

Department of Chemistry, University of Education, Lahore-54000, Pakistan

Laila RUBAB

Department of Chemistry, University of Education, Jaurhabad campus-, Pakistan

ABSTRACT

Bio-diesel is a viable alternative to the extensively utilized petroleum-derived fuel, because it can be produced using renewable resources. However, the higher production cost, is hindrance to its economic viability. Waste oils and non-edible seeds oil can be used as feed stock to make production of bio-diesel cost effective. Feed stocks account for about 80% to 85% of the cost of biodiesel. The current study aims to investigate the potential of cheap and renewable non-edible *Tamarindus indica* seed oil as feedstock for the production of biodiesel via alkali-catalyzed transesterification using potassium carbonate (K_2CO_3) as a catalyst. The fatty acid contents of both oil and biodiesel were determined by GCMS. The major fuel properties of *Tamarindus* methyl esters formed under ideal conditions were found to be within the defined limits of ASTM D6751 for biodiesel, suggesting that it could be used as a potential petro diesel substitute.

Key Words: Biodiesel, *Tamarindus indica*, potassium carbonate, non-edible

EXPLOITATION OF DRONE VULNERABILITIES IN SMART ENVIRONMENT

Andras TOTH

Ludovika University of Public Service, Faculty of Military Sciences and Officer Training,
Signal Department, Budapest, Hungary

ORCID ID: 0000-0001-6098-3262

Sandor MAGYAR

Ludovika University of Public Service Military National Security Department Budapest,
Hungary

ORCID ID: 0000-0002-6085-0598

Balazs SZATMARI

Ludovika University of Public Service, Faculty of Military Sciences and Officer Training,
Department of Electronic Warfare, Budapest, Hungary

ABSTRACT

Drones are increasingly used for various purposes, including private use, applications in smart cities, environmental protection, and critical infrastructure such as defence, agriculture, and energy. These drones offer several advantages, such as lower costs, greater mobility, and improved accessibility. However, they also pose security risks regarding privacy, safety, information security, confidentiality, integrity, and availability of collected information. Risks to information security can be caused by threats such as adversaries, technical failures, weather, and climate, and their severity depends on the sensitivity of the information and the scope of the information covered. The likelihood of these risks depends on whether another party could collect the data and whether there would be a problem if the flight could be carried out at a different time. Today, the dramatic increase in the use of drones has led to increased cyber-attacks with high probability and frequency. There is a strong need for detection, protection, and prevention countermeasures to deter these attacks. This research paper describes the essential characteristics and types of drones. It describes the emerging threats associated with their use in cyber-attacks and the countermeasures against them. It also reviews the exploitation of drone vulnerabilities in communication links, smart devices, and hardware, including smartphones and tablets. These vulnerabilities allow cyber-attackers to gain unauthorised access to sensitive information and carry out malicious activities. The document also highlights the importance of continued research and development to detect and neutralise drone-based cyber threats to ensure a secure digital environment.

Keywords

Critical infrastructures, Drones, Drone-based cyber threats, Information security, Vulnerabilities,

EFFECT OF DOLOMITE POWDER ON MECHANICAL PROPERTIES OF M30 GRADE CONCRETE

Japthi SRAVANI

G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Department of Civil Engineering, India.

ORCID ID: 0000-0001-7358-210X

M. Srinivasula REDDY

G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Associate Professor, Department of Civil Engineering, Kurnool, India.

P. Manoj KUMAR

G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Department of Civil Engineering, India.

ORCID ID: 0000-0002-4212-4496

ABSTRACT

Cement is one of the most significant constituents of Concrete. Most of the properties of Concrete depend upon the Cement. Nowadays, carbon emission is causing environmental pollution. It is assessed that 0.8 to 1.0 tons of Carbon dioxide is emitted during the production of a ton amount of cement. The production of cement in the world has greatly increased, and due to this production emission of CO₂ gas has increased, and ultimately Environmental Pollution increases. This effect on the environment has been reduced by cement and has been replaced by some supplementary materials like Dolomite powder. Dolomite can be utilized as a trade material for cement in concrete up to certain percentages. The Dolomite powder has a few comparative attributes of cement. Utilizing Dolomite powder in cement can diminish the expense of cement. The substitution rates attempted were 0 to 15 % at a regular interval of 2.5% by weight of cement, cubes, and cylinders were cast for varying percentages of dolomite powder in M30 grade Concrete. The Compressive and Split tensile strength of the Concrete of the above mixes will be compared and identified.

Keywords: Dolomite powder, Cement, Concrete, Compressive strength, and Split tensile strength

ROBOTICS IN AGRICULTURE: ENHANCING EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY

Assoc. Prof. Dr. C. VIJAI

Department of Commerce and Business Administration, Vel Tech Rangarajan Dr. Sagunthala
R&D Institute of Science and Technology, India

ORCID ID: 0000-0003-0041-7466

Assist. Prof. Dr. P. SASIKUMAR

Department of BBA, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies, Chennai, I
India

Assist. Prof. Mr. M. ELAYARAJA

Department of Commerce, St.Peter's Institute of Higher Education and Research, Tamil
Nadu, India

ABSTRACT

The global agricultural landscape is currently confronted with multifaceted challenges ranging from labor shortages and resource constraints to the imperative of sustainable practices. In response, the integration of robotics into agriculture has emerged as a promising solution to address these complex issues. This research paper delves into the diverse applications of robotics in modern agriculture and elucidates the transformative impact it holds. The paper discusses various types of agricultural robots, encompassing autonomous tractors, unmanned aerial vehicles (UAVs), robotic harvesting systems, weeding and pest control robots, and data-driven farm management. By enhancing efficiency, mitigating labor shortages, and promoting precision agriculture, robotics offers compelling benefits that can reshape the industry. Moreover, the paper examines the challenges and limitations inherent in adopting agricultural robotics, ranging from technical intricacies to ethical considerations. Through an exploration of real-world case studies, the paper illustrates the tangible successes, setbacks, and insights gained from implementing robotic systems in agriculture. Looking ahead, the study extrapolates future trends, including the incorporation of advanced technologies like AI and machine learning, and contemplates the policy and regulatory frameworks that can expedite the adoption of agricultural robotics while addressing concerns surrounding workforce displacement and ethical dilemmas. In conclusion, the paper underscores the pivotal role of robotics in propelling agriculture towards enhanced sustainability, efficiency, and productivity, thereby ushering in a new era of agricultural practices that can meet the demands of a dynamic and resource-constrained world.

Keywords: Agricultural Robotics, Precision Agriculture, Sustainable Farming, Automation in Agriculture, Robotics Integration.

Introduction

The global agricultural sector stands at a critical juncture, facing an intricate web of challenges that have ramifications for food security, resource utilization, and environmental sustainability. The ever-growing global population, coupled with the constraints posed by

limited arable land and diminishing natural resources, demands innovative solutions that can concurrently enhance productivity and reduce the ecological footprint of farming practices. As a response to these pressing concerns, the integration of robotics into agriculture has emerged as a transformative force with the potential to revolutionize traditional farming methods.

Agricultural robotics represents a convergence of cutting-edge technologies that range from autonomous vehicles and drones to sophisticated data analytics and artificial intelligence. The amalgamation of these technologies offers an array of capabilities that can address the contemporary challenges plaguing the agricultural landscape. This paper aims to explore the multifaceted role of robotics in agriculture, delving into the diverse applications, benefits, challenges, and prospects that characterize this burgeoning field.

Current Challenges in Agriculture

To appreciate the significance of robotics in agriculture, it is imperative to comprehend the intricacies of the challenges facing the industry. Rapid population growth, urbanization, and changing dietary preferences have escalated the demand for food production, placing an unprecedented strain on existing farming practices. Concurrently, the shortage of skilled labor, exacerbated by the migration of rural populations to urban centers, has intensified concerns about maintaining productivity levels. Furthermore, the need to minimize the ecological impact of agriculture, such as the judicious use of water, reduction of chemical inputs, and prevention of soil degradation, underscores the urgency for sustainable farming methods.

The Role of Robotics in Agriculture

In this context, robotics has emerged as a catalyst for transforming agriculture from a labor-intensive, resource-consuming endeavor into an efficient, sustainable, and data-driven industry. The marriage of automation, precision technologies, and advanced data analytics has led to the development of robots capable of performing a myriad of tasks traditionally carried out by human labor. From planting and harvesting to monitoring crop health and applying pesticides with pinpoint accuracy, robotics offers a suite of solutions that promise to address the core challenges while significantly reducing resource wastage and environmental impact.

Objectives of the Paper

This paper aims to provide a comprehensive overview of the current landscape of agricultural robotics, elucidating the types of robotic systems in use, the benefits they offer, the challenges they face, and the implications they hold for the future of farming. By examining case studies and real-world applications, we aim to showcase the practical impact of robotics in agriculture and shed light on the advancements that are propelling the field forward. Additionally, the paper will explore the policy frameworks necessary to support the integration of robotics into mainstream agriculture, while addressing ethical considerations related to job displacement and societal impacts.

In subsequent sections, we will delve into the diverse categories of agricultural robots, exploring their functionalities, strengths, and limitations. Furthermore, we will discuss how these robots contribute to increased efficiency, precision, and sustainability in agriculture. Through an examination of challenges, case studies, and emerging trends, we aim to present a holistic perspective on the role of robotics in reshaping the agriculture of tomorrow.

Robotics Applications in Agriculture

The adoption of robotics in agriculture represents a paradigm shift in the way farming operations are executed. By leveraging advanced technologies, robotics offers an innovative approach to address the challenges that have traditionally constrained agricultural practices. This section delves into the various applications of robotics in agriculture, highlighting their capabilities, benefits, and implications.

Autonomous Tractors and Vehicles

Autonomous tractors and vehicles stand as pioneers in the realm of robotic agriculture. Equipped with sophisticated navigation systems, sensors, and AI algorithms, these machines can perform a wide range of tasks autonomously. From plowing and planting to cultivating and harvesting, they streamline labor-intensive operations, reduce the need for human intervention, and optimize resource utilization. The precision of their actions minimizes soil compaction and enhances crop yields, while also offering increased efficiency by working tirelessly in adverse weather conditions.

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)

Unmanned Aerial Vehicles, commonly known as drones, have swiftly transitioned from recreational gadgets to indispensable tools for modern agriculture. Equipped with high-resolution cameras, multispectral sensors, and LiDAR technology, UAVs provide real-time, bird's-eye views of crop fields. This enables farmers to monitor crop health, identify areas of stress or disease, and even assess the effectiveness of irrigation and nutrient application. The ability to swiftly survey vast expanses of land enhances decision-making, leading to timely interventions and resource optimization.

Robotic Harvesting Systems

Robotic harvesting systems are revolutionizing the labor-intensive process of crop harvesting. With delicate manipulation capabilities and advanced computer vision, these robots can discern the ripeness of fruits and vegetables and harvest them without causing damage. By mitigating the dependency on human labor during peak harvest seasons, these robots not only address labor shortages but also improve the quality and shelf life of harvested produce.

Weeding and Pest Control Robots

Traditional methods of weed control and pest management often involve the use of chemical pesticides, resulting in environmental concerns and chemical residue on crops. Robotics offers an alternative approach through weeding and pest control robots. These robots use AI and

computer vision to identify and selectively remove weeds or pests, reducing the need for chemicals and minimizing the impact on non-target organisms. The precision of these robots prevents overuse of resources, making agriculture more ecologically sustainable.

Data-Driven Farm Management

Perhaps one of the most transformative applications of robotics in agriculture lies in data-driven farm management. Robotic sensors can collect an array of data, including soil composition, moisture levels, temperature, and crop growth patterns. This data, when combined with AI-powered analytics, provides insights into optimal planting times, irrigation schedules, and fertilizer application rates. As a result, farmers can make informed decisions that maximize yield while minimizing resource waste, ultimately contributing to both economic and environmental sustainability.

In the subsequent sections, we will delve into the manifold benefits that robotics brings to agriculture, ranging from increased efficiency and labor savings to enhanced sustainability and environmental stewardship. However, it is essential to acknowledge that while robotics holds immense promise, it also faces challenges that must be navigated for successful integration into the agricultural sector. The following section will illuminate these challenges and limitations.

Development of Agricultural Robot Systems

The integration of robotics into agriculture has led to the development of sophisticated and specialized robotic systems designed to address the unique challenges and demands of modern farming practices. This section examines the evolution and development of agricultural robot systems, highlighting their design considerations, technical aspects, and real-world applications.

Design Considerations

Agricultural robot systems are meticulously engineered to function effectively in diverse and dynamic environments. Design considerations encompass robustness, adaptability, and interaction with natural elements. These systems must navigate uneven terrain, withstand varying weather conditions, and interact with crops without causing damage. Integration of sensors, actuators, and intelligent control algorithms is essential to ensure safe and efficient operations.

Technical Components

Agricultural robot systems consist of several critical technical components that enable their functionality:

Sensors: Sensors, ranging from GPS and LiDAR to cameras and multispectral scanners, provide real-time data about the environment, crop health, and topography. This information guides the robot's actions and decisions.

Actuators: Actuators drive the physical movements of the robot, enabling tasks such as planting, harvesting, and spraying. Electric motors, hydraulic systems, and pneumatic mechanisms are commonly used for various applications.

Control Systems: Intelligent control systems, often powered by artificial intelligence and machine learning algorithms, process data from sensors and make real-time decisions. These systems ensure precision and adaptability in robot operations.

Communication: Connectivity through wireless networks allows robots to exchange information with central control systems and other robots. This facilitates coordination, data sharing, and remote monitoring.

Real-World Applications

The development of agricultural robot systems has resulted in a diverse range of real-world applications that transform farming practices:

Automated Planting and Seeding: Robot-assisted planting systems precisely place seeds at optimal depths and intervals, enhancing germination rates and minimizing resource wastage.

Precision Spraying: Robots equipped with precision spraying mechanisms apply pesticides, herbicides, and fertilizers with high accuracy, reducing chemical usage and environmental impact.

Crop Monitoring and Analysis: Unmanned aerial vehicles equipped with sensors capture multispectral data that help monitor crop health, detect diseases, and assess nutrient deficiencies.

Autonomous Harvesting: Robotic harvesting systems identify ripe produce and perform delicate harvesting operations with minimal human intervention.

Weed and Pest Management: Weeding robots use computer vision to differentiate between crops and weeds, enabling targeted removal and reducing reliance on chemical herbicides.

Data-Driven Decision Making: Sensor-equipped robots provide real-time data on soil conditions and weather patterns, enabling data-driven decisions for irrigation, fertilization, and planting.

The ongoing development of agricultural robot systems is characterized by a continuous refinement of design, incorporation of advanced technologies, and increased adaptability to various farming practices. While these systems offer significant benefits, they also face technical and practical challenges that must be addressed for their widespread adoption. The subsequent sections delve into the advantages of agricultural robot systems, shedding light on how they contribute to improved efficiency, sustainability, and productivity in modern agriculture.

Challenges in Implementing Agricultural Robot Systems

The integration of agricultural robot systems into farming practices offers immense promise, but it is not without its challenges. This section delves into the key hurdles that must be overcome to successfully implement and maximize the potential of robotics in agriculture.

Technical Challenges

Navigation and Localization: Operating in diverse and uneven terrains presents challenges for accurate navigation and localization of robotic systems. Ensuring reliable and precise movement in fields with varying topographies and obstacles remains a technical challenge.

Sensor Integration: Integrating a variety of sensors such as cameras, LiDAR, and multispectral scanners to capture and interpret relevant data in real-time requires robust hardware and sophisticated algorithms.

Adaptability: Agricultural environments are dynamic and change rapidly with weather conditions, crop growth stages, and terrain alterations. Robots must demonstrate adaptability to these changes without compromising performance.

Power and Energy

Battery Life: Agricultural robot systems often operate over large areas, necessitating extended battery life to complete tasks without frequent recharging. The development of efficient and durable power solutions is critical.

Charging Infrastructure: Establishing charging infrastructure across expansive fields can be logistically challenging and costly. The availability of convenient charging stations or alternative power sources is a concern.

Data Management and Analysis

Data Overload: Agricultural robot systems generate vast amounts of data related to crop health, soil conditions, and operations. Effectively managing and analyzing this data to derive meaningful insights can be overwhelming.

Data Security: Ensuring the security and privacy of sensitive data collected by robotic systems is essential to prevent unauthorized access or misuse.

Cost and Investment

Initial Investment: The cost of acquiring and deploying agricultural robot systems can be substantial, limiting access to smaller farms. Demonstrating a clear return on investment is crucial to encourage adoption.

Maintenance and Repairs: Maintaining and repairing complex robotic systems requires specialized knowledge and resources. Ensuring cost-effective maintenance solutions is imperative.

Regulatory and Societal Challenges

Regulatory Frameworks: Navigating regulations related to autonomous operations, safety standards, and data privacy can be complex and may vary across jurisdictions.

Societal Acceptance: The adoption of agricultural robot systems may raise concerns about job displacement in rural communities. Addressing these concerns and demonstrating the potential for new job opportunities is important.

Environmental Impact

E-waste and Sustainability: The disposal of outdated or malfunctioning robotic components could contribute to electronic waste. Ensuring responsible disposal practices and sustainable design is crucial.

Despite these challenges, ongoing research, technological advancements, and collaborations between academia, industry, and regulatory bodies offer pathways to overcome these hurdles. As agricultural robot systems become more sophisticated and adaptable, their integration could pave the way for a more efficient, sustainable, and resilient future of agriculture. In the following sections, we delve into the benefits and opportunities that agricultural robot systems offer, highlighting their potential to address pressing agricultural and environmental challenges.

Benefits of Agricultural Robot Systems

Agricultural robot systems offer a plethora of benefits that extend beyond the boundaries of traditional farming practices. This section explores the transformative advantages that these systems bring to modern agriculture, emphasizing efficiency, sustainability, and improved resource management.

Enhanced Efficiency

Labor Savings: Agricultural robot systems reduce dependency on manual labor, addressing the challenges posed by labor shortages during critical periods such as planting and harvesting.

Continuous Operation: Robots can work tirelessly without breaks, reducing downtime and increasing productivity during extended work periods.

Precision Operations: Robots perform tasks with high precision, minimizing errors in planting, spraying, and harvesting. This precision translates to improved crop quality and yield.

Sustainability

Resource Optimization: By utilizing data-driven insights, robotic systems optimize resource usage such as water and fertilizers, reducing waste and minimizing environmental impact.

Reduced Chemical Usage: Precision spraying and targeted pest control minimize the need for chemical pesticides, promoting ecological balance and reducing chemical residues on crops.

Soil Health: Robots can operate without compacting soil, which helps maintain soil structure and health, contributing to sustainable farming practices.

Data-Driven Decision Making

Timely Interventions: Real-time data collection and analysis enable prompt responses to changing conditions, helping farmers make informed decisions regarding irrigation, fertilization, and pest control.

Yield Prediction: Accurate crop health monitoring and growth analysis allow for better yield predictions, assisting farmers in planning and market positioning.

Improved Quality and Safety

Gentle Harvesting: Robotic harvesting systems handle delicate produce with care, reducing bruising and damage, which in turn enhances the quality and shelf life of harvested crops.

Worker Safety: The deployment of robots in hazardous environments, such as handling chemicals or operating in adverse weather conditions, reduces the risk to human workers.

Scalability and Consistency

Scalable Operations: Agricultural robot systems can be easily scaled to accommodate various field sizes and types of crops, making them adaptable to different farming contexts.

Consistent Performance: Robots consistently perform tasks with the same level of precision and accuracy, reducing variations that may arise due to human fatigue or skill differences.

Economic Benefits

Higher Returns: Increased efficiency and optimized resource usage contribute to higher crop yields, ultimately translating into increased economic returns for farmers.

Reduced Operating Costs: While initial investment may be high, the long-term operational costs of robotic systems can be lower due to reduced labor and resource expenses.

As agricultural robot systems continue to evolve and become more sophisticated, these benefits are expected to become even more pronounced. By addressing challenges, optimizing operations, and promoting sustainable practices, robotic technologies hold the potential to

redefine the way we approach agriculture, ensuring food security and environmental stewardship for generations to come. In the following section, we examine real-world case studies that showcase the practical impact of agricultural robot systems across diverse agricultural contexts.

Conclusions

The integration of robotic technologies into agriculture marks a pivotal moment in the evolution of farming practices. This paper has explored the diverse landscape of agricultural robot systems, delving into their applications, development, benefits, and challenges. As we conclude, it is evident that the potential of robotics in agriculture is profound, with implications that extend beyond mere mechanization.

Agricultural robot systems offer a compelling solution to the pressing challenges facing the industry. Their ability to enhance efficiency, mitigate labor shortages, optimize resource utilization, and promote sustainable practices positions them as catalysts for transformative change. From autonomous tractors plowing vast fields to drones surveying crop health from above, these robotic systems bring precision and data-driven decision-making to the forefront of modern agriculture. However, this transformation is not without its hurdles. Technical challenges, regulatory considerations, and societal concerns present formidable obstacles that must be navigated to realize the full potential of agricultural robotics. As the field continues to advance, it is imperative that collaboration between researchers, industry stakeholders, and policymakers fosters an environment conducive to innovation while addressing ethical, legal, and economic implications.

Real-world case studies highlight the tangible successes of integrating robotic systems into farming practices. These studies underscore the advantages of increased efficiency, reduced resource wastage, and improved crop quality. They also serve as a testament to the adaptability and potential of agricultural robot systems across a spectrum of contexts, from large commercial farms to small-scale operations. In conclusion, the marriage of robotics and agriculture marks a transformative era that holds promise for both food security and environmental sustainability. The challenges may be significant, but the potential rewards are even greater. As the world grapples with the imperative of feeding a growing population while safeguarding natural resources, agricultural robot systems stand as a beacon of hope—a bridge between innovation and sustainable cultivation. The journey ahead requires continued dedication to research, development, and responsible implementation, ensuring that agricultural robotics becomes a cornerstone of a more resilient and productive global food system.

REFERENCES

1. Kaur, R., Kaur, A., & Singh, D. (2020). Applications of Robotics in Agriculture: A Comprehensive Review. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*.
2. Sareen, P., & Verma, S. (2020). Role of Robots in Agriculture: A Comprehensive Review. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*.
3. Zhang, Q., Li, C., & Zhou, S. (2019). A Review of Applications and Developments of Robotics in Agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*.
4. Van Henten, E. J., Hemming, J., & Goudriaan, J. (2018). Agricultural robotics: The future of robotic agriculture. *Precision Agriculture*.
5. Lehnert, C., Biber, P., Wachendorf, M., & Hensel, O. (2018). Robotics and automation in grassland farming: a review. *Computers and Electronics in Agriculture*.
6. Andrade, A. P. D., Pessin, G., & Giraldo, G. A. (2019). Unmanned aerial vehicles for agricultural applications: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*.
7. Hui, G., Dong, Y., Chen, Y., Zhai, Y., & Zhang, Y. (2020). A Review of Robotic Harvesting Systems for Fruits and Vegetables. *Biosystems Engineering*.
8. Adamchuk, V. I., Hummel, J. W., Morgan, M. T., & Upadhyaya, S. K. (2004). On-the-go soil sensors for precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*.
9. Meena, R. K., & Nirmalakhandan, N. (2020). Agricultural robot sensing technologies: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*.
10. Odu, T. (2019). Unmanned aerial vehicles (drones) in agriculture: A review. *Agricultural Sciences*.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON PARKING VOLUME STUDIES IN NANDYAL TOWN

Asst. Prof. Dr. P. Manoj KUMAR

G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Department of Civil Engineering,
Kurnool, India.

ORCID ID: 0000-0002-4212-4496

Assoc. Prof. Dr. M. Srinivasula REDDY

G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Department of Civil Engineering,
Kurnool, India.

Asst. Prof. Dr. Japthi SRAVANI

G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Department of Civil Engineering,
Kurnool, India.

ORCID ID: 0000-0001-7358-210X

ABSTRACT

Cities are faced with many challenges, in particular in relation to the mobility of people and the structure of land-use. Parking management, which makes the link between the fields of urban planning and transportation, is one of the crucial ways to meet these challenges. Parking is the major problem which impact on the Transportation development by increasing the road traffic in urban areas like Malls, shops, Central Business areas which shows the great Economical Impact on Traffic. To gather the parking information on parking supply and it's used the parking inventories have been initiated and intended which includes in observation of the number of Parking spaces available and the time spent for the vehicles and the type of parking facility. Parking is an important consideration for all cities. Adequate parking supply is needed incites to encourage retail and commercial activities and to satisfy residential and visitor demands. Well designed and balanced parking controls can maximize the efficiency of road space, allowing clients to visit business, customers to visit retail establishments and residents to improve their mobility while undertaking economic and social activities. The main objective of this study is to evaluate the existing parking facilities in the study area and suggest the appropriate measures required.

