

CONFERENCE BOOK



ÇANAKKALE
21 - 23 ŞUBAT 2025

TROIA

1. ULUSLARARASI FEN ve UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ



TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

February 21 - 23, 2025

CANAKKALE

ISBN: 978-625-5962-28-7

Published by : Academy Global Publishing House





**TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
FEBRUARY 21 - 23, 2025
CANAKKALE**

Edited By

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Firat Baran

ORGANIZATION

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process.

PARTICIPATING COUNTRIES

**TURKEY – Japan – Nigeria- Netherlands- Egypt- Italy- South Korea- Portugal - ,
Nigeria- Zimbabwe – Ghana- Portugal- Senegal- Kenya- Vietnam- Algeria- Brazil –
Bulgaria- Indonesia- Pakistan- Saudi Arabia- South Africa- Rwanda- India- Lebanon-
Bangladesh- Iraq- Cameroon- Uganda**

PRESENTATION

Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION

**More than 50 % of paper are presented by participants from maintained countries.
28 papers from Turkey and 48 paper from other countries.**

**Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an
"official assignment letter"**

LANGUAGES

Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

CONGRESS ORGANIZING BOARD

Head of Conference: Prof. Dr. Hülya Çiçek
Prof. Dr. Ali Bilgili
Prof. Dr. Naile Bilgili
Prof. Dr. Başak Hanedan
Prof. Dr. Hajar Huseynova
Prof. Dr. Dwi Sulisworo
Prof. Zain Musa
Prof. Dr. Sameer Jain
Prof Yakup Babayev
Prof. Dr. Suyatno
Prof. Dr. Hasan Akan
Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi
Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli
Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak
Assoc. Prof. Dr. Dhiesi Ari Astuti
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran
Assoc. Prof. Dr. Abdülkadir Aydın
Assoc. Prof. Dody Hartanto
Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn
Assoc. Prof. Nazile Abdullazade
Assoc Prof. Dr. Feran Aşur
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti
Assoc. Prof. Ivaylo Staykov
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş
Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova
Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık
Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz
Assoc. Prof. Dr. Sevrə Fırcıoğulları
Assist. Prof. Ihwan Ghazali
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərifxan oğlu
Assist. Prof. Dr. Mahrukhı Dovlatzade
Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracıgan
Assist. Prof. Dr. Songül ATAK
Lecturer Mehmet Nuri Ödük
Dr. Fatih İ. Kurşunmaden
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Dr. Dadash Mehravari
Dr. Gültekin Gürçay
Dr. Aynur Əliyeva
Dr. Amaneh Manafidizaji

All rights of this book belong to Academy Global Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.

Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.

Academy Conference–2025 ©

Issued: 25.03.2025

ISBN: 978-625-5962-28-7

Scientific & Review Committee

- Prof. Dr. Hülya Çiçek – Türkiye
Prof. Dr. Emine Koca – Türkiye
Prof. Dr. Fatma Koç – Türkiye
Prof. Dr. Valide Paşayeva - Türkiye
Prof. Dr. Ali Bilgili - Türkiye
Prof. Dr. Naile Bilgili - Türkiye
Prof. Dr. Başak Hanedan – Türkiye
Prof. Dr. Aysel Güven - Türkiye
Prof. Dr. Bülent Kurtişoğlu – Türkiye
Prof. Dr. Hajar Huseynova – Azerbaijan
Prof. Dr. Dwi Sulisworo – Indonesia
Prof. Dr. Natalia Latygina – Ukraina
Prof. Dr. Yunir Abdrahimov – Russia
Prof. Muntazir Mehdi – Pakistan
Prof. Dr. T.Venkat Narayana Rao – India
Prof. Dr. İzzet Gümüş – Türkiye
Prof. Dr. Mustafa Bayram – Türkiye
Prof. Dr. Saim Zeki Bostan – Türkiye
Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China
Prof. Yakup Babayev - Azerbaijan
Prof. Dr. Suyatno – Indonesia
Prof. Dr. Zain Musa – Cambodia
Prof. Dr. Sameer Jain – India
Prof. Mehdi Mohammadzade – Iran
Prof. Dr. Hasan Akan – Türkiye
Prof. Dr. Ika Maryani - Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli - Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak - Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın - Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi - Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Feran Aşur – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık - Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz - Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Sevra Fıncıoğulları - Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet Aydın – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran - Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom Hamroeva - Özbekistan
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari – İran
Assoc. Prof. Ivaylo Staykov - Bulgaristan
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – İndonezya
Assoc. Prof. Dr. Ümit Ayata – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev - Azərbaycan
Assoc. Prof. Dr. Okan Sarıgöz – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Eda Bozkurt – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Ahmet Topal – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaç – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Sandeep Gupta – İndiya
Assoc. Prof. Dr. Veysel Parlak – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İslamoğlu – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azərbaycan
Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova – Azərbaycan
Assoc. Prof. Ali Vandshoari - İran
Assist. Prof. Dr. Göksel Ulay – Türkiye
Assist. Prof. K. R. Padma – İndiya
Assist. Prof. Dr. Omid Afghan - Afghanistan
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan Alanazi - Saudi Arabia
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich Altayev - Kazakistan
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi Bayero – Nigeria
Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif Fakheer - Jordaniya
Assist. Prof. Dr. Dody Hartanto - İndonezya
Assist. Prof. Dr. Ihwan Ghazali - Malaysia
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heyladou – İran
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İmangalieva - Kazakistan
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşulı Jaylibay - Kazakistan
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli Juraev – Özbekistan
Assist. Prof. Dr. Kalemkas Kalibaeva – Kazakistan
Assist. Prof. Dr. Bouaraour Kamel – Aljerya
Assist. Prof. Dr. Alia R. Masalimova - Kazakistan
Assist. Prof. Dr. Amanbay Moldibaev - Kazakistan
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. Sarsekenova - Kazakistan
Assist. Prof. Dr. Bhumika Sharma - İndiya
Assist. Prof. Dr. Gulşat Şugaeva – Kazakistan
Assist. Prof. Dr. K.A. Tleubergenova - Kazakistan

Assist. Prof. Dr. Cholpon Toktosunova – Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh Tuan – Vietnam
Assist. Prof. Dr. Songül Atak - Türkiye
Assist. Prof. Dr. Botagul Turgunbaeva - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan Tursunaliyeva - Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Yang Zitong – China
Assist. Prof. Dr. Gulmira Abndirasulova – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa
Assist. Prof. Dr. Murat Genç – Türkiye
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India
Assist. Prof. Dr. Vaiva Balciuniene – Lithuania
Assist. Prof. Dr. Meltem Avan – Türkiye
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu - Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade – Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracığan – Türkiye
Assist. Prof. Dr. Raihan Yusoph – Philippines
Dr. Que-Nhu Duong - Vietnam
Dr. Fatih İ. Kurşunmaden – Türkiye
Dr. Mehmet Nuri Ödük – Türkiye
Dr. Ayşe Baran - Türkiye
Dr. Dadash Mehravari – Iran
Dr. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Dr. Sonali Malhotra – India
Dr. Amaneh Manafidizaji - Iran



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Veteriner Fakültesi Dekanlığı
Fakülte Sekreterliği



Sayı : E-21304664-051-1705704

12.02.2025

Konu : 31-14279 Prof. Dr. Ali Bilgili'nin
Uluslararası Kongrelerde Düzenleme ve
Bilim kurullarında yer alması hk

FARMAKOLOJİ VE TOKSİKOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi : Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 11.02.2025 tarihli ve
E-41298163-051-1704750 sayılı yazısı.

İlgi yazınız uyarınca, Anabilim Dalınız öğretim üyesi Prof.Dr.Ali BİLGİLİ'nin, Yükseköğretim Kurulu'nun 15.06.2023 tarihli oturumunda doçentlik başvuruları şartları ile ilgili değişiklik önerileri kapsamında, "Academy Global Conferences & Publishing (<https://www.akademikongre.org/registration>)" tarafından önümüzdeki tarihlerde düzenlenecek olan uluslararası kongrelerde; kongre başkanı, kongre düzenleme ve bilim kurulu üyesi olarak görev yapması Dekanlığımızca da uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.

Prof. Dr. Necmettin ÜNAL
Dekan V.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: 8E77B04B-BD26-449E-A3C8-D44477307021 Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/ankara-universitesi-ebys>

Zübeyde Hanım Mahallesi Mehmet Ömer Halisdemir Bulvarı No: 9/C 06070 Altında / ANKARA

Telefon No: (0312) 317 03 15 Belge Geçer No: (0312) 316 44 72

e-posta: vetmed@veterinary.ankara.edu.tr

KEP Adresi : ankunvrek@ankuni.hso1.kep.tr

Bilgi için: Gülay AFAK

Bilgisayar Uzmanı

Telefon No: (312) 317 03 15-4510

E-Posta: gsafak@ankara.edu.tr



TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
February 21 - 23, 2025
CANAKKALE

Kongre Bağlantı Linki :

Join Zoom Meeting

<https://us06web.zoom.us/j/88571518350?pwd=fOYazCWBmbAiWrHygjKSjkbbSvotfd.1>

Meeting ID: 885 7151 8350

Passcode: 202224



ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- Oturum içerisinde en KIDEMLİ olan moderator olarak seçilir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.
- Oturuma bağlanmadan önce Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 5 Ahmet Ahmetoglu
- Sunum süresi 10 dakikadır. Bu sürenin aşılmamasını moderatörler temin edecektir.
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilmektedir.
- Kameralar, oturum süresince toplam % 70 oranında açık olmak zorundadır.
- Sunum yapan katılımcının kamerası açık olmak zorundadır.
- Sunum yapmak zorunludur. Herhangi bir nedenle sunum yapmamış olan katılımcıya sertifika verilmesi ve çalışmasının yayınlanması sözkonusu olamaz.
- Katılımcı, kendi oturumda, oturum bitene kadar bulunmak zorundadır.
- Katılımcıların kendi oturumları dışındaki oturumlara katılma zorunluluğu yoktur.
- ZOOM platformunun kapasite sınırı nedeniyle, DİNLEYİCİ, sadece kapasite izin verdiği sürece kabul edilebilmektedir.

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on **at least %70** of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

TECHNICAL INFORMATION

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

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	MSc. Anisa Duka	1	THE CHALLENGES OF MARKET ORIENTATION FOR FRUIT FARMERS – THE CASE OF THE DIBRA REGION	Edisela Mena
		2	CIVIL SERVANTS, LAW, RIGHTS AND OBLIGATIONS A COMPARATIVE VIEW BETWEEN ITALIAN AND ALBANIAN LEGISLATION	Msc.Sonila Guzina
		3	RISK MANAGEMENT, EXCHANGE RATE FLUCTUATIONS AND FOREIGN DIRECT INVESTMENTS	Malvina Hysa Dori Risilia
		4	THE IMPORTANCE OF COMPETITION AND ARTICLE 101 OF THE TREATY ON THE FUNCTIONING OF THE EUROPEAN UNION	Msc.MarsidaDyrmishi
		5	HUMAN RESOURCE MANAGEMENT: PERFORMANCE, CONFLICTS, AND STRESS IN A PSYCHO-SOCIAL CONTEXT	MSc. Anisa Duka

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	Prof. Dr. Ali Osman ÖZTÜRK	1	THE REALITY OF DEPENDENCE AND ARISTOCRACY IN DOSTOYEVSKY'S THE GAMBLEMMONGER	Doç. Dr. Sevra Fırıncioğulları
		2	GOODNESS, EVIL and JUSTICE IN THE TALE OF THE WIZARD OF OZ	Doç. Dr. Sevra Fırıncioğulları
		3	FROM LOCAL TO NATIONAL: POET DEMET DUYULER FROM 'ÇUKUROVA'	Prof. Dr. Tahir BALCI
		4	DOES TURKISH HAVE DISCONTINUOUS VERB ELEMENTS?	Prof. Dr. Tahir Balcı
		5	The Impressions of Çanakkale by the Austrian Writer Franz Grillparzer	Prof. Dr. Ali Osman ÖZTÜRK
		6	HATIRLAMA KÜLTÜRÜMÜZ BAĞLAMINDA ÇANAKKALE TÜRKÜSÜ	Prof. Dr. Ali Osman ÖZTÜRK
		7	RELATIVE CLAUSES IN DISCOURSE	Öğretim Görevlisi, Seda KAN ÇAKIR
		8	Ahmad Yasavi and native Azerbaijan poetry	Babayev Yagub Maharram

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	Dr. Öğr. Üyesi Bahar MARABA	1	YAPAY ZEKA DESTEKLİ MODA TASARIMI: GELECEĞİN ESTETİĞİ	Arş. Gör. Dr. Şevin GÜLPINAR
		2	ÇAĞDAŞ HEYKEL SANATINDA KADIN BEDENİN TEMSİLİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Dr. Öğr. Üyesi Merve DUYDU
		3	FRAGMENT OF A MALE PORTRAIT FROM EPHEOS	Assistant Professor Suhal SAĞLAN
		4	INSPIRATION FROM NATURE: THE ROLE OF BIOMIMICRY AND ORGANIC FORMS IN IRIS VAN HERPEN'S DESIGNS	Dr. Öğr. Üyesi Bahar MARABA
		5	AN ANALYSIS WITHIN MORAL THEORY: THE ROLE OF ARISTOTELIAN ETHICS IN S. RICHARDSON'S PAMELA (1740)	Assist. Prof. Dr. Nurcan BEKİL ÇAKMAK

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	Doç. Dr. Sevgi Sümerli SARIGÜL	1	KREDİ HAYAT SİGORTASINDA SİGORTA ETTİRENİN SÖZLEŞME ÖNCESİ BEYAN YÜKÜMLÜLÜĞÜNÜ İHLAL ETMESİNİN YAPTIRIMLARI	Esmâ Sultan UZAN
		2	E7 ÜLKELERİNDE ICT-FİNANSAL SEKTÖR GELİŞİMİ İLİŞKİSİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ANALİZ	Prof. Dr. Murat ÇETİN Doç. Dr. Sevgi Sümerli SARIGÜL
		3	HİNDİSTAN EKONOMİSİNDE ICT, FİNANSAL GELİŞME VE ÇEVRESEL BOZULMA İLİŞKİSİ	Prof. Dr. Murat ÇETİN Doç. Dr. Sevgi Sümerli SARIGÜL
		4	PROBLEMS AND SOLUTION SUGGESTIONS IN TAXATION OF E-COMMERCE	Assoc. Prof., Servet SAY
		5	VAN İLİ EV (PET) HAYVAN YETİŞTİRİCİLERİ VE İŞLETMELERİNİN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Cemal BUDAĞ Hüseyin Samet ARSLANHAN
		6	VAN İLİNDE BULUNAN PET MARKET SAHİPLERİNİN DEMOGRAFİK YAPISI, İŞLETMELERİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ, SATIŞI YAPILAN ÜRÜN KATAGORİLERİ VE MÜŞTERİ PROFİLİ	CEMAL BUDAĞ EMRE ERGENÇ

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Assoc. Prof. Dr. Hui Lin	1	CHINESE INVESTMENTS IN RUSSIAN AGRICULTURE: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES	Linfeng Huang Maria Okot
		2	DESIGNING WORK ENVIRONMENTS TO ENHANCE EMPLOYEE WELL-BEING AND ORGANIZATIONAL INNOVATION	João Pereira Amina Dlamini
		3	SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AS A DRIVING FORCE IN THE EVOLUTION OF GASTRONOMY	Carlos Eduardo Lima Aisha Kamara
		4	DIGITAL TRANSFORMATION IN ENTREPRENEURSHIP EDUCATION: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES	Ana Júlia Ribeiro Wei-Lin Zhang
		5	CONSUMERS' ATTITUDES TOWARDS HEALTH-CONSCIOUS MARKETING AND ITS IMPACT ON PURCHASING DECISIONS	Adesina Oluwatobi, Zanele Dlamini, Wei Ling Zhang
		6	INFLUENCE OF SUSTAINABLE FOOD MARKETING ON CONSUMER PURCHASING BEHAVIOR	Dr. Li Wei, Chen Zhang, Assoc. Prof. Dr. Hui Lin
		7	EFFECTIVE STRATEGIES FOR ENHANCING FOREIGN GUEST EXPERIENCE IN SOUTH KOREA'S HOSPITALITY INDUSTRY	Iec. Min-seok Kim, Ji-hyun Park, Dr. Soo-jin Lee

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	Prof. Dr. Chidi Okonkwo	1	EFFECT OF SOCIAL MEDIA ON COLLABORATIVE LEARNING IN HIGHER EDUCATION	Adebayo Oluwaseun, Dr. Folake Ayomide, Prof. Dr. Chidi Okonkwo
		2	TOURISM ENHANCEMENT THROUGH AUGMENTED REALITY IN HISTORICAL SITES	Ahmed S. Ibrahim, Fatima A. Kassem,
		3	AGRITOURISM DEVELOPMENT IN AFRICA: EXPLORING NEW ECONOMIC OPPORTUNITIES	M. N. Fofana, R. A. Toure, K. D. Bamba
		4	SUSTAINABLE TOURISM PLANNING: A TERRITORIAL APPROACH FOR ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL BALANCE	Dr. Ana Costa, Dr. Rafael Silva
		5	SUSTAINABLE TOURISM PLANNING: A TERRITORIAL APPROACH FOR ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL BALANCE	Dr. Ana Costa, Dr. Rafael Silva
		6	THE EFFECT OF POLITICAL INSTABILITY ON THE DEVELOPMENT OF TOURISM AND ARCHAEOLOGICAL SITES: A STUDY OF EGYPT AFTER THE 2011 REVOLUTION	Assis. Prof. Dr Ahmed M. Al-Sayed, Farida H. Kamal, Dr. Omar T. Fathy
		7	IMPACT OF SECURITY MEASURES ON FAN ATTENDANCE AT PROFESSIONAL FOOTBALL MATCHES	M. J. Lee, K. H. Park, J. S. Kim

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	Assoc. Prof. Dr. João Costa	1	THE INFLUENCE OF THE GENERAL DATA PROTECTION REGULATION ON HUMAN RESOURCE PRACTICES IN SCHOOLS	Maria Oliveira, Assoc. Prof. Dr. João Costa
		2	THE ROLE OF MINIMUM SPEECH SIGNAL DATA IN VOICE IDENTIFICATION FOR FORENSIC ANALYSIS	Dr. Zhang Jun, Liu Mei
		3	THE IMPACT OF UNDERFUNDING ON POLICE CORRUPTION IN NIGERIA	Chijioke Okafor, Dr. Adebayo Afolabi
		4	THE INFLUENCE OF MISINFORMATION ON GOVERNANCE AND PUBLIC POLICY FORMULATION: A COMPARATIVE STUDY	Carlos Eduardo Souza, Mariana Lima de Andrade
		5	THE IMPACT OF INDUSTRIAL EFFLUENT MANAGEMENT POLICIES ON WATER PROTECTION IN AFRICA	Zanele Moyo, Assis. Prof. Dr. Thabo Dlamini
		6	SOUTH KOREA AND BRAZIL ECONOMIC RELATIONS: A STUDY THROUGH THE WORLD TRADE ORGANIZATION	Lucas D. Oliveira, Mariana F. Silva
		7	COMBATING RADICALIZATION AND VIOLENT EXTREMISM: A COMPARATIVE STUDY OF BRAZIL, KENYA, AND SOUTH EAST ASIA	Carlos Silva, Amina Ndegwa
		8	THE IMPACT OF INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL LAW ON SOUTH AFRICA: A CASE STUDY OF EARHLIFE AFRICA JOHANNESBURG V MINISTER OF ENERGY AND OTHERS	A. Chikondi, Dr. B. Mwansa

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	Prof. Dr. Sarah Adeyemi	1	THE INFLUENCE OF SOCIAL MEDIA ON GOVERNMENT POLICIES IN BRAZIL: A COMPREHENSIVE STUDY	João Silva, Maria Souza
		2	PUBLIC SERVICE ETHICS IN LOCAL GOVERNANCE: A STUDY OF PERCEPTIONS AND CHALLENGES	Assis. Prof. Dr. Daniel M. Gama, Prof. Dr. Maria C. Silva
		3	LEGAL FRAMEWORK AND STRATEGIES FOR AIR POLLUTION MITIGATION AND ADAPTATION IN EAST AFRICAN LOCAL GOVERNMENTS	Amina S. Abdi, Hassan A. Mohamed
		4	MORDECHAI VANUNU: THE NUCLEAR WHISTLEBLOWER AND THE CHALLENGE TO ISRAELI MILITARY ETHICS	Rafael Lopes, Isabella Pereira
		5	ADDRESSING MENTAL HEALTH NEEDS TO REDUCE RECIDIVISM: THE ROLE OF EARLY DIVERSION IN CRIMINAL JUSTICE REFORM	Ahmed Al-Hassan, Assoc. Prof. Dr. Sarah Adeyemi
		6	LIMITS AND RESPONSIBILITIES IN FREEDOM OF EXPRESSION: LESSONS FROM AFRICA'S DIGITAL LANDSCAPE	Amina Sani, Ibrahim Bello
		7	THE EVOLUTION OF STUDENT UNDERSTANDING OF CONFLICT RESOLUTION IN POLICE TRAINING	Amir Youssef, Fatimah Abdullah, Ibrahim Mohammed
		6		

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	Prof. DR. Ricardo Costa	1	THE EFFECT OF GLOBALIZATION ON THE DEVELOPMENT OF SOUTH KOREA'S TECHNOLOGICAL SECTORS	Jisoo Lee, Minho Kim
		2	GOVERNMENT RESPONSES TO THE REINTEGRATION OF TRAFFICKING SURVIVORS: A STUDY OF BRAZIL	Lucas Almeida Costa, Mariana Souza Silva
		3	THE ROLE OF ENVIRONMENTAL EMOTIVE TRIGGERS IN RADICAL IDEOLOGICAL PROPAGANDA	Assis. Prof. Dr. Hanae Abid, Dr. Tariq Al-Mansouri
		4	BARRIERS TO ACCESSING STANDARDIZED CARE FOR LYME DISEASE AND RELAPSING FEVER BORRELIOSIS PATIENTS	A. Nguemeleu, L. Ndong, E. Tchuente
		5	STRENGTHENING PERSONAL DATA PROTECTION THROUGH TECHNICAL MEASURES IN COMPLIANCE WITH HUMAN RIGHTS	Ahmed Nasser, Yara Mohamed Khalid
		6	PREDICTING MORTALITY IN ACUTE BURN PATIENTS USING THE BOBI SCORE AND FLAMES SCORE	K. Ahmed Nour, R. M. Habib Ali, S. T. Waly, A. M. Omar
		7	SOCIAL REACTIONS TO ETHNIC PROTESTS IN ISRAEL: THE CASE OF THE WADI SALIB RIOTS (1959)	Dr. David Cohen, Prof. Dr. Miriam Levy
		8	THE IMPACT OF TERRORISM AS A GLOBAL ASYMMETRIC THREAT ON NATIONAL SECURITY FORCES	Assis. Prof. Dr. José Silva, Prof. DR. Ricardo Costa

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	Prof. Dr. Mariana Rocha	1	DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A TOOL TO MEASURE COPING MECHANISMS IN RESPONSE TO STRESSFUL ENVIRONMENTS	Dr. Ahmed Al-Mansoori, Fatima Jassim, Dr. Khaled Al-Hassan, Nora Al-Farisi
		2	UNDERSTANDING EMPLOYEE BEHAVIOR THROUGH ORGANIZATIONAL CULTURE AND COMPLEX ADAPTIVE SYSTEMS THEORY	Amadou Diop, Mariama Toure, Boubacar Diallo
		3	IMPACT OF SOCIAL MEDIA: A STUDY ON STRESSORS IN MODERN LIFESTYLES	Prof. Dr. Zhang Mei
		4	PERCEPTION OF EMOTIONS IN VEHICLE DESIGN: THE INFLUENCE OF FACIAL FEATURES ON DRIVER INTERPRETATION	Mei Li Zhang, Zhao Wei Li
		5	COGNITIVE FLEXIBILITY IN ECOLOGICAL REHABILITATION: A STUDY OF LOCAL COMMUNITY ENGAGEMENT	M. Tanaka, K. Liu, Y. Wang
		6	USING PSYCHOMETRIC TOOLS IN COGNITIVE BEHAVIORAL THERAPY: A COMPARATIVE STUDY OF MMPI-2 AND MMSE-2 APPLICATIONS	Juan Carlos Silva, Prof. Dr. Mariana Rocha
		7	EFFECTS OF HEMODIALYSIS DURATION ON COGNITIVE FUNCTION: A STUDY IN WEST AFRICA	M. T. Bakari, O. A. Kante, D. F. Abubakar, I. S. Diop

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	Doç Dr. Aysel ARSLAN	1	SUSTAINABILITY IN EDUCATION AND DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL COOPERATION PRACTICES	Öğr. Görevlisi, Tuba YILMAZ
		2	WHAT ARE THE PERCEPTIONS of PRINCIPAL and TEACHERS on THE EFFECTS of THE APPOINTMENT of PRINCIPAL OFFICERS to SECONDARY EDUCATION SCHOOLS RECEIVING STUDENTS with SPECIAL ABILITY EXAMINATION on TEACHER PERFORMANCE (ERZİNCAN, ERZURUM, BİNGÖL and TUNCELİ PROVINCIAS)	Eğitim Bilim Uzmanı, Levent KANDEMİR Prof. Dr. Mehmet ÖZBAŞ
		3	ÖĞRETİM GÖREVLİLERİNİN İŞ TATMİNİNİN YÖNETİCİLERİN DÜŞÜNCE YAPISI BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ	Zeynep SERBEST Prof. Dr. Sabri ÇELİK
		4	MOBBİNGİN ÖĞRETMENLER ÜZERİNDEKİ PSİKOLOJİK-FİZİKSEL ETKİSİ VE SONUÇLARI	Aybanu UĞURLU Prof.Dr.Vicdan ALTINOK
		5	Best Practices in Talent Management Strategies: A Case Study of a Private School	Betül Yahyaoglu
		6	BEING A MOTHER: AN EXPERIENCES OF MOTHERS WITH SPECIAL NEEDS CHILDREN	Öğretmen Reyhan Efe Dr. Öğr. Üyesi Tuğba Pürsün
		7	IN THE EDUCATION POLICY OF DEVELOPED COUNTRIES CONCEPT OF PRESCHOOL EDUCATION AND THE CONCEPT OF COMPREHENSIVENESS OF PRESCHOOL EDUCATION	Ayətəxan Ziyad (İsgəndərov), Aynurə Əliyeva,
		8	THE HISTORY OF TEACHING SAMAD VURGUN'S CREATIVE IN LITERATURE TEXTBOOKS	Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade
		10	ERGENLERDE AKRAN ZORBALIĞI	Doç Dr. Aysel ARSLAN Yüksek Lisans Öğrencisi Mevlûde Sümeyye POLAT
		11	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN EV ÖDEVİ MOTİVASYON DÜZEYLERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Mevlûde Sümeyye POLAT Doç Dr. Aysel ARSLAN

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	Hasan KELEŞ	1	ON REFLECTIONS OF FUNCTIONS AND DERIVATIVES	Hasan KELEŞ
		2	ON HYPER G- MATRICES	Hasan KELEŞ
		3	ON B ₃ AND FUZZY SET	Hasan KELEŞ
		4	ZAMAN SKALASINDA BİRİNCİ MERTEBEDEN BAŞLANGIÇ DEĞER PROBLEMİNİN KAYDIRMA OPERATÖRÜNE GÖRE PERİYODİK ÇÖZÜMLERİNİN VARLIĞI ÜZERİNE	Matematik Bölümü Öğrencisi, İpek BALABAN Doç. Dr., Erbil ÇETİN
		5	KEŞİRLİ TÜREVLİ İZOTERMAL OLMAYAN REAKSİYON-DİFÜZYON MODELİ DENKLEMLERİNİN ÇÖZÜMLERİ ÜZERİNE	Dr,MUHAMMED I. SYAM Dr,MOHAMED-NAIM YEHIA ANWAR Dr,AHMET YILDIRIM Dr,MAHMMOUD M. SYAM
		6	DETECTION OF FOREIGN MEAT IN PROCESSED MEAT PRODUCTS USING MACHINE LEARNING	Lecturer Mert DEMİR
		7	DETECTION OF METAL TYPE FROM METAL SOUND USING MACHINE LEARNING	Lecturer Mert DEMİR

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK	1	KÜRESEL İKLİM KRİZİ İLE MÜCADELEDE BİR PLANLAMA SORUNALI: KENTSEL YEŞİLLENDİRME VE YEŞİL SOYLULAŞTIRMA	Şehir Plancısı, EVŞEN YAMAN Prof. Dr. ZEYNEP ŞİRİN ENLİL
		2	INVESTIGATION OF THE USABILITY OF WASTE CONCRETE AGGREGATE IN THE PRODUCTION OF PERMEABLE (POROUS) CONCRETE	Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK Ahmet BOZ Halis Efe KURT
		3	INVESTIGATION OF THE USABILITY OF CONSTRUCTION DEMOLITION WASTE RECYCLING COARSE AGGREGATE IN THE PRODUCTION OF POROUS CONCRETE	Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK Esra KIRSOLAK
		4	Değişik Puzolanik Malzemelerle Üretilmiş Geopolimer Harçların Mekanik Özellikleri	YL Öğrencisi, Rita Zhumatay
		5	GECE EKONOMİSİNİN GENİŞLEMESİNİN KONUT ALANLARINA ETKİSİ:KADIKÖY ÖRNEĞİ	Şehir Plancısı, Sevda VARLI Prof. Dr. Zeynep Şirin ENLİL
		6	The Role of Jute Reinforcement in Cement-Based Composites: Physical and Mechanical Properties	Dr. Öğr. Gör. Hasan POLAT Dr. Öğr. Gör. M. Nuri KOLAK
		7	GÜÇ SİSTEMLERİNDE STATİK KONDENSER (STATKON) İLE STATİK GERİLİM KARARLILIĞININ İNCELENMESİ	Prof. Dr. M. KENAN DÖŞOĞLU Arş. Gör. Bayram KÜÇÜK Dr. Öğr. Üyesi ENES KAYMAZ
		8	GÜÇ SİSTEMLERİNDE SGK-SVC'NİN GEÇİCİ KARARLIK DURUMLARINDA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	Prof. Dr. M. KENAN DÖŞOĞLU Arş. Gör. Bayram KÜÇÜK Dr. Öğr. Üyesi ENES KAYMAZ
		9	SMART CARTON PACKAGING SYSTEMS AND THEIR FUTURE	Assoc. Prof. Dr. Mustafa Batuhan KURT Laura GRBIN Prof. Dr. Sinan SÖNMEZ
		10	THE REMOVAL OF METHYLENE BLUE, METHYL ORANGE AND CONGO RED DYES FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING ZIF-8 AND ZIF-8@CLN	Dr. Gizem SAYGI Prof Dr. Fehime ÇAKICIOĞLU-ÖZKAN