Keywords: In-out Survey, Parking, Visit.

EMOTIONAL NEGLECT AS PREDICTOR OF DELINQUENT TENDENCIES IN ADOLESCENT BOYS

Kashaf ARIF

University of Management and Technology, Lahore, Pakistan

Asma IJAZ

University of Management and Technology, Lahore, Pakistan

Wajeaha TALAT

University of Management and Technology, Lahore, Pakistan

ABSTRACT

The study aimed to investigate the predictors of Delinquent Tendencies among adolescent boys. A sample of 300 boys aged 13-20 years from diverse private and government educational institutions, schools and colleges in Lahore, Pakistan, was recruited using stratified random sampling. The research employed culturally relevant measurement tools namely Emotional Neglect Scale for Adolescents (Karamat et al., 2022), Identity Scale for Adolescents (Saleem et al., 2019), and Self-Reported Delinquency Scale (Naqvi and Kamal, 2008). The mean age of participants was found to be 16 ± 2 . Multiple hierarchical regression analysis revealed that emotional neglect along with negative identity emerged as significant positive predictors of delinquent tendencies in adolescent boys. Notably, participants belonging to joint family systems exhibited heightened perceptions of emotional neglect and it was found as a significant predictor of delinquent tendencies. These findings highlight the heightened sensitivity of adolescent boys to emotional neglect and its consequential impact on the development of negative identity and delinquent tendencies. The implications of these findings point towards the necessity of delving deeper into this phenomenon and its significance in shaping preventive strategies against delinquency. Further research is warranted to comprehensively explore this area, thereby contributing to the formulation of effective preventive interventions.

Keywords: emotional neglect, predictors, delinquent tendencies, identity, adolescent boys, Pakistan.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN ELECTRONIC HUMAN RESOURCE MANAGEMENT IN THE INDIAN INFORMATION TECHNOLOGY INDUSTRY

ICSSR Doctoral Fellow M. K. GANESHAN

Alagappa Institute of Management Alagappa University, Karaikudi- 630 003, Tamil Nadu,
India

ORCID ID: 0000-0003-2407-1527,

Senior Professor and Head, C. VETHIRAJAN

Department of Corporate Secretaryship, Alagappa University, Karaikudi-630 003, Tamil
Nadu, India

ABSTRACT

This research presents the use of artificial intelligence in human resources due to changes in technology in the IT landscape. Almost all companies are using artificial intelligence to increase the efficiency of human resources in the IT industry. Common applications of AI across major industries include automation technologies that automate repetitive tasks, improving industry efficiency and productivity. Data analysis and insights like AI algorithms analyze large volumes of data, extract patterns, and provide valuable insights for informed decision-making. SHRM reports that at least 79% of companies already use some form of AI or automation in their recruitment and hiring processes. How AI and machine learning technologies are transforming e-HRM: AI-driven candidate matching, predictive analytics for talent management and chatbots for HR services also includes things like employee engagement, natural language processing, diversity and inclusion, cyber security, and adaptive learning. The AI HR market is projected to grow by 35.26%, from USD 3.89 billion in 2022 to USD 17.61 billion in 2027, according to Research and Markets. These figures show how AI is being used more frequently in HR procedures and the benefits it may provide in terms of effectiveness, decision-making, and talent acquisition. Finally, the IT industry's rapid pace of innovation makes it particularly well suited to adopting AI and machine learning in e-HRM. These technologies can optimize HR processes, improve employee satisfaction, and contribute to the overall success of IT organizations.

Keywords: Human resource management. E-HRM, artificial Intelligence, information technology, organizational performance

Acknowledgement

M. K. Ganeshan is a recipient of the Indian Council of Social Science Doctoral Fellowship. His article is largely an outcome of his doctoral work sponsored by the ICSSR. However, the responsibility for the facts stated, the opinion expressed, and the conclusions drawn is entirely that of the author.

THE EVOLUTION OF FOOD SECURITY POLICIES IN INDIA: A CRITICAL EXAMINATION OF THE NATIONAL FOOD SECURITY ACT, 2013

Research Scholar, Mr. Abhishek Kumar VERMA

Department of Law, School of Legal Studies, Central University of Punjab, Bathinda, India.

Prof. Dr. Deepak Kumar CHAUHAN

Department of Law, School of Legal Studies, Central University of Punjab, Bathinda, India

ABSTRACT

The Evolution of Food Security Policies in India: A Critical Examination of the National Food Security Act, 2013

A milestone in India's complex and dynamic food security policy framework is the National Food Security Act (NFSA). Food Security is the very basic need of this time and it is the third country in the world to legislate the constitutional commitment besides Brazil and South Africa. This study analyses the evolution of the NFSA. Initially it analyses historical and legislative sources to fully understand the Act's essential elements, complex effects, and on-going difficulties. The objective of this study is to assess the Act's importance in India's food security policy framework. The retrospective begins with a thorough look of India's pre-independence food security efforts. This study extensively investigates the Green Revolution and agricultural dynamics and targeted public distribution systems in post-independence India and how economic liberalisation affects food security policy. The legislative section details the NFSA's history and implementation. This section describes the extensive drafting, consultations, and amendments that led to its enactment. It also thoroughly explains and analyses the Act's fundamental provisions and rights. The next phase of the study examines how the NFSA affects food security in India. This study evaluates the Act's effectiveness in alleviating hunger and malnutrition and its socio-economic effects on vulnerable groups. Furthermore, this study objective is to examine how subsidies, procurement, and distribution improve food security. An NFSA review should include post-implementation issues and disagreements. The current discussion covers beneficiary identification errors, budgetary constraints, fiscal feasibility, and implementation obstacles. The methodology adopted in this study is based on the secondary data which includes the research studies, news articles, government reports and other relevant studies. The study concludes with findings of summary of the key results, emphasising NFSA's lasting impact and offering policy solutions to its shortcomings.

Keywords: NFSA, Food Security, Green Revolution, Hunger, Food Insecurity.

FOOD SECURITY: ISSUE CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN INDIA

Research Scholar, Mr. Jaswant Singh RAJPUT

Department of South and Central Asian Studies, School of International Studies, Central
University of Punjab, Bathinda, India.

Research Scholar, Mr. Abhishek Kumar VERMA

Department of Law, School of Legal Studies, Central University of Punjab, Bathinda, India.

ABSTRACT

Food Security: Issue Challenges and Opportunities In India

Despite its status as a major food producer, food security remains a pressing concern in India. This abstract examines the multifaceted issue of food security in India, delving into its challenges and potential opportunities for sustainable solutions. The rapidly growing population and traditional agricultural practices strain the availability and distribution of food resources. Inefficient supply chains and income disparities further exacerbate the situation, leaving vulnerable populations at risk of malnutrition. The impact of climate change adds complexity, affecting food production and access. However, amidst these challenges, opportunities emerge. Technological advancements and innovative agricultural practices offer the potential for increased productivity and resource optimization. Emphasizing sustainable water management and irrigation systems can alleviate the burden of water scarcity. The Indian government's initiatives, such as the National Food Security Act and mid-day meal programs, play a pivotal role in ensuring access to food for millions. Public-private partnerships and investment in infrastructure can create more efficient distribution networks and reduce post-harvest losses. Diversification of crops may enhance nutrition and bolster food security. This abstract calls for a holistic approach to tackling the issue of food security in India. By integrating modern practices, sustainable strategies, and socio-economic development efforts, India can move towards a future where all its citizens can access sufficient, safe, nutritious food. This study emphasizes the significance of effective policies, technological advancements, and collaboration among various stakeholders in achieving long-term food security goals for the nation.

Keywords: Food security, India, Challenges, Opportunities, Population pressure, Agricultural practices, Distribution and supply chain.

DIVERSITY OF CREATIVITY BETWEEN SCIENCE AND GRAPHICS DESIGN: A QUEST FOR MEANING AND NEXUS

AJAYI, Olayemi T.

Department of Art and Design, The Federal Polytechnic, Ilaro Ogun State, Nigeria

ADENIJI, A. Tosin

Department of Art and Design, The Federal Polytechnic, Ilaro Ogun State, Nigeria

ABSTRACT

In the ever-evolving landscape of human expression and innovation, the intersection of science and graphic design emerges as a captivating realm where diversity in creativity flourishes. This study conducted a deep investigation into the intricate connection between the seemingly distinct realms of science and graphic design, with a focus on the fundamental role of creativity. It delved into the diverse ways in which creativity manifests in both disciplines, from the structured methods of scientific exploration to the expansive world of visual storytelling. The study uncovered a concealed nexus where science and graphic design meet, serving as a catalyst for transformative ideas. It explored how scientific concepts can be translated into compelling visual narratives and how graphic design enhances the communicative power of science, leading to a symbiotic relationship that transcends disciplinary boundaries. Moreover, the study recognized the broader societal impact of this fusion, emphasizing the capacity of science and graphic design to foster understanding, evoke emotions, and drive innovation. Ethical considerations are brought to the forefront, acknowledging the potential for both enlightenment and manipulation in this collaboration and prompting questions of responsibility and accountability. In conclusion, this exploration revealed an intricate web of interconnected ideas, highlighting a profound quest for meaning in the convergence of science and graphic design. It invited us to acknowledge the symbiotic relationship between these domains, affirming that, at their core, both serve as vehicles for human expression, discovery, and connection. The study suggests that the elusive nexus between them, once illuminated, encourages us to embrace the boundless potential of creativity in gaining a deeper understanding of our world and ourselves.

Keywords: African nations' impact, Artistic strategies, Economic advancement, Environmental degradation mitigation, Nigerian economic circumstances, Subsidies termination

OPTIMAL CONTROL WITH THE EFFECT OF IVERMECTIN AND LIVESTOCK AVAILABILITY ON MALARIA TRANSMISSION

OCHIGBO, J.E.

Department of Mathematics and Statistics, Federal University Wukari P. M. B 1020, Wukari-Taraba State, Nigeria

NDAM, N. J.

Department of Mathematics, University of Jos, P. M. B 2084, Jos-Plateau State, Nigeria

SIRISENA, U. W.

Department of Mathematics, University of Jos, P. M. B 2084, Jos-Plateau State, Nigeria

ABSTRACT

The conventional methods for controlling malaria leaves a gap which may be the reason that it remains a global threat. Here, mathematical model for malaria with ivermectin treated livestock and humans (an uprising tool with the potential of filling the gap), insecticide bed net, and treatment of infectious individuals as control tools was formulated and analyzed. The basic reproduction number, R_0 was estimated and the local stability of the disease-free equilibrium point is asymptotically stable if $R_0 < 1$. Analysis of the local stability of the endemic equilibrium shows that the malaria model undergoes a forward bifurcation. R_0 was found to be most sensitive to the mosquito biting rate and the proportion of bloodmeal on human with cattle availability based on sensitivity analysis. Although the result of an optimal control analysis with time dependent controls shows that a combination of all three controls gives the best result but due to limited resources, the use of ivermectin and treatment of infective human is recommended to be adopted in malaria intervention programs as it also strongly affects both the infective human and mosquito populations with the potential of contributing significantly to the disease elimination within a minimal time frame.

Keywords: Mathematical modeling, Malaria, Ivermectin, Optimal control.

**"PUBLISH IT NOT IN THE STREETS OF ASHKELON": A
PHENOMENOLOGICAL ANALYSIS OF THE ATTACKS ON THE NEWS MEDIA
IN NIGERIA**

Favour C. UROKO (Ph.D)

Department of Religion and Cultural Studies, Faculty of the Social Sciences, University of
Nigeria Nsukka

ABSTRACT

This article examines the reasons for attacks on the media by political forces in Nigeria. In recent times, Nigerian media houses have been receiving threats, sanctions, and physical attacks from politicians, government institutions, and the government in power. This is similar to the Old Testament narrative in 2 Samuel 1:19–27, where David lamented about his desire for some news to be let out into the public domain for personal reasons. In Nigeria, some media houses have been fined hugely for some of their broadcasts; others have their media coverage limited, just to mention a few. This is a qualitative study that adopted a phenomenological approach. The data adopted content analysis. Findings reveal that politicians do not want citizens to be conscientious of the immoral activities of government. Also, politicians do not want Nigerians to know the reality of what their government is saying. Furthermore, there was the claim that media houses were exalting the activities of terrorists. Recommendations are discussed.

Keywords: news media, Nigeria, discrimination, political manipulation, justice, fairness

COPYRIGHT TO DERIVATIVE WORKS UNDER THE INTELLECTUAL PROPERTY LAW OF VIETNAM

Dr. Le Thi MINH

Thu Dau Mot University, Vietnam

ORCID ID: 0000-0003-0156-4046

ABSTRACT

Inheritance and development of existing literary, artistic, and scientific works drive intellectual property development and innovation. New ones created by reference to the old are called derivative works and are subject to copyright protection by law. Through derivative works such as works translated into different languages and languages to help readers understand more about the culture, society, politics, and scientific and technological achievements of many countries. As a result, cultural, artistic, and scientific achievements are more widely known. Besides, the transformation of expression forms and genres of works that are adapted or adapted works also contributes to enriching the type of performance and suitable to the audience's tastes. In current international accession, IP and copyright rights are increasingly interested and developed in Vietnam. However, people's understanding of their rights to works created or owned by them still needs to be improved, leading to many copyright infringement cases for various reasons. The regulations on IP are also constantly being renewed, but there are still many difficulties and inadequacies. The article deals with the current Vietnamese intellectual property law regulations on making derivative works, solving complex problems, and recommending perfect solutions.

Keywords: derivative works, copyright, intellectual property

1. Introduction

Intellectual property has been vital in international trade and socio-economic development activities, especially in the current global integration trend. SocietySociety is increasingly developing intellectual products to show their value and role. Especially creative intellectual products in literature, art, and science have an essential position in contributing to the creation of great values throughout the development and formation of human social history. This reality also requires increased attention to ensuring the rights of the creators of those products - an issue of widespread concern in intellectual property.

Inheritance and development of existing literary, artistic, and scientific works is one-factor promoting intellectual property development and innovation. Over the past twenty centuries, we have continuously inherited the research of previous generations in the fields of literature, art, and science and developed and created new products. New things created based on references to old things are called derivative works and are subject to copyright protection by law. Through derivative works such as works translated into different languages to help readers understand more about the culture, society, politics, and scientific and technological achievements of many countries. , different regions. Thanks to that, cultural, artistic, and scientific achievements are known to more people. In addition, the transformation of forms of expression and the genre of works that the work adapts or adapts also contributes to enriching the type of performance and adapting it to the audience's tastes. In the current context of

international integration, intellectual property rights in general and copyright rights in particular are increasingly concerned and developed in Vietnam. However, people's understanding of their rights to the works they create or own is minimal, leading to many copyright infringement cases for various reasons. IP regulations are also continuously being innovated.

2. Overview of derivative works and copyright for derivative works

2.1. Concepts, characteristics, and classification of derivative works

Instead of defining what is a derivative work in the sense of copyright law, the Berne Convention only stipulates the types of works in these fields that will be protected by copyright, specifically *Translated works that simulate musical adaptations and other adaptations of a literary or artistic work are protected as original works without prejudice to the copyright of the original work*" and "collections of literary and artistic works, such as encyclopedias and collections, the selection and structure of materials that constitute a rental creation are also protected as a work without prejudice."²

Accordingly, the Berne Convention does not define derivative works but of derivative works into two types based on how the author affects the original work. Such division is entirely consistent with the nature of derivative works, and some countries worldwide also have regulations similar to the Berne Convention.

The 2005 Intellectual Property Law, amended and supplemented in 2009, 2019, and 2022, stipulates: "A derivative work is a work translated from one language into another, a work that is adapted, adapted, adapted or compiled, , annotation, selection " ³. Accordingly, a derivative work is created from pre-existing works but expressed in new ways and forms. However, this regulation is only a list and does not indicate the primary signs of derivative works, and the forms of creating derivative works with children are clearly explained. At the same time, the concepts of translated, stylistic, adapted, and specialized works are not explicitly regulated by law.

In short, the work must exist in many different forms and be created based on existing works based on the content of the original work by creative ways of changing the form of expression of the type of performance.

Derivative works have the following characteristics:

Firstly, derivative works are only formed based on one/existing works. Existing works may have expired or expired copyright protection. The right to make derivative works belongs to the group of property rights to the work. ⁴.

Secondly, regarding the form of expression of derivative works, copyright law does not protect the content of the idea but only the form of expression of the idea. On the other hand, derivative works are not copies of the original work. Therefore, in many cases, the form of

²Article 2.5, Bern Convention of 1886 for the protection of literary and artistic works.

³ Clause 8, Article 4, Law on Intellectual Property 2005, amended and supplemented in 2009, 2019, 2022.

⁴ This right is stipulated in Point A, Clause 1, Article 20 of the 2005 Intellectual Property Law, amended and supplemented in 2009, 2019, and 2022.

expression of a derivative work must be entirely or partially different from that of the original work.

Third, regarding originality, the author must create derivative works so they cannot be copied from other works/works. The term "other works" is understood to include the author's works. For a derivative work to be protected, it must bear the creative imprint of the author. However, suppose the line between partial creation and complete creation is recognizable. In that case, the line between creating a derivative work and infringing upon the original work's copyright is difficult to discern. This infringement often manifests itself in the infringement of the non-transferable moral right in copyright.

Fourth, regarding the imprint of the original work in the derivative work, although the derivative work must ensure the originality as just analyzed, the imprint of the original work must be reflected in the derivative work; that is when recognizing a derivative work, the public must associate it with the original work, this association is expressed through the content of the original work.

2.2. Copyright in derivative works

“Derivative works are protected only if they do not prejudice the copyright in the work used to make derivative works ⁵. ” Accordingly, like copyright rights to original works, copyright owners of derivative works also enjoy property rights and moral rights, but depending on the level and scope. However, copyright for derivative works also has specific characteristics concerning the original work: the copyright of derivative works will be completely independent of the copyright of the original works. Derivative works are protected by copyright as the original work but must not prejudice the copyright of the original work.

In short, copyright arises from when the derivative work is created and is the author's right to the derivative work he creates. Like the original work, the copyright of a derivative work is a right that automatically arises at the time of creation of the work, protected by law without the need for registration. Derivative work is formed based on the original work and is created and changed through the author's work. Derivative works are also eligible for separate copyright protection, but copyright applies only to content that is original to the derivative work. The protection of derivative works is related to the protection of original works. For a derivative work to be protected by copyright, the prerequisite is that it does not prejudice the original work's copyright. Making derivative works must not infringe the copyright of the original works. Any act of making derivative works without the permission of the author or copyright owner of original works that are also considered derivative works is considered copyright infringement unless it is a case of translation into braille or other languages for visually impaired people. ⁶.

In summary, copyright for derivative works is similar to copyright in general.

⁵ According to the provisions of Clause 2, Article 14 of the 2005 Law on Intellectual Property, amended and supplemented in 2009, 2019, and 2022 :

⁶ Clause 7, Article 28 of the 2005 Law on Intellectual Property was amended and supplemented in 2009, 2019, and 2022.

3. Legal practice of copyright for derivative works

According to the law, copyright includes property rights and moral rights. Personal and property rights are two fundamental rights organizations, and individuals give by IP law to their works. They are the owners of original and original works according to the provisions of IP law. derivative works

3.1. Moral rights

An author's moral right is to protect the creative integrity and reputation of the creative author expressed through the work, such as naming the work or putting a real name or a pseudonym on the work. Real name or pseudonym when the work is published using the publication of the work or allowing others to publish the work, protecting the integrity of the work, and not allowing others to modify, mutilate, or misrepresent the work in any form that is harmful to the author's honor and reputation.

According to the provisions of the 2005 IP Law, amended and supplemented in 2009, 2019, and 2022, Moral rights are rights that belong solely to the author and cannot be transferred to anyone in any form, even in the case of The deceased author includes the right to name the work and protect the integrity of the work separately from the right to publish the work that can be transferred to others. Because the right to name a work and protect the integrity of the work is attached to the personal value of the author, it cannot be transferred, while the right to publish a work is property so that it can be transferable to others. Moral rights under copyright include the following rights. ⁷:

- Name the work. Naming a work does not apply to works translated from one language to another;
- Put your real name or pseudonym on the work; be given your real name or pseudonym when the work is published or used.
- Publish the work or allowing others to publish the work means the release of a work to the public in several copies sufficient to satisfy a reasonable public need, depending on the nature of the work, by the author, the copyright holder, or by individuals, Other organizations do so with the consent of the author or copyright owner.
- Publication of a work does not include the performance of a theatrical, cinematographic, or musical work; reading in public a literary work; broadcasting literary and artistic works; displaying visual works; Building works from architectural works.
- Protect the integrity of the work, and do not allow others to edit, mutilate, or distort the work in any form that is harmful to the author's honor and reputation.; unless otherwise agreed by the author.
- Authors of computer programs and investors producing computer programs may agree on the naming and development of computer programs.

3.2. Property rights

Property rights protect the author's economic interests and enable the author to profit by directly or indirectly exploiting his or her work as a derivative work, performing the work in public, or copying the work. , distribute, import originals or copies of works, communicate

⁷ Article 19 of the 2005 IP Law was amended and supplemented in 2009, 2019, and 2022.

works to the public by wire and wireless means, electromagnetic information networks, or any other technical means, rent originals or copies of movie work computer program

Suppose the author's moral rights are directly related to the honor and reputation of the author. In that case, the property rights are associated with the material benefits arising from the works created by the author. These material benefits are entirely worth the labor to create and all the investment costs to build the work. The author's property rights specifically as follows⁸:

First, the right to make derivative works: based on an existing work, the author or copyright owner can create new derivative works in a new expression, different from the original work. An essential condition when making derivative works is to have the author's consent of the original work and, simultaneously, be obliged to pay royalties and fees.

Second, the right to perform a work in public means that the copyright owner performs or allows others to perform the work in public anywhere or through audio or video recording programs without permission.

Third, the right to copy a work is the right of the copyright owner to exclusively make or authorize others to make copies of the work by any means or form, including creating a copy in electronic form. However, some cases are reproduced without permission or remuneration, such as self-reproducing a copy for personal research and teaching purposes, not for commercial purposes, or copying a work for personal use. One copy should be stored in the library for research purposes.

Fourth, the right to distribute and import originals or copies of works: Distributing works is something the author does himself or lets others do in any form or technical means that the public can do.

Fifth, the right to communicate works to the public by wire, wireless, electromagnetic information networks, or any other technical means: the author, the copyright owner, does or allows the person to do so. Another person makes a work or a copy of a work available to the public by wire and wireless means carrying electronic information accessible to the public at a place and time of their choosing. Thanks to the constant change and development of the means of transmission of works, authors can easily convey their works to the public quickly and conveniently and save many costs.

Sixth, the right to rent originals or copies of cinematographic works or computer programs is the right of the copyright owner to make or allow others to make the lease for exploitation and use for a limited period. However, concerning computer programs, the right to lease is not applicable in cases where that program is not the main object for lease, for example, a computer program to control and operate machinery and other technical equipment.

Thereby, the above property rights are exclusively exercised by the author copyright owner or allowed to be exercised by others according to the provisions of the 2005 IP Law, amended and supplemented in 2009 and 2019. 2022. However, when exploiting and using the above rights, whether in part or in whole, permission must be sought, and royalties, remunerations, and other material benefits must be paid to the copyright owner. More specifically, because the author of the original work and the author of the derivative work have a special

⁸ Article 20 of the 2005 IP Law was amended and supplemented in 2009, 2019, and 2022.

relationship, the work must deduct a portion of these material benefits when receiving royalties or commissions.

4. Infringement of copyright for derivative works

4.1. Acts of copyright infringement in general

According to the provisions of IP law, derivative works are also protected by copyright independently, like the original work. However, authors and copyright owners of derivative works enjoy property and moral rights at different levels and scopes. IP law does not explicitly stipulate what is an act of copyright infringement. The acts that are considered copyright infringement that is, the acts.⁹:

- They infringe upon the moral rights specified in Article 19 of this Law.
- Infringement of property rights specified in Article 20 of this Law.
- Failure to perform or incomplete implementation of obligations specified in Articles 25, 25a, and 26 of the Intellectual Property Law.
- They are intentionally canceling or invalidating effective technological measures implemented by the author or copyright owner to protect the copyright of their work in order to perform the acts specified in this Article and Article 35 of this Law.
- Manufacture, distribute, import, offer for sale, sell, promote, advertise, market, rent, or store for commercial purposes equipment, products or components, introduce or provide services when knowing or having grounds to know that such equipment, products, components or services are produced or used to turn off effective technological measures protecting copyright.
- Intentionally deleting, removing, or changing rights management information without the permission of the author or copyright owner when knowing or having grounds to know that performing such an act will incite, create the possibility, create favorable conditions, or conceal acts of copyright infringement according to the provisions of law.
- Intentionally distributing, importing for distribution, broadcasting, communicating, or making available to the public a copy of a work when knowing or having grounds to know rights management information has been removed, removed, or changed without permission of the copyright owner; knowing or having grounds to know that the performance of such acts will instigate, enable, facilitate or conceal acts of copyright infringement as prescribed by law.
- They are failing to perform or incompletely perform the provisions to be exempt from legal liability of the intermediary service provider specified in Clause 3, Article 198b of the Intellectual Property Law.