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	Prof. Dr. Meral Ekim Prof. Dr. Hasan Ekim	1	DWI MRI Findings in Three Siblings Diagnosed with Phenylketonuria	Dr. Melike Ruşen Söğütlügil
		2	SPERM DNA FRAGMENTATION AND ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES: EFFECTS ON PREGNANCY SUCCESS	Assist. Prof. Dr. Pınar KILIÇASLAN CHATZELENİS
		3	OXIDATIVE STRESS AND MALE INFERTILITY: THE ROLE OF ANTIOXIDANT THERAPY IN IMPROVING ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGY OUTCOMES	Assist. Prof. Dr. Pınar KILIÇASLAN CHATZELENİS
		4	KADIN HASTALIKLARI İÇİN KULLANILAN TIBBİ BİTKİLERLE İLGİLİ BİR LİTERATÜR TARAMASI	Prof. Dr., Hasan AKAN Biyolog, Didem ÇAKIR
		5	THE IMPORTANCE OF COLLAGEN IN SKIN HEALTH	Prof. Dr. Meral Ekim Prof. Dr. Hasan Ekim
		6	Evaluation of Biochemical Parameters in Rheumatoid Arthritis	Prof. Dr. Meral Ekim Prof. Dr. Hasan Ekim

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN	1	SUSTAINABLE WASTE RECOVERY SYSTEMS IN ORNAMENTAL AQUACULTURE: AQUAPONICS, BIYOFLOK, AND FLOC-PONIC APPROACHES	Mert MİNAZ
		2	KUŞBURNUDA POMOLOJİK VE KİMYASAL PARAMETRELER ARASINDAKİ KORELASYONLAR	Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN
		3	ARMUTLARDA MEYVE KALİTESİNİ ETKİLEYEN DEĞİŞKENLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER	Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN
		4	EFFECTS OF CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS INFECTION ON PLANT GROWTH PARAMETERS IN WHITE HEAD CABBAGE GROWN UNDER WATER-DEFICIENT CONDITIONS	Tuğba BOZÇELİK Mehmet Ali ŞEVİK Nazlı Dide Kutluk YILMAZ
		5	RELATIONSHIPS BETWEEN CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS AND YIELD PARAMETERS OF CAULIFLOWER GROWN IN DIFFERENT IRRIGATION AMOUNTS	Tuğba BOZÇELİK Mehmet Ali ŞEVİK Nazlı Dide Kutluk YILMAZ
		6	GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE YAPILMIŞ ETNOBOTANİK TEZLER ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER	Prof. Dr., Hasan AKAN Orman Yüksek Mühendisi, Mehmet ASLAN

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	Dr. Pieter van der Meer	1	INTEGRATED APPROACHES TO SMART MANUFACTURING AND MECHATRONICS DESIGN	Dr. Taro Nakamura, Dr. Sophia Akintola,
		2	ADVANCED SIMULATION TECHNIQUES FOR ELECTRIC SKID-STEERING VEHICLES	Dr. Amara Diouf Dr. Pieter van der Meer,
		3	ANALYSIS OF EXPANSION-INDUCED IRONING IN ADVANCED WELL CASING TECHNOLOGIES	Dr. Rodrigo Souza, Dr. Aisha El-Sayed,
		4	DEVELOPMENT OF INDOOR DRONE SYSTEMS FOR CREATIVE INDUSTRY INNOVATIONS	Dr. Musa Khan Dr. Laura Ricci,
		5	EMOTIONALLY INTELLIGENT ROBOTS FOR SOCIAL INTERACTION	Dr. Sarah Kim Dr. João Silva,
		6	ADVANCING EMOTION-SENSITIVE AI IN ROBOTIC SYSTEMS: A STUDY OF MULTIMODAL EMOTION RECOGNITION APPROACHES	Adebayo Okoro, Li Wei, Maria Nunes
		7	IMPACT ASSESSMENT OF LEAN MANUFACTURING ON ORGANIZATIONAL SUCCESS: A STRUCTURAL ANALYSIS FRAMEWORK	Tariro Chikafu,
		8	DESIGN AND ANALYSIS OF A DUAL-ACTUATED MICROGRIPPER FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS	Mariam Sow, Javier Rodríguez, Wei Zhang

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	Dr. Elias Moreno	1	ROBUST CONTROL DESIGN FOR 3-DOF HELICOPTER SYSTEMS USING ADVANCED LQR-PID METHODS	Manuel Silva, Aisha Ahmed, Sophia Kim
		2	ENHANCING POWER QUALITY THROUGH ADAPTIVE FUZZY PID CONTROL OF ACTIVE POWER FILTERS	Fatou Ndiaye, Elias Moreno
		3	ROBUST CONTROL DESIGN FOR 3-DOF HELICOPTER SYSTEMS USING ADVANCED LQR-PID METHODS	Manuel Silva, Aisha Ahmed, Sophia Kim
		4	ENHANCING POWER QUALITY THROUGH ADAPTIVE FUZZY PID CONTROL OF ACTIVE POWER FILTERS	Fatou Ndiaye, Dr. Elias Moreno
		5	INNOVATIVE EYE-TRACKING CONTROL SYSTEM FOR WHEELCHAIR NAVIGATION USING EOG TECHNOLOGY	Diana Oliveira, Ahmed Khan, Maya Tanaka
		6	LOW-COST ELECTROMYOGRAPHIC SIGNAL AMPLIFICATION SYSTEM FOR PORTABLE APPLICATIONS	Ahmed O. Ibrahim, Chike N. Okeke , Sophia Mensah
		7	ENHANCING SINGLE-PHASE INVERTER PERFORMANCE USING EMBEDDED PWM CONTROLLERS	Dr. João P. Silva, Maria C. Costa
		8	OPTIMIZATION OF LOAD FREQUENCY CONTROL USING GENETIC ALGORITHMS	Wanjiku N. Mwangi, Joseph A. Otieno

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	Assis. Prof. Dr. Marco dos Santos	1	SECURE ADS-B SYSTEMS USING HYBRID MODULATION TECHNIQUES	Jia L. Wong, Mei C. Huang, Thuy T. Nguyen
		2	PERFORMANCE ANALYSIS OF AIR COOLING SYSTEMS WITH VARIABLE GENERATOR PRESSURE	Lamia M. Hussein, Kenji T. Yamada
		3	IMPACT OF VARIABLE PRIMARY STREAM CONDITIONS ON THE PERFORMANCE OF EJECTOR COOLING SYSTEMS	Rafael Moreira, Jie Zhang, Ahmed Saleh, Samuel Okoro
		4	TIME-DOMAIN ANALYSIS OF FLOATING WAVE ENERGY CONVERTER PERFORMANCE	Yuki Nakamura, Mei Lin, Peter Mensah
		5	EVALUATION OF A HIGH-VOLTAGE GAIN DC/DC CONVERTER FOR SOLAR ENERGY APPLICATIONS	Chen Wei, Fatima Haddad, Assis. Prof. Dr. Marco dos Santos
		6	ANALYSIS OF CHILDHOOD POISONING ADMISSIONS IN LIBYA: THREE-YEAR RETROSPECTIVE STUDY	Fatima Al-Bakri, Mohamed Hassan, Elena Petrov
		7	EFFECTS OF PROLACTIN ALTERATIONS ON MALE REPRODUCTIVE FUNCTION IN WHITE RATS	Hassan Ali,
		8	IMPACT OF DEXAMETHASONE ON REPRODUCTIVE HEALTH IN JUVENILE RATS	A. Rahimi, M. Amara

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	Z. Kambarov	1	COMPARATIVE ANALYSIS OF VMAT AND IMRT FOR OPTIMIZED CANCER TREATMENT	M. Taqi, Z. Kambarov
		2	UNDERSTANDING AUTISM IN THE MIDDLE EAST: CHALLENGES AND INTERVENTIONS	R. Ali, H. Karim, S. Farooq
		3	VALIDATING IGG ELISA FOR DIET-RELATED ALLERGIES IN DOGS	A. Van Zyl
		4	GENETIC DIVERSITY OF OCT1 IN ZULU POPULATIONS: IMPLICATIONS FOR DRUG RESPONSE	N. Maseko, L. Dlomo, T. Buthelezi
		5	EFFECTIVENESS OF ANTIGRAVITY TRAINING IN REDUCING OBESITY IN CHILDREN	B. El-Naggar, M. Hussein
		6	ENHANCEMENT OF PHOTOVOLTAIC OUTPUT PREDICTION USING ADVANCED SOLAR DATA DECOMPOSITION METHODS	Arjun Singh, Kavya Nair, Ramesh K. Yadav
		7	OPTIMIZATION OF ENERGY STORAGE IN SOLAR-INTEGRATED DISTRIBUTION NETWORKS	Chiamaka Okafor, Adewale Oladipo, Esther Ngozi
		8	TRANSFORMING LEBANON'S ENERGY LANDSCAPE THROUGH HYBRID MICROGRIDS	Authors: Nada Abdallah, Fouad El Hassan

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
22 Şubat / Feb 22, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	Assoc. Prof. Dr. F. Mahmoud	1	LEAKAGE IMPACT ON THE DURABILITY OF SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELLS	Fatima Al-Hassan, Khaled Saleh, Aisha Khalil
		2	INNOVATIVE THERMOCHEMICAL ENERGY STORAGE FOR SUSTAINABLE TRANSPORTATION	Daniel Owusu, Grace Agyeman
		3	ENHANCING ENERGY EFFICIENCY THROUGH SMART MICRO-GRID INTEGRATION: CASE STUDIES FROM SOUTHEAST ASIA	N. T. Vu, L. H. Pham, J. W. Han, Priya Kumari, Ahmed Nasir
		4	EMPOWERING CLINICAL PRECEPTORS: STRATEGIES FOR IMPROVING NURSING EDUCATION IN EAST AFRICA	Fatima Mwangi, Samuel Otieno
		5	ADVANCING NUTRITIONAL CARE FOR PEDIATRIC CANCER PATIENTS: A NURSING PERSPECTIVE	Dr. R. Choudhury, Dr. A. Das
		6	IMPROVING HEALTH OUTCOMES FOR FEMALE INMATES: NURSING INTERVENTIONS IN NIGERIA	Maryam Bello, Nkechi Nwosu, Zhang Ming
		7	DEVELOPING NURSE LEADERSHIP IN CHALLENGING ENVIRONMENTS: INSIGHTS FROM IRAQ	Assoc. Prof. Dr. F. Mahmoud, Dr. A. Ibrahim
		8		

TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION February 21 - 23, 2025 CANAKKALE Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 22 Şubat / Feb 22, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	Assis. Prof. Dr. Francis Mulumba	1	EXPLORING RESILIENCE IN HEMODIALYSIS PATIENTS: A STUDY FROM BRAZIL	Ana P. Ferreira, João M. Oliveira, Camila R. Mendes
		2	EFFECTS OF ENZYMATIC TREATMENT ON THE FUNCTIONALITY OF RICE FLOUR: A FOCUS ON RESISTANT STARCH	Nadia Mwenda, Rui Li, Ahmed Farouk
		3	THE ROLE OF PEER INTERVENTION IN ENHANCING COMMUNICATION SKILLS AMONG HEALTHCARE STUDENTS	Chukwudi Okafor, Mei Ling Tan, Siphon Mokoena
		4	EVALUATING THE COMPETENCIES OF MID-CAREER NURSES IN MALAYSIAN HOSPITALS	Dr. Fatimah Ismail, Yara B. Hassan, Tien Vu Tran
		5	AWARENESS AND UTILIZATION OF MATERNAL HEALTH SERVICES AMONG WOMEN IN ACCRA, GHANA	Esi Mensah, Thuy Anh Pham, Olukemi Adebayo
		6	BARRIERS TO CHILDHOOD IMMUNIZATION AMONG MIGRANT POPULATIONS IN CAMEROON	Fola Adeyemi, Isabelle A. Kouma, Tatenda Chidzero
		7	IMPROVING RURAL PALLIATIVE CARE NETWORKS THROUGH DIGITAL INTEGRATION: A STUDY IN UGANDA	Dr. James Okello, Ruth Nyangoma, Assis. Prof. Dr. Francis Mulumba



TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
TROIA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
TROIA 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
February 21 - 23, 2025
CANAKKALE



Contents

ON B_3 AND FUZZY SET	1
ON REFLECTIONS OF FUNCTIONS AND DERIVATIVES	6
ON HYPER G- MATRICES.....	12
ZAMAN SKALASINDA BİRİNCİ MERTEBEDEN BAŞLANGIÇ DEĞER PROBLEMİNİN KAYDIRMA OPERATÖRÜNE GÖRE PERİYODİK ÇÖZÜMLERİNİN VARLIĞI ÜZERİNE.....	18
KESİRLİ TÜREVLİ İZOTERMAL OLMAYAN REAKSİYON-DİFÜZYON MODELİ DENKLEMLERİNİN ÇÖZÜMLERİ ÜZERİNE	20
İNŞAAT YIKINTI ATIĞI GERİ DÖNÜŞÜM İRİ AGREGASININ POROZ BETONUN ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI	21
ATIK BETON AGREGASININ GEÇİRİMLİ (POROZ) BETONUN ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI	31
DEĞİŞİK PUZOLANİK MALZEMELERLE ÜRETİLMİŞ GEOPOLİMER HARÇLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİ	42
GECE EKONOMİSİNİN GENİŞLEMESİNİN KONUT ALANLARINA ETKİSİ:KADIKÖY ÖRNEĞİ.....	49
Çimento Esaslı Kompozitlerde Jüt Takviyesinin Rolü: Fiziksel ve Mekanik Özellikler	50
GÜÇ SİSTEMLERİNDE STATİK KONDENSER (STATKON) İLE STATİK GERİLİM KARARLILIĞININ İNCELENMESİ	64
GÜÇ SİSTEMLERİNDE SGK-SVC'NİN GEÇİCİ KARARLIK DURUMLARINDA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ.....	72
SMART CARDBOARD PACKAGING SYSTEMS AND THEIR FUTURE	81
THE REMOVAL OF METHYLENE BLUE, METHYL ORANGE AND CONGO RED DYES FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING ZIF-8 AND ZIF-8@CLN.....	96
FENİLKETONÜRİ TANILI ÜÇ KARDEŞ HASTADA DWI MR BULGULARI:	101
SPERM DNA FRAGMENTASYONU VE YARDIMCI ÜREME TEKNOLOJİLERİ: GEBELİK BAŞARISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	102
SPERM DNA FRAGMENTATION AND ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES: EFFECTS ON PREGNANCY SUCCESS.....	103
OKSİDATİF STRES VE ERKEK İNFERTİLİTESİ: YARDIMCI ÜREME TEKNOLOJİSİ SONUÇLARINI İYİLEŞTİRMEDE ANTİOKSİDAN TEDAVİNİN ROLÜ.....	110
GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE YAPILMIŞ ETNOBOTANİK TEZLER ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER	117
KADIN HASTALIKLARI İÇİN KULLANILAN TIBBİ BİTKİLERLE İLGİLİ BİR LİTERATÜR TARAMASI.....	136
DNA DATABASE APPLICATIONS IN FORENSIC SCIENCES	148
KOLAJENİN CİLT SAĞLIĞINDA ÖNEMİ	149
ROMATOİD ARTRİTTE BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	157
SUSTAINABLE WASTE RECOVERY SYSTEMS IN ORNAMENTAL AQUACULTURE: AQUAPONICS, BİOFLOC, AND FLOC-PONIC APPROACHES.....	168
KUŞBURNUDA POMOLOJİK VE KİMYASAL PARAMETRELER ARASINDAKİ KORELASYONLAR.....	185

ARMUTLARDA MEYVE KALİTESİNİ ETKİLEYEN DEĞİŞKENLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER	197
SU KISITI KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN KARNABAHAAR BİTKİLERİNDE CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS ENFEKSİYONUNUN BİTKİ GELİŞİM PARAMETRELERİNE ETKİSİ	209
CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS ENFEKSİYONUNUN SU KISITI KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN BEYAZ BAŞ LAHANA BİTKİLERİNDE BİTKİ GELİŞİM PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ	221
INTEGRATED APPROACHES TO SMART MANUFACTURING AND MECHATRONICS DESIGN.....	231
ADVANCED SIMULATION TECHNIQUES FOR ELECTRIC SKID-STEERING VEHICLES.....	232
ANALYSIS OF EXPANSION-INDUCED IRONING IN ADVANCED WELL CASING TECHNOLOGIES	233
DEVELOPMENT OF INDOOR DRONE SYSTEMS FOR CREATIVE INDUSTRY INNOVATIONS	234
EMOTIONALLY INTELLIGENT ROBOTS FOR SOCIAL INTERACTION.....	235
ADVANCING EMOTION-SENSITIVE AI IN ROBOTIC SYSTEMS: A STUDY OF MULTIMODAL EMOTION RECOGNITION APPROACHES.....	236
IMPACT ASSESSMENT OF LEAN MANUFACTURING ON ORGANIZATIONAL SUCCESS: A STRUCTURAL ANALYSIS FRAMEWORK	237
DESIGN AND ANALYSIS OF A DUAL-ACTUATED MICROGRIPPER FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS	238
ROBUST CONTROL STRATEGIES FOR 3-DOF HELICOPTER DYNAMICS USING LQR-PID TECHNIQUES ...	239
IMPROVING POWER QUALITY WITH ADAPTIVE FUZZY LOGIC-BASED PID CONTROL IN ACTIVE FILTERS	240
ADVANCED EYE-TRACKING SYSTEM FOR WHEELCHAIR NAVIGATION USING EOG SIGNALS	241
DESIGN OF LOW-COST EMG SIGNAL AMPLIFIERS FOR WEARABLE TECHNOLOGIES	242
PERFORMANCE ENHANCEMENT OF SINGLE-PHASE INVERTERS USING PWM CONTROL METHODS...	243
LOAD FREQUENCY CONTROL OPTIMIZATION VIA GENETIC ALGORITHM APPROACHES	244
SECURE ADS-B SYSTEMS USING HYBRID MODULATION TECHNIQUES.....	245
PERFORMANCE ANALYSIS OF AIR COOLING SYSTEMS WITH VARIABLE GENERATOR PRESSURE.....	246
IMPACT OF VARIABLE PRIMARY STREAM CONDITIONS ON THE PERFORMANCE OF EJECTOR COOLING SYSTEMS	247
TIME-DOMAIN ANALYSIS OF FLOATING WAVE ENERGY CONVERTER PERFORMANCE	248
EVALUATION OF A HIGH-VOLTAGE GAIN DC/DC CONVERTER FOR SOLAR ENERGY APPLICATIONS.....	249
ANALYSIS OF CHILDHOOD POISONING ADMISSIONS IN LIBYA: THREE-YEAR RETROSPECTIVE STUDY ..	250
EFFECTS OF PROLACTIN ALTERATIONS ON MALE REPRODUCTIVE FUNCTION IN WHITE RATS.....	251
IMPACT OF DEXAMETHASONE ON REPRODUCTIVE HEALTH IN JUVENILE RATS.....	252
COMPARATIVE ANALYSIS OF VMAT AND IMRT FOR OPTIMIZED CANCER TREATMENT	253
UNDERSTANDING AUTISM IN THE MIDDLE EAST: CHALLENGES AND INTERVENTIONS	254
VALIDATING IGG ELISA FOR DIET-RELATED ALLERGIES IN DOGS	255
GENETIC DIVERSITY OF OCT1 IN ZULU POPULATIONS: IMPLICATIONS FOR DRUG RESPONSE	256
EFFECTIVENESS OF ANTIGRAVITY TRAINING IN REDUCING OBESITY IN CHILDREN	257

ENHANCEMENT OF PHOTOVOLTAIC OUTPUT PREDICTION USING ADVANCED SOLAR DATA DECOMPOSITION METHODS.....	258
OPTIMIZATION OF ENERGY STORAGE IN SOLAR-INTEGRATED DISTRIBUTION NETWORKS.....	259
TRANSFORMING LEBANON'S ENERGY LANDSCAPE THROUGH HYBRID MICROGRIDS	260
LEAKAGE IMPACT ON THE DURABILITY OF SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELLS	261
INNOVATIVE THERMOCHEMICAL ENERGY STORAGE FOR SUSTAINABLE TRANSPORTATION.....	262
ENHANCING ENERGY EFFICIENCY THROUGH SMART MICRO-GRID INTEGRATION: CASE STUDIES FROM SOUTHEAST ASIA	263
EMPOWERING CLINICAL PRECEPTORS: STRATEGIES FOR IMPROVING NURSING EDUCATION IN EAST AFRICA	264
ADVANCING NUTRITIONAL CARE FOR PEDIATRIC CANCER PATIENTS: A NURSING PERSPECTIVE.....	265
IMPROVING HEALTH OUTCOMES FOR FEMALE INMATES: NURSING INTERVENTIONS IN NIGERIA.....	266
DEVELOPING NURSE LEADERSHIP IN CHALLENGING ENVIRONMENTS: INSIGHTS FROM IRAQ	267
EXPLORING RESILIENCE IN HEMODIALYSIS PATIENTS: A STUDY FROM BRAZIL.....	268
EFFECTS OF ENZYMATIC TREATMENT ON THE FUNCTIONALITY OF RICE FLOUR: A FOCUS ON RESISTANT STARCH.....	269
THE ROLE OF PEER INTERVENTION IN ENHANCING COMMUNICATION SKILLS AMONG HEALTHCARE STUDENTS	270
EVALUATING THE COMPETENCIES OF MID-CAREER NURSES IN MALAYSIAN HOSPITALS.....	271
AWARENESS AND UTILIZATION OF MATERNAL HEALTH SERVICES AMONG WOMEN IN ACCRA, GHANA	272
BARRIERS TO CHILDHOOD IMMUNIZATION AMONG MIGRANT POPULATIONS IN CAMEROON	273
IMPROVING RURAL PALLIATIVE CARE NETWORKS THROUGH DIGITAL INTEGRATION: A STUDY IN UGANDA	274
KÜRESEL İKLİM KRİZİ İLE MÜCADELEDE BİR PLANLAMA SORUNALI: KENTSEL YEŞİLLENDİRME VE YEŞİL SOYLULAŞTIRMA	275

ON B_3 AND FUZZY SET

Hasan KELEŞ

Karadeniz Technical University, Faculty of Science, Department of Mathematics
E-mail: hasankeles@ktu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-8436-890X.

ABSTRACT

This study is about triple fuzzy sets and logic. In the literature, fuzzy logic is expressed as $\{0,1\}$. This expression is extended to B_3 ¹. The understanding in $\{0,1\}$ is not analyzed for cases not involving 0 and 1. Statements based on B_2 definitions are explained in B_3 .

Classification is performed on subsets of the universal set. The reason for this is to make sense of the set of membership that is not true but also not false. Binary fuzzy theory is related to subclasses of the space of points. In the ternary fuzzy theory, an upper space including the space of points is included in this theory. The aim of this is to allow for membership outside the bilateral membership. Thus, more ratings are made. The space of points is also expanded. This evaluation is created outside the range $\{0,1\}$ and $[0,1]$. The theory is investigated for $\{-1,0,1\}$. New studies are added to this fuzzy theory.

Key words: Fuzzy, logic, ternary fuzzy, logic B_3 .

AMS Subject Classification: 03B52, 03B60, 20N10.

1. INTRODUCTION

Bochvar (1937) and Halldén (1949) are given alternative three-valued logic tables [1]. Kleene 1952 tabulated three-valued logic in the interval $[0,1]$. In 1964, Bellman, Kalaba and Zadeh are described for the first time an abstract expression of a classification, i.e. a membership rating. Thus, Zadeh presented Fuzzy set theory in a comprehensible form. The following definition is

¹ The concept of Logic B_3 is defined by Keleş in 2023.

given by Zadeh [2]. By our study, the concept of logic is extended to the real numbers in 2023 [3,4].

The applications of fuzzy theory are artificial intelligence, neural networks, control theories, management systems, robotics and robotics.

Definition 1.1. Let X be a space of points (objects). For $A \subseteq X$, he is called fuzzy set by function

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$$

$$x \rightarrow \mu_A(x) = \begin{cases} 1, x \in A \\ 0, x \notin A \end{cases}$$

$$\{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}.$$

For any $x \in X$, $\mu_A(x) = 0$ and $\mu_A(x) = 1$ are impossible. If $\mu_A(x) \neq 0$ and $\mu_A(x) \neq 1$ are not expressed in this binary theory.

Let us start with the ternary fuzzy definition.

Definition 1.2.([2, 3]) Let E be the universal set $X \subseteq E$ and A be characterized in $X (A \subseteq X)$. For $x \in E$, if $\mu_{X_A}(x) \in B_3$, then the ternary characteristics function is defined by

$$\mu_{X_A}(x): E \rightarrow 3^E$$

$$x \rightarrow \mu_{X_A}(x) = \begin{cases} 1, x \in A \\ 0, x \in X \setminus A, \text{ where } X' = E \setminus X \\ -1, x \in X' \end{cases}$$

The set (or class) $\{(x, \mu_A(x)) | x \in E\} \subseteq E \times \{-1, 0, 1\}$ is called ternary fuzzy set.

If $\mu_{X_A}(x)$ in B_2 , then $\mu(x) = \mu_{X_A}(x)$. If $\mu_{X_A}(x) \in B_3$, then $\mu(x) \neq \mu_{X_A}(x)$.

There are three reasons for the definition in B_3 .

- i. If a expression is not true, it is false.

- ii. If an expression is not false, it is true.
- iii. If an expression is neither false nor true, it is lie, virtual or vague.

Definition 1.3([3-5]).

- i. Two ternary fuzzy sets A and B are called equal, it is denoted $A = B$, if and only if for all $x \in E$, $\mu_{X_A}(x) = \mu_{X_B}(x)$. We shall usually write $\mu_{X_A} = \mu_{X_B}$.

The complement of a ternary fuzzy set A is denoted by A' and is defined by

μ_{X_A}	$(\mu_{X_A})'$	
1	-1	0
0	-1	1
-1	0	1

$$(\mu_{X_A})' = \{\mu_{X_A} - 1, \mu_{X_A} + 1\}.$$

$$(\mu_{X_A})' = \begin{cases} \mu_{X_A} - 1 \\ \mu_{X_A} + 1 \end{cases}, \text{mod}(3).$$

$$(\mu_{X_A})' = \begin{cases} \mu_{X_A} - 1, \text{if } \mu_{X_A} > 0 \\ -1 \text{ and } 1, \text{if } \mu_{X_A} = 0 \\ \mu_{X_A} + 1, \text{if } \mu_{X_A} < 0 \end{cases}$$

- ii. Two ternary fuzzy sets A and B are called contained if and only if $\mu_{X_A} \leq \mu_{X_B}$. That is

$$A \subseteq B \Leftrightarrow \mu_{X_A} \leq \mu_{X_B}.$$

- iii. The union of two ternary fuzzy sets A and B is called membership functions μ_{X_A}, μ_{X_B} , let $C = A \cup B$. For $C = A \cup B$,

$$\mu_{X_C}(x) = \text{Max}\{\mu_{X_A}(x), \mu_{X_B}(x)\}, x \in E$$

or

$$\mu_{X_C} = \mu_{X_A} \vee \mu_{X_B} [2].$$

$$\mu_E \geq \mu_{X_A} \geq \mu_A,$$

$$\mu_E \geq \mu_{X_B} \geq \mu_B.$$

$$\mu_E \geq \text{Max}\{\mu_{X_A}, \mu_{X_B}\} = \mu_X.$$

iv. Similarly, For $C = A \cap B$,

$$\mu_{X_C}(x) = \text{Min}\{\mu_{X_A}(x), \mu_{X_B}(x)\}, x \in X$$

or

$$\mu_{X_C} = \mu_{X_A} \wedge \mu_{X_B} \quad [2].$$

$$\mu_E \geq \mu_{X_A} \geq \mu_A,$$

$$\mu_E \geq \mu_{X_B} \geq \mu_B.$$

$$\mu_E \geq \mu_X \geq \text{Min}\{\mu_{X_A}, \mu_{X_B}\}.$$

Proposition 1.4. In triple fuzzy the following hold.

- i. $(\mu'_{X_A})' = \mu_{X_A}$.
- ii. $(\mu_{X_A} \vee \mu_{X_A})' = (\mu_{X_A} \wedge \mu_{X_A})'$.
- iii. $(0 \vee \mu_{X_A})' = 0 \wedge (-\mu_{X_A})$.
- iv. $(\mu_{X_B} \wedge -\mu_{X_A})' = (-\mu_{X_B} \vee -\mu_{X_A})'$.
- v. $(\mu_{X_A} \vee \mu_{X_B})' = \{1 - (\mu_{X_A} \vee \mu_{X_B}), 1 + (\mu_{X_A} \vee \mu_{X_B})\}$.

Proposition 1.5. In triple fuzzy the following hold.

- i. If $\mu_{X_B} = 1$, $\mu_{X_A} < \mu_{X_B}$, then $\mu_{X_A} = -1$ or $\mu_{X_A} = 0$.
- ii. If $\mu_{X_A} = -1$, $\mu_{X_A} < \mu_{X_B}$, then $\mu_{X_B} = 1$ or $\mu_{X_A} = 0$.
- iii. If $\mu_{X_A} = 0$, $\mu_{X_A} < \mu_{X_B}$, then $\mu_{X_B} = 1$.
- iv. If $\mu_{X_A} = 1$, $\mu_{X_A} < \mu_{X_B}$, then $\mu_{X_B} < \mu_{X_A}$.
- v. If $\mu_{X_A} = 1$, $\mu_{X_A} < \mu_{X_B}$, then $\mu_{X_A} = \mu_{X_B}$.

Proposition 1.6. In triple fuzzy the following hold.

- i. $\mu_{X_A} \vee \mu_{X_B} = 1$ if and only if $\mu_{X_A} = 1$ or $\mu_{X_B} = 1$.
- ii. $\mu_{X_A} \vee \mu_{X_B} = 0$ if and only if $\mu_{X_A} \leq 0$ or $\mu_{X_B} \leq 0$.
- iii. $\mu_{X_A} \vee \mu_{X_B} = -1$ if and only if $\mu_{X_A} = -1$ and $\mu_{X_B} = -1$.

Proposition 1.7. In triple fuzzy the following hold.

- i. $\mu_{X_A} \wedge \mu_{X_B} = 1$ if and only if $\mu_{X_A} = 1$ and $\mu_{X_B} = 1$.
- ii. $\mu_{X_A} \wedge \mu_{X_B} = 0$ if and only if $\mu_{X_A} = 0$, $\mu_{X_B} = 1$ or $\mu_{X_A} = 1$, $\mu_{X_B} = 0$.
- iii. $\mu_{X_A} \wedge \mu_{X_B} = -1$ if and only if $\mu_{X_A} = -1$ or $\mu_{X_B} = -1$.

3. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Ternary fuzzy-valued structures are discussed. The values of fuzzy structures are extended. The relationship with logic is evaluated. The approach in ternary logic is adapted to fuzzy. New explanations on the concept of complement and the concept of set are presented.