4.2. The act of creating derivative works violates the copyright of the original work

First, make a derivative work without the author's consent, the copyright owner of the work used to make the derivative work. For example, if you want to translate a book into another language, permission from the novel's owner must be obtained. If the way a work is done without the consent of the owner, that is considered copyright infringement.

⁹ Article 28 of the 2005 IP Law was amended and supplemented in 2009, 2019, and 2022.

Second, impersonation appropriates copyright as if not naming the original work. This is the act of using another person's work without crediting the author or naming a person who is not the author of that work.

Third, do not cite the name of the work you like or the name of the source author using the work.

Fourth, make derivative works for commercial purposes and do not pay remuneration to the original work's author. Example of a copyright dispute between Mr. Nguyen Van An and the defendant, Mr. Vo Thanh Tan - Owner of a private business, Thanh Nghia Bookstore, Ben Tre Printing Joint Stock Company, and Thanh Nien Publishing House Since 1998, bookstore Thanh Nghia has arbitrarily republished the anthology "40 essays in English" compiled by Mr. An without asking the author's permission, without paying the author's remuneration.

¹⁰Furthermore, the bookstore also added the names of fake movements to make them appear real people. By arbitrarily adding the name of a co-author to this collection when republishing the work, the parties using the work have infringed the author's moral rights.

5. Proposal to improve the law

Although Vietnam's IP law has been being developed and improved to comply with the legal framework of the Conventions and Agreements to which Vietnam is a member, the current legal regulations on copyright protection still need to be solved. In general, the regulations on copyright derivative works still need to be revised compared to other general regulations and do not stem from the nature of the object that needs to be protected. They are causing many difficulties and problems in applying the law.

For Vietnam's intellectual property legal system to be increasingly improved, limitations in legal regulations on intellectual property rights in general and copyright rights in particular need to be corrected and overcome. Therefore, the author makes some recommendations as follows:

Firstly, it is necessary to promulgate a legal document on copyright protection for derivative works. Building and perfecting the legal policy system of copyright and related rights must be identified as an essential issue that needs the most attention today. In reality, in Vietnam, the protection of copyright in general and copyright for derivative works still has many limitations and inadequacies. Therefore, it is necessary to build a system of legal documents that focuses on regulating copyright issues for derivative works.

Second, add the concept of derivative works and define each type. Studying IP law shows that some Vietnamese copyright regulations are still rigid and challenging. Therefore, changes are needed to make the legal regulations more flexible and express the complete generalization of the law. Vietnamese IP law does not have a definition or generalization of the characteristics of derivative works. However, it only lists types of derivative works, which will lead to the

¹⁰Vietnamnet (2015), *Thanh Nghia Bookstore was fined 200 million*, <https://vietnamnet.vn/nha-sach-thanh-nghia-bi-phet-200-trieu-259654.html>, accessed September 1, 2023.

inability to list all types of derivative works. Therefore, we propose to supplement regulations by explaining the following terms :¹¹

- A translated work is a work in which the content of the work is converted from one language to another without changing the content of the original work.
- Adaptation work: is a work that is renewed and creative in content and concept based on an existing work.
- An adapted work is one in which the content remains unchanged, but the form of expression changes compared to the original work.
- Adapted work is a work based on the original work's content to create more and change the art form.
- Compiled works are collected, selected from many different sources, and compiled according to specific criteria.

Tuesday, It is necessary to improve the procedural law to settle disputes over intellectual property rights. Intellectual property dispute cases handled at courts account for a negligible number of cases compared with cases resolved by administrative measures due to the lengthy settlement time and labor-intensive and costly settlement of the court. Therefore, it is necessary to improve legal regulations on proceedings to create a convenient and quick resolution mechanism and ensure intellectual property rights holders' legitimate rights and interests.¹²

Fourth, the law prohibits clearly defining the limits of IP objects subject to administrative handling.

Currently, administrative measures are chosen by IP owners to resolve IP rights disputes more than other measures because of their clear sanctions and ability to ensure enforcement. Therefore, it is necessary to encourage the resolution of intellectual property rights disputes by civil means, gradually shifting to dispute resolution mechanisms in court and commercial arbitration. Administrative agencies should only handle cases of clear violations, cases of complex nature, or disputes in nature.¹³

6. Conclusion

The Berne Convention, the TRIPS Agreement, and several countries' copyright laws protect derivative works. The Berne Convention, the TRIPS Agreement, and the bilateral international treaties countries sign are considered the minimum standards to which countries must adhere. Vietnam's IP law on copyright is no exception to this scope.

Inheriting, developing, and creating cultural and artistic works and research in the scientific field has become a factor of high economic value and, at the same time, contributes to improving spiritual life. Everyone needs to enjoy cultural and artistic works. Although the issue of copyright for works in general and derivative works, in particular, is no longer

¹¹ Tran, C (2021), *Copyright protection for derivative works according to Vietnamese law*, Master's thesis, Hanoi National University, Vietnam.

¹² Hua Hai Linh (2020), *Copyright for derivative works in Vietnam - Current status and solutions*, Master's thesis, Hanoi Law University

¹³ Nguyen Thi Le Thu (2012), *Copyright for derivative works in Vietnam - Current status and solutions*, Master's thesis, Hanoi Law University.

strange in Vietnam in recent years, this issue is still extremely complicated and of public concern.

Along with the development of social life and information technology, the problem of copyright infringement for derivative works is still happening and becoming more and more sophisticated. The law on IP has been increasingly improved and overcome the previous difficulties, but some limitations and gaps still need to be overcome.

Therefore, studying the provisions of Vietnamese law and the current situation on the issue of copyright for derivative works is of great significance in building and perfecting the legal system and improving copyright enforcement activities.

REFERENCES

1. Bern Convention of 1886 for the protection of literary and artistic works.
2. Intellectual Property Law No. 50/2005/QH11 dated November 29, 2005 of the National Assembly, effective July 1, 2006.
3. Law No. 36/2009/QH12, dated June 19, 2009, of the National Assembly, amending and supplementing several articles of the Intellectual Property Law, effective from January 1, 2010.
4. Law No. 42/2019/QH14, dated June 14, 2019, of the National Assembly, amending and supplementing several articles of the Law on Insurance Business and the Law on Intellectual Property, effective November 1, 2019.
5. Law No. 07/2022/QH15, dated June 16, 2022, of the National Assembly, amending and supplementing several articles of the Intellectual Property Law, effective from January 1, 2023
6. Decree 17 /20 23 /ND-CP detailing several articles and measures to implement the Law on Intellectual Property, copyright, and related rights.
7. Hua Hai Linh (2020), *Copyright for derivative works in Vietnam - Current status and solutions*, Master's thesis, Hanoi Law University.
8. Nguyen Thi Le Thu (2012), *Copyright in derivative works in Vietnam – Current situation and solutions*, Master thesis, Hanoi Law University.
9. Tran, C (2021), *Copyright protection for derivative works according to Vietnamese law*, Master's thesis, Hanoi National University, Vietnam.
10. Vietnamnet (2015), *Thanh Nghia Bookstore fined 200 million*, <https://vietnamnet.vn/nha-sach-thanh-nghia-bi-phat-200-trieu-259654.html>, accessed on September 1, 2023.

PARENTING OF CHILDREN OF COMMERCIAL SEX WORKERS

Achmad ZUROHMAN

Teaching Social Sciences, Zainul Hasan Islamic University of Genggong Probolinggo,
Indonesia

ORCID ID: 0009-0009-8488-140X

M. FAUZI

Postgraduate Program at the State Islamic University (UIN) K.H. Abdurrahman Wahid
Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0003-0752-8580

ÖZET

Parenting is an important aspect in the formation of the personality and development of children in various walks of life. Good parenting can provide a strong foundation for children's physical, emotional and social growth. Conversely, inappropriate parenting patterns can have a negative impact on children's development. In Kabupaten Batang, there are various social and economic contexts that influence children's parenting, including in Wuni Hamlet, Tanggulangharjo Village, Kecamatan Banyuputih. One issue that has attracted particular attention is the parenting of children from families of commercial sex workers (CSWs) living in this village. The presence of commercial sex workers in Wuni Hamlet, Tanggulangharjo Village, Banyuputih Subdistrict is important to examine because of the impact it can have on the lives of children who grow up around it. Conditions such as social stigmatization, limited access to adequate education and health services, and economic instability in the families of prostitutes are some of the factors that have the potential to influence parenting patterns in Wuni Hamlet, Tanggulangharjo Village, Banyuputih Subdistrict. Therefore, research on the parenting patterns of children from families of prostitutes in this area is very relevant. This study aims to provide a deeper insight into the parenting patterns of children from families of prostitutes in Wuni Hamlet, Tanggulangharjo Village, Banyuputih Sub-district, Batang Regency. With a better understanding of the challenges and dynamics of parenting in this environment, it is hoped that more effective intervention efforts can be developed to help these children overcome the various problems they face. This research uses a qualitative approach with a case study method, this method is used to gain an in-depth understanding of a phenomenon or problem. data collection techniques through interviews, observation, and document analysis. This method is suitable for research on parenting of children of commercial sex workers because it can provide a more complete and detailed picture of the experiences and perceptions of parents. The results showed that parents from families of commercial sex workers have difficulty in providing adequate attention and care for their children because they are busy at work. children from families of commercial sex workers experience stigmatization and discrimination from the surrounding environment, which can affect the parenting patterns applied by parents. parents from families of commercial sex workers pay less attention to the education and health of their children because they are busy

at work. the environment where children live and socialize can affect parents' parenting patterns towards children..

Anahtar Kelimeler: Parenting Of Children, Commercial Sex Workers

PARENTING OF CHILDREN OF COMMERCIAL SEX WORKERS

ABSTRACT

Parenting is an important aspect in the formation of children's personality and development at various levels of society. inappropriate parenting patterns can have a negative impact on children's development. One of the problems that attracts attention is the parenting of children from families of commercial sex workers (PSK) who live in Wuni Hamlet, Tanggulangharjo Village, Banyuputih District, Batang Regency. This study aims to provide in-depth insight into the parenting of children from families of commercial sex workers in Wuni Hamlet, Tanggulangharjo Village, Banyuputih Sub-district, Batang Regency. This research uses a qualitative approach with a case study method. data collection techniques through interviews, observation, and document analysis. The results showed that parents from families of commercial sex workers have difficulty in providing adequate attention and care for their children because they are busy at work. children from families of commercial sex workers experience stigmatization and discrimination from the surrounding environment, which can affect the parenting patterns applied by parents. parents from families of commercial sex workers pay less attention to the education and health of their children because they are busy at work. the environment where children live and socialize can affect parents' parenting patterns towards children.

Keywords: Parenting Of Children, Commercial Sex Workers

EFFECT OF ENVIRONMENTAL ENRICHMENT ON BABOON BEHAVIOUR AND ACTIVITY IN TA AFOLAYAN WILDLIFE PARK, NIGERIA

Adetola B. O.*

Department of Ecotourism and Wildlife Management, Federal University of Technology,
P.M.B 704, Akure, Ondo State, Nigeria

Olorunmola D. E.

Department of Ecotourism and Wildlife Management, Federal University of Technology,
P.M.B 704, Akure, Ondo State, Nigeria

ABSTRACT

Effect of environmental enrichment on the activity and behavioral pattern of Olive Baboon (*Papio anubis*) at T.A. Afolayan Wildlife Park, Federal University of Technology, Akure, Nigeria was studied. An ethogram with behavioural description was developed for the study which was conducted in two phases; enrichment and non-enrichment phase. Each of the two male baboons were observed independently for consecutive three days per week between 8:00am to 12:00pm using instantaneous scan sampling at 10min interval for 12weeks (six weeks each for the enrichment and non-enrichment phase) through direct observation. Different enrichment devices: cartoon boxes, bamboo stuffed with different fruit items, tyre, mirror, hard ball, PVC with honey were used in alternative days during the enrichment phase. Data were analyzed using descriptive and inferential statistics. Seven behavioral categories (locomotion, social, aggressiveness, inactive, communication, stereotypes and maintenance) were observed. Result shows that Baboon A exhibited stereotypic behaviour (42%) without enrichment while after introduction of enrichment the Baboon exhibited more of socializing behaviour (49%). Furthermore, the non-enrichment phase for Baboon B shows that inactive behaviour (58%) was the highest while after introduction of enrichment the Baboon exhibited more of socializing behaviour (37%). The mean difference of the time spent on activities during the introduction of enrichment for Baboon A was not significant ($t=2.232$ $p=0.067$) while the time spent on activities during the introduction of enrichment for Baboon B was significant ($t=2.469$ $p=0.049$). The wildlife park was enjoined to establish a regular and diverse enrichment regime that minimizes boredom and reduces abnormal behaviors for its primates.

Keywords: Baboon, Enrichment, Behaviour, Welfare, Park

EFFECT OF SALINE SOLUTIONS ON SCHLAMM-BASED GEOPOLYMERS WITH VARYING NaOH CONCENTRATIONS

H. EL HAROUACHI

Mohammed Premier University, Molecular Chemistry, Materials and Environment
Laboratory (LCM2E), Multidisciplinary Faculty of Nador (FPN), Morocco

M. ELGETTAFI

Mohammed Premier University, Molecular Chemistry, Materials and Environment
Laboratory (LCM2E), Multidisciplinary Faculty of Nador (FPN), Morocco

M. LOUTOU

Mohammed Premier University, Molecular Chemistry, Materials and Environment
Laboratory (LCM2E), Multidisciplinary Faculty of Nador (FPN), Morocco

ABSTRACT

Geopolymer materials have garnered significant attention as eco-friendly alternatives to conventional construction materials. This study investigates the response of Schlamm-based geopolymers to varying concentrations of sodium hydroxide NaOH (8-14M) when exposed to saline solutions. Geopolymers were synthesized using Schlamm as a precursor material and subjected to different NaOH concentrations to create a range of geopolymers with distinct properties. The specimens were then immersed in saline solutions to simulate real-world conditions. The effects of saline exposure on the mechanical, chemical, and microstructural properties of the geopolymers were analyzed by (XRF, XRD, SEM and compressive strength). Results indicate that the interaction between NaOH concentration and saline solution significantly influences the geopolymer performance. This research contributes to a better understanding of the durability and suitability of Schlamm-based geopolymers in saline-rich environments, offering insights for their potential applications in coastal and marine construction projects

Keywords: Geopolymer, Saline solutions, Schlamm, Geopolymers, NaOH concentrations, Compressive strength

STUDIES OF THE ORIGIN OF SKIN BURNS DURING ELECTROSURGERY USING A MULTI-COMPONENT FLUID MODEL

Prof. Dr. Branislav RADJENović

Institute of Physics, University of Belgrade, Belgrade, Serbia (Responsible Author)

ORCID ID: 0000-0002-8756-1008

Dr. Nikola BOŠKOVIĆ

Institute of Physics, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

ORCID ID: 0000-0002-6316-4120

Prof. Dr. Marija RADMILOVIĆ-RADJENović

Institute of Physics, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

ORCID ID: 0000-0001-8931-859X

ABSTRACT

The primary aim of this study is a better understanding of the effect of various conditions (electrode geometry, the applied voltage, pulse waveforms, power) on the prevention of sparking between electrodes during an electrosurgical procedure. The simulation model has been developed based on a multi-component plasma fluid model. Calculations were performed for different electrode arrangements (cylinder-cylinder, sphere-sphere, and cylinder-sphere) representing the shapes of surgical electrodes. The obtained simulation results could be useful for determining which electrode configuration will more easily lead to the sparking, to prevent complications of electrocautery procedures.

Keywords: Multi-component, electrosurgery, skin burns.

COMPUTATIONAL MODELING OF RADIOFREQUENCY ABLATION TREATMENT OF LIVER TUMOR

Prof. Dr. Marija RADMILOVIĆ-RADJENović

Institute of Physics, University of Belgrade, Belgrade, Serbia (Responsible Author)

ORCID ID: 0000-0001-8931-859X

Prof. Dr. Branislav RADJENović

Institute of Physics, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

ORCID ID: 0000-0002-8756-1008

Dr. Nikola BOŠKOVIĆ

Institute of Physics, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

ORCID ID: 0000-0002-6316-4120

ABSTRACT

The outcome of radiofrequency ablation (RFA) of tumors is challenged by lack of patient-specific planning. By providing predictive tools, biophysical models can help clinicians to plan and guide the procedure for an effective treatment. For such models to be useful in clinical routine, the computation has to be fast and accurate. We present a detailed computational model of the biophysical mechanisms involved in RFA of liver tumors such as heat diffusion, cellular necrosis and blood flow. This model simulates the extent of ablated tissue given the probe location and some biological parameters such as tissue conductivity or heat capacity. The model is based on medical images, from which patient-specific models of the liver, visible vessels and tumors are built.

Keywords: Computer, radiofrequency ablation, treatment plan.

PHILOSOPHICAL REPRESENTATION OF THE PHENOMENON LAWYER ETHICS

PhD student, Vadim LAVRIVSKY

Department of Social Philosophy and Management, Faculty of Sociology and Management,
Zaporizhzhia National University, Ukraine

ORCID ID: 0009-0001-6070-5948

ABSTRACT

An important factor in the analysis of the phenomenon of professional advocacy activity serves to define its main principles, which in turn makes it possible to more clearly trace its institutional nature. This problem should also be considered in a purely methodological dimension, when its main definitions and methods of argumentation make it possible to find out in more detail the essence of legal processes related to professional advocacy. The professional activity of a lawyer should be considered as that which is carried out by the subject of human rights processes, which is characterized by the qualities and characteristics of the interpersonal dimension, and the intentional nature of the lawyer's activity is aimed at the process of understanding legal reality.

In the philosophical and phenomenological dimension, legal life is a form of meaningfulness of law that precedes theoretical statements about it.

Legal life is formed by the a priori data of legal awareness, which are manifested in the form of accessible and obvious ideas about the framework of the existing legal order in society. It is believed that this understanding of legal life should determine the specificity of the legal object of integrative jurisprudence.

The essence of knowledge of the surrounding world in phenomenological philosophy consists in the consistent "cleansing" of the recognizable object from existing or possible interpretations, analogies, judgments about it, revealing its true properties and qualities. The course of legal knowledge involves the rejection of all possible judgments that are closely related to the spatio-temporal, psychological, concrete-historical components of being rights in society, and later, as a result of such a refusal, the procedure of describing the remains of the structure of being, which is known by the subject, is carried out.

Keywords: advocacy activity, human rights, legal life, specificity of the legal object.

NANOTECHNOLOGY IN CARDIOVASCULAR HEALTH: INNOVATIONS AND APPLICATIONS

Jenifer Alat STEPHEN

2-year Student of the Faculty of General Medicine, Tashkent Medical Academy, Tashkent, Uzbekistan.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-6585-542X>

Mirkhamidova Sevara MIRMAKHMUDOVNA

Assistant of the Department of Public Health and Management, Tashkent Medical Academy, Tashkent, Uzbekistan.

ABSTRACT

Nanotechnology has emerged as a promising field with the potential to revolutionize cardiovascular health. This abstract provides an overview of the applications of nanotechnology in cardiovascular health, highlighting key advancements and their implications. Nanotechnology offers precise control over materials at the nanoscale, enabling the development of targeted drug delivery systems, diagnostic tools, and tissue engineering scaffolds. One of the key applications of nanotechnology in cardiovascular health is the targeted delivery of therapeutic agents. Nanoparticles can be engineered to encapsulate drugs and selectively deliver them to the site of disease, improving drug efficacy and minimizing off-target effects. Furthermore, nanotechnology-based diagnostic tools offer enhanced sensitivity and specificity for early detection and monitoring of cardiovascular diseases. Nanosensors and imaging agents enable the visualization of molecular and cellular events, providing valuable insights into disease progression and treatment response. These advancements facilitate early intervention and personalized medicine approaches. Additionally, nanocarriers can enhance drug stability, prolong circulation time, and overcome biological barriers for efficient drug delivery. This approach holds great promise for the development of functional blood vessels, heart valves, and cardiac patches. Despite the immense potential, several challenges need to be addressed for the clinical translation of nanotechnology in cardiovascular health. These challenges include regulatory considerations, long-term safety assessment, scalability, and cost-effectiveness. In conclusion, nanotechnology offers an innovative and versatile platform for advancing cardiovascular health. Its applications in targeted drug delivery, diagnostics, and tissue engineering have the potential to transform the prevention, diagnosis, and treatment of cardiovascular diseases. Continued research and development efforts, along with collaborations between scientists, engineers, and clinicians, are essential to harness the full potential of nanotechnology in cardiovascular health.

Keywords: Nanotechnology, Targeted drug delivery, Precise, Nanosensors, Nanocarriers, Cardiovascular diseases

SUPREMACY” OVER OTHERS: THE FASCIST, CHAUVINIST IDEOLOGY OF THE HORTHY REGIME IN HUNGARY IN THE INTERWAR TIME

Sándor FÖLDVÁRI

Debrecen University, Hungary, Faculty of Humanities

ORCID ID: 0000-0002-7825-0531

ABSTRACT

Between the two World Wars in Hungary, in the Horthy-regime, the concept of neo-nationalism and cultural supremacy was the doctrine of the Minister of Religion and Public Education, Count (“Gróf”) Kunó Klebelsberg, and the Secretary of State for Public Education, Gyula Kornis. The latter was a philosopher, university teacher, Piarist monk, and cultural politician, from 1927 to 1931 the state secretary responsible for public education of the Minister of Religion and Public Education Kunó Klebersberg. It refers to the Trianon Treaty of 1920, which marked the borders of “little” Hungary because it lost the First World War and the losers were punished; therefore, the “regain what was lost” refers to the restoration of the former “Great Hungary” — and the “cultural supremacy” was the “tool” for restoring the former territories: the Slavic and Romanian ethnicities were “of less value”, their culture was “on less level” than that of Hungarians. Klebersberg renovated Hungarian education and benefited by establishing primary schools. Therefore, increasing the level of knowledge of people and making them more literate people was not done with any purpose of catching up to the Western, European culture. But was done with the purpose of educating more and more nationalist people, who think of themselves more “higher” than others. It is a sharp racism. Thus, the whole education must be focused on “restoring” the former Hungarian Kingdom, the whole youth of the country must be educated in the spirit of the revenge for the Trianon Treaty. Dividing people into valuable and worthless is dangerous fascism – this was the official ideology of the Horthy regime in mid-war Hungary. And, this is nowadays the ideology of the Orbán-regime, too. Hence, the recent Orbán regime is racist, too.

Keywords: Horthy-regime, Hungary, Interwar-Epoch, Nationalism, Klebersberg.

THE IMPERATIVE OF ECO-LITERACY FOR NIGERIAN UNIVERSITY STUDENTS: A CALL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE NIGERIAN EDUCATION SYSTEM

SHUAEEB, A. I.

Department of Science Education Federal University of Technology, Minna

NDATSU, A.

Department of Science Education Federal University of Technology, Minna

BABAGANA, M. (PhD)

Department of Science Education Federal University of Technology, Minna

YAKI, A. A. (PhD)

Department of Science Education Federal University of Technology, Minna

YAHAYA FATIMA

Department of Science Education Federal University of Technology, Minna

ABSTRACT

As the world faces escalating environmental challenges, fostering eco-literacy among university students becomes paramount. This research article explores the pressing need for eco-literacy within the context of Nigerian universities. With a growing population, rapid urbanization, and increasing environmental degradation, Nigeria stands at a crucial juncture where its future leaders must possess a deep understanding of ecological principles and sustainable practices. This article emphasizes the role of educational institutions in cultivating eco-consciousness and proposes strategies to integrate eco-literacy into higher education curricula. The degradation of the environment due to human activities has spurred worldwide concerns. Nigerian university students, as the future decision-makers and leaders, hold the key to addressing these challenges. Eco-literacy, defined as the ability to understand complex ecological systems and make informed decisions that promote environmental sustainability, is crucial for the sustainable development of Nigeria. The current state of eco-literacy among Nigerian university students is concerning. A lack of comprehensive environmental education has resulted in limited awareness of ecological issues and their implications. Studies show that many students lack fundamental knowledge about sustainable practices and their connection to broader ecological systems. Nigeria faces a myriad of environmental challenges, including deforestation, pollution, improper waste management, and the impacts of climate change. These challenges exacerbate social, economic, and health issues. To tackle these problems effectively, eco-literate individuals are needed to drive informed decision-making and inspire sustainable practices. The urgent need for eco-literacy among Nigerian university students cannot be overstated. By equipping students with the knowledge, skills, and values to address environmental challenges, universities play a pivotal role in shaping a sustainable future for Nigeria. Embracing eco-literacy is not only a responsibility but also an investment in the well-being of the nation and the planet.