REFERENCES

- [1] Sprenger, J., The Conditional in Three-Valued Logic, philarchive, 102AF072-DBAF-11EE-9892-97101EE05F9B, New York University, New York.
- [2] Zadeh, L. A., (1965). Fuzzy Set, Information and Control 8, 338-353.
- [3] Keleş, H., On the Basic Structure of Logic B₃, BIDGE Publications, Ankara, pp.4-20, 2024.
- [4] Keleş, H., (2024). On the Digits of Numbers in the System Logic B₃, Journal of Applied and Pure Mathematics, 6(1-2), 97-103, doi: 10.23091/JAPM.2024.097.
- [5] Keleş, H., (2023). On Generalized Lattice B₂, Journal of Applied and Pure Mathematics, 5(1-2), 1-8, <https://doi.org/10.23091/japm.2023.001>.

ON REFLECTIONS OF FUNCTIONS AND DERIVATIVES

Hasan KELEŞ

Karadeniz Technical University, Faculty of Science, Department of Mathematics

E-mail: hasankeles@ktu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-8436-890X.

ABSTRACT

The study is about real functions and their derivatives. In the literature, there are reflections of real functions with respect to the $y = f(x)$ line. This reflection is conditional on being one-to-one and implicit. In this reflection, the condition that the function is defined and continuous is important. The projected part of the function is defined. The reflecting function is also continuous. The reflection relation between functions and their derivatives is investigated. Examples are given on real functions. This reflection is analyzed on the graphs. The relation of these properties with the n^{th} derivative is studied. Properties, lemmas and theorems are obtained from the study. The limits and derivatives of the new functions obtained from these reflections are calculated.

Key words: Function, reflection, derivative, continuity.

AMS Subject Classification: 26B05, 53B05, 39A05, 26A15.

1. INTRODUCTION

If a function is one-to-one and surjective, then the function exists inverse. These invertible functions are simply projected with respect to the $y = x$ axis. Keleş is analyzed the general situation of this reflection in 2018 [1]. He is expressed that functions in reflection do not have one-to-one and covering conditions. The reflection of a function with respect to any other function is analyzed. In this study, the reflection of a function with respect to its derivative is investigated. New functions are obtained in this reflection. These functions are not derivatives of this function. Keleş is applied the reflections of functions to the economy in 2023 [5].

Definition 1.1. Let f be a function. If $f^{(n)}(x)$ exists and is continuous for all $n \in \mathbb{Z}^+$, then we called the function $y = f(x)$ is of class C^n . The set of all functions in C^n is denoted by

$$C^n(f) = \{f \mid f^{(n)}(x) \text{ exist and is continuous}\}.$$

The set of all derivatives of any function $f \in C^n$ at the point $x = a$ is the set of n^{th} derivatives of this function at $x = a$.

Definition 1.2([5]). Let $f \in C^n$ be any function. The functions of sequential derivative of the function f is a rule that assigns the ordered pair $(x, n) \in \mathbb{R} \times \mathbb{Z}$ to a unique real number denoted by $f^{(n)}(x)$ and $f(x, n) = f^{(n)}(x)$. In this case, the set of range of f is

$$\{f^{(n)}(x) \mid x \in \mathbb{R}, n \in \mathbb{Z}\} \subseteq \mathbb{R}.$$

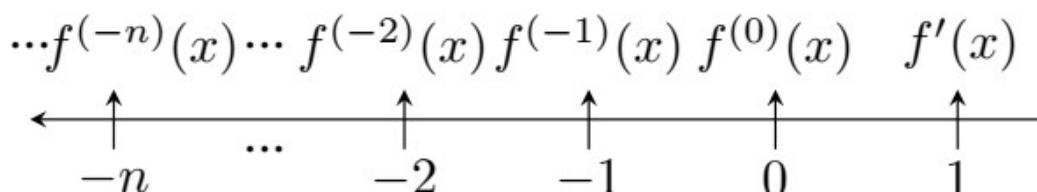
This range of f is denoted by $D^{(n)}(f(x))$. That is,

$$D^{(n)}(f(x)) = \{f^{(n)}(x) \mid x \in \mathbb{R}, n \in \mathbb{Z}\}.$$

For $n \in \mathbb{Z}$ we usually write as

$$\frac{df^{(n-1)}(x)}{dx} = f^{(n)}(x). \quad (2.4)$$

If $f \in C^n$, then



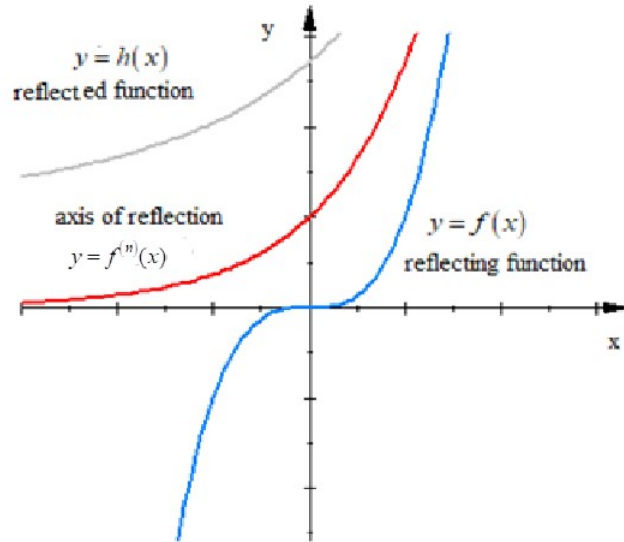
2. REFLECTIONS OF FUNCTIONS AND DERIVATIVES

Definition 2.1([1-3,5-7]). Let $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, $y = f(x)$ and $f \in C^n$. The equation from $y = f^{(n)}(x)$ axis of reflection is obtained the equation $x = k(y)$. From the two equations $y = h(x)$

The function $y = h(x)$ obtained from two equations is called the function which is reflected by functions $y = f^{(n)}(x)$ and $y = f(x)$. That is,

$$y = f(x) \xleftrightarrow{y=f^{(n)}(x) \Leftrightarrow x=k(y)} f^{(n)}(x) = f^{(n)}(k(y)).$$

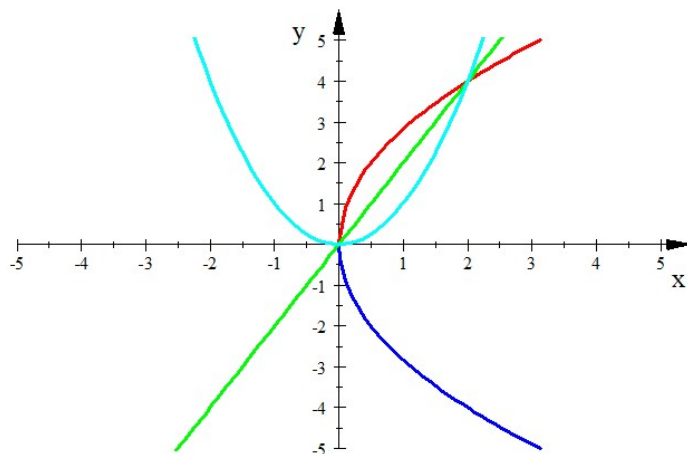
$$\Leftrightarrow y = h(x)$$



The set of reflected functions is

$$\mathfrak{R}(f) = \left\{ h(x) \mid y = f(x) \xleftrightarrow{y=f^{(n)}(x) \Leftrightarrow x=k(y)} f^{(n)}(x) = f^{(n)}(k(y)), y = h(x) \right\}$$

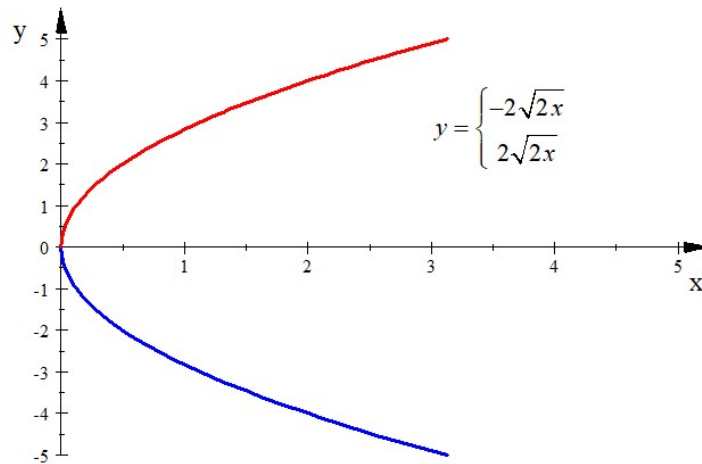
Example 2.2. For $f(x) = x^2$, we have



$$f'(x) = 2x \Rightarrow x = \frac{y}{2}.$$

$$2x = \left(\frac{y}{2}\right)^2,$$

$$\Leftrightarrow y = \begin{cases} -2\sqrt{2x} \\ 2\sqrt{2x} \end{cases}$$

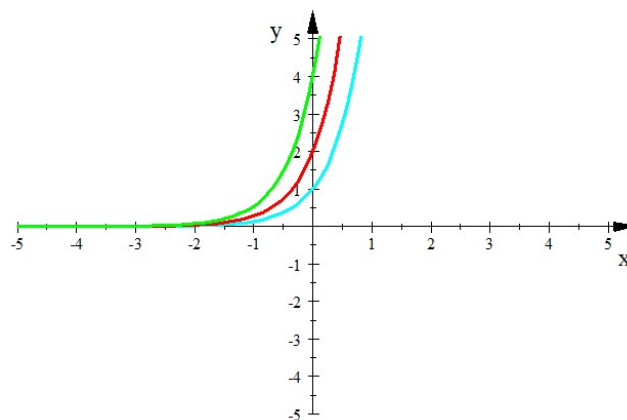


Example 2.3. For $f(x) = e^{2x}$, we have

$$f'(x) = 2e^{2x}, \quad y - 2e^{2x} = 0$$

$$\frac{y}{2} - e^{2x} = 0 \Leftrightarrow \frac{y}{2} = e^{2x}$$

$$\ln \frac{y}{2} = \ln e^{2x}, \quad \ln \frac{y}{2} = 2x \Leftrightarrow x = \frac{1}{2} \ln \frac{y}{2}, \quad y = 4e^{2x}$$



Property 2.4. Let $f \in C^n$ and let f be increasing. If $h \in \mathfrak{R}(f)$, then there exist $x = k(y)$ such that $y = h(x)$.

Proof. Let $f \in C^n$ and let f be increasing. If $h \in \mathfrak{R}(f)$, then $y = f^{(n)}(x)$, there is at least an equation

$$x = k(y),$$

$$f^{(n)}(x) = f(k(y))$$

$$f^{-1}(f^{(n)}(x)) = k(y)$$

$$y = k^{-1}(f^{-1}(f^{(n)}(x))) := h(x).$$

Theorem 2.5. If $h \in \mathfrak{R}(f)$, then $h \in D^{(n)}(f(x))$.

Proof. If $h \in \mathfrak{R}(f)$, by Property 2.4. $h \in D^{(n)}(f(x))$

3. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

New functions of functions with derivatives are produced. These generated functions are available with many new properties. The reflection is not necessarily one-to-one. If a function is projected by derivation, this also is described new sequences.

REFERENCES

- [1] Keles, H., (2018). On the Symmetric Conditions of Simple Function, Erzurum, Turkey.
- [2] Keles, H., General Mathematics-I- (Solutions), Bordo and Akademi, Trabzon, 2015.
- [3] Keles, H., (2018). On the Symmetric Conditions of Simple Functions, Journal of Scientific and Engineering Research, 5(8), 69-74.
- [4] Kreyszig, E., Introductory Functional Analysis With Applications, John Wiley & Sons New York Santa Barbara London Sydney Toronto, 1978.
- [5] Keleş, H., (2023). On Some Reflections of Profit and Loss Functions, Al-Salam Journal for Engineering and Technology, 2 (5), 31-36.

- [6] Keleş, H., (2023). On a Sequence of Derivatives of Function, 4th International Conference on Mathematics and Engineering on January 24-26, Bursa, 2025.

ON HYPER G- MATRICES

Hasan KELEŞ

Karadeniz Technical University, Faculty of Science, Department of Mathematics
E-mail: hasankeles@ktu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-8436-890X.

ABSTRACT

Hyper g-matrices are studied here. G-classes of regular matrices are first defined by Fiedler and Hall². Products of regular matrices are analyzed. The situation in the equation $AB = CD$ is considered. For regular matrices A, B, C, D ,

- i. If $B = C$, then these matrices are escort elements.
- ii. If $B = (C^{-1})^T$ and regular and diagonal matrices A, D then $C \in G(A, D)$.

The following two cases are open to discussions.

- iii. If $A \neq D, B \neq C$ and regular and diagonal matrices A, D then B, C hyper g-matrices.
- iv. If $A \neq D, B \neq C$ and regular matrices A, D, B, C then it is the open problem.

The definition of hyper g-matrices is given. Examples, properties, lemmas and theorems of these matrices are investigated.

Key words: G-matrix, hyper g-matrices, regular, diagonal.

AMS Subject Classification: 15A23, 15B05, 15B99, 97H60.

² The rich collection of G-matrices originated in a 2012 paper by Fiedler and Hall.

1. INTRODUCTION

Fiedler and Hall are defined g -matrix in 2012. New contributions to the subject are contributed in 2024 by Golshan, Armandnejad and Frank J. Hall [2]. Some relations between the division of matrices and this subject are given by Keleş in 2025 [13].

G -matrices are applied in nuclear physics.

Definition 1.1([2-7]). An $A \in \mathbb{M}_n(\mathbb{R})$ is called a G -matrix, if there exist nonsingular diagonal matrices D_1 and D_2 such that

$$A^{-T} = D_1 A D_2.$$

The following some notations are given.

- i. $\mathbb{M}_n(\mathbb{R}) = \left\{ \left[a_{ij} \right]_n \mid \left[a_{ij} \right]_n \text{ regular}, a_{ij} \in \mathbb{R}, n \in \mathbb{Z}^+ \right\}$.
- ii. A^{-T} is the transpose of the inverse of matrix A .
- iii. $G(D_1, D_2) = \left\{ A \in \mathbb{M}_n(\mathbb{R}) \mid A^{-T} = D_1 A D_2 \right\}$ is a class of matrices a G -class of matrices, where D_1 and D_2 are regular fixed diagonal matrices.

Proposition 1.2. ([1-6]). If $A \in G(D_1, D_2)$, then the inertia of D_1 is equal to the inertia of D_2 .

Theorem 1.3.([1-6]). If $A \in G(D_1, D_2)$, then $A^T, A^{-1} \in G(D_1, D_2)$.

Definition 1.4 ([8]). Let \mathbb{F} be a field and $\mathbb{M}_n(\mathbb{F}) = \left\{ \left[a_{ij} \right]_n \mid a_{ij} \in \mathbb{F}, n \in \mathbb{Z}^+ \right\}$.

- i. The rational (division) matrix is defined by

$$- : \mathbb{M}_n(\mathbb{F}) \times \mathbb{M}_n(\mathbb{F}) \rightarrow \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$$

$$(B, F) \rightarrow \frac{F}{B} := \left[\begin{array}{c} \left(\frac{F i_j}{B} \right)_{ji} \\ |B| \end{array} \right]_{n \times n}, \text{ where } \left[\left(\frac{F i_j}{B} \right)_{ji} \right]_{n \times n} \text{ is the column}$$

co-divisor matrix on the B matrix of the matrix F .

The set of rational matrices is denoted by $Q(\mathbb{M}_n(\mathbb{F}))$.

The matrix $\left[\left(\frac{F i_j}{B} \right)_{ji} \right]_{n \times n}$ is the determinant of the matrix obtained by writing the i^{th} column of the F matrix into the j^{th} column of the B matrix in [9].