Keywords: Eco-literacy, environmental education, sustainable development, Nigerian universities, curriculum integration & environmental challenges.

NUMERICAL SIMULATION OF THE IMPACT OF EFFECTIVE TREATMENT STRATEGY IN CONTROLLING RELAPSE IN PATIENTS WITH CHRONIC HBV INFECTION

Nwaokolo, M. A.

Department of Mathematics and Statistics, Federal University, Wukari

Okorie C.E.

Department of Mathematics and Statistics, Federal University, Wukari

ABSTRACT

The impact of a treatment strategy in controlling relapse in patients with chronic HBV infection is analyzed. The reproduction number is computed from which threshold ratios for treatment with (and without) relapse is obtained. The sensitivity indices of R_0 reveal that, transmission rate and the proportion without immunization championed the disease outbreak and could be checked by way of occurrence of the infection or the number of infected person in the population. Numerical experiments were conducted using MATLAB program, the result reveals that patients adopting ineffective treatment strategies are prone to delay in quick response to treatment regimens, which consequently slows down the potential of recovery from the infection. The epidemiological consequence of the key findings is that controlling the disease with an ineffective treatment strategy (self-medication and blind prescription) should be avoided to curtail the consequences of drug resistance. On the contrary, individuals that have adopted effective treatment strategies have shown greater potentials for recovery from the infection. Also, new drugs with low resistance should be provided, that will help to minimize the risk of relapse / re-emergence of the infection due to drug resistance. Hence, long-term adherence to highly effective treatment options is needed to control relapse in patients with chronic HBV infection.

Key words: Treatment, relapse, chronic hepatitis B virus infection, reproduction number

POMELO PEEL NUTRITIONAL, BIOACTIVE AND INDUSTRIAL IMPORTANCE

Simple SHARMA*

Department of Food Science and Technology, I. K. Gujral Punjab Technical University,
Jalandhar - Kapurthala Highway, Punjab 144603, India

ORCID ID: 0000-0002-0865-432X

Barinderjit SINGH

Department of Food Science and Technology, I. K. Gujral Punjab Technical University,
Jalandhar - Kapurthala Highway, Punjab 144603, India

ABSTRACT

Pomelo fruit scientifically known as *Citrus grandis* and its peel portion is composed of flavedo and albedo portions. The outermost yellow region of pomelo is known as flavedo and the inner spongy white portion is albedo. Around 70-85% portion of pomelo fruit constitutes a waste of which 55-65% is of the peel portion. The peel waste product of pomelo is regarded as a potential source of nutraceuticals. As compared to pulp and juice, the peel portion of the fruit contains a higher dose of vitamins and minerals. A special focus should be placed on the peel's potential usage as an ingredient for functional foods as well as in the pharmaceutical business because the nutritional content in the peel portion is significantly higher than the amount present in the pulp and juice portion. The peel portion is composed of bioactive constituents including flavonoids, phenolic, coumarins, carbohydrates, and triterpenoids. The different phenolic acids reported from pomelo peel are caffeic, chlorogenic, ferulic, sinapic, vanillic acid, and p-coumaric. The peel of pomelo is incorporated in custard, curries, and gravies to improve the flavor and aroma. The pomelo fruit peel was used by researchers to fabricate extruded snacks with high nutritional quality and health benefits. The peel outer portion of pomelo also known as flavedo combats diseases such as diabetes mellitus, pulmonary disease, cancer, nephropathy, cardiovascular disease, and neurodegenerative disease. Production of pomelos and the processing of their various byproducts have grown to be extremely important to the food and agricultural industries. These wastes, which are incredibly rich in vital components, are crucial to maintaining human health and can be recycled into useful goods and preservation techniques.

Keywords: Pomelo, Bioactive Constituents, Byproducts, Industrial Benefits, Waste

ASSESSMENT OF STORAGE PRACTICES AMONG RICE MARKETERS AND CONSUMERS IN ENUGU NORTH SENATORIAL ZONE, ENUGU STATE, NIGERIA

Sundy Alagba OBAZI

Department of Agricultural Extension, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State

Jane M. CHAH

Department of Agricultural Extension, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State

Miracle Oluebube CHUKWUDI

Department of Agricultural Extension, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State

Gabriel Daniel AGUO

Department of Agriculture, Alex Ekwueme University Ndufu-Alike, Ikwo, Ebonyi State

ABSTRACT

This study ascertained storage practices among rice marketers and consumers in Enugu North Senatorial zone, Enugu state, Nigeria. A multistage sampling procedure was used to select 80 (40 marketers and 40 consumers) respondents for the study. Data were collected through interview schedule and analyzed with IBM SPSS using frequency, percentage and mean score. Results indicated that all (100%) rice marketers and consumers stored rice in sack bags. Also, the findings revealed that use of sack bags ($\bar{x}=1.63$; $\bar{x}=1.65$) was the most effective rice storage practice for marketers and consumers respectively. Furthermore, findings indicated that problem of climate change ($\bar{x}=2.35$; $\bar{x}=2.10$), bad state of rice grain due to mishandling ($\bar{x}=2.20$; $\bar{x}=2.20$) and high cost of storage facilities ($\bar{x}=2.20$; $\bar{x}=1.73$) were the major perceived constraints that rice marketers and consumers face in storage. The study concluded the common rice storage practice for both respondents was the use of sack bags and it is said to be effective but expensive. Thus, government and private sectors should subsidize the price of sack bags and provide other improved storage facilities in order to enhance rice storage and ensure food safety. Also, government should provide constant information to rice marketers and consumers on climate change variability and train them on how to minimize effects of such changes on their stored rice.

Keywords: Rice, storage, bags, marketers, consumers

WORLDVIEW VALUES IN PEDAGOGICAL PRACTICE: ETHICAL APPROACH

PhD student, Ruslan RUDOMOTOV

Department of Social Philosophy and Management, Faculty of Sociology and Management,
Zaporizhzhia National University, Ukraine

ORCID ID: 0000-0003-3938-2977

ABSTRACT

The trend of our scientific times is that there is clearly a wide spread in theoretical ideas about the process of educating a growing personality. We will proceed from the fact that the educational humanistic paradigm that we are developing is a teaching about the mastery of the individual over himself. She should explain how it is happening the ennoblement of lower sensuous drives with cultural heritage, the life of lower sensibility with a life of dignity. The extreme difficulty of the aforementioned mastery is due to the fact that two types of spiritual endowments coexist in the mental organization of a person.

One of them contributes to the acquisition of highly meaningful values and has transform into stable positive spiritual abilities. The second type is associated with negative endowments covering the sphere of human evil. Therefore, negative spiritual predispositions should be blocked so that they do not transform into appropriate abilities. In this connection, we will make an important theoretical clarification.

The conscious and free acquisition of any spiritual and moral value by a growing personality is based on its psychological understanding and the relevant educational influences (methods, technologies) of the teacher, as well as on internal self-activity of the pupil as his conscious expression of will.

At the same time, the idea that freedom begins to be actively promoted personality is incompatible with organized educational influence as a way of managing its spiritual and moral development. In our opinion, such an understanding of freedom is distorted, one that does not take into account the internal state of free spiritual self-development as an essential characteristic of the new cultural "nature" (in contrast to the hereditary nature) of man. The first of them can occur only thanks to the educational process, which is aimed at high-value cultivation of the personality. Therefore, outside the meeting of the growing personality with the teacher, it will remain at the lower levels of its spiritual and cultural development. Functioning within the limits of the acquired cultural nature, a person can free himself from the oppression of lower natural impulses as selfish aspirations, become a full-fledged subject of a spiritually oriented life.

Keywords: educational humanistic paradigm, highly meaningful values, «cultural – natural»

DIPLOMATIC RELATIONS BETWEEN VIETNAM AND CAMPODIA FROM 1997 TO 2022

Dr. Pham Duc THUAN

Can Tho University, Can Tho city, Vietnam

ORCID ID: 0000-0003-2338-7773

Dr. Pham Thi Phuong LINH

Can Tho University, Can Tho city, Vietnam

ABSTRACT

Vietnam and Cambodia are two neighboring countries in Southeast Asia. The two countries have had diplomatic relations since early, going through many stages in history. After helping Cambodia escape the genocide caused by Polpot, Vietnam gradually supported Cambodia in many fields. In 1997, both countries joined the ASEAN organization and increasingly have closer relations, making important contributions to the development of Southeast Asia. Today, with the development of the region and the interweaving of interests among many countries in the ASEAN region and in the world, the Vietnam - Cambodia relationship has new advantages and challenges. This article aims to analyze the diplomatic relations between the two countries, thereby drawing out historical issues and international relations, serving the study of diplomatic.

Keywords: Vietnam, Cambodia, diplomatic, ASEAN

PRE-SERVICE TEACHERS' TOPIC SPECIFIC PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF STUDENTS' GRAPHS IN DYNAMICS OF MARKET

Ijeoma C. OGBONNAYA

University of the Free State, South Africa

ABSTRACT

Understanding graphs in Dynamics of Market poses a challenge to students but research have proved that teachers' Topic Specific Pedagogical Content Knowledge (TSPCK) of their students improves students' learning of specific topics. However, the field presents weak evidence regarding whether Pre-service teachers' TSPCK of their students relates to their understanding of specific topics. Without this evidence, it is difficult to assess the relevance of this form of teacher knowledge in teaching specific topics. Using a TSPCK Model for teaching specific topics as the theoretical framework, data were collected through classroom observation and test items. The evidence of eight Pre-service economics teachers suggests that while Pre-service teachers' knowledge of Students' Prior knowledge of graphs in Dynamics of Market improve students' understanding of the topic, students' Graph interpretations were affected by teachers' presentation of the graphs. The study concludes that teachers' knowledge of the Students' Graph interpretation needs some improvements. This led to proposing a framework for teaching Graphs in Dynamics of Market. It will help teachers to pay particular attention in the areas of graphs particularly where Students find challenging in the subject.

Keywords: Economics Teachers, Demand Curves, Graphs, Topic Specific knowledge, Market Dynamics

THE EFFECTS OF VITAMIN D SUPPLEMENTS IN THE THERAPY OF TUBERCULOSIS INFECTION: AN OVERVIEW

***Ibrahim, M. A.**

Department of Microbiology, Postgraduate School, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina

Abdulkadir, B.

Department of Microbiology, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina

Bawa-Sani, H. G.

Department of Human Pharmacology, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina

Bello, H.

Department of Science Laboratory Technology, Federal Polytechnic Ayede, Oyo State

ABSTRACT

Vitamin D is produced in response to the exposure of skin to sunlight through UV-B synthesis. It can also be obtained from diet and dietary supplements. Mostly the source of vitamin D is animal based. Vitamin D is thought to affect both the innate and adaptive immune systems by influencing the expression of antimicrobial peptides such as cathelicidin in response to viral and bacterial stimuli. Vitamin D Deficiency (VDD) has been recognized as a risk factor for TB illness and infection. This paper aimed at overviewing the effects of vitamin D on treatment of TB. Different data bases were consulted for journal articles, reports, and reputable sources to gather relevant information. Also, keywords were interchangeably used in searching for relevant materials. Vitamin D may be an important, inexpensive, and safe adjuvant therapy for many diseases due to its rare side effects and its relatively wide safety margin. Vitamin D played vital role in treatment of TB. Most literatures showed vitamin D level to be associated with TB. More so, vitamins such as Vitamin C and Vitamin D have been shown to possess antimycobacterial properties. Vitamin D supplementation remains a promising intervention despite conflicting reports on association between VDD and risk of TB. More focus should be tailored towards exploring larger sample size and metabolite compounds on the analysis on the effect of vitamin D supplement as potential therapeutic intervention for TB infection.

Keywords: Antimycobacterial, dietetics, supplement, tuberculosis and vitamin D.

EXPERIMENTAL LABORATORY TESTS TO CONTRIBUTE TO THE KNOWLEDGE BASE FOR IMPLEMENTING EFFICIENT OIL RECOVERY TECHNIQUES

Lorina LIÇI

Department of Energy Resources, Faculty of Geology and Mines, Polytechnic University of
Tirana, Albania

Drilona SAULI

Department of Energy Resources, Faculty of Geology and Mines, Polytechnic University of
Tirana, Albania

Ledina SHUAUPI

Reservoir's Engineer, The Bankers, Fier, Albania

Ardit MHALI

Alb-Petrol Ltd., Fier- Albania

ABSTRACT

Polymer flooding is becoming recognized as an efficient and attractive process for increasing recovery in heavy oil reservoirs, following the success of pilots and even field-scale extensions in medium- to high-viscosity oil in several countries. As a result, a relatively extensive experimental study of polymer flooding of conventional heavy oil has been carried out domestically and overseas. First, the injectable properties of polymers are experimentally studied to determine a reasonable concentration range for polymer solutions to be injected into experimental cores. Also, it has been investigated that mobility control influences the oil displacement effect in the polymer flooding process of ordinary heavy oil. In polymer flooding of ordinary heavy oil, the polymer will preferentially enter the large pore channels, expand the sweep volume of the significant channels, and plug the large pore channel by mechanical trapping, the significant profile control effect. Meanwhile, the fluid suction pressure difference and fluid absorption amount of the small pore are significantly increased, and the remaining oil in the small pore is driven out.

Experimental laboratory tests are crucial in assessing and implementing efficient oil recovery techniques. These tests allow researchers to study the effectiveness and feasibility of various methods and technologies. In this paper, we intend to give some examples of experimental laboratory tests conducted for oil recovery:

First, it is about a combination of surfactant and carbon dioxide. For this, we will review some literature for the study that evaluated the combination of surfactant and carbon dioxide for enhanced oil recovery in order to assess the effectiveness of this hybrid chemical method.

Second is the search for polymer flooding: Laboratory experiments need to be performed to analyze the characteristics of oil-water relative permeability curves, mobility control ability, and other factors related to the enhanced oil recovery mechanism of an ordinary heavy oil field using polymer flooding;

It is also significant that laboratory experiments were performed to investigate the enhanced oil recovery with nitrogen injection. Nitrogen injection is one of the gas injection methods used for enhanced oil recovery. Coreflood experiments: Improved/enhanced oil recovery techniques include coreflood experiments, where researchers simulate reservoir conditions in

the laboratory to evaluate the performance of different recovery methods. Chemical screening and characterization: Experimental tests involve chemical screening and characterization to identify the most effective chemicals for enhanced oil recovery. These tests help determine the optimal chemical composition and concentration for maximum recovery. Measurement of oil recovery in shales: A new laboratory method was introduced to measure the oil recovery in a huff-and-puff improved oil recovery process. Some experimental laboratory tests provide valuable data and insights that contribute to developing and optimising efficient oil recovery techniques. They help researchers understand the mechanisms involved, evaluate the performance of different methods, and make informed decisions for designing and implementing effective oil recovery strategies and improving the overall productivity of the oil fields in Albania.

Experimental laboratory tests are essential in assessing and make possible contributing to the knowledge base for designing and implementing efficient oil recovery techniques. These tests involve conducting experiments in a controlled environment to analyze the characteristics of oil-water relative permeability curves, mobility control ability, and other factors that affect oil recovery. Several methods of enhanced oil recovery (EOR) include chemical injection, thermal injection, and gas injection. For evaluating the effectiveness of these methods it is needed to carry out some laboratory experiments. Coreflood experiments, chemical screening, and characterization are also part of improved/enhanced oil recovery techniques. These tests help to determine the most effective methods for recovering oil from reservoirs. Experimental laboratory tests are crucial in developing and implementing efficient oil recovery techniques. There are several benefits of conducting experimental laboratory tests for oil recovery techniques, including: a) Improved understanding of oil reservoirs: Laboratory experiments provide a controlled environment for analyzing the characteristics of oil-water relative permeability curves, mobility control ability, and other factors that affect oil recovery. This information can be used to understand the behaviour of oil reservoirs better and develop more effective recovery techniques. b) Evaluation of enhanced oil recovery (EOR) methods: Laboratory experiments are used to evaluate the effectiveness of EOR methods, including chemical injection, thermal injection, and gas injection. These tests help to determine the most effective methods for recovering oil from reservoirs; c) Reduced risk and cost: Conducting laboratory experiments before implementing oil recovery techniques in the field can contribute for reducing possible risks of failure and associated costs. By testing different methods in a controlled environment, engineers can identify potential problems and optimize the recovery process before implementing it in the field; d) Development of new techniques: Laboratory experiments can also be used to develop new oil recovery techniques. For example, researchers may experiment with different chemicals or injection methods to determine their effectiveness in recovering oil from reservoirs. Conducting experimental laboratory tests is essential in developing and implementing efficient oil recovery techniques. These tests provide valuable information that can be used to optimize recovery processes, reduce costs, and improve the overall understanding of oil reservoirs.

Keywords: Laboratory tests, Polymer injection, Oil reservoirs, petro-physical parameters, etc.

THE EFFECTIVENESS OF BIOREMEDIATION OF WASTE WATER TO REDUCE POLLUTION: A REVIEW

Zuze, C.

Anyasi, R.O.

Department of Environmental Science University of South Africa

ABSTRACT

Bioremediation of waste waters geared towards the reduction of the level of pollution is a relatively new technology that has undergone more Intense investigation in recent time. New waves of technology, industrialisation and urbanisation release numerous toxic compounds into natural water bodies, polluting both fresh water resources as well as marine water. This remediation process is focused on destroying, containing or immobilizing toxic waste materials present in the water sources. Several remediation processes and techniques have been proposed for efficient wastewater treatment, however most of them presenting some limitations, such as poor capacity, the generation of waste products, incomplete mineralisation and a high operating cost. The bioremediation of waste waters is divided into two broad categories: *In-situ* and *Ex-situ* treatment and it is highlighted that the remediation technology is preferred because it can be done either ways. Both methods have significant advantages and disadvantages. The bioremediation process for different waste waters is discussed in this paper as the preferred method since it is cost effective and also environmentally friendly where the limitations accrued to the other forms of remediation procedure do not apply.

Keywords: Bioremediation, Contamination, Microorganisms, Pollution, Treatment, Waste water

INTRODUCTION

Technological and industrial advancement over the past centuries has led to record levels of pollution that now pose a serious threat to man and the environment. The generation and disposal of waste materials from several activities such as mining, chemical production, pharmaceuticals, agricultural practices, petrochemicals etc., have therefore continued to challenge scientists to come up with better and effective methods of dealing with such waste. The population explosions in the world together with developmental activities that come with it have resulted in an increase in the area of water pollution. The need to come up with tangible and viable solutions to water pollution problems has become more urgent and necessary than ever before. This is important due to the degradation and decadence of the environment that the improper and inappropriate disposal of these wastes would cause. Some wastes are released into aquatic bodies which ultimately find their way into other ecosystems and eventually human beings. For example, the improper or inadequate treatment of sewage effluent that is released into aquatic media will negatively impact on users and aquatic organisms (Mohammed, 2009). Rivers are among the most important sources of freshwater on the planet, and this is the main reason why river pollution needs serious attention worldwide. Water scarcity around the world makes the need to solve water pollution issues to be urgent. The availability and supply of clean water is a major concern throughout the whole world and

is a challenge for most developing countries as a result of high cost of setting up and maintaining standard water treatment plants.

In South Africa, water is recognized as a crucial element in the battle against poverty, the cornerstone of prosperity, and a limiting factor to growth. The National Water Act 36 of 1998 recognizes that basic human and environmental needs should be met and that the use of water in all aspects must be sustainable. According to Igbinosa and Okoh (2009), water quality data on fresh water in South Africa are scarce, there is also very little information available on the extent of water pollution in the country. Various surface and groundwater problems, however, are identified such as salinization, nitrate and fluoride pollution. Salinity or total dissolved inorganic compounds is a result of effluent discharges from waste water treatment plants, surface runoff, industrial processes, irrigation practices etc. Excess amounts of nitrate and nutrients in these waste waters leads to eutrophication, algal growth and overall deterioration of water sources and structure and function of aquatic ecosystems. Other water quality components of concern in South Africa's river catchments include microbial quality, sedimentation and silt, acidification, trace elements, oxygen consumption compounds and thermal pollution (National State of the Environment Report – South Africa, 1999; Wakelin *et al.*, 2008; Devlin and Broadie, 2023).

Most of South Africa's metropolitan areas are located on the watersheds of river catchments. The rivers draining away from these watersheds have the dual burden of providing water supplies and transporting waste material. Thus, the dams located downstream of urban and metropolitan areas have become progressively more contaminated during recent decades (Oberholster and Ashton, 2008). The Jukskei River in Gauteng, is surrounded by industrial areas, agricultural activities, water treatment plants, densely populated urban areas and informal settlements of Alexandra Township. Each of these activities deposits its wastes in the river. This has led to the steady increase of the level of pollution in the river and a significant decrease of water quality. This study is dedicated to the investigation of the effectiveness of bioremediation of wastewater to reduce water pollution in water bodies such as in Jukskei River. Global remediation strategies, even in South Africa have focussed heavily on physical and chemical properties (Bhadbhade, and Kanneker, 2002; Khungwayo, 2022). Even though these technologies are generally effective, the facilities are typically expensive to construct, its operation requires a high level of training, involves the use of hazardous chemicals and results in high volumes of waste. Although these methods have been historically applied with success, the scope for improvement using actively growing bacteria is vast, and this has been applied successfully worldwide (van Heerden *et al.*, 2009).

Bioremediation is a technology that utilizes the metabolic potential of microorganisms to clean up contaminated environments by using microorganisms and fungi (Watatanabe, 2001; Anyasi and Atagana, 2022). It is a process used worldwide to treat contaminated sites, water sources and soil if there is a spillage of a contaminant in the soil. Bioremediation is the use of living organisms, primarily microorganisms to degrade environmental contaminants into less toxic forms (Van Heerden *et al.*, 2009). This study seeks to investigate the effectiveness of bioremediation of waste water in water bodies, using Jukskei River, Gauteng, South Africa as a point of reference. Bioremediation strategies are often more beneficial than traditional

strategies because it can be implemented *in situ* (directly at the site of the contaminant with no need to transport the contaminated material) (Anyasi et al., 2023).

BACKGROUND/RATIONALE

Pollution of rivers is a global challenge that has existed for a very long time. A river is polluted when it is either directly or indirectly altered due to human activity resulting in the modification of ecological systems to an extent that harm occurs to the resident aquatic life or humans (Lloyd, 1992; Ellis, 2005). Jukskei River in Gauteng is the river under study in this research. Campbell (1996) observed that there is a very high amount of pollution in most rivers such as the River under study. The pollution of this river has been going on for a long time and many strategies that have been prescribed have either not worked or have not been implemented correctly for various reasons (Campbell, 1996; Huizenga and Harmse, 2005; van Veelum, 2002). Observations are that the pollution in the river is at unacceptable levels and it has been getting worse by the day. Neswiswi, 2014). Water quality problems of the Jukskei River, especially high bacterial load, are related to urbanisation (van Veelum, 2002; Bart and Qayoom, 2021).

According to South African Department of Water Affairs and Forestry, Water Research Commission and City of Johannesburg, since Jukskei River is just adjacent to an informal settlement, the major sources of pollution come from human and animal waste and other waste resulting from human activities, bringing about large amounts of nutrients such as nitrogen, phosphorus, metals and other pathogens that are oxygen demanding pollutants (Cillie and Coombs, 2009). Most of the rivers that flow through urban areas are under pressure partly due to large and dense population that depend on the products and services the river provides (Ashton and Haasbroek, 2002; Buta et al., 2023). Jukskei river has not been spared, as it also flows through urban areas. (Matowanyika, 2010). This has put a huge strain on the environment as the informal settlements near and around Jukskei River either do not have proper sanitation services or the ones that are available cannot sustain the whole population, consequently, sewage and various forms of pollution end up draining into the river. The Alexandra Town Council has however, set up rudimentary facilities like stand in pipes, and portable toilets which are serviced on a daily basis but many people in the Sjewetla informal settlement situated right next to the banks of Jukskei River discard their waste and litter directly into the river (Sithole, 1991). Urban runoff from overflowing portable toilets, burst sewage pipes, backyard businesses, car washes and domestic sources are major sources of pollution of Jukskei River.

Wimberley (1992) report on Alexandra Township pollution clearly showed that the greatest impact on the Jukskei River was the increased concentration of nutrient and oxygen depletion because of the discharge of organic material with a high oxygen demand. It is evident that since most of the pollution from the township area is organic in nature, this has a direct negative impact on the aquatic life of all living organisms in Jukskei River. High nutrient concentration in the Jukskei River has been blamed for the eutrophication of the Hartbeespoort Dam as the Jukskei is a major tributary of the dam (Thornton and Ashton, 1989). One of the ways to spot water pollution is the observation of dead aquatic organisms

like fish floating on the surface of the water and water that has an abnormal colour or bad smell (Goel, 1996). The measurement of levels of water pollution can be done in many different ways: physical, chemical and biological. Sampling for biological testing involves collection of plants and/or animals from the water body (Malmqvist, 2002). Depending on the type of assessment, organisms may be identified for bio survey, and returned to water body or maybe dissected for bioassays to determine toxicity. Physical parameters of water pollution can be detected using remote sensing techniques. Chemical pollution can be assessed using chromatography or similar techniques. It is against this background therefore that there is a need to undertake this research to assess the effectiveness of bioremediation of wastewater from Jukskei River.

Water is the livelihood of all life so if it is polluted, reduces its quality and as a result may lead to destruction of habitats, reduction and loss of biodiversity. Other effects of water pollution include loss of aesthetic value and/or appeal; as a result, rivers end up being perceived as less useful to residential areas through which they pass. Irrigation, livestock watering become less suitable and the river becomes less suitable for aquatic biota. It is also a legal obligation in terms of the National Water Act (Act number 36 of 1998) to prevent pollution and degradation of water sources such as the Jukskei River from occurring or continuing to recur. Local authorities need to be cognisant of such problems and associated effects so that remedial action and measures are put in place. The advantage of using bioremediation of wastewater in Jukskei River is that the technique is based on cleaning up contaminated sites by enhancing the natural process of biodegradation that occur in nature, hence it is less expensive and preserves the environment as opposed to alternative solutions. The material being treated through bioremediation generally does not have to be transported elsewhere, in other words, it is done in-situ. This research is of great importance because it will assist in making informed assessments on the effectiveness of bioremediation as a technique to be used in polluted rivers to reduce levels of pollution and to increase water quality. This will then allow its wider application to different water bodies that are polluted. It is highly probable that pollution of rivers will continue as long as human beings continue production at industries, agriculture and domestic activities. It is therefore important to have sustainable methods to reduce levels of pollution and restore water quality for the betterment of the livelihood of man and the ecosystem.

LITERATURE REVIEW

Bioremediation of wastewater is one of the prescribed methods to reduce pollution in rivers and other water bodies. It involves the degradation of organic contaminants, heavy metals, oil in the soil or water by the action of cultured microorganisms selected for their ability to metabolize the contaminants. Bioremediation uses biological agents such as bacteria or plants, to remove or neutralize contaminants, in polluted water or soil (Cummings SP, 2010; Ayinlara and Babalola, 2023). Bioremediation is a technology that utilizes the metabolic potential of microorganisms to clean up contaminated environments by using microorganisms such as bacteria and fungi (Anyasi and Atagana, 2023). Bioremediation is the use of living organisms to reduce or eliminate environmental hazards resulting from accumulation of toxic or hazardous waste (Gibson and Sayler, 1992). These two authors have a similar concept of

what bioremediation is, as they emphasise on the use of living organisms to clean up contaminated environments. Bioremediation is the use of living organisms, primarily microorganisms to degrade environmental contaminants into less toxic forms. This technique is advantageous because it is a “green” method as it is environment friendly and it is generally considered cost effective. High levels of pollution in the river upset the balance in the aquatic ecosystems of water bodies therefore, it is essential to reduce the levels of pollution and the use of bioremediation is seen to be the most preferred from a sustainability point of view. Bioremediation produces a very small quantity of sludge therefore the problem of disposal of sludge is not an issue as opposed to other methods (Sanchez, 2015).

There are three types of bioremediation; they include biostimulation, bioaugmentation and intrinsic bioremediation. Biostimulation is when nutrients are released into the soil where there is need to remove contaminants. In this study, bioremediation of wastewater is selected ahead of physical and chemical techniques because of its impact on the environment and also the cost of the technique. Biological treatment methods are cheaper than chemical or physical treatment methods (Ayinlara and Babalola, 2023). The microbes grow very quickly and are able to remove the contaminants efficiently. Bioaugmentation is done when there are some special places where contaminants need to be removed e.g. municipal wastewater, however, the method is not very effective since it becomes difficult to control the growth of microbes as they may grow out of control. Intrinsic bioremediation is also called natural attenuation (Anyasi *et al.*, 2022). It is usually used for soil or water that is contaminated with oil for example in underground tanks and pipes. This approach deals with stimulation of indigenous or naturally occurring microbial population by feeding them with nutrients and oxygen to increase their metabolic activity. The approach entails the introduction of certain microorganisms to the site of contamination. Sometimes the conditions are not suitable, in which case engineered systems have to be introduced to that particular site. Engineered in situ bioremediation accelerate the degradation process by enhancing the physio-chemical conditions to encourage the growth of microorganisms.

Initially, bioremediation was thought to be a difficult technique because it is carried out in the natural environment which contains diverse and uncharacterised organisms. During that time, the isolated, characterised microorganisms were thought to have a minor contribution on bioremediation. It was however noted that information on microbial population relevant to bioremediation was accumulating rapidly with the aid of molecular ecology approaches. In bioremediation, pure and acclimated mixed cultures of microorganisms are used for the removal of toxic metals from liquid wastes, which can result in detoxification and safe environmental discharge (Majumder *et al.*, 2014). Bioremediation as an environmentally friendly process, takes advantage of a remarkable capacity by microorganisms to degrade or transform pollutants into secondary compounds that are compatible with the equilibrium of the local ecosystem. It was further noted that modern molecular techniques, including genomics, have identified unexpected microbial key players for nutrient removal and sludge bulking and/or foaming, and provided a number of insights into diversity, functions and niche differentiations of the predominantly uncultivated organisms.

A survey of the composition of industrial effluents showed that wastewaters from textile industry contain high concentration of Na₂SO₄ or NaCl (Gratia *et al.*, 2009). Among more than 1 000 isolates collected in various cold environments the strain *Anthrobacter psychrolalactophilus* has been selected for its ability to grow exoenzymes at low temperature, its non-halophilic character and its growth versatility on various media (Gratia *et al.*, 2009). The non-pathogenic strain, *Anthrobacter psychrolalactophilus*, displays a strong resistance to desiccation at room temperature and is suitable for freeze-dried bacterial starters. It was noted that when grown in synthetic wastewater at 10°C, the strain induces a complete clarification of the turbid medium and effectively hydrolyses proteins to improve the bioremediability of organic compounds in wastewater. In a separate but similar study, it was discovered that the activity profile of the biocatalyst against pH, salts, temperature and target substrates, lactose operon 1 appears to be a good candidate for application in acid dye bath treatment (Trovasset *et al.*, 2007). A bacterium, *Pseudomonas lubricans*, isolated from heavy metal laden industrial wastewater has been shown to tolerate multiple heavy metals (Rehman *et al.*, 2010). This investigation was to find ways of isolating and characterizing arsenic resistant bacterium from a contaminated environment using oxidize arsenite. In an assessment of the ability for its exploitation in metal detoxification and environmental bioremediation, this bacterium was used. It also shows the importance of this bacterium in bioremediation of industrial effluents because of its high level of tolerance for heavy metals. Its resistance to heavy metals was also verified. It was then tested for its ability to oxidize arsenite. The study also noted that *P. lubricans* was also resistant to other heavy metals for example cadmium, chromium, copper, mercury and nickel at different concentrations (Bala *et al.*, 2022).

The water treatment potential of latex of *Calotropis procera* on domestic and industrial wastewater has shown that it has good coagulant and clarifying properties because it reduced the turbidity, colour, odour, pH, microbial load and total coliforms of all highly turbid samples (Okonko and Shittu, 2007). Samples of water were collected from different locations in the state of Lagos, Abeokuta and Ogun States of Nigeria and were treated with latex. The results obtained after using latex were compared to those using already known and established coagulants like *Moringa oleifera*, *Jatropha curcas*, FeCl₃ and alum. The results using latex were significantly better in terms of pH, turbidity, odour and microbial load than those using the other methods. It can therefore be concluded that the biological treatment (bioremediation) could be the most cost effective method to prevent water pollution. This method can be recommended as one of the methods due to its low cost and simplicity. It is further evidence that the process of bioremediation is indeed a potentially effective option for the treatment of water even for domestic use.

Oil wastes either from petroleum or vegetable origin are considered as serious types of hazardous pollutants when they find their way into aquatic environments, since they are highly toxic to aquatic organisms and completely damages the ecology of beach areas (El-Bestaway and El Masry, 2004). This tells the environmentalist that emission of such oils has to be prevented but if and when it cannot be prevented, an immediate solution has to be identified and implemented. In a study to find out which bacterial strains were capable of

biodegrading vegetable oil and grease using a sand biofilm. *Pseudomonas diminuta* were among the eight bacterial strains isolated from vegetable grease and oil contaminated industrial waste, four of which were able to degrade oil and grease. These were identified and investigated for oil and grease degradation either individually or in combinations. *P. diminuta*, produced the highest degenerative activity and was used in later studies of biofilm sand filter system for vegetable grease removal. The conclusions of this study indicated that a sand biofilm system was efficient in treating oily polluted wastewater of vegetable origin on the basis of bacterial isolates being used.

During a research on decontamination of wastewater, Margesin (2001) illustrated that waste water from a garage and a car wash with anionic surfactants and fuel oil hydrocarbons can be degraded using indigenous microorganisms. The indigenous microorganisms degraded both contaminants effectively after bio stimulation by an organic nutrient supply. After about 35 days, both contaminants were seen to have been reduced to near zero concentrations. In a study also to investigate the factors that promote bioremediation, Lei (2010) suggested that bacteria that were used in the bioremediation processes in sites that were contaminated can actually be grown anaerobically and can be used in the elimination of mixtures containing substances like benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEX), total petroleum hydrocarbons (TPH), and trichloro ethane (TCE). The bioremediation of waste water containing phenol was done by Kaneka, (2008) who proposed the use of alkaliphilic bacteria. Based on its high solubility, phenol naturally becomes a major pollutant in the water bodies where waste from industries is deposited. Since the phenol bearing industrial waste water is alkaline, an alkaliphilic bacteria was isolated from sediments off an alkaline lake in Lorna. Alkaliphilic strains including *Bacillus cereus*, *Citrobacter freundii*, *Athrobacter specie*, were capable of removing phenol from waste water arising from industries manufacturing methyl violet and cunane-phenol. It was noted that the alkaliphilic bacteria studied, managed to remove 100% of the phenol from the industrial waste waters within 48 hours of incubation under shaking culture conditions at ambient temperature of around 28°C.

Monocrotophos, (MCP), an organophosphorus insecticide, is widely used to control insects on crops (Sekar, 2008). A comprehensive investigation on comparison of phytoremediation and bioremediation for altrazine from waste water contaminated with toxic pesticides was carried out (Sekar, 2008). This study made a profound discovery which turned out to be methods of degrading pollutants of agricultural origin. Altrazine, which is one of the major components of insecticides and herbicides, was used as a sample contaminant to be removed using each of the two methods. The results indicated that degradation of altrazine by phytoremediation was only 23% compared to 80% of bioremediation. This makes bioremediation method better preferred than the conventional methods. The Jukskei River is also found to contain pollutants from industries for example metals. The classic difficulty with the removal of metal ions is the fact that they do not precipitate out as hydroxides by simple pH adjustment. Moreover, these conventional methods are fast becoming inadequate to address current stringent regulatory effluent limits. Most of the methods are too costly to be implemented and have adverse effects to the environment (Ahluwalia and Goyal, 2007; Bala *et al.*, 2023). As a result, alternative cost-effective technologies and techniques should be implemented. The use

of biological materials, including living and non-living microorganisms, to remove and recover toxic or precious metals from industrial wastewaters has received attention over the years due to good performance, availability and low cost of raw materials, (Benaissa and Elouchdi, 2007; Anyasi *et al.*, 2023).

Water comprises 70% of the Earth's surface making it one of the most valuable natural resource (Krantz, 2011). Of this, about 97.5% is salt water and only about 2.5% is fresh water (Sandi & Darrin, 2012). This means that water is a fundamental element to all forms of life for various functions such as drinking, cleaning, as a reproductive medium, as habitat for aquatic organisms and for irrigation purposes (Ninhoskinson, 2011). Water makes up 50 to 90% of the body weight of most living organisms. It is also essential as a transport mechanism and for metabolic processes of most living organism (Sandi & Darrin, 2012). Pollution in rivers is a global problem that has existed for a very long time. This challenge has been a concern for environmentalists, and policy makers. It has always been considered that the global water crisis was the problem of water scarcity, but currently there is recognition that water quality is a major component of the problem (Zhulidov *et al.*, 2001; Lorenzo *et al.*, 2019).

Water research in South Africa involves a variety of government departments' statutory bodies, industries and universities (Cillie & Coombs, 1979). Previous studies involving analysis of water quality in the South African aquatic systems have involved physio-chemical and microbial assessment (Lin *et al.*, 2004; Mthembu, 2004; Anyasi *et al.*, 2022). Bio-monitoring is another valuable assessment tool that is receiving increased use in water quality monitoring programmes of all types (Kennish, 1992). This involves the use of biological response to assess changes in the rivers. Indicators and indicator species and communities such as fish and algae are used for this purpose. This type of analysis assesses water quality from a pollution and human health perspective. Microbial assessment involves quantification of *Escherichia coli* (E coli) form of bacteria and provides an indication of the degree of faecal contamination and the presence of pathogenic organisms. This is very important in the context of water portability and safety. Water pollution is a major problem in the global context. It has been suggested that it is the leading cause of deaths and diseases worldwide (Pink, 2006). Many of South Africa's water sources have become polluted due to effluent discharge, sewage effluents, mine and agricultural activities (Walmsley *et al.*, 1999). The term effluent is described by the Water Services Act of 1997 as human excreta, domestic sludge, domestic wastewater, grey water or wastewater resulting from commercial or industrial use. Human excreta from informal settlements for example Sjetlwa and domestic waste from Alexandra Township are the major contributors of domestic waste (Anyasi *et al.*, 2022).

Domestic waste is defined as consisting of 90% of wastewater by volume that arises from domestic and commercial activities and premises and may include sewage, household waste from bathing, washing and toilets, (DWA, 2009). Most rivers that flow through urban areas are under pressure partly due to the large and dense human populations that depend on the products and services that these rivers provide. (Ashton and Haasbroek, 2002). Surface water quality problems are not unique to Jukskei River only, in fact, most South African Rivers that flow through informal settlements experience similar problems (Van Nierkerk, 2000). One

main reason for the concern of contamination is the use of surface waters as recipients for wastewater. Most effluents from cities and industrial plants end up in rivers, streams or lakes (Rodriguez-Mozaz, 2004). Eutrophication, salination, sedimentation and microbial contamination are all symptoms of polluted water sources which require increasingly sophisticated technologies to render the available water fit for downstream use (Roux and Oelofse, 2010; Buta *et al.*, 2023). Pollution of rivers, lakes, aquifers from domestic and industrial wastewater discharge, mining runoff and agrochemicals is now a growing threat to water resources in most countries in Southern Africa. The quality of water supplies in Southern Africa Development Committee (SADC) region, once taken for granted, is becoming the focus of major concern. Due to increasing urbanisation in the SADC region, experts say that most of the cities have not been able to develop basic utilities for water and environmental services (solid waste disposal systems, sewage treatment and agricultural pollution control) to keep pace with rapid population growth (Cillie and Coombs, 2009; Bhat and Qayoom, 2021).

Anthropogenic activities are a major contributor to river pollution. A study by Ncube (2014) evaluates that the introduction of pollutants into the Vaal River could be as a result of a number of natural processes, but mainly by the influence of human activities within the catchment area. Vaal River is one of the largest rivers in South Africa and it is experiencing pollution in the same trend as any other river whose catchment area is influenced by human activities. Water is an important substance for man and the environment and in its different phases makes about 70% of the earth. According to the US Geographical Survey, only 3% of the world's water is fresh water, 68% of which is found in icecaps and glaciers, 30% is found as ground water. Only 0, 3% of fresh water is found in lakes, rivers and swamps. This makes water for human beings and other organisms very limited, hence should be protected. Data collected by Global Environment Monitoring system project indicated that about 10% of all rivers monitored may be considered polluted as they have a biological oxygen demand (BOD) more than 6, 5 mg/l (UNEP/WHO, 1998).

In countries where potable water is in short supply such as South Africa, the presence of toxic metals such as lead, arsenic, cadmium and mercury in the environment is a cause for concern due to their health implications (Awofolu *et al.*, 2005). As a result, efforts should be made to prevent and continually find ways of removing these toxicants from the aqueous media (Mohammed, 2009). An efficient and cost effective method needs to be discovered for the removal of contaminants/pollutants since their presence in water systems can affect the health of aquatic ecosystems and indirectly, man (Nicholas, 2005). Water quality is a parameter frequently used to determine levels of pollution. The higher the level of water pollution, the lower the quality of the water. Water quality is used to describe the chemical (phosphates and nutrients), physical (temperature, pH, conductivity and biological (bacteria, viruses, and parasites) components of water. Changes in water quality are used as indicators to establish the degree of pollution. Unmanaged human activities can cause deterioration of surface and groundwater quality (State of the Environment Report for Mogale City Local Municipality, 2011). Water quality can be changed or affected by both natural processes and human activities which lead to the pollution of water bodies (DWA, 2011). The measurement and

evaluation of water quality in Jukskei River will be essential in assessment of the effectiveness of bioremediation of wastewater.

DISCUSSION ON THE REASON FOR THE STUDY

According to a study by the Water Research Commission (WRC), the state of most of South Africa's rivers continues to deteriorate (Sapa, 2009). There are clear indications from the relatively scanty water quality monitoring data available that water quality of most rivers in South Africa has deteriorated over the past 20 years (Oberholster, 2010). The WRC revealed at the Implementing Environmental Water Allocation (IEWA) conference in Port Elizabeth that some rivers in South Africa showed a huge deterioration in water quality (Sapa, 2009). South Africa is facing a water supply crisis caused by a combination of low rainfall, high evaporation rates, an expanding economy, which means more pollution and a growing population whose geographical demands for water do not conform to the distribution of exploitable water supplies. The water quality of these resources has also declined due to increased pollution caused by industry, urbanisation, afforestation, mining, agriculture and power generation (Ashton et al., 2008). Exacerbating factors are South Africa's outdated and inadequate water treatment and sewage treatment plant infrastructure and unskilled operators (Rietveld et al., 2009; Snyman et al., 2006). Water pollution is increasing in Jukskei River due to anthropogenic activities like farming, industrial activities, domestic activities and other commercial activities like informal businesses for example car washes and caravan food outlets along the river and its catchment. This pollution is a threat to biodiversity in Jukskei River and its tributaries. Owing to the catchment's position and associated land use activities, urbanisation, agriculture and industrial activities taking place along its boundaries, Jukskei River has gradually deteriorated in terms of its water quality and hydrological conditions. The river, which was once regarded as an asset to its immediate surroundings has become a liability.

CONCLUSION

Being that the aim of this study is to determine how the bioremediation technique can be employed to treat contaminated wastewater and prevent pollution in this rivers, and since environmental issues are similar worldwide, especially in developing countries, this study seeks to attempt to provide solutions on how waste treatment alternatives can be employed to provide environmental protection at a cost effective and environmental friendly procedure. It is imperative that the presence of pollutants in Jukskei River is contained using bioremediation. Literature has it that the pollutants in this water body threaten the livelihood of organisms in around the ecosystem of this river as well as human. Why bioremediation? Because it is safer for the environment that is being cleaned up, since natural organisms from the environment are used, therefore there are no unnatural products generated from the process. It is also cost effective because the organisms used are readily available in the environment. As the demand for water increases in line with human population pressure and economic development activities, river ecosystems will continue to deteriorate unless they are managed in a sustainable way. The exponential increase in the world population, the growing sophistication of its needs and activities for the maintenance of present day life style and the

process of industrialization have not only resulted in vastly increased pressure and depletion of water resource but they have also caused generation of enormous quantities of waste (Fuggle and Rabie, 1992). Although some parts have higher rainfall than others, the average rainfall of 450 mm per annum is far below the global average of 860 mm per year. Thus, the reality is that South Africa has relatively little water available and several factors such as climate change, water pollution and international obligations, limit the amount of water that we have at our disposal (Oelofse and Strydom, 2010). It is against this background that solutions need to be found for treatment of wastewater from different anthropogenic activities that eventually find its way to water bodies. Such wastewater cannot be allowed to continue to pollute rivers for the sake of human beings that rely on river and which exist interdependently, for the protection of biodiversity in aquatic systems dam water for use, for the environment which sustains and supports various organisms and for the aesthetic value of water bodies as part of sustainable use of natural resources.

REFERENCES

- Ahluwalia, S.S. and Goyal, D. (2007). Microbial and Plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater. *Bioresource Technology* 98: 2243-2257.
- Anyasi, R.O. and Atagana, H.I. (2022). Endophytes and their emerging importance in the environment In Pragya Tiwary (Ed) *Endophytes: Types, Potential used and Mechanism(s) of Action*, Microbiology Research Advances, Nova Publishers- USA. Vol 1, Pg. 17-42.
- Anyasi, R.O., Atagana, H.I., Anyasi Raymond, J.O., Otum, U.K. Igboeli, C.F. and Eze, U.D. (2022). The environment in relation to water pollution. *Proceedings of the 3rd International Mountain and Ecology Congress Within the Framework of Sustainable Development*, Trabzon, Turkey, October 20-21,. Pg 419-427
- Anyasi, R.O. and Atagana, H.I. (2023). Study on Bioremediation of Polychlorinated Biphenyls (PCB) in Soil and Sediments by Microorganisms and Plants. In Mohammad Reza Naroui Rad (Ed) *Research Highlights in Agricultural Sciences*. Vol 8, Pg. 1-47
- Anyasi, R.O., Atagana, H.I., Eze, U.D., Anyasi Raymond, J.O. and Zuze, C. (2023). Rhizoremediation and Phytoremediation Action In The Bioremediation Of PCB-Contaminated Soil. *Proceedings of the International Conference of Recent Trends in Environmental Science and Engineering (RTESE '23)*, Ottawa, Canada, June 04-06, 2023. Pg 150, 1-12.
- Ashton, P.J. (2006). Avoiding conflicts over African Water Resources. *Ambio*, 31(3): 236-242.

Ashton, P.J. and Haasbroek, B. (2002). Water Demand Management and Social Adaptive Capacity: A South African Case Study. Pp 187-204 in A.R. Turton, and R. Henwood, editors. *Hydropolitics in the Developing World: A Southern African Perspective*. African Water Issues Research Unit (AWIRU), Pretoria, South Africa.

Awofolu, O.R., Mbolekwa, Z., Mtahemla, V. and Fatoki, O.S. (2005). Level of trace metals in water and sediment from Tyme River and its effects on an irrigated farmland. *Water SA*, 31(1); 87-94.

Ayilara, M.S. and Babalola, O.O. (2023). Bioremediation of environmental wastes: the role of microorganisms. *Frontiers in Agronomy*. 5: 1183691.

Bala, S.; Garg, D.; Thirumalesh, B.V.; Sharma, M.; Sridhar, K.; Inbaraj, B.S. and Tripathi, M. (2022). Recent Strategies for Bioremediation of Emerging Pollutants: A Review for a Green and Sustainable Environment. *Toxics* 10(8): 484

Bhat, S.U. and Qayoom, U. (2021). Implications of Sewage Discharge on Freshwater Ecosystems. In Zhang, T. (Ed.), *Sewage - Recent Advances, New Perspectives and Applications*. Intech Open, Pg. 1-68.

Benassia, H. and Elouchdi, M.A. (2007). Removal of copper ions from solutions by dried sunflower leaves. *Chemical Engineering Process*. 46: 614-622.

Bhadbhade, B.J. and Kanneker, P.P. (2002). Bioremediation of industrial effluent containing monocrotophos. *Current Microbiology*, 45(5), 346-49.

Bunlaesin, S., Kruatrachue, M., Pokethitiyook, S., Uphatham, S and Lunza, G.R. (2007). Batch and continuous packed column studies of cadmium bioabsorption by *Hydrilla verticillata* biomas. *Journal Bioscience Bioengineering*. 103: 509-513.

Buta , B., Wiatkowski , M., Gruss , Ł., Tomczyk, P. and Kasperek, R. (2023). Spatio-temporal evolution

of eutrophication and water quality in the Turawa dam reservoir, Poland. *Nature Scientific Reports*. 13: 9880.

Campbell, L.A. (1996). A Study of Storm Water Runoff from Alexandra Township in the Jukskei River. MSc dissertation, University of the Witwatersrand Johannesburg, South Africa.