- ii. The determinant of the new matrix obtained by writing on the j^{th} row of the matrix B the i^{th} row of the matrix A is called the *co-divisor by row* of the matrix A by the row on the matrix B . It is denoted by AB_{ij} . Their number is n^2 . The

matrix co-divisor by row is $\left[\left(AB \right)_{ij} \right]_{ij}$, where $A, B \in \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$ [10].

Let us give the following theorem without proof.

Theorem 1.5([11, 14]). Let $A, B \in \mathbb{M}_n(\mathbb{R})$. The following hold.

- i. The solution of the equation $AX = B$ is $X = \frac{B}{A}$.
- ii. The solution of the equation $XA = B$ is $X = \left(\frac{B^T}{A^T} \right)^T$.

Corollary 1.6([10]). If $XY = I$, then

- i. $Y = \frac{I_n}{X} = X^{-1}$.
- ii. $X = \left(\frac{I_n}{Y^T} \right)^T = X = (Y^{-T})^T = Y^{-1}$.

Theorem 1.7([12]). Let $X, Y \in \mathbb{M}_n(\mathbb{R})$. For $X_1 \in \mathbb{M}_n(\mathbb{R})$, the following hold.

- i. $\frac{X}{Y} = \frac{YX_1}{Y} = X_1$.
- ii. $X_1 = \frac{YX_1}{Y} = \frac{X}{Y}$.

2. HYPER G-MATRICES

In this section, products of matrices are considered and g-matrices are analyzed in depth.

For any matrix $A \in \mathbb{M}_n(\mathbb{R})$, there exist $B, C, D \in \mathbb{M}_n(\mathbb{R})$ such that $A = BCD$. Then we say that matrix C is the middle factor of matrix A . This set is

$$\{(A, C) \mid A = BCD\}.$$

If $A \in G(D_1, D_2)$, then we have

$$(A^T D_1)^{-1} = A D_2.$$

In this section, some situations between g-matrices and division of matrices are analysed. Let us start with the following example.

$$\text{Let } A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}. \text{ If } D_1 = \begin{bmatrix} \frac{3}{14} & 0 \\ 0 & \frac{1}{7} \end{bmatrix}, D_2 = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ then we calculate,}$$

$$D_1^{-1}(A^{-1})^T = \begin{bmatrix} \frac{14}{3} & 0 \\ 0 & 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{7} & \frac{3}{7} \\ \frac{2}{7} & -\frac{1}{7} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 2 \\ 2 & -1 \end{bmatrix},$$

$$AD_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 2 \\ 2 & -1 \end{bmatrix},$$

$$(A^T D_1)^{-1} = AD_2.$$

The following equation is obtained from the products of four different matrices. There exist $A, B, C, D \in \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$ such that

$$AB = CD.$$

For $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 5 & 3 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}, D = \begin{bmatrix} -0,56 & -24 \\ 45 & 19 \end{bmatrix}$, we have

$$AB = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 5 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11 & 5 \\ 23 & 9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,56 & -24 \\ 45 & 19 \end{bmatrix} = CD.$$

For any $A, B, C \in \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$, If $AB = BC$, B is called an escort element.

Lemma 2.1. Let $A, B \in \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$. If $AB = CD$, then

- i. For any $C \in \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$, there exists $D \in \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$ such that $D = \left(\frac{AB}{C} \right)$.
- ii. For any $D \in \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$, there exists $C \in \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$ such that $C = \left(\frac{(AB)^T}{D^T} \right)^T$.
- iii. For any escort $B \in \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$, there exists $D \in \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$ such that $D = \frac{AB}{B}$.

Proof. By Theorem 1.5, it is clear.

Definition 2.2. Let $D_1, D_2, A, B \in \mathbb{M}_n(\mathbb{F})$, D_1, D_2 diagonal matrices. If $A^{-T} = D_1 B D_2$, matrices A, B is called hyper g-matrices. It is denoted by $A, B \in HG(D_1, D_2)$.

If $A, B \in HG(D_1, D_2)$, then we are denoted by $A \triangleright \triangleleft B$.

$$HG(D_1, D_2) = \left\{ (A, B) \mid A^{-T} = D_1 B D_2 \right\} \\ = \left\{ (A, B) \mid A \triangleright \triangleleft B \right\}$$

Example 2.3. For matrices $D_1 = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$, $D_2 = \begin{bmatrix} \frac{1}{5} & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$, $A = \begin{bmatrix} \frac{1}{7} & \frac{3}{7} \\ \frac{2}{7} & -\frac{1}{7} \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} \frac{3}{5} & 3 \\ -\frac{3}{5} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$

$A, B \in HG(D_1, D_2)$. Realy,

$$A^{-T} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix},$$

$$D_1 B D_2 = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{3}{5} & 3 \\ -\frac{3}{5} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{5} & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix} = A^{-T}.$$

Theorem 2.4. If $A \triangleright \triangleleft B$, then $B \triangleright \triangleleft A$.

Proof. If $A \triangleright \triangleleft B$, then

$$B^{-T} = D_1^{-1} A D_2^{-1},$$

$$B \triangleright \triangleleft A. \square$$

Lemma 2.5. If $A = B$ then $A \triangleright \triangleleft A$.

Lemma 2.6. $G(D_i, D_{i+1}) \subseteq HG(D_i, D_{i+1})$.

Proof. For any $A \in G(D_1, D_2)$, we have

$$A^{-T} = D_1 A D_2,$$

$$A \triangleright \triangleleft A,$$

$$A \in HG(D_1, D_2)$$

$$G(D_i, D_{i+1}) \subseteq HG(D_i, D_{i+1}), i \in \mathbb{Z}^+ . \square$$

3. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

As a result, the g-matrices are moved to hyper g-matrices. New hyper g-matrices are obtained by simplifying the divisional matrices. If $A \triangleright \triangleleft B$, then

- i. $A^{-1} \triangleright \triangleleft B^{-1}$.
- ii. $A^T \triangleright \triangleleft B^T$.
- iii. $A^{-T} \triangleright \triangleleft B^{-T}$.
- iv. There exist $A, A_1, \dots, A_k \in M_n(F)$ such that $A = A_1 A_2 \dots A_k$ and $A_1 A_2 \dots A_k \triangleright \triangleleft B$, where $k \in \mathbb{Z}^+$.
- v. There exists $B_1 \in M_n(F)$ such that $B = \frac{B_1 B}{B_1} = \frac{C}{B_1}$, $A \triangleright \triangleleft \frac{C}{B_1}$ in [13].

REFERENCES

- [1] Fiedler, M. and Hall, F. J., G-matrices, *Linear Algebra and its Applications*, 436, 3, 2012, pages 731-741.
- [2] Golshana, S., Armandnejadb, A., Hall, F. J., Some results on the intersection of g-classes of matrices, *Filomat* 38, 15, 2024, pages 5275–5283.
- [3] Bhatia, R., *Matrix Analysis*, (2nd edition), Cambridge university press, 1991.
- [4] Fiedler, M., Markham, T. L. (2013). More on G-matrices, *Linear Algebra Appl.* 438 231–241.
- [5] Golshan, S., Armandnejad. A. and Hall, F. J. (2023). Two $n \times n$ G-classes of matrices having finite intersection, *Spec. Matrices.* 11, 1–4.
- [6] Hall, F. Li, J., Z. Parnass, C. T. and Rozložník, M. Sign patterns of J-orthogonal matrices, *Spec. Matrices.* 5 (2017) 225–241.
- [7] Motlaghian, S. M., Armandnejad, A. and Hall, F. J., (2022). A note on some classes of G-matrices, *Operators and Matrices.*, 16(1), 251–263. doi:10.7153/oam-2022-16-20.
- [8] Keleş, H., *The Rational Matrices, New Trends in Nanotechnology and Nonlinear Dynamical Systems*, paper 58, Ankara, 2010.
- [9] Keleş, H., (2022). Poloids and Matrices, *The Aligarh Bulletin of Mathematics*, 41, 1, 41-52.
- [10] Keleş, H., Different Approaches on the Matrix Division and Generalization of Cramer's Rule, *Journal of Scientific and Engineering Research*, 4, 3, 105-108, 2017.
- [11] Keleş, H., On Some Results Row Co-Division in Regular Square Matrices, *Current Debates on Natural and Engineering Sciences* 3, Bilgin Culture and Art Publications, Certificate No: 20193, 65-69, Ankara 2022.
- [12] Keleş, H., The division of the narayana matrix sequence, 2. *Bilsel International Sur Scientific Researches Congress*, 721-729, Diyarbakır, Türkiye, 2024.
- [13] Keleş, H., Division and Intersection of G-Classes of Matrices, *Bursa 4th International Conference on Mathematics and Engineering on January 24-26, Bursa, 2025.*
- [14] Keleş, H., (2025). On New Developments in Division of Matrices for Linear Matrix Equations, *J. Appl. & Pure Math.* Vol. 7, No. 1 – 2.

ZAMAN SKALASINDA BİRİNCİ MERTEBEDEN BAŞLANGIÇ DEĞER PROBLEMİNİN KAYDIRMA OPERATÖRÜNE GÖRE PERİYODİK ÇÖZÜMLERİNİN VARLIĞI ÜZERİNE

Matematik Bölümü Öğrencisi, İpek BALABAN

Ege Üniversitesi, ipekbalaban00@gmail.com

Doç. Dr., Erbil ÇETİN

Ege Üniversitesi, erbil.cetin@ege.edu.tr - P-8297-2015

ÖZET

$t_0 \in \mathbb{T}^*$ negatif olmayan sabit bir sayı ve $P \in (t_0, \infty)_{\mathbb{T}}$ olmak üzere \mathbb{T} , δ_{\pm} kaydırma operatörüne göre P-periyodik bir zaman skalası olsun. Bu projede Abel tipi

$$x(t)^{\Delta} = f(t, x)x + g(t, x), \quad t \in (t_0, \infty)_{\mathbb{T}} \quad (1)$$

lineer olmayan dinamik denklemin δ_{\pm} kaydırma operatörüne göre periyodik çözümlerinin varlığı ve tekliği incelenecektir. Sabit nokta teoremleri kullanılarak problemin δ_{\pm} kaydırma operatörüne göre periyodik çözümlerinin varlığı ispatlanacaktır. Banach uzayının, kapalı ve konveks bir alt kümesi üzerinde tanımlı olan operatör için sabit nokta teoreminin tüm koşullarını sağladığından bu operatörlerin sabit noktası vardır ve sabit nokta problemimizin bu kapalı ve konveks küme içinde bir çözümüdür. Bu proje, zaman skalasında kaydırma operatörüne göre periyodiklik kavramı kullanılarak Zhang Q. ; Du B.; Hu X., [3] çalışmasının bir genellemesi yapılmış olacaktır. Ni Hua [1] makalesinde sürekli analizdeki “ $x(t + w) = x(t)$ ” periyodiklik koşulunu sağlayan fonksiyonlarda geçerlidir. Fakat yeni periyodiklik kavramı olan “ $x(\delta_{\mp}(w, t)) = x(t)$ ” için geçerli değildir. Bu projede yapacağımız çalışma hem sürekli analizdeki çalışmayı diskret analize genelleyecek hem de sürekli analizde yeni periyodiklik kavramına göre periyodik çözümlerin varlığına genişletmiş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: zaman skalası, yeni periyodiklik kavramı, kaydırma operatörü, sabit nokta teoremi, pozitif çözümlerin varlığı.

Kaynakça

[1] Hua, N., 2018, The Fixed Point Theory and the Existence of the Periodic Solution on a Nonlinear Differential Equation, Journal of Applied Mathematics Volume 2018, Article ID 6725989, 11 pages <https://doi.org/10.1155/2018/6725989>

[2] E. Çetin, Zaman skalasında yeni periyodiklik kavramı ve p-laplasien sınır değer problemlerinin çözümlerinin varlığı / A new periodicity concept and existence solutions of p-laplacian boundary value problems on time scales, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi,2012.

[3] Zhang Q. ; Du B.; Hu X., Existence Results of Periodic Solutions to First-Order Neutral Differential Equations on Time Scales. Symmetry 2022,14, 2405

Teşekkür

Bu çalışma, 1919B012203704 numaralı **TÜBİTAK 2209-A** Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir. Sağladıkları destekten dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KESİRLİ TÜREVLİ İZOTERMAL OLMAYAN REAKSİYON-DİFÜZYON MODELİ DENKLEMLERİNİN ÇÖZÜMLERİ ÜZERİNE

Dr, MUHAMMED I. SYAM

UAE Üniversitesi, m.syam@uaeu.ac.ae- 0000-0002-3922-8892

Dr, MOHAMED-NAIM YEHIA ANWAR

Pharos Üniversitesi, m.anwar@uaeu.ac.ae - 0000-0002-8694-826X

Dr, AHMET YILDIRIM

Ege Üniversitesi, yahmet49ege@gmail.com - 0000-0001-8989-4271

Dr, MAHMMOUD M. SYAM

UAE Üniversitesi, msyam@asu.edu - 0000-0002-6874-292X

ÖZET

Bu çalışmada kesirli türevli izotermal olmayan reaksiyon-difüzyon modeli denklemlerini inceledik. Bu problemin çözümü için modifiye kesirli kuvvet serisi yöntemini kullandık. Yöntemin geçerliliği, çözümler α 1'e yaklaştıkça hesaplanması ve sonuçlarımızın $\alpha = 1$ olduğunda literatürdeki diğer yöntemlerle karşılaştırılmasıyla belirlendi. Sonuçlar, önerilen analitik yöntemin bu tür problemlerin çözümlerini tahmin etmede mükemmel sonuçlar elde edebileceğini ortaya koydu.

Anahtar Kelimeler : Kesirli türevli izotermal olmayan reaksiyon-difüzyon modeli, modifiye kesirli kuvvet serisi yöntemi, küresel katalizör, lineer olmayan sınır değer problemi.

İNŞAAT YIKINTI ATIĞI GERİ DÖNÜŞÜM İRİ AGREGASININ POROZ BETONUN ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK*

simsek@gazi.edu.tr ORCID:0000-0003-3842-5541

Esra KIRSOLAK*

kirsolakesra@gmail.com ORCID:0009-0001-3527-3426

*Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

ÖZET

İnşaat sektöründe sürdürülebilirlik, çevresel sorunları ve iklim değişikliğine en aza indirmeye yönelik ham maddeleri azaltırken çevre kirliliğine neden olan inşaat atık malzemelerini yeniden kullanmaktadır. Doğal kaynakların korunması ve ekolojik dengeyi korurken olumsuz çevresel etkileri en aza indirmek sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir. Doğal Afetler ve kentsel dönüşümden dolayı oldukça fazla inşaat katı atığı büyük çevre sorunu oluşturmaktadır. Son yıllarda geri dönüşüm agregası ile yapılmış birçok bilimsel çalışma yapılmaktadır.

Son yıllarda su sıkıntısı küresel sorun olarak ortaya çıkmıştır. Su sıkıntısı soruna çözmeye yardımcı olabilecek, hemde yağmur suyu ve yüzey akış suyunun yer altına sızmasına olanak vermek için geçirimli gündeme gelmiştir. Yağmur sularının yer altına sızması ile yer altı suyunun yenilenebilmesine büyük fayda sağlanmaktadır. Günümüzde büyük şehirlerde ani yağışların meydana getirdiği seller can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı yüzey akış sularının toprakla buluşmasını sağlamak için poroz (geçirimli) beton gündeme gelmiştir.