Cillie, G.G. and Coombs, P. (2009). National Institute for water research, Pretoria. *Water pollution Research in South Africa*. 51(3), 1.

Cohen, L., Lawrens, M. and Morrison K. (2004) *Research Methods*. New York

Creswell, J.W. (1994). *Research Design*.

CSIR (Council for Scientific and Industrial Research) 2010: A CSIR perspective on water in South Africa – 2010.CSIR Report No. CSIR/NRE/PW/IR/2011/0012/A. CSIR, Pretoria, South Africa.

Cummings, S.P. (2010) Bioremediation, methods in molecular biology.

Daimis, H., Taylor, M.W. and Wagner, M. (2006). Waste water treatment: a model microbial ecology. *Trends Biotechnology* 24(11), 483-9.

DeBryne, J.M. and Sayler G.S. (2009). Microbial Community Structure and Biodegradation Activity of Particle Associated Bacteria in a coal tar contaminated creek. *Environmental Science and Technology*, 43(9), 3047-3053.

Department of Water Affairs and Forestry (DWAF), 2003. Water Conservation and Water Demand Management Strategy for Industry, Mining and Commercial Water Use. (http://www.dwaf.gov.za/WaterConservation/Programs_IMP.htm). Accessed 16 August 2014.

Devlin, M. and Broadie, J. (2023). Nutrients and Eutrophication. In Reichelt-Brusheltt, A. (Ed), *Marine Pollution- monitoring, management and mitigation*. Springer Nature, Gewerbestrasse, Switzerland. Pg. 75-100.

DWA (Department of Water Affairs (2011). Water Quality Management in South Africa. Available: http://www.dwaf.go.za/Dir_WQM/wqm.asp [accessed in June 2016].

El-Bestaway, E. and El Masry M.H. (2004). Bioremediation of vegetable oil and grease from polluted waste water using a sand biofilm system. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20(6), 551-557.

Ellis, D.V. 2005. Biodiversity reduction in contaminated sediments in the sea: contamination or sedimentation mobility? *Marine Pollution* 50: 244-246.

Fuggie, R.F. and Rabie M.A. (1992). *Environmental Management in South Africa*. Johannesburg, Juta.

Goel, P.K. (2006). *Water pollution: causes, effects and control*: New Age International Publishers.

Gratia, E., Weekers, F., Margesin, R., D'Amilo, S., Thornart, P. and Feller, G. (2009). Selection of cold-adapted bacterium of bioremediation of waste water at low temperature. *Extremophiles*.13(5) 763-768

Huizenga, J.M. and Harmse, J.T. 2005. Geological and Anthropogenic Influences on the Water, Chemistry of the Jukskei River, Gauteng, South Africa. *South African Journal of Geology* 108 (3): 439-447.

Igbiosa, E.O. and Okoh, A.I. 2009. Impact if discharge wastewater effluents on the physico-chemical qualities of a receiving watershed in a typical rural community. *International Journal of Environment, Science and Technology*. Vol 6 no 2. IRSEN, CEERS, IAU.

- Jorgensen, K.S. (2007). In situ bioremediation. *Advances in microbiology*, 61(6), 285-305.
- Kaneka, P.D., Sarnaik S.S. and Kelkar, A.S. (1998). Bioremediation of phenol by alkaphilic bacteria isolated from alkaline Lake of Lonar, India. *Applied Microbiology*, 85(1), 128-133.
- Kennish M.J 1996: Practical handbook of estuarine and marine pollution (Vol. 10). CRC press.
- Khungwayo, A.N. (2022). Investigating the effects of nutrients and chlorophyll concentrations on the water quality of the Nuwejaars River, Cape Agulhas, Western Cape. MSc Thesis- University of Western Cape. Pg. 1-108.
- Kirshenblatt-Gimblett B. (2006). Part 1.What is Research Design, New York University.
- Kyriacou, A., Lasaridi, K.E., Kotsou, M., Ballis, C. and Pilidis, G. (2005). Combined bioremediation and advanced oxidation of green table olive processing waste water. *Process Biochemistry*, 10(3-4), 1402-1408.
- Kumar, B.R., Prasad, M.R., Srinivasarao, D. and Rao, K.R.S.S (2013). Bioremediation of sewage using specific consortium of microorganisms. *Impact Journals*. Vol. 1 (15-26).
- Leedy, P.D and Ormrod, J.E (2009). Practical research: planning and design. 10th edition.
- Lei, C.K. (2010). Bioremediation of water contaminated with BTEX, TPH, TCE, under different environmental conditions. *Advances in Environmental Geotechnics*, Book part 8, 772-776.
- Lim S.L, (2009). Use of *Chlorella vulgaris* for bioremediation of textile waste water. *Bioresource Technology*, 101(9), 7314-7322.
- Lloyd R. 1992. Pollution and freshwater fish. Fishing News Books, Oxford, USA.
- Lorenzo, I. Serra-Prat, M. and Yébenes, J.C. (2019). The Role of Water Homeostasis in Muscle Function and Frailty: A Review. *Nutrients*. 11(8): 1857
- Majumder, S., Raghuvanshi, S. and Gupta, S. (2014). Estimation of kinetic parameters of Bioremediation of Cr (VI) from wastewater using *Pseudomonas taiwanensis*, an isolated strain from enriched mixed culture. *Bioremediation Journal*: 18: 236-247.
- Malmqvist, B. and Rundle, S. 2002. Threats to the running water ecosystems of the world. *Environmental Conservation* 29(2): 134-153.
- Margesin, R and Schinner, F. (1998). Low temperature bioremediation of waste water contaminated with anionic surfactants and fuel oil. *Applied Microbiology Biotechnology*, 49(4), 482-6.
- Mendiola, S., Achutegui, J. and Sanchez, F.Z. (1998). Polluting potential waste water from fish meal and oil industries. *Grasa y Aceites*, 49(1), 345-352.

Mouton, J. (2001). How to succeed in your master's and doctoral studies: A South African Guide and Resource Book. Pretoria: Van Schaik.

Mthembu N 2004: Evaluation of the Mhlathuze River in Kwazulu-Natal. Department of biochemistry and microbiology, University of Zululand.

Mueller, J.G., Chapman, P.J. and P.J., Pritchard, P.H. (1989). Creosote-contaminated sites. The potential for bioremediation. *Environmental Science and Technology*, 23(10), 1197-1202.

Nicholas, A.M. (2005). Biological inhibition/toxicity control in Municipal anaerobic digestion facilities. [www.awpca.net/Biological%20Inhibition .pdf](http://www.awpca.net/Biological%20Inhibition.pdf)

Oberholster, P. (2010). Current status of water quality in South Africa. From the CSIR 1perspective. available:<http://www.businessmasters.co.za/showthread.php/1921-The-current-status-of-water-quality-in-South-Africa> [accessed in June 2016].

Okonko, I.O. and Shittu, O.B. (2007). Bioremediation of waste water and municipal water treatment using latex exudate from *Calotropis pocera*. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 6(3), 1890-1904.

Oelofse, S. and Strydom, W. A. (2010). CSIR perspective on water in South Africa.

Rehman, A., Hasnain, S. and Butt, S.A. (2010). Isolation and characterization of arsenite oxidising *Pseudomonas lubricaus* and its potential use in bioremediation of waste water. *African Journal of Biotechnology*, 9(10), 1493-1498.

Rietveld, L.C., Haarhof, J. and Jagals, J. 2009. A tool for technical assessment of rural water supply systems in South Africa. *Physics and Chemistry of the Earth*, 34: 43-49.

Rodriquez-Mozaz, S., Lopez de Aldas and Barcelo, M.J.D. (2004). Monitoring of estrogens, pesticides and bisphenol A in natural waters and drinking water treatment plants by solid-phase extraction-liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatography. A* 105: 85-92.

Roux, S.P. and Oelofse, S.H.H. (2010). The rising costs of both sewage treatment and the production of potable water associated with increasing levels of pollution in a portion of the Crocodile-West Marico water management area (a case study). CSIR, Pretoria.

Sanchez, O. (2015). *Bioremediation of Wastewater: Factors and Treatment*. Apple Academic Press.

Sekar, T. (2008). Comparison of phytoremediation with bioremediation for atrazine removal. *International Journal of Applied Environmental Sciences*, 22(8), 781-785. Selltiz, B. (195). *Transforming investigations*. London: Macmillan.

Shang-Jian D. (2006). Bioremediation of Surfactants and detergents. *Journal of Applied Chemistry*, 43(9), 1243-1248.

Sithole, W. (1991) Personal Communication, Town Engineer, Alexandra.

Snyman, H., Van Niekerk, A.M. and Rajasakran, N. (2006). Sustainable wastewater treatment – what has gone wrong and how do we get back on track? Water Institute of Southern Africa Conference, Durban, May 2006.

State of the Environment Report for Mogale City Local Municipality. (2011). Department of Environmental Affairs and Tourism. South Africa.

Trovaslet, M., Enaud, E., Guivarc'h, Y., Corbisier, A. and Vanhulle, S. (2007). Potential of *Pycnoporus sanguineus* laccase in bioremediation of waste water and kinetic activation in the presence of anthroquinonic acid dye. *Enzyme and Microbial Technology*, 41(3), 368-376.

UNESCO (2012). How can human actions seriously affect water resources? United Nations world water development Report 2. Green facts scientific board. Available at: www.unesco.org/water/wwdr2/pdf/wwdr2 [accessed in June 2016].

US-EPA (US Environmental Protection Agency). (1994). Introduction to agricultural water pollution. Water quality is a global issue. Produced by the natural resources Management and Environmental Department.

Van Heerden, E., Williams, P., Ojo, E., Kuloyo, K., and Posthumus, R. 2009. Bioremediation, Small solutions to big problems, University of Free State, South Africa.

Van Nierkerk, H. (2000). On the identification and prioritisation of Areas in South Africa with a potentially High Health Risk due to faecal Polluted Water). A NMMP First Report, WRC, Pretoria, South Africa.

Van Veelen, M., 2002: The Development of Principles and Procedures for the Establishment of Water Quality Objectives and their Application on the Jukskei River System, Gauteng. PhD thesis, University of Johannesburg, South Africa.

Watanabe, K. (2001). Microorganisms relevant to bioremediation. *Current Option in Biotechnology*, 12(3), 237-241.

Water Research Commission. 1998. Quality of Domestic Water Supplies. Assessment Guide volume 1. DWAF, Pretoria, South Africa

Werner, CM. (2005). An investigation into the bioremediation of black olive brine wastewater.

Wimberly, F. (1992) Alex Pollution, MSc Project Report, University of Witwatersrand

ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE PROMATECA PROGRAM ON THE UNDERSTANDING OF DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS IN ENGINEERING COURSES

Rennan Souza RIBEIRO
ORCID ID: 0000-0002-1744-1633

Polyane Alves SANTOS
ORCID ID: 0000-0003-4724-9252

Laiza Costa Santos NASCIMENTO
ORCID ID: 0000-0002-5753-7496

Daniele Silva de SOUZA
ORCID ID: 0009-0009-7670-5158

Maria das Graças Bittencourt FERREIRA
ORCID ID: 0000-0001-9857-7489

Sidiney Santos OLIVEIRA JUNIOR
ORCID ID: 0009-0005-5266-580X

Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia, Vitória da Conquista, Brazil

ABSTRACT

High dropout rates in engineering courses, especially during the first semesters, are a widely recognized and debated issue. One of the prevailing hypotheses nowadays suggests that these indices are a result of the accentuated complexity of the courses, combined with the additional challenge of new students, especially those coming from public schools, who often face gaps in their mathematical background and have no prior experience in independent studies, away from the step-by-step monitoring of teachers. It is in this scenario that emerges the Multimedia Program of Elementary Mathematics to Calculus – PROMATECA, with the fundamental mission of providing valuable support to these students. Through the application of the theory of learning channels and using a video platform such as YouTube, the Project seeks to create short videos aimed at solving problems. These videos are designed with a dynamic approach and informative subtitles, resulting in content that is easy to understand, more accessible and inclusive for students. The objective of the project is to thoroughly investigate the concrete impact of PROMATECA in the context of the teaching of the disciplines of Differential and Integral Calculus. For this, it relies on the detailed analysis of data obtained through the Google Analytics tool. The study aims to evaluate the breadth and reach of the video channel, insightfully how these audiovisual resources contribute positively to student performance in these disciplines, facilitating the understanding and assimilation of complex concepts.

Keywords: VAK learning styles. Evasion in engineering. Self-study

ENHANCING FLEXIBLE ELECTRONIC TEXTILES: GRAPHENE-BASED CONDUCTIVE INKS AND THEIR CHARACTERIZATION

A, BATINE *

Organic Synthesis, Extraction and Valorisation Laboratory (SOEV) Ain Chock 's Sciences Faculty, Hassan II University of Casablanca; Km 7 Route d'El Jadida, 20230. Casablanca, Morocco.

Laboratory of Research on Textile Materials (REMTEX), Higher School of Textile and Clothing Industries (ESITH), Km 8 Route d'El Jadida, 20230 Casablanca, Morocco.

ORCID ID: 0000-0001-5827-8257

BOUMEGANANE

Organic Synthesis, Extraction and Valorisation Laboratory (SOEV) Ain Chock 's Sciences Faculty, Hassan II University of Casablanca; Km 7 Route d'El Jadida, 20230. Casablanca, Morocco.

Laboratory of Research on Textile Materials (REMTEX), Higher School of Textile and Clothing Industries (ESITH), Km 8 Route d'El Jadida, 20230 Casablanca, Morocco.

A. Nadi

Laboratory of Research on Textile Materials (REMTEX), Higher School of Textile and Clothing Industries (ESITH), Km 8 Route d'El Jadida, 20230 Casablanca, Morocco.

O. CHERKAOUI

Laboratory of Research on Textile Materials (REMTEX), Higher School of Textile and Clothing Industries (ESITH), Km 8 Route d'El Jadida, 20230 Casablanca, Morocco.

M. TAHIRI

Organic Synthesis, Extraction and Valorisation Laboratory (SOEV) Ain Chock 's Sciences Faculty, Hassan II University of Casablanca; Km 7 Route d'El Jadida, 20230. Casablanca, Morocco.

ABSTRACT

Over the course of recent decades, there has been a growing demand for printed electronic textiles due to their advantageous characteristics such as being lightweight, comfortable, flexible, stretchable, washable, and biocompatible. This research is centered around utilizing graphene as a conductive additive in the creation of a conductive ink, which is subsequently applied onto cotton substrates through screen printing, resulting in the production of adaptable electronic textiles. The graphene was synthesized through the chemical reduction of graphene oxide, the primary output of the Hummer method. The resulting additives underwent characterization via techniques like infrared and Raman spectroscopy, as well as X-ray diffraction. Additionally, the morphology of the printed samples was assessed using scanning electron microscopy. Furthermore, the electrical resistance of the printed textile was evaluated, revealing an inverse relationship between this parameter and the weight percentage of graphene within the ink solution.

Keywords: Graphene, Conductive Inks, Screen Printing Technology, Electronic Smart Textiles

DESIGN AND FABRICATION OF AUTOMATIC GRASS CUTTING MACHINE

Engr. Muhammad NOUMAN

Lecturer in Mechanical Engineering Department, Swedish College of Engineering and Technology WahCantt, Punjab Pakistan.

Engr. Rehman KHAN

Lecturer in Mechanical Engineering Department, Swedish College of Engineering and Technology WahCantt, Punjab Pakistan.

Shahbaz MUNIR

Mechanical Engineering Department, Swedish College of Engineering and Technology WahCantt, Punjab Pakistan.

Muhammad Ansar AYUB

Mechanical Engineering Department, Swedish College of Engineering and Technology WahCantt, Punjab Pakistan.

Nisar AHMAD

Mechanical Engineering Department, Swedish College of Engineering and Technology WahCantt, Punjab Pakistan.

ABSTRACT

Existing lawn cutting machines suffer from more than one of the following; high initial cost, high levels of engine noise, high running cost due to high fuel consumption rates, need for perimeter wires around the field to be trimmed and high operator's fatigue in long-run due to vibration, noise and other characteristics caused by different types of lawn. Hence the need for a system that can achieve the same cutting effect has the existing lawn mowers with little or no operator's fatigue, minimized noise pollution and running cost. This project is to fabricate a grass cutter with both sides curved shaped blade. At present grass cutter is operated by fuel and electrical energy. The design objective is to come up with a mower that is portable, durable, easy to operate and maintain. In our project we fabricate the grass cutting machine for the use of grass cutting. It is simple in construction and its working is easy. The components that are used are wheel, 12V gear motor, L293D IC, DC motors, ESP8266 Wi-Fi, L298N Based Motor Driver Module, Battery, bearing, and base frame. Below the gear arrangement cutting blade is revolved. As the gear arrangement rotates the reel mover tends to cut the grass or crops. The reel consists of blade mounted to a rotating shaft. The whole set up is placed on a movable base which has a wheel arrangement. It is used to maintain and upkeep lawns in gardens, schools, college's etc.

Keywords: grass cutting, blade, wheel, motor, lawn, motors, machine.

HAND GESTURE-CONTROLLED ELECTRONIC CAR

Engr. Mubashir ASIF*

BSc. Mechanical Engineering, University of Engineering and Technology Taxila, Punjab
Pakistan

Engr. Rehman KHAN

Faculty of Mechanical Engineering Department, University of Engineering and Technology
Taxila, Punjab Pakistan

ABSTRACT

The hand gesture-controlled electronic car signifies a remarkable leap in the realm of automotive innovation, ushering in a new era of intuitive and futuristic driving. At its core lies a highly sophisticated sensor system, meticulously engineered to discern and decipher intricate hand motions with remarkable precision. These subtle gestures are then seamlessly translated into specific commands, seamlessly dictating the electronic car's movements in diverse directions—forward, backward, left, and right. Of paramount significance is the wireless connectivity that underpins this cutting-edge system. Through the implementation of an RF (radio frequency) link, a seamless and instantaneous communication channel is established between the hand gesture device and the electronic car. This system not only pushes the boundaries of vehicular control but also hints at a future where technology harmoniously integrates with human interactions. In essence, the hand gesture-controlled electronic car encapsulates the marriage of technological advancement and user-centered design. It embodies the spirit of progress, heralding a transformative wave of automotive technology that not only amplifies convenience but also sets a precedent for a harmonious relationship between humans and machines on the road.

Keywords: Hand Gesture-Controlled Electronic Car, Automotive Innovation, Intuitive Driving.

DESIGN AND FABRICATION OF DIE FOR INJECTION MOLDING MACHINE

Engr. Mubashir ASIF*

BSc. Mechanical Engineering, University of Engineering and Technology Taxila, Punjab
Pakistan

Engr. Rehman KHAN

Faculty of Mechanical Engineering Department, University of Engineering and Technology
Taxila, Punjab Pakistan

ABSTRACT

PVC pipe clips are essential components used in various industries to securely fasten and organize PVC pipes. This project aimed to develop a cost-effective and efficient manufacturing process to produce high-quality PVC pipe clips with consistent dimensions and superior performance. This research initially focused on understanding the requirements and specifications of the PVC pipe clips and analyzing existing molds used for similar purposes. design and fabrication of injection molding molds play a crucial role in modern manufacturing processes, enabling the mass production of intricate plastic components used in various industries. My research study presents a comprehensive investigation into the design and fabrication of an injection molding mold, focusing on optimizing its performance, efficiency, and quality. So, the initial phase of the study involved an in-depth analysis of the requirements and specifications of the target plastic component. Through computer-aided design (CAD) software, a precise and innovative mold design was developed, considering factors like material compatibility, part geometry, and mold complexity. Special attention was given to the selection of appropriate materials for the mold to ensure durability and longevity under the demanding conditions of the injection molding process. The fabrication process employed advanced machining techniques, such as computer numerical control (CNC) machining, to manufacture the mold components with high precision and accuracy. The use of modern manufacturing technologies allowed for the rapid production of complex mold geometries, reducing lead times and enhancing overall production efficiency. Investigated various aspects of mold design and fabrication, including cooling system optimization, venting solutions, and surface treatments, to minimize defects and improve the quality of molded parts. The researchers also explored the integration of conformal cooling channels to enhance heat dissipation outcomes of this research contribute to the advancement of injection molding technology by providing insights into the best practices for mold design and fabrication. The developed methodologies and findings can serve as valuable guidelines for manufacturers seeking to optimize their production processes, improve product quality, and reduce production costs and reduce cycle times.

Keywords: Design, Fabrication, Injection Molding Mold, Manufacturing Processes, Plastic Components, CAD, Material Compatibility, Mold Complexity, CNC Machining, Cooling System Optimization, Venting Solutions, Surface Treatments, Conformal Cooling Channels, Production Runs, Mechanical Properties, Dimensional Accuracy, Part Repeatability, Injection Molding Technology, Product Quality, Production Costs.

SEEKING REFUGE: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF ASYLUM POLICIES AND PRACTICES

Vidhika CHAUDHARY

Student at Gautam Buddha University, Greater Noida

ABSTRACT

The concept of asylum has a deep historical foundation, reflecting the fundamental principle of providing refuge and protection to those fleeing persecution, violence, or other grave threats in their home countries. However, the 21st century has witnessed an unprecedented increase in the number of individuals seeking asylum worldwide, driven by escalating conflicts, political instability, human rights abuses, economic disparities, and environmental crises. This has necessitated a closer examination of the asylum system and the challenges it faces.

This article provides an overview of the asylum process, starting with the definition of asylum and the status of asylum seekers. It explores the international legal framework for asylum, including the Refugee Convention and various human rights instruments. Additionally, it delves into national asylum laws and policies, which vary significantly across different countries.

The article identifies and discusses the diverse reasons individuals seek asylum, including persecution and human rights violations, armed conflicts and violence, economic and social factors, and environmental displacement. Understanding these reasons is crucial for developing effective policies and support systems for asylum seekers.

The asylum process and procedure are explained, covering application and registration, screening and eligibility determination, detention and release policies, and appeals and judicial review. The challenges and issues faced by asylum systems are explored, including backlogs and delays in processing, burden-sharing and responsibility-sharing, detention conditions and human rights concerns, and trafficking and exploitation of asylum seekers.

Lastly, the article highlights the rights and protections afforded to asylum seekers, such as the principle of non-refoulement, the right to fair and effective asylum procedures, access to healthcare, education, and social services, and the importance of integration and resettlement programs.

By addressing these challenges, policymakers and stakeholders can work towards creating a fair, efficient, and rights-based asylum system that upholds the dignity and protection of individuals seeking asylum.

A CASE OF SIMULTANEOUS INTUSSUSCEPTION AND VOLVULUS IN A CALF BORN WITH RECTAL ATRESIA ANİ

Assistant Professor Gizem ESER

Muğla Sıtkı Koçman University, Milas Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Pathology, Muğla, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8330-3095>

Research Assistant Fatih Mehmet ÖZTÜRK

Muğla Sıtkı Koçman University, Milas Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Pathology, Muğla, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9015-3649>

ABSTRACT

Atresia ani-recti is a congenital anomaly characterized by the absence of the anal opening or improper development of the anus, observed in various animal species. Intussusception and volvulus are severe intestinal disorders causing obstruction and requiring urgent intervention. Volvulus involves twisting of the intestinal loop around the mesentery, while intussusception refers to telescoping of one intestinal segment into another. This report describes a necropsy performed on a calf presented to Iğdır University Animal Hospital with a three-day history of no defecation and death during surgery. Gross examination revealed absence of the anal opening and tail, perineal swelling, blind-ended rectum, and concurrent intussusception and volvulus in the colon. Marked dilatation and torsion were noted in three colonic segments. The jejunum and ileum showed mild hemorrhage, whereas the colon and cecum were severely edematous, dark red-purple, and exhibited hemorrhagic mucosa. Intussuscepted intestines displayed a snail-shell appearance with adhesions and blood stasis. Tissue samples from affected areas were fixed, processed routinely, embedded in paraffin, sectioned at 4 µm, and stained with hematoxylin-eosin for microscopic evaluation. Histopathology revealed loss of Lieberkühn crypt epithelium, severe leukocyte infiltration in mucosa, propria, and serosa, crypt degeneration, and marked thrombosis, congestion, and hemorrhage in the intestinal wall. Intussusception and volvulus were considered secondary to prolonged meconium retention and cessation of peristalsis; however, no direct association with atresia ani-recti was established. To the authors' knowledge, concurrent occurrence of atresia ani-recti and volvulus in calves has not been previously reported, making this case unique and a valuable contribution to veterinary literature.

Keywords: Calf, Atresia Ani-Recti, Intussusception, Volvulus, Pathology.

Introduction

Atresia ani-recti is a congenital anomaly characterized by the absence of the anal opening or improper development of the anus, observed in various species such as farm animals, pets, and humans (Fernandes et al., 2021; Hossain et al., 2014). Atresia ani is usually detected shortly after birth, presenting with signs such as lack of fecal passage, abdominal distension, and straining without defecation (Khan, 2019; Malleh & Sampath, 2017). In some cases, rectovaginal fistulas accompany the condition, leading to fecal discharge through the vaginal opening (Kumar et al., 2020; Jamshidi et al., 2010). Diagnosis is primarily based on clinical examination and can be confirmed through radiographic imaging (Jamshidi et al., 2010; Antonioli et al., 2017).

Intussusception and volvulus are two distinct yet serious conditions affecting the intestines, often leading to obstruction and requiring prompt medical intervention. Intussusception (also known as intussusception)

occurs when a segment of the intestine prolapses into an adjacent distal segment; this can result in venous congestion and, if left untreated, arterial blockage, necrosis, and perforation (Wilson et al., 2024; Gfrörer et al., 2009). Volvulus, on the other hand, is caused by the twisting of an intestinal loop around the mesentery, leading to obstruction and ischemia due to impaired blood flow (Pineda Guzmán, 2023; Moreira de Sousa & Oliveira, 2025).

In calves, Atresia Ani Recti leads to significant clinical and pathological findings and is often associated with other malformations (Fernandes et al., 2021; Hossain et al., 2014). Pathological findings in affected calves include the absence of the anal membrane opening, which results in fecal retention and abdominal distension. Furthermore, Atresia Ani Recti is commonly linked to other congenital anomalies such as rectovaginal fistulas, rectal pouches, and skeletal abnormalities like tail absence, and if not surgically corrected, it can cause severe complications (Fernandes et al., 2021; Sharma et al., 2023; Vala et al., 2017). According to the existing literature, although the absence of a tail has been reported in calves with atresia ani recti, its occurrence together with intussusception and volvulus is uncommon. Moreover, this condition has been examined histopathologically in only a few studies. In this case, we present the necropsy and histopathological findings of a calf that was reported to have been unable to defecate for three days prior to admission to our clinic. The simultaneous presence of atresia ani recti, tail absence, and pathological positional changes such as intussusception and volvulus in the intestines is noteworthy and adds uniqueness to this case.

Case Report

Materials and Methods

The material of this study consisted of a calf that was brought to Iğdır University Animal Hospital on June 3, 2025, with a history of being unable to defecate for three days and was presumed to have died due to septic shock during surgical intervention. A necropsy was performed on the calf, macroscopic lesions were photographed, and tissue samples from these areas were fixed in 10% formaldehyde solution for two days. Following fixation, a routine tissue processing protocol was applied, samples were embedded in paraffin, and 4 µm-thick sections were obtained from paraffin blocks. These sections were stained with hematoxylin and eosin and examined under a light microscope.

The material of this study consisted of a calf that was brought to Iğdır University Animal Hospital on June 3, 2025, with a history of being unable to defecate for three days and was presumed to have died due to septic shock during surgical intervention. A necropsy was performed on the calf, macroscopic lesions were photographed, and tissue samples from these areas were fixed in 10% formaldehyde solution for two days. After fixation, a routine tissue processing protocol was applied; the samples were embedded in paraffin, and 4 µm-thick sections were obtained from paraffin blocks. These sections were stained with hematoxylin and eosin and examined under a light microscope.

Findings

During the macroscopic examination at necropsy, the absence of the anal opening and tail, along with swelling in the perineal region, was noted externally. Abdominal examination revealed that the rectum ended in a blind pouch, and volvulus and intussusception were present in the intestines. Marked dilatation and 180°–270° torsion were observed in three different sections of the colon. Although the jejunum and ileum were mildly hemorrhagic, the colon and cecum were sausage-shaped, distended, and dark reddish-purple in color, while the intestinal mucosa was edematous and severely hemorrhagic. Additionally, the intussuscepted intestines were arranged in a spiral, snail-shell-like configuration, and the intestinal wall exhibited severe blood congestion and adhesions (Figure 1).



Figure 1. Atresia ani recti in a calf, **A**; Absence of anal opening (square), **B**; adhesion of colon segments (arrowhead) and hemorrhage (asterisk), **C**; volvulus (arrows), **D**; atrophy in volvulated intestinal sections (thick arrow), **E**; blind termination of the rectum (yellow arrow), hemorrhage in the lumen of the colon and cecum (asterisk), atrophy in volvulated intestinal sections (thick arrow), **F**; intussusception in colon segments (curved arrow), hemorrhage in both colon and cecum (asterisk).

When tissue samples taken from the affected areas were stained with hematoxylin and eosin and examined under a light microscope, histopathological findings revealed that the epithelial lining of the Lieberkühn crypts in the cecum and colon was lost and replaced by dense leukocyte infiltration. Degeneration and dilation of crypt epithelium were observed. Severe leukocyte infiltration was present in both the lamina propria and serosa, along with lymphocytolysis in lymphoid follicles. Additionally, severe thrombosis, congestion, and hemorrhages were noted in both layers (Figure 2).

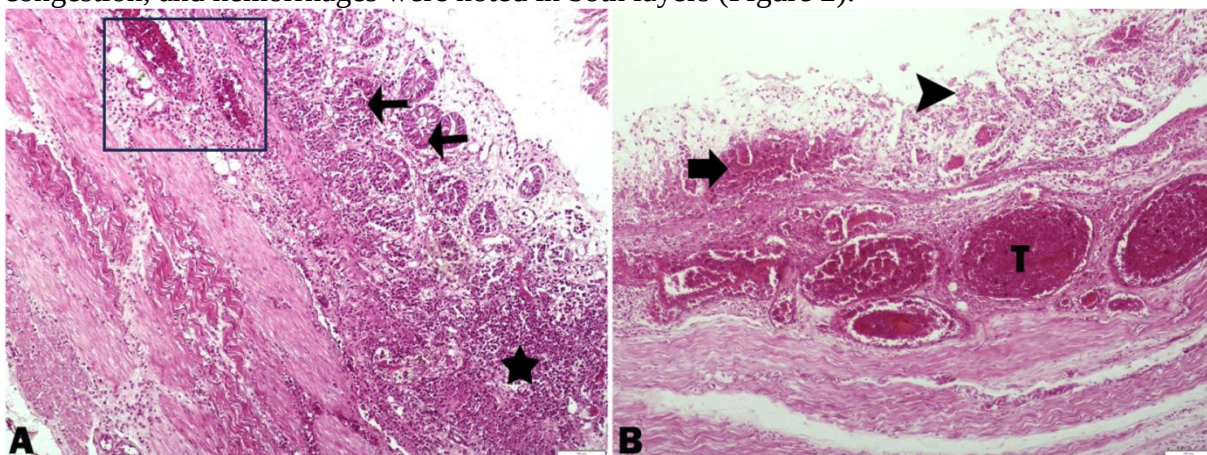


Figure 2. Calf, colon and cecum. **A**; colon – necrosis (arrows) and desquamation in crypt epithelium, severe mononuclear cell infiltration in serosa, and congestion in lamina propria (square). **B**; cecum – desquamation in serosa (arrowhead) and severe hemorrhage (thick arrow), severe thrombosis in lamina propria (T). H&E stain, scale bar: 10x.

Discussion

Atresia ani recti, defined as the absence of the anal opening, is a congenital condition frequently reported in cattle, leading to various complications (Fernandes et al., 2021; Varol, 2018), and in most cases, the rectum terminates in a blind pouch (Torres et al., 2013). Intussusception and volvulus, on the other hand, are gastrointestinal disorders observed in various animal species (Kushwaha et al., 2012; Kheirandish & Tajik, 2017). Cases of volvulus associated with intestinal atresia have been reported in goats (Kheirandish & Tajik, 2017), but no such reports exist in calves. The present study describes a rare case in a 3-day-old calf with atresia ani recti accompanied by severe hemorrhagic enteritis in the colon and cecum due to volvulus and intussusception.

The primary treatment for atresia ani is surgical intervention aimed at creating a functional anal opening and addressing associated complications. When the condition is diagnosed and treated early, the prognosis is generally favorable (Vala et al., 2017; Patel et al., 2024; Fernandes et al., 2021; Hossain et al., 2014; Kumar et al., 2020). The timing of surgery is critical; it is recommended to perform the procedure within the first 48 hours to prevent complications (Hapsari, 2023). Successful surgical outcomes have been reported in various species, including buffalo calves, lambs, and cats, with significant improvements in defecation and overall recovery (Khan, 2019; Mallesh & Sampath, 2017; Shoyombo et al., 2021). In complex surgical cases, poor prognosis or severe complications may occur (Fernandes et al., 2021; Hossain et al., 2014; Kumar et al., 2020; Shoyombo et al., 2021). The success of surgery depends on the degree of rectal development and the presence of associated anomalies. In some cases, calves may not survive due to severe malformations or postoperative complications (Sharma et al., 2023). In the present study, it is believed that septic shock developed following surgical intervention on the fourth day in a calf reported to have been unable to defecate, due to complicated lesions such as intussusception and volvulus in the intestines, ultimately leading to the animal's death.

In the presented case, necropsy revealed, as reported in atresia ani recti cases (Fernandes et al., 2021; Varol, 2018; Torres et al., 2013), the absence of the anal opening and tail, while abdominal examination showed that the rectum ended in a blind pouch and feces had accumulated in the intestines. Volvulus was observed in three different sections of the colon. In the intussuscepted areas, the colon contained snail-shell-like interfolded intestinal segments with adhesions on the serosa and blood congestion in the lumen. The colon and cecum appeared ischemic and cyanotic due to obstruction and venous congestion. Mesenteric lymph nodes were markedly swollen. Volvulus occurs when an intestinal segment twists around the mesentery, leading to obstruction and potential ischemia (Guzmán, 2023; Sousa & Oliveira, 2025). Sigmoid colon volvulus is the most common form, while cecal volvulus is less frequent and tends to affect younger age groups (Brown et al., 2024; Wells, 2019). Intussusception occurs when one segment of the intestine telescopes into an adjacent segment, causing obstruction. It is more commonly observed in the ileum of young cattle under two months of age and is associated with colic symptoms and palpable abdominal masses (Kushwaha et al., 2012). Intussusception leads to intestinal necrosis due to impaired blood flow. At necropsy, this condition appears as dark-colored and deformed intestinal segments (Morais et al., 2024; Santana, 2012). In this case, the macroscopic findings are consistent with the literature, and the presence of volvulus and intussusception in the colon was particularly noteworthy.

In cattle, volvulus—particularly affecting the small intestine, abomasum, and cecum—shows distinct histopathological features that are critical for diagnosis and treatment. These findings are primarily related to circulatory disturbances and consequent tissue damage caused by intestinal torsion (Câmara et al., 2009; Yadav et al., 2024). Histopathological features of volvulus include tissue necrosis, edema, hemorrhage, and congestion, which indicate severe circulatory impairment during volvulus. Additionally, histopathological examination of intussuscepted intestines may reveal severe mucosal necrosis with transmural involvement. This necrosis is often accompanied by hemorrhage and ulceration (Abutarbush & Radostits, 2005; Abutarbush et al., 2004; Penny et al., 1994; Jonge et al., 2023). In the present case, similar to the literature,

severe congestion and hemorrhage were observed in the serosa and lamina propria of the cecum and colon. These findings are consistent with mechanical obstruction and ischemia caused by intussusception. Furthermore, marked leukocyte infiltration in both layers, lymphocytolysis in lymphoid follicles, degeneration and dilation of crypt epithelium were noted. The intense leukocyte infiltration is thought to indicate an inflammatory response due to prolonged retention of meconium and feces in the intestines.

Yu et al. (2013) reported that volvulus developing during the intrauterine period can cause ischemia in the affected intestine, leading to atresia. In contrast, Ogunyemi (2000) proposes a different mechanism, suggesting that ileal atresia may be the primary event and that, following atresia, changes in peristaltic activity in the dilated bowel could predispose to volvulus. Therefore, two different pathogenetic models are discussed in the literature: one considers volvulus as the primary cause, while the other views atresia as the starting point of the process. In the presented case, although it was thought that the prolonged retention of meconium and feces in the intestines, along with peristaltic movements, contributed to the development of intussusception and volvulus, it was concluded that this condition in calves is not directly associated with atresia ani recti. The fundamental problem in atresia ani recti is the absence of an anal opening, which requires surgical correction for normal defecation. Intussusception and volvulus, on the other hand, are related to mechanical obstructions within the intestine and are treated differently. Although volvulus associated with atresia ani recti has been reported in other animals, no such report was found in calves, making this case unique and worthy of publication. We believe that this condition, reported for the first time in calves, will contribute to the existing literature and provide pathologists and surgeons with further insights into the pathogenesis of intestinal atresia.

RESOURCES

1. Fernandes, M. E. dos S. L., Caldas, S. A., Rocha, L. R., Chenard, M. G., Freire, K. R. F., Carvalho, N. da S., Nogueira, V. de A., & Helayel, M. A. (2021). Atresia Ani (Imperforated Anus) in Calves: Clinical, Surgical and Pathological Aspects. *Acta Scientiae Veterinariae*, 49. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.112980>
2. Hossain, M. B., Hashim, M. A., Hossain, M. A., & Sabrin, M. S. (2014). Prevalence of Atresia ani in New Born Calves and Their Surgical Management. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 12(1), 41–45. <https://doi.org/10.3329/BJVM.V12I1.20462>
3. Khan, S. (2019). Surgical Management of Atresia ani et recti in a Buffalo Calf. *Theriogenology Insight - An International Journal of Reproduction in All Animals*, 9(2). <https://doi.org/10.30954/2277-3371.02.2019.5>
4. Mallesh, P., & Sampath, K. (2017). Surgical management of congenital atresia ANI (Imperforate anus) in a lamb: A case report. *The Pharma Innovation Journal*, 6(7), 339–340. <https://www.thepharmajournal.com/archives/?year=2017&vol=6&issue=7&ArticleId=1146>
5. Kumar, G., Arora, N., Tiwari, D. K., Sharma, S., & Kaushik, D. (2020). Surgical management of atresia ani complicated with rectovaginal fistula in a sahiwal calf. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(3), 714–716.
6. Jamshidi, S., RAjaboyoon, M., & Masoudi Fard, M. (2010). Rectovaginal fistula and atresia ani in a kitten: a case report. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 4(2).
7. Antonioli, M. L., Garcia de Carvalho, J. R., Bustamante, C. C., Mendonça, L. F., Bergamasco, P. L. F., Escobar, A., Marques, L. C., & Canola, P. A. (2017). Anal Atresia with rectovaginal fistula in sheep: case report. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5668081>

8. Wilson, L. A., Kelly, R. F., & Philbey, A. W. (2024). Intussusception secondary to retroflexion of a proximal jejunal diverticulum, leading to Type 3 vagal indigestion with severe hypochloraemia in an adult Simmental bull (*Bos taurus*). *Veterinary Record Case Reports*. <https://doi.org/10.1002/vrc2.811>
9. Gfrörer, S., Fiegel, H. C., & Rolle, U. (2009). Invagination. <https://doi.org/10.1007/S00112-009-2048-0>
10. Pineda Guzmán, H. (2023). *Large bowel volvulus* (pp. 157–159). Elsevier eBooks. <https://doi.org/10.1016/b978-0-443-15648-9.00045-9>
11. Moreira de Sousa, I., & Oliveira, E. (2025). *Volvo Intestinal*. 16. <https://doi.org/10.29327/5495368.1-12>
12. Sharma, P., Arora, N., Chaudhary, R. N., & Tiwari, D. (2023). Surgical Management of Atresia Ani and Associated Congenital Malformations in Three Calves. *Indian Journal of Animal Research, Of*. <https://doi.org/10.18805/ijar.b-4982>
13. Vala, A. K., Sama, A. I., Gohil, K. M., Kelawala, D. N., Senthilkumar, S., Kalasariya, R. M., & Chavelikar, P. R. (2017). Surgical management of atresia ani et recti with congenital absence of tail (anury) in a male buffalo calf. *Buffalo Bulletin*, 36(4), 699–702.
14. Patel, A. K., Mahla, J. K., Gamit, M. A., Bhalodi, A. S., & Mayani, A. J. (2024). **X-ray assisted reconstructive surgical management of atresia ani et recti in Gir calf (*Bos indicus*) with a rare incidence of anury.** *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 9(1), 33–35. <https://doi.org/10.22271/veterinary.2024.v9.i1a.859>
15. Varol, K. (2018). A Case of Atresia Ani in an Anatolian Water Buffalo Calf. 15(3), 271–275. <https://doi.org/10.32707/ERCIVET.477340>
16. Torres, A. A. A., Lhamas, C. L., Macoris, D. da G., & Vasconcelos, R. de O. (2013). Macroscopic and Microscopic Findings in a Set of Congenital Anomalies in Two Calves Produced Through in Vitro Production. *Brazilian Journal of Veterinary Pathology*, 6(2), 65–68.
17. Kushwaha, R. B., Gupta, A. K., Bhadwal, Bhardwaj, H. R., Tripathi, A. K., & Kumar, S. (2012). Intestinal obstruction due to intussusception in cattle: A clinical study of twenty cases. *Indian Journal of Veterinary Surgery*, 33(1), 63–65
18. Kheirandish, R., & Tajik, J. (2017). *Ileal Atresia Concurrent with Agenesis of the Ileocaecal Valve and Intestinal Volvulus in a Goat Kid*. <https://doi.org/10.15547/bjvm.947>
19. Penny, C., Scott, P., Watt, N. J., & Greig, A. (1994). Necrotic enteritis of unknown aetiology in young beef calves at pasture. *Veterinary Record*, 134(12), 296–299. <https://doi.org/10.1136/VR.134.12.296>
20. Hapsari, A. T. (2023). Diagnosis and management of atresia ani in newborn infants: literature review. *Mandala of Health: A Scientific Journal*, 16(2), 156. <https://doi.org/10.20884/1.mandala.2023.16.2.9643>
21. Shoyombo, A. J., Alabi, O. O., Falana, B. M., Animashahun, R. A., Olawoye, S. O., Okenniye, F. A., Popoola, M. A., Ukim, C. I., Ake, A. M., & Jubril, A. E. (2021). Incidence, Diagnosis and Treatment of Atresia Ani at Landmark University. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 10(5). <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.5.1110.1112>
22. Brown, J., Dick, L., & Watson, A. (2024). Volvulus of the gastrointestinal tract. *British Journal of Hospital Medicine*, 85(3), 1–9. <https://doi.org/10.12968/hmed.2023.0295>
23. Wells, K. (2019). *Colonic Intussusception and Volvulus* (pp. 1807–1813). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-40232-3.00155-2>
24. Costa de Moraes, B., Lamarca da Silva, G. O., Silva Carrijo, M., Bernardes Pavan, A. L., Dias De Sá, L. M., Salmazo Maccarini, L., & Feroni Casas, V. (2024). Ileocecal intussusception in ileocecal intussusception in foals. *Pubvet*, 18(11), e1689. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v18n11e1689>
25. Santana, C. (2012). *Síndrome abdominal agudo en una potranca. Estudio de caso*.
26. Abutarbush, S. M., & Radostits, O. M. (2005). Jejunal hemorrhage syndrome in dairy and beef cattle: 11 cases (2001 to 2003). *Canadian Veterinary Journal-Revue Veterinaire Canadienne*, 46(8), 711–715. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1180421/>
27. Abutarbush, S. M., Carmalt, J. L., Wilson, D. G., O'Connor, B., Clark, E. G., & Naylor, J. M. (2004). Jejunal hemorrhage syndrome in 2 Canadian beef cows. *Canadian Veterinary Journal-Revue Veterinaire Canadienne*, 45(1), 48–50. <https://europepmc.org/articles/PMC539227>

28. Câmara, A. C. L., Ximenes, F. H. B., Moscardini, A. R. C., de Castro, M. B., de Godoy, R. F., & Borges, J. R. J. (2009). *Vólvulo abomasal em dois bezerros*. 16(3), 459–464. [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/veterinaria-e-zootecnia/16-\(2009\)-3/volvulo-abomasal-em-dois-bezerros/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/veterinaria-e-zootecnia/16-(2009)-3/volvulo-abomasal-em-dois-bezerros/)
29. Yadav, A., Kumar, T., Kadeyan, R., Kumar, A., & Sindhu, N. (2024). Regurgitation secondary to segmental torsion of intestine in a *Bubalus bubalis*: A case report. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(6S), 545–547. <https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i6sg.1374>
30. Penny, C., Scott, P., Watt, N. J., & Greig, A. (1994). Necrotic enteritis of unknown aetiology in young beef calves at pasture. *Veterinary Record*, 134(12), 296–299. <https://doi.org/10.1136/VR.134.12.296>
31. De Jonge, B., Pardon, B., Callens, J., & Chiers, K. (2024). Characterization of early-stage lesions and investigation on the role of mucosal trauma in hemorrhagic bowel syndrome in cattle. *Veterinary Quarterly*, 44(1), 1–11. <https://doi.org/10.1080/01652176.2024.2360422>
32. Yu, W., Ailu, C., & Bing, W. (2013). Sonographic diagnosis of fetal intestinal volvulus with ileal atresia: A case report. *Journal of Clinical Ultrasound*, 41(4), 255–257. <https://doi.org/10.1002/jcu.22035>
- 33.
34. Ogunyemi, D. (2000). Prenatal ultrasonographic diagnosis of ileal atresia and volvulus in a twin pregnancy. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 19(10), 723–726. <https://doi.org/10.7863/jum.2000.19.10.723>

İKİNCİ ÜRÜN MISIR BİTKİSİNE FARKLI MİKTARLARDAKİ DENİZ YOSUNU UYGULAMALARININ BAZI BİTKİSEL VE KOÇAN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Ayşe Gülgün ÖKTEM

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Şanlıurfa /TÜRKİYE

ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0002-7669-5801>

Dr. Öğretim Üyesi Mahmut Nedim AĞAÇKESEN

Harran Üniversitesi Ceylanpınar Tarım Meslek Yüksekokulu Şanlıurfa/TÜRKİYE

ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0001-8724-2958>

ÖZET

Biostimülantlardan birisi olan deniz yosununun organik madde ve gübre olarak kullanımı oldukça yaygındır. Bitki gelişiminde etkili olan deniz yosunlarının içeriklerinde mikro ve makro besin elementleri, steroller, betain gibi N içeren bileşikler ve hormonlar bulunmaktadır. Bu çalışma Şanlıurfa koşullarında at dişi mısır bitkisine uygulanan farklı miktarlardaki deniz yosunun bazı bitkisel ve koçan özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme 2025 ikinci ürün yetiştirme sezonunda tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede bitkisel materyal olarak DKC6777 mısır çeşidi ve organik materyal olarak deniz yosunu kullanılmıştır. Denemede sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm olacak ve her bir parsel 4 sıradan oluşacak şekilde belirlenmiştir. Deniz yosunu miktarları kontrol, 100 ml da⁻¹, 400 ml da⁻¹, 600 ml da⁻¹ ve 800 ml da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Deniz yosunu, iki farklı dönemde uygulanmıştır. İlk dönemde bitkiler 6-8 yapraklı iken ve ilk uygulamadan 20 gün sonra ikinci uygulama yapılmıştır. Belirlenen miktarlar su ile karıştırılarak yapraklara püskürtülmüştür. Bitki yaş ağırlığı, bitki boyu, sap kalınlığı, koçan ağırlığı, sap ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, yaprak/sap oranı, yaprak sayısı, tepe püskülü çiçeklenme süresi değerleri incelenmiş deniz yosunun incelenen özelliklerde kontrol parseline göre olumlu etkisinin bulunduğu saptanmıştır. Araştırma sonucuna göre, Şanlıurfa ikinci ürün yetiştirme koşullarında, mısır bitkisine deniz yosunu uygulamalarının önerilebileceği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: mısır, deniz yosunu, Şanlıurfa, bitkisel özellikler

THE EFFECTS OF APPLYING DIFFERENT AMOUNTS OF SEAWEED TO THE SECOND CROP OF CORN PLANTS ON SOME PLANT AND EAR CHARACTERISTICS

ABSTRACT

Seaweed, one of the biostimulants, is widely used as organic matter and fertilizer. Seaweed, which is effective in plant growth, contains micro and macronutrients, sterols, N-containing compounds such as betaine, and hormones. This study was conducted to determine some plant and ear characteristics of different amounts of seaweed applied to dent corn plants under Sanliurfa conditions. The experiment was set up in a randomized complete block design with three replications during the 2025 second crop growing season. The corn variety DKC6777 was used as the plant material and seaweed as the organic material. Inter-row spacing was 70 cm, intra-row spacing was 20 cm, and each plot consisted of four rows. Seaweed amounts were determined as control, 100 ml da⁻¹, 400 ml da⁻¹, 600 ml da⁻¹, and 800 ml da⁻¹. Seaweed was applied in two different periods. The first application was made when the plants had 6-8 leaves and second application was treated 20 days after the first application. The determined amounts were mixed with water and sprayed onto the leaves. Plant fresh weight, plant height, stem thickness, ear weight, stem weight, plant dry weight, leaf/stem ratio, leaf count, and tassel flowering time were examined, and seaweed was found to have a positive effect on the studied traits compared to the control plot. Based on the results of the study, it can be said that seaweed applications to corn are recommended for second-crop growing conditions in Sanliurfa.