Bu araştırmada inşaat kâgir yıkıntı atıklarından üretilen, inşaat yıkıntı atığı geri dönüşüm iri (4-22.4 mm) agregası (İYAGDİA), %0, %20, %40, %60 ve %80 azaltarak yerine doğal dere kumu (0-2mm) ile ikame edilerek poroz beton üretilmesi amaçlanmıştır. Beton üretiminde çimento, su ve su/çimento sabit, İYAGDİA ile dere kumu ikamesi değişken olarak alınmıştır. Su geçirme hız süresi en az olan yeterli basınç dayanımı sağlayan karışım betonu, en uygun poroz beton tasarımı olacaktır.

Doğal kum ikameli İYAGDİA ile üretilen, taze betonun birim hacim ağırlığı belirlenmiştir. Sertleşmiş betonun, birim hacim ağırlık, su geçirme hızı ve 28 günlük basınç dayanımı, özellikleri incelenip analiz edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Poroz beton, Geçirimli beton, İnşaat atığı agregası, İnşaat yıkıntısı

INVESTIGATION OF THE USABILITY OF CONSTRUCTION DEMOLITION WASTE RECYCLING COARSE AGGREGATE IN THE PRODUCTION OF POROUS CONCRETE

ABSTRACT

Sustainability in the construction industry reduces raw materials to minimize environmental problems and climate change and reuses construction waste materials that cause environmental pollution. Minimizing negative environmental impacts while protecting natural resources and preserving ecological balance is very important in terms of sustainability. Due to natural disasters and urban transformation, a large amount of construction solid waste creates a major environmental problem. In recent years, many scientific studies have been carried out with recycling aggregate.

In recent years, water shortage has emerged as a global problem. Permeable pavements have come to the agenda to allow both rainwater and surface runoff water to infiltrate underground, which can help solve the water shortage problem. With the infiltration of rainwater into the ground, it is of great benefit to renew the groundwater. Today, floods caused by sudden rainfall in big cities cause loss of life and property. For these reasons, porous (permeable) concrete has come to the agenda to ensure that surface runoff waters meet the soil.

In this study, it was aimed to produce porous concrete by replacing the construction debris recycling coarse (4-22.4 mm) aggregate (CDRCA) produced from construction masonry demolition waste with natural river sand (0-2 mm) by 0%, 20%, 40%, 60% and 80%. In concrete production, cement, water and water/cement were taken as constants, and CDRCA and river sand substitution were taken as variables. The most suitable porous concrete design will be the mixture concrete that provides sufficient compressive strength with the lowest water permeation rate time.

The unit volume weight of the fresh concrete produced with natural sand substituted CDRCA was determined. The unit volume weight, water permeation rate and 28-day compressive strength of hardened concrete were investigated and analyzed.

Keywords: Porous concrete, Permeable concrete, Construction waste aggregate, Construction debris

1. GİRİŞ

Doğal hayatı korumak için yapılan çevresel çalışmaların en önemlisi, doğal kaynakların kullanımının azaltılmasını sağlayan atıkların geri dönüşümüdür. Günümüzde çevreye bırakılan atıkların önemli bir bölümünü inşaat atıkları oluşturmaktadır. İnşaat atıklarının, özellikle atık betonların beton üretiminde agrega olarak kullanımı bu atıkların çevreye verdiği zararların azaltılmasının yanında, doğal agrega kaynaklarının tüketimini ve bunların çevresel etkilerini azaltır [1]. Atıkların geri kazanımı ile ilgili çalışmalar ise ancak son 30 yıldan beri ivme kazanmıştır. İnşaat katı atık miktarının ise 2003 yılı verilerine göre yaklaşık 170 milyon ton/yıl olduğu, bunun büyük bir kısmının vahşi depolama alanlarına döküldüğü belirtilmektedir [2]. Bu atık miktarının, yeniden kullanım veya geri dönüşüm yüzdelерinin oldukça az olduğu bilinmektedir [3]. Ülkemizde yılda kentsel dönüşüm ve tadilatlardan kaynaklı 125 milyon ton hafriyat ortaya çıkmaktadır. Genellikle atığın özelliklerine bağlı olarak %60 oranında malzeme geri dönüştürülebilmektedir [4, 5]. Beton bileşiminin hacimsel olarak %65-75'nin agrega (kırmataş) olduğu ve kaliteli agrega kaynaklarının tükenmekte olduğu düşünüldüğün de, geri kazanılmış ürünlerin önemi artmaktadır [6, 7, 8]. Yapısal atıkta en yüksek orana sahip atık betonlar geri dönüşümlüdür ve yeniden kullanılabilir. Geri kazanılmış betonlar ilgili standartları sağlamak şartı ile gerekli işlemlerden sonra orijinal malzemeler ile birlikte veya ayrı olarak; beton üretiminde yol, otopark, kaldırım, yürüyüş yolları, drenaj çalışmaları, kanalizasyon borusu ve kablo döşemelerinde dolgu malzemesi olmak üzere, alt ve üst yapı inşaatlarında, spor ve oyun tesisleri inşaatları ile diğer dolgu ve rekreasyon çalışmalarında öncelikli olarak kullanılabilir [4,9].

Ülkemizde son yıllarda meydana gelen depremler göstermiştir ki, depremlerde yıkılan binalardan elde edilen beton atıklarının sahillerde dolgu olarak kullanılması oldukça sakıncalı durumlar meydana getirmektedir. Bir diğer neden ise, yıkılan binaların %75'ini betonun oluşturması ve bu atık betonun hiç değerlendirilmeden atılması ile atıkların yığıldıkları yerlerde kapladıkları alan kaybına ve çevre kirliliğine yola açmasıdır [9, 10].

Pek çok çalışmada, GDA kullanımının taze beton ve mekanik özellikler üzerinde genellikle su ihtiyacını artırması, basınç dayanımında düşüşe neden olması, poroziteyi artırması gibi olumsuz etkileri bildirilmiş olsa da maliyet üzerinde %34-41, CO² salınımında ise %23-28 düşüşe olanak tanınması dikkate değer bir noktadır [10-12]. Literatürde genellikle, betonda GDA kullanımının fiziksel ve mekanik özellikler üzerinde olumsuz etkisi olduğundan bahsedilmiştir.

Geri kazanılmış beton agregalarının geri dönüştürülerek geçirimli beton yapılması, sürdürülebilir ve inşaat maliyetlerini de aşağıya çekeceği bilinmelidir.

Demirel [13] çalışmasında, % 10, 20, 30, 40, 50 oranlarında geri dönüşüm agregası ile kırma iri ve ince agrega ikame olarak kullanmış ve GDA ikame yüzdesi arttıkça beton basınç dayanımının azalma eğilimi saptanmıştır. Bir çalışmada doğal agregayı, GDA ile %0, %25, %50 ve %100 oranlarında ikame etmiştir. Sonuç olarak GDA yer değiştirme oranı arttıkça beton basınç dayanımının benzer veya çok az değişiklik gösterdiğini belirtmiştir [14] donatı GDA'nın donatı aderansı araştırılmış bu araştırmanın sonuçları incelendiğinde GDA ikame oranı arttıkça aderans dayanımının düştüğü gözlemlenmiştir. Bunun sebebi GDA dayanımının KTA dayanımından daha az olduğu şeklinde açıklanabilir [14- 17].

Yapılan çalışmalarda genellikle atık betonlar, kırılarak ve elenerek agrega boyutuna getirilerek geri dönüşüm agregası (GDA) olarak beton üretiminde kullanılmaktadır. Bu çalışmalar kırma taş agrega (KTA) belirli oranda azaltılarak yerine GDA ikame edilerek beton üretimi çalışmaları yapılmaktadır (17, 7). Bazı çalışmalarda ise inşaat yıkıntı atığı (İYA) iri agregası ile doğal ve kırma kum ikameli olarak kullanılan betonun teknik özellikleri araştırılmıştır (8). Ayrıca sadece iri agrega olarak GDA olarak belirli oranlarda KTA ile ikame

edilmiş bu gibi birçok çalışma yapılmıştır. Beton üretiminde kullanılan İYA agrega tanesi arasında sıva, boya, alçı vb. malzeme atıklarının bulunduğu ve bu sertliği yeterli olmayan küçük boyutlu malzemeler betonun işlenebilme ve fiziksel ve mekanik özelliklerini olumsuz olarak etkilemektedir. Bundan dolayı 4 mm tane boyutun altında ki İYA malzemeler beton araştırma çalışmalarda tercih edilmemektedir [18 - 20].

Günümüzde nüfus artışına bağlı olarak devam eden kentleşme ve geçirimsiz yapı içeren kentsel alanların artışı, özellikle kentsel ısı adası etkisi, ani sel riski, nehir yataklarında su kalitesinin kötüleşmesi, yeraltı su kaynaklarında azalma gibi belirli çevresel ve toplumsal etkilere yol açmaktadır. Küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle kuraklık ve su kıtlığının yaşandığı günümüzde, kentlerde su yönetimi önem arz etmektedir. Dünya genelinde birçok kentte öncelikli konulardan biri, yağış suyunun tutularak, doğal akış rejimine uygun şekilde su yüzeylerine ve su kaynaklarına iletilmesidir. Kentlerin yeşil altyapı sistemlerini güçlendiren sürdürülebilir yağış suyu yönetimi uygulamalarından birisi olan geçirimli beton uygulaması yapısal özellikleri bakımından peyzaj çalışmalarında etkili kullanım alanı bulmaktadır. Geleneksel betona göre daha fazla gözenek yapısına sahip olması nedeniyle üzerine gelen suyu hızlı ve kolay bir şekilde bulunduğu yüzeyin altına aktararak, daha fazla hava ve su geçirgenliği sağlar. Doğru tasarlanan geçirimli beton, içerdiği boşluklar sayesinde yağış akış hızını azaltarak, akan suyu yer altına iletir [21].

Normal betondan sade ince agrega kullanmadan veya ince agrega kesik granülometrisi ile üretilen çökmesi sıfır veya sıfıra yakın boşluklu yapıya sahip betondur. Geçirimli betonun içerdiği boşluklar sayesinde araç tekerlerinden kaynaklanan gürültüyü emebilmesi, ağır kirletici metalleri bünyesinde tutarak drene edilen suyun kalitesini artırması (filtreleyici), bünyesindeki boşlukların sıcaklığı hapsedebilmesi sayesinde şehirlerde oluşan kentsel ısı adası etkisini elimine edebilmesi en önemli avantajlarından. Geçirimli beton yüzeyler kentleşmenin bu olumsuz etkisini yüzeyel su akışlarını azaltarak etkisizleştirmekte ve drenajla beraber su kaynaklarını korumaktadırlar. Buna ek olarak geçirimli betonlar, yüksek oranda içerdiği boşluklardan suyu drene edebilmesi, yağmur suyunu yeraltına süzerek yüzeyel su akışını azaltması, yeraltı su kaynaklarını koruması, sürdürülebilir inşaatı desteklemesi, çevre ile alakalı endişeleri gidermeye yönelik çözümler sağlamaktadır [22]. Küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle doğal kaynakların kullanılmasında dikkatli ve özenli olmak zorundadır. Geçirimli beton üretiminde kullanılan agregalar üretilirken hem de doğal kaynakların tüketilmesi açısından çevre kirliliğine neden olmaktadır. Aşırı yağışlarda meydana gelen yüzey akışı kaynaklı olumsuzlukları azaltmak ve park ve bahçe sulama suların toplanması amaçlamıştır.

Geçirimli beton yapımında kullanılan iri agrega büyüklükleri genellikle 10 mm ile 22.4mm arasında değişse de çeşitli araştırmalarda daha küçük ve büyük agregalar da kullanılmaktadır (ACI 522R-10, 2010 [23]). Geçirimli betonda kullanılacak su/çimento oranı (0,26-0,40) kullanılmalıdır çünkü fazla miktardaki su gözenekli sistemdeki boşlukların çimento hamuru ile tıkanmasına yol açacaktır fakat az miktarda su kullanılması da kıvamı etkileyeceğinden sıkıştırma problemlerine yol açabilecektir (ACI 522R-10, 2010) [23]. Geçirimli beton, boşluk boyutları 2 mm ile 8 mm arasında değişen birbirleriyle bağlantılı büyük boşluklardan oluşması ideal olarak kabul görmüştür. Genellikle geçirimli betonda boşluk oranı %15 ile %35 arasında olması büyük avantaj sağlamaktadır. Boşluklu beton kısa süre içinde gelen suyun sızma yeteneğine sahip olmasıdır. Literatürde geçirimlilik değerleri 0,003'ten 3,3 cm/s'ye kadar değiştiği belirtilirken basınç dayanımı ise 3,5 MPa ile 28 MPa aralığında değiştiği belirtilmektedir.

Bu çalışmada inşaat yıkıntı atığında var olan seramik tuğla ve beton malzemeler kırılarak belirli boyutlara getirilmiştir. Bu inşaat yıkıntı atığı geri dönüşüm agregası (İYAGDA) 4 -22.4 mm malzeme grubu %20, %40, %60, %80 ve %100 ve 0-2 mm doğal kum (DK)%80, %60, %40

ve %20 oranlarında ikame edilerek 5 farklı karışım oranlarıyla geçirimli beton üretilebilirliği araştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Malzeme

Yapılan bu çalışmada, İYAGDA (4 – 22,4mm) agrega grubu ile doğal kum (0-2mm) agrega grubu kesik granülometri olarak kullanılmıştır. Bağlayıcı olarak PÇ 42,5 R CEM II/ B-M(S-V-L) kullanılmıştır.

2.2. Yöntemler

Sabit S/C oranı ve (0-2) doğal kum, (11,2-22,4) İYAGDA gruplarıyla farklı oranlarıyla üretilen betonlarla 150 x 150 x 150 mm boyutunda numuneler çalışmada kullanılmıştır.

Sertleşmiş betonların birim hacim ağırlık tayini TS EN 12390-7[24]'e, su geçirimsizlik özelliği için ASTM C1701 [25]ve basınç dayanım özelliğinin belirlenmesinde TS EN 12390-3[26] esas alınarak özellikler saptanmıştır.

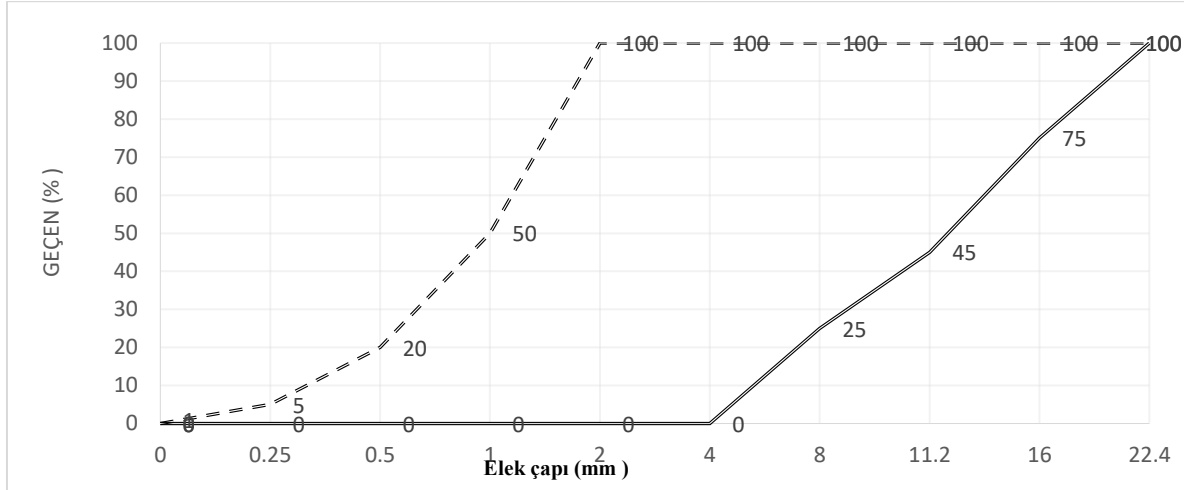
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1 İnşaat Yıkıntı Atığı Geri Dönüşüm Agregası (İYAGDA)

Geçirimli beton üretiminde kullanılan dere ve geri dönüşüm agrega grupları Görsel 1' de görülür ilen tane büyüklüğü dağılımı Görsel 2' de verilmiştir. Geri dönüşüm agregası içinde %20 oranında seramik (kiremit, tuğla) atığı ve %80 atık beton geri dönüşüm agregasından oluşmaktadır. Geçirimli beton üretiminde kullanılan 2-4 agrega boyutu kullanılmamıştır. Böylece kesik granülometri oluşturulmuştur.