Key Words: corn, seaweed, Sanliurfa, plant characteristics

GİRİŞ

Yeryüzünde buğdaygiller içerisinde buğday ve çeltikten sonra üretim alanı yönünden en çok yetiştirilen tahıl, mısır bitkisidir. Üretimi yaygın olarak yapılan mısır bitkisi çok farklı kullanım alanlarına sahiptir. Mısır ülkemizde 7 894 438 da alanda yetiştirilmekte olup, 7 893 787 da alanda hasadı gerçekleştirilmekte, yaklaşık 1026 kg da⁻¹ verim elde edilmekte 8 100 000 ton üretim yapılmaktadır. Şanlıurfa'da ise, 1 059 514 da alanda ekimi yapılmakta, ortalama 848 kg da⁻¹ verim elde edilmekte ve 898 766 ton üretim sağlanmaktadır (TUİK, 2024).

Mısır bitkisinde, üretimimizi artırmak için, modern tarım teknikleri ile birlikte, çevreye zarar vermeyen, toprağı ve atmosferi koruyan teknikleri de göz önüne almamız gerekmektedir. Uzun yıllardır Dünya'da ve ülkemizde bitkisel üretimde yaygın olarak kullanılan organik materyallerden birisi de biostimülant etkisine sahip olan deniz yosunu ekstraktlarıdır (Külahtaş ve Çokuysal,2016).

Biyostimülantlar, bitki gelişimini, bitkilerin beslenmesini, ürün kalitesini ve verimini olumlu yönde etkilemek; bitkilerin strese dayanıklılığını arttırmak amacıyla; bitkilere yapraktan, topraktan veya tohumla uygulanan, içeriğinde organik veya inorganik bileşikler, mikroorganizmalar bulundurabilen, ayrıca bazılarının toprak yapısını düzenleyici etkileri de bulunan materyallerdir.

Deniz yosunlarının organik madde ve gübre olarak kullanımı tarımda çok eskiye dayanmakta olsa dahi biyostimülant etkilerinin farkına yeni varılmaya başlanmıştır.

Deniz yosunu ekstraktları, tohum çimlenmesi, tohum gelişimi, bitki gelişimi, verim, çiçek ve meyve oluşumu, biyotik ve abiyotik stres etmenlerine dayanıklılık ayrıca hasat sonrası raf ömrünü gibi önemli kriterleri iyileştirdiği için biyostimülant olarak da kabul edilmektedirler. Deniz yosunu makro mikro besin

maddelerini, fito hormonları içermektedir. Deniz yosunu uygulaması ile bitkilerin daha iyi geliştiği, verimlerinin daha yüksek olduğu, mineral ve besin içeriğinin de arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Uppal ve ark.,2008; Jayaraman ve ark.,2011; Aroujoa ve ark., 2012; El Modafar ve ark., 2012; Shah ve ark.,2013).

Farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda, yapraktan uygulanan deniz yosunun mısır (Jeannin ve ark. 1991), domates (Crouch ve van Staden 1992), bağ (Mancuso ve ark. 2006) ve çilekte (Alam ve ark. 2013) kök gelişimini arttırdığı bildirilmektedir. Ayrıca, deniz yosunu uygulamalarının bitkilerde kuraklık, tuzluluk, yüksek sıcaklık gibi bazı abiyotik stres etmenlerinin etkilerini hafiflettiği öne sürülmektedir (Külahtaş ve Çokuysal,2016).

Bu çalışma Şanlıurfa koşullarında at dişi mısır bitkisine uygulanan farklı miktarlardaki deniz yosunun bazı bitkisel ve koçan özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOD

Araştırma alanına ait bazı iklim ve toprak özellikleri sırasıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma yerine ait bazı iklim verileri (2025)

Parametreler	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
En Yüksek Sıcaklık (°C)	48.1	45.2	43.6	34.7	30.5
En Düşük Sıcaklık (°C)	16.1	16.0	9.6	3.9	2.5
Ortalama sıcaklık (°C)	32.4	31.2	25.7	19.2	13.9
Toplam yağış (kg/m ²)	1.2	0.0	0.0	4.8	3.8
Ortalama nispi nem (%)	38.3	44.4	45.5	61.9	65.9

Kaynak: Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü

Çizelge 1’de en yüksek sıcaklıkların Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında gerçekleştiği, nispi nemin ise düşük olduğu görülmektedir. Toprak organik maddece yetersiz ancak mısır tarımına elverişli yapıdadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Deneme yerine ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

D (cm)	p (g m ³)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Org. Mad.(%)	Kireç (%)
0-30	1.37	20.40	54.00	25.60	7.85	0.67	1.33	7.90
30-60	1.39	20.22	52.00	27.60	7.94	0.59	1.31	9.50

(D: Derinlik, p: Hacim Ağırlığı, EC: Elektriksel Kondüktivite)

Ekim işlemi 1 Temmuz 2025 tarihinde Şanlıurfa 2. ürün yetiştirme sezonunda yapılmıştır. Deneme tesadüf blokları denem desenine göre 3 tekerrürlü kurulmuştur. Deneme yeri buğday hasadından sonra kültivatör ile sürülmüş, tapan geçirilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Her bir parsel 5 m uzunluğunda 4 sıradan oluşturulmuştur. Denemede sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm olarak düzenlenmiştir. Ekimden sonra düzenli çıkışı sağlamak için yağmurlama sulama yapılmıştır. Bitkiler toprak yüzeyine çıktıktan sonra karık sulamaya geçilmiştir. Bitkiler yaklaşık 15-25 cm boyunda iken ilk çapalama, 40-45 cm boyunda traktörle ikinci çapalama yapılmıştır. Zararlılara karşı ihtiyaç duyulduğunda kimyasal mücadele yapılmıştır.

Ekimle birlikte 8 kg da⁻¹ saf fosfor ve 8 kg da⁻¹ saf azot, bitkiler 40-50 cm boyunda iken 16 kg dā⁻¹ üst gübre verilmiştir. Denemede bitkisel materyal olarak, DKC6777 mısır çeşidi kullanılmıştır. Bu

materyal, FAO 700 olum grubunda, yatmaya karşı toleranslı, her toprak koşuluna uyum sağlayan ve güçlü kök yapısıyla stabil verim sunan silajlık bir çeşittir.

Araştırmada kullanılan deniz yosunun içeriği Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Araştırmada kullanılan deniz yosunun içeriği

Deniz Yosunu İçeriği	%W/W
Organik Madde	6
Suda Çözünür Potasyum Oksit(K ₂ O)	2
Alginik Asit	0.3
Gibberellik Asit	15 ppm
Max EC	2.5dS/m
pH	6-8

Deniz yosunu bitkiler 6-8 yapraklı iken ilk uygulama ve 20 gün sonra ise ikinci uygulama yapılmıştır. Deniz yosunu miktarları kontrol (deniz yosunu uygulanmamış, diğer parsellere uygulanan miktar kadar su uygulama dönemlerinde yapraklara püskürtülmüştür), 100 ml da⁻¹ 400 ml da⁻¹, 600 ml da⁻¹, 800 ml da⁻¹ dozlarında deniz yosunu su ile karıştırılarak yapraklara püskürtülmüştür.

Denemede her bir parselden tesadüfen seçilen 10 bitki ve koçan örneği üzerinde gerekli ölçüm ve tartımlar yapılarak bitki ve koçan özellikleri incelenmiştir. Yapılan ölçüm ve analizler sonucu elde edilen verilerle JUMP istatistik programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) yapılmış olup, ortalamalar arasındaki farklılık LSD çoklu karşılaştırma testi ile 0.05 seviyesinde belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki Boyu (cm) : Bitki boyu bakımından yapılan varyans analiz sonucuna göre deniz yosunu uygulamaları arasında istatistiki olarak farklılık tespit edilmiştir. En yüksek bitki boyuna 600 ml da⁻¹ uygulamasında ulaşılmış (272.2 cm), ancak 800 ml da⁻¹ uygulaması ile aynı istatistiki grupta yer almıştır. En düşük bitki boyu değerini ise kontrol parseli (245.0 cm) vermiştir. 200 ml da⁻¹ deniz yosunu ile kontrol parseli uygulaması da aynı istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 4). Deniz yosunu uygulamaları bitki boyunu artırıcı etkide bulunmuştur. Mısırdaki bitki boyu değerinin verimi doğrudan etkilediğini ve bu etkinin %35 oranında bildirilmiştir (Kara ve ark. 1999). Öktem ve Toprak (2013), mısır genotiplerinin özelliklerini inceledikleri çalışmada bitki boyunun 179.6 ile 225.6 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Sap Kalınlığı (mm): Yapılan varyans analiz sonucuna göre deniz yosunu uygulamaları arasında istatistiki farklılık saptanmıştır. En yüksek sap kalınlığı değerleri 600 ve 800 ml da⁻¹ deniz yosunu uygulamalarından elde edilmiş, en düşük değer ise kontrol ve 200 ml da⁻¹ uygulamalarında bulunmuştur (Çizelge 4). Deniz yosunu uygulama miktarları arttıkça sap kalınlığı değeri de artmıştır. Bitkide sap kalınlığı değeri bitkinin çeşit özelliğine bağlı olmakla birlikte iklim, yetiştirme faktörleri, toprak yapısı gibi unsurlar sap kalınlığına etki etmektedir (Ağaçkesen ve Öktem, 2022). Bitkinin sap kalınlığı değerinin yüksek olması yatmaya karşı direnci de arttırmaktadır. Deniz yosunu uygulaması sap kalınlığı değerinin artışına olumlu etkide bulunmuştur. Gezgin (2020), mısır bitkisinde yaptıkları çalışmada kontrol parselinde sap kalınlığı 7.5 cm iken, C. vulgaris uygulaması ile sap kalınlığı değerini ortalama 11.5 cm olarak artış gösterdiğini açıklamıştır.

Bitkide Yaprak Sayısı (adet yaprak ⁻¹): Yapılan varyans analizinde uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılık saptanamamıştır. Bitkide yaprak sayısı değerleri 12.8 ile 13.7 adet bitki⁻¹ arasında değişim göstermiştir. İstatistiki olarak farklılık görülmemekle birlikte, en düşük yaprak sayısı değerini kontrol parseli vermiştir. Öktem ve Toprak (2013), Şanlıurfa koşullarında mısır bitkisinde yaprak sayısının 13.4-15.8 adet bitki⁻¹, Öktem ve ark. (2017) Şanlıurfa ekolojik koşullarında bu sayının 11.23 ile 15.10 adet bitki⁻¹ arasında değiştiğini, Bulut ve ark. (2008) ise Erzurum ekolojisinde yaptıkları çalışmada çalışmada, mısırdaki yaprak sayısının 11.3 ile 11.8 adet bitki⁻¹ arasında bulduklarını bildirmişlerdir. Araştırmacıların bulguları ile bulgularımız kısmen benzerlik taşımaktadır.

Tepe Püskülü Çiçeklenme Süresi (gün): Varyans analiz sonucuna göre istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir. En uzun çiçeklenme gün sayısı kontrol (63.0 gün) parselinden elde edilirken, en düşük değer 600 (61.3 gün) ve 800 (61.3 gün) ml da⁻¹ uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4). Tepe püskülü çiçeklenme süresi bitkinin erkencilik göstergelerinden birisidir. Deniz yosunu uygulamalarının mısır bitkisinde erkencilik açısından etkili olduğu söylenebilir. Öktem ve ark. (1999) tepe püskülü çiçeklenme süresini 57.67-61.33 gün arasında bularak sonuçlarımıza yakın değerler elde etmişlerdir.

Çizelge 4. Deniz yosunu uygulamalarının mısır bitkisinde bitki boyu, sap kalınlığı, yaprak sayısı ve tepe püskülü çiçeklenme süresine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar

UYGULAMALAR (ml da ⁻¹)	BİTKİ BOYU (cm)*	SAP KALINLIĞI (mm)*	YAPRAK SAYISI(adet bitki ⁻¹) öd.	TEPE PÜSKÜLÜ ÇİÇEKLENME SÜRESİ (gün)*
KONTROL	245.0 b	186.4 b	12.8 †	63.0 a
200 ml da-1	255.8 b	198.0 b	13.6	62.0 ab
400 ml da-1	274.8 a	200.3 ab	13.7	62.7 a
600 ml da-1	272.8 a	213.7 a	13.0	61.3 b
800 ml da-1	271.3 a	215.4 a	13.5	61.3 b
LSD	13.91	15.14		1.24
CV	2.80	3.96	4.54	1.1

*:%5'e göre önemli, öd: önemli değil

†: Aynı harf grubunda yer alan ortalamalar arasında LSD testine göre 0.05 düzeyde istatistikî olarak önemli farklılık yoktur.

Bitkideki Yaş Ağırlıklar (g) ve Yaş Yaprak Sap Oranı (%) : Bitki yaş ağırlığı ve yaş koçan ağırlığı bakımından 0.01 düzeyinde, sap ağırlığı ve yaprak ağırlığı bakımından 0.05 seviyesinde deniz yosunu uygulamaları arasında istatistiki farklılık saptanmıştır. Yaş yaprak/sap oranı bakımından ise istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır. Bitki yaş ağırlığı bakımından en yüksek değer 800 ml da⁻¹ (1413.0 g) uygulamasından elde edilirken, en düşük değer kontrol parselinden (962.0 g) elde edilmiştir. Ancak 600 ml da⁻¹ uygulaması ile 600 ml da⁻¹ (1368.3 g) uygulaması aynı istatistiki grupta yer almıştır. En yüksek yaş sap ağırlığını 800 ml da⁻¹ (758.1 g) deniz yosunu uygulaması vermiş, en düşük değer ise kontrol parselinde (566.3 g) bulunmuştur. Yaş yaprak ağırlığı değerleri 168.0 ile 124.7 g arasında değişim göstermiş, en yüksek sonuç 800 ml da⁻¹ (168.0 g) uygulamasından elde edilmiştir. En düşük sonucu ise kontrol parseli (124.7 g) vermiştir. Yaş koçan ağırlığı bakımından ise 600 (446.3 g) ve 800 ml da⁻¹ (476.7 g) uygulamaları aynı istatistiki grupta yer almış ve en yüksek değerleri vermiştir. Yine en düşük değer kontrol parselinde (267.7 g) saptanmıştır. Yaprak/sap oranı değerleri ise %21.6 ile % 23.2 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Deniz yosunu uygulamalarının mısır bitkisinde bitki yaş ağırlığı, yaş sap ağırlığı, yaş yaprak ağırlığı, yaş koçan ağırlığı, yaş yaprak/sap oranına ait ortalama değerler ve oluşan gruplar

UYGULAMALAR (ml da ⁻¹)	BİTKİ YAŞ AĞIRLIĞI (g)**	YAŞ SAP AĞIRLIĞI (g)*	YAŞ YAPRAK AĞIRLIĞI (g)*	YAŞ KOÇAN AĞIRLIĞI (g) **	YAŞ YAPRAK SAP ORANI (%) öd
KONTROL	962.0 d	566.3 c	124.7 b	267.7 c	22.1 †
200 ml da-1	1071.0 c	635.0 bc	142.7 b	293.3 bc	23.2
400 ml da-1	1233.3 b	740.3 ab	163.1 a	330.0 b	22.1
600 ml da-1	1368.3 a	758.1 ab	164.0 a	446.3 a	21.6
800 ml da-1	1413.0 a	768.3 a	168.0 a	476.7 a	21.9
LSD	107.19	125.21	19.99	47.45	
CV	4.71	9.59	6.97	6.95	15.0

** %1' e göre önemli, *:%5'e göre önemli, öd: önemli değil

†: Aynı harf grubunda yer alan ortalamalar arasında LSD testine göre 0.05 düzeyde istatistikî olarak önemli farklılık yoktur.

Deniz yosunu uygulamaları bitkinin yaş ağırlıklarında artışa neden olmuştur. Kara ve ark (2019), deniz yosunu uygulamalarının yaprak dokularında bağl su içeriği miktarını arttırdığını bildirmişlerdir. Araştıracının yorumları bulgularımızı destekler niteliktedir.

Bitkide Kuru Ağırlıklar ve Kuru Yaprak Sap Oranı (%) : Bitki kuru ağırlıkları bakımından yapılan varyans analiz sonucuna göre bitki kuru ağırlığı %1 seviyesinde, kuru sap ağırlığı, kuru yaprak ağırlığı, kuru koçan ağırlığı ve yaprak/sap oranı %5 seviyesinde istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Çizelge 6'da görüldüğü gibi en yüksek bitki kuru ağırlığı (512.7 g), sap (233.3 g), yaprak (74.7 g) ve koçan ağırlığı (204.7 g) değerleri 800 ml da⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Ancak 600 ml da⁻¹ uygulaması ile aynı istatistikî grupta yer almıştır. En düşük bitki kuru ağırlığı (320.0 g), kuru sap ağırlığı (127.3 g), kuru yaprak ağırlığı (60.0 g), kuru koçan ağırlığı (132.5 g) değerleri ise kontrol parselinde bulunmuştur. Yaprak sap⁻¹ oranı ise en yüksek kontrol parselinde(47.2%), en düşük 400 ml da-1 (30.2%) uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 6. Deniz yosunu uygulamalarının mısır bitkisinde bitki kuru ağırlığı, kuru sap ağırlığı, kuru yaprak ağırlığı, kuru koçan ağırlığı, kuru yaprak/sap oranına ait ortalama değerler ve oluşan gruplar

UYGULAMALAR (ml da ⁻¹)	BİTKİ KURU AĞIRLIĞI (g) **	KURU SAP AĞIRLIĞI (g)*	KURU YAPRAK AĞIRLIĞI (g)*	KURU KOÇAN AĞIRLIĞI (g) *	KURU YAPRAK SAP ORANI (%) *
KONTROL	320.0 c †	127.3 b	60.0 b	132.5 b	47.2 a
200 ml da-1	336.0 c	138.7 b	63.3 b	134.1 b	45.2 a
400 ml da-1	432.6 b	216.7 a	65.3 ab	150.6 b	30.2 b
600 ml da-1	490.7 a	224.3 a	67.6 ab	198.6 a	30.3 b
800 ml da-1	512.7 a	233.3 a	74.7 a	204.7 a	32.3 b
LSD	54.16	31.20	11.32	33.64	7.35
CV	6.87	8.81	9.1	10.9	10.5

** %1' e göre önemli, *:%5'e göre önemli

†: Aynı harf grubunda yer alan ortalamalar arasında LSD testine göre 0.05 düzeyde istatistikî olarak önemli farklılık yoktur.

Deniz yosunun mısır bitkisinde bitkide kuru ağırlık artışına olumlu etkide bulunduğu özellikle 600 ml da⁻¹ ve 800 ml da⁻¹ dozlarının en etkili olduğu söylenebilir. Shaaban ve ark. (2001), mısır bitkisinde

mikroalg (*C. vulgaris*) ilavesinin, bitki boyu, kök ve gövde kuru ağırlıklarının kontrol parseline oranla artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacıların yorumları ile bulgularımız paralellik göstermektedir.

SONUÇ

Yapılan çalışmada bitki boyu, sap kalınlığı, tepe püskülü çiçeklenme süresi, bitki yaş ağırlığı, yaş yaprak-koçan ağırlıkları, yaş sap ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, sap kuru ağırlığı, koçan kuru ağırlığı, kuru yaprak sap oranı, değerlerinin istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Deniz yosunun kontrol parseline göre olumlu etkilerinin bulunduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre, Şanlıurfa ikinci ürün yetiştirme koşullarında, mısır bitkisine 600-800 ml da⁻¹ dozunda deniz yosunu uygulamasının önerilebileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Alam, M., Z., Braun, G., Norrie, J., Hodges, D., M. (2013). Effect of *Ascophyllum* extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. *Can J Plant Sci* 93:23–36.
- Ağaçkesen, M. N., Öktem, A. (2022). Farklı olgunlaşma dönemlerinde yapılan taze koçan hasadı sonrası tatlı mısır (*Zea mays* L. *saccharata*) biyokütlesinin yem kaynağı olarak kullanım imkânlarının araştırılması. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(4), 1002-1016.
- Anonim (2025). Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü verileri
- Araujo, I.B., Peruch, L.A.M., Stadnik, M.J. (2012). Efeito do extrato de alga e da argila silicatada na severidade da alternariose e na produtividade da cebolinha comum (*Allium fistulosum*L.). *Trop. Plant Pathol*, 37:363-367.
- Bulut, F., Çağlar, Ö., Gençtürk, S. 2008. Erzurum ovası koşullarına uygun silaj amaçlı mısır çeşitlerinin belirlenmesi. II. Verim ve verim unsurları. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, Konya, s.674-680.
- Crouch, I., J., van Staden, J. (1992.) Effect of seaweed cocentrates on the establishment and yield of greenhouse tomato plants. *J Appl Phycol* 4:291–296da Rocha IMA, Vitorello VA.
- El Modafar, C., Elgadda, M., El Boutachfai, R., Abouraicha, E., Zehhar, N., Petit, E., Courtois, J. (2012). Induction of natural defence accompanied by salicylic acid-dependant systemic acquired resistance in tomato seedlings in response to bioelicitors isolated from green algae. *Scientia Horticulturae*, 138:55-63
- Gezgin, D.E. (2020). Mısır yetiştiriciliğinde *Chlorella vulgaris* Beyerinck [Beijerinck] ve *Arthrospira Platensis* Gomont taksonlarının verim ve kalite parametrelerine etkisi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

- Jayaraman, J., Norrie, J., Punja, Z. K. (2011). Commercial extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber. *Journal of Applied Phycology*, 23(3):353-361.
- Jeannin, I., Lescure, J., C., Morot-Gaudry, J., F. (1991). The effects of aqueous seaweed sprays on the growth of maize. *Bot Mar* 334:469–473.
- Kara, M.Ş., Deveci, M., Dede, Ö., Şekeroğlu, N. (1999). Farklı bitki sıklığı ve azot dozlarının silaj mısırda yeşil ot verimi ve bazı özellikler üzerine etkisi. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana*, s.172-177.
- Kara, A., Tunçtürk, M., & Tunçtürk, R. (2019). Investigation of the effects on some physiological parameters of salt stress and seaweed applications in echinacea (*Echinaceae purpurea* L.) plant.
- Külahtaş, B., & Çokuysal, B. (2016). Biyostimulantların sınıflandırılması ve Türkiye’deki durumu. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 185-200.
- Mancuso, S., Azzarello, E., Mugnai, S., Briand, X. (2006). Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Adv Horti Sci* 20:156–161.
- Öktem, A., Öktem, A.G., Beyaz, T. 1999. Adıyaman ikinci ürün koşullarına uygun mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. I. GAP Tarım Kongresi, Cilt II, 26-28 Mayıs 1999, Şanlıurfa, s.885-892.
- Öktem, A., Toprak, A. (2013). Çukurova koşullarında bazı atıdışı mısır (*Zea mays* L. *indentata*) genotiplerinin verim ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 17(4), 15-24.
- Öktem, A., Çelik, A., Öktem, A. G. (2017). Toprağa humik asit uygulamasının mısır bitkisinin (*Zea mays* L. *indentata*) verim ve bazı verim karakterleri üzerine etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 268-272.
- Shaaban, M.M. (2001). Nutritional Status and Growth of Maize Plants as Affected by Green Microalgae as Soil Additives, *Online Journal of Biological Sciences* 1(6): 475-479.
- Shah, M.T., Zodape, S.T., Chaudhary, D.R., Eswaran, K., Chikara, J. (2013). Seaweed sap as an alternative liquid fertilizer for yield and quality improvement of wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 36(2):192-200
- Tuik (2024). Türkiye İstatistik Kurumu www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 12.12.2025).
- Uppal, A.K., El Hadrami, A., Adam, L.R., Tenuta, M., Daayf, F. (2008). Biological control of potato *Verticillium wilt* under controlled and field conditions using selected bacterial antagonists and plant extracts. *Biological Control*, 44(1):90-100

Copyright © Liberty

Date: 30.12.2025

Liberty Publishing House

Water Street Corridor New York, NY 10038

www.libertyacademicbooks.com

+1 (314) 597-0372

ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.

© Liberty Academic Publishers 2025

The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms.

adopted by Mariam Rasulan

ISSUED:30.12.2025

ISBN: 979-8-89695-268-8



INTERNATIONAL CONFERENCE NETWORK