Görsel 1. Çalışmada kullanılan agrega grupları



Görsel 2. Araştırmada kullanılan agrega gruplarının tane dağılımı

3.2 Geçirimli beton için karışım oranları

Geçirimli beton için İYAGDA'sı ve doğal kum ile hacim metoduna göre beton karışım tasarımı yapılarak malzeme oranları Çizelge 1'de verilmiştir.

Tasarımda inşaat yıkıntı atığı agregasının %20'lük kısmı 4-22.4 mm' lik boyutunda olan seramik (tuğla ve kiremit) atıklarından oluşurken %80'lik kısmı 4-22.4 mm' lik boyutunda olan atık betondan oluşan İYAGDA'sını meydana getirmiştir. Beton karışımında İYAGDA'sı belirli oranlarda doğal kum ile ikame edilerek değişken olarak kullanılmıştır.

Çizelge 1. Karışım oranları

Doğal Kum	(%)	0	20	40	60	80
İYAGDA A	(%)	100	80	60	40	20
Su (dm ³)	dm ³	130	130	130	130	130
Çimento	dm ³	116,13	116,13	116,13	116,13	116,13
	(kg)	360	360	360	360	360
Doğal Kum (0-2mm)	dm ³	0	129	257	385	514
	(kg)	0	338	676	1013	1351
İYAGDA (4- 22.4mm)	dm ³	754	625	497	369	240
	(kg)	1689	1400	1113	827	538
Çimento $\gamma_c=3,1$ kg/dm ³ ; Doğal kum $\gamma_{0-2}=2,63$ kg/dm ³ ; İYAGDA $\gamma_{4-22,4}=2,24$ kg/dm ³						

3.3 Sertleşmiş Geçirimli Beton Teknik Özellikleri

Sertleşmiş betonların birim hacim ağırlık tayini TS EN 12390-7 [24] esas alınarak 1 numaralı eşitlik kullanarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

Birim hacim ağırlık, $\delta = G/Ah$ (1)

Burada;

δ : Birim hacim ağırlık (kg/dm³) yuvarlatılarak verilmelidir

G: deney numunesinin ağırlığı (kg)

Ah: Numunenin Hacmi (dm³)

Deney sonucu elde edilen değerler betonun teknik özelliklerinin verildiği Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’deki birim hacim kütle değerleri incelendiğinde doğal kum ikame oranı artıkça birim hacim kütle artmaktadır. Doğal kum ikame oranı ile birim hacim kütle arasında doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilir. Doğal kum ikame oranı %0 (1,807 kg/dm³) ile , doğal kum ikame oranının%80 (1,906 kg/dm³) olan beton arasında 0,099 gr lık bir fark var.

Üretilen betonun su geçirimsizlik özelliği belirlenmesinde ASTM C1701 [25] esas alınarak 2 numaralı eşitlik kullanarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

$$\Phi = V / (A * t) \quad \dots\dots(2)$$

Φ : Geçirimsizlik (cm/s)

V: Tutulan süre içerisinde geçen su hacmi (1000 cm³)

t: 1000 cm³ suyun geçme süresi (s)

A: Numune yüzey alanı (225 cm²)



Görsel 3. Geçirimsiz betondan suyun geçiş görüntüsü

Deney sonuçlarına bağlı olarak bulunan değerler Çizelge 2’ de görülmektedir. Doğal kum oran %0 olan betonun su geçirme süresi 98 saniye iken geçirimsizliği 0,04535 cm/ s olarak saptanırken doğal kum oranı% 80 ve İYAGDA’sı %20 olan betondan su geçme süresi 121 s olurken geçirimsizlik değeri 0,03673 cm/s olur bulunmuştur. Bu iki sonuca ve ilgili Çizelge 2. daki değerlere bakıldığında doğal kum ikame oranı artıkça suyu geçme süre artmakta buna bağlı olarak da geçirimsizlik değeri de azalmaktadır. Kısaca doğal kum ikame % oranı ile su geçirimsizlik arasında ters ilişki kanısına varmak olasıdır

Çizelge 2. Betonun teknik özellikleri

Agrega grupları		Birim hacim ağırlık (kg/dm ³)	Su		Beton basınç dayanımı (MPa)
4-22.4 (%)	0-2 (%)		Geçiş süresi, t (sn)	Geçirimsizlik değeri (V/(A*t) (cm/s)	
100	0	1,807	98	0.04535	6.76
80	20	1,814	93.33	0.04762	7.33
60	40	1,836	107.67	0.04128	8.66
40	60	1,850	112.67	0.03945	8.19
20	80	1,906	121	0.03673	7.74

Geçirimli betonun en önemli özelliklerinden birisi de basınç dayanım özelliğidir. Basınç dayanımı testinde TS EN 12390-3[26] esas alınarak 3 numaralı eşitlikten yararlanılarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Basınç dayanımında 150x150x150 mm küp beton örnekleri kullanılmıştır

$$f_c = F / A_c \dots\dots(3)$$

Burada;

f_c : Basınç dayanımı, MPa (N/mm²),

F: Kırılma anında ulaşılan en büyük yük, (N),

A_c : Numunenin, üzerine basınç yükünün uygulandığı en kesit alanı, mm²dir.

Betonun teknik özelliklerinin verildiği Çizelge 2 incelendiğinde doğal kum ikame oranı arttıkça basınç dayanımı artmaktadır. Doğal kum ikame oranı%60 kadar dayanımı arasında doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilir. Fakat doğal kum ikame oranı %60 ve daha sonrasında basınç dayanımında az da olsa bir azalma söz konusudur. Doğal kum ikame oranı %0 (6,76 MPa) ile , doğal kum ikame oranı%40 (8,66 MPa) olan beton arasında 1,90 MPa lık bir fark var. Fakat doğal kum ikame oranı %60ile üretilen betonun basınç dayanımı 8,19 MPa ve %80 ikame oranının basınç dayanımı 7,74 MPa olarak saptanmıştır. En yüksek basınç dayanımı %60 İYAGDA ve %40 Doğal kum ikameli betonda elde edilmiştir.

4.GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Betonun teknik özelliklerinin birim hacim kütle değerleri incelendiğinde doğal kum ikame oranı arttıkça birim hacim kütle artmaktadır.

Doğal kum ikame oranı %0 birim hacim ağırlık 1,807 kg/dm³ iken su geçirme süresi 98 saniye iken geçirimsizlik hızı 0,04535 cm/ s olarak saptanırken, basınç dayanımı ise 6,76 MPa dir

Doğal kum ikame oranı%80 birim hacim kütlesi 1,906 kg/dm³ iken su geçirme süresi 121 s olurken geçirimsizlik hızı 0,03673 cm/s olarak saptanırken, basınç dayanımı ise 7,74 MPa dir

Basınç dayanımı 8,66 MPa ile en yüksek beton tasarımında doğal kum ikame oran %40 olan geçirimsiz betonun birim hacim kütlesi 1,836 kg/dm³ iken su geçirme süresi 107.67 s ve geçirimsizlik hızı 0.04128 cm/s olarak bulunmuştur.

KAYNAKÇA

[1] Tu Y T, Chen Y Y, Hwang L C, Properties of HPC with recycled aggregates, Cement and Concrete Research.36: 943–950; 2006.

[2]. Building-related construction and demolition materials amounts-EPA 530-R-09-002; March 2009.

- [3]. Dorsthorst, B.J.H. and Kowalczyk, T. Paper 8: Design for Recycling, Digital Proceedins of the CIB Task Group 39-Deconstruction Meeting, CIB Publication 272, (70-79), Karlsruhe 9 April Germany, 2000.
- [4]. Kılıç, N., Kentsel Dönüşümde Geri Dönüşüm Atağı Ar&Ge Bülten– Sektörel İzmir Ticaret Odası, Aralık, 2012
- [5]. Sev, A. ve Görgülü, C. Malzemede yeşil algı ve beton örneğ, Mimarlıkta Malzeme Dergisi, ISSN:1306-6501 İstanbul, Türkiye, 21: 40-48; Şubat 2012/1.
- [6]. Tam, V.W.Y. and Tam, C.M., A Review on the viable technology for construction waste recycling, Resources, Conservation and Recycling, Volume 47, Issue 3, pp. 209-221 ; 2006.
- [7]. Demirel C, Şimşek O. Erken yaştaki atık betonların geri dönüşüm agregası olarak beton üretiminde kullanılabilirliği ve sürdürülebilirlik açısından incelenmesi. .DÜBİTED. 3(1):226-235 2015.
- [8]. Korkut, M. K., & Şimşek, O. İri agrega olarak inşaat yıkıntı atığı, ince agrega olarak doğal ve kırma kum kullanılan betonun bazı mühendislik özelliklerinin incelenmesi. International Journal of Engineering Research and Development, 13(2), 508-520; 2021.
- [9]. Sonawane, T.R., Pimplikar, S.S., Use of recycled aggregate concrete, Journal of Mechanical and Civil Engineering, 2278-1684, pp: 52-59. 2020.
- [10]. Grondin, S., Valorisation des granulats recyclés de béton: étude des caractéristiques physiques et mécaniques de bétons de granulats recyclés de béton, Mémoire Projet, INSA, Strasbourg, 2011.
- [11]. Limbachiya, M. C., Leelawat, T. and Dhir, R. K., RCA Concrete: A study of properties in the fresh state, strength development and durability, Proceedings of an International Symposium, 1998.
- [12]. Turanlı, L. Atık betonların yeni betonda kaba agrega olarak kullanılması, Hazır Beton, 61-66, 1998.
- [13]. Demirel, C. *Yaşı ve Sınıfı Belli Geri dönüşüm Agregalarının Betonda Kullanılabilirliğinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2012.
- [14]. Tüfekçi, M.M. *Geri Kazanılmış Agregaların Beton Üretiminde Yeniden Kullanılabilirliğinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2011.
- [15]. Kim, S., Yun, H., Park, W., and Jang, Y. Bond strength prediction for deformed steel rebar embedded in recycled coarse aggregate concrete, Materials & Design, 83: 257-269, 2015.
- [16]. Prince, M.J., and Singh, B. Bond behavior of deformed steel bars embedded in recycled aggregate concrete, Construction and Building Materials, 49: 852-862, 2013.
- [17]. Pourghadri S. H. ve Şimşek O. Farklı oranlarda geri dönüşüm agregası kullanılarak üretilen betonun bazı mühendislik özelliklerinin araştırılması, Politeknik Dergisi, V: 21 ; 1, 83 - 91, 2018
- [18]. Ölmez, E. ve Yıldız, Ş. İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Yönetimi ve Planlanan İstanbul Modeli 2008
- [19]. Huang W.L., Lin D.H., Chang N.B. ve Lin K.S., Recycling of construction and demolition waste via a mechanical sorting process. Resources, Conservation and Recycling, , Volume 37, Issue 1, p.23-37 2002

- [20]. Maçin, K.E. Demir, E. Kentsel dönüşüm sürecinde istanbul'da inşaat ve yıkıntı atıkları yönetimi. Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi , Cilt: 5 Sayı: 9, 202 - 210, [2018](#).
- [21]. Tokgöz, G. Karaaahmetli, S. Tokgöz, S. Kentsel peyzajlarda geçirimli beton kullanımı ve özelliklerinin değerlendirilmesi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi. Cilt: 10 Sayı: 2, 1067 - 1078, 30.04.2022.
- [22]. Xiao, J., and Falkner, H. Bond behavior between recycled aggregate concrete and steel rebars, Construction and Building Materials, 21: 395-401, (2007).
- [23]. ACI 522R-10, 2010. Report on Pervious Concrete . Technical Documents. 3/1/2010 USA
- [24]. TS EN 12390-7, Beton- Sertleşmiş beton deneyleri- Bölüm 7: Sertleşmiş betonun birim hacim kütlelerinin tayini TSE.2015 Ankara
- [25] ASTM C1701/C1701M-17a Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
- [26]. TS EN 12390-3,. Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayini, TSE 2019 Ankara

ATIK BETON AGREGASININ GEÇİRİMLİ (POROZ) BETONUN ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK*

simsek@gazi.edu.tr ORCID:0000-0003-3842-5541

Ahmet BOZ*

ahmet33biz@gmail.com ORCID:0009-0000-4335-3488

Halis Efe KURT*

h.efekurt@gazi.edu.tr ORCID:0009-0005-6315-3682

*Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Doğal kaynakların azalması, çevre kirliliği artmasına en büyük katkıyı inşaat sektörü oluşturmaktadır. İnşaat katı atıkların içinde ve yeni inşaat üretiminde en büyük payı beton oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalarda atık beton geri dönüşüm agregası (ABGDA)'nın normal agregaya göre daha düşük yoğunluk ve daha yüksek su emme değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Bu agregalarla üretilen betonların normal betona göre dayanım ve dayanıklılığı daha düşüktür. ABGDA 'sın dan üretilen betonların kullanım yerleri oldukça sınırlıdır. Bu betonlar düşük basınç dayanım istenen yerlerde kullanılması tercih edilmektedir. Bu yerlerde biriside su geçirgen (poroz)betondur.

Geçirimli beton, son yıllarda güncellenen yüksek oranda birbiri ile bağlantılı boşluklara sahip genellikle ince agregasız olarak üretilen betonlardır. Bu betonlarda kullanılan çimento hamurunun agregata taneleri çevresini saracak miktarda seçilir. Günümüzde büyük şehirlerde ani yağışların meydana getirdiği seller can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı yüzey akış sularının toprakla buluşmasını sağlamak için poroz (geçirimli) beton gündeme gelmiştir.

Bu araştırmada atık beton molozlarından üretilen atık beton geri dönüşüm agregası belirli boyutlara getirilip sınıflandırılarak geçirimli(poroz)beton üretilmesi amaçlanmıştır.

Geçirimli(proz)beton üretiminde, atık beton geri dönüşüm agregası (ABGDA) 4-22.4; 4-16; 4-8; 8-16; 8-22,4 ve 16-22,4 mm agregata grupları 6 farklı beton tasarımı yapılmıştır. Beton üretiminde çimento, su ve su/çimento sabit, agregata grupları değişken olarak alınmıştır. Beton üretilerek taze betonun birim hacim ağırlığı ve sertleşmiş betonun, birim hacim ağırlık, su geçirme hızı ve 28 günlük basınç dayanımı, özellikleri belirlenmiştir. Su geçirme hız süresi en az olan yeterli basınç dayanımı sağlayan tasarım en uygun poroz beton tasarımı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Poroz beton, Geçirimli beton, Geri dönüşüm agregası, Atık beton

INVESTIGATION OF THE USABILITY OF WASTE CONCRETE AGGREGATE IN THE PRODUCTION OF PERMEABLE (POROUS) CONCRETE

ABSTRACT

The construction sector is the biggest contributor to the decrease in natural resources and increase in environmental pollution. Concrete constitutes the largest share in construction solid waste and new construction production. Research shows that waste concrete recycling aggregate (WCRA) has lower density and higher water absorption values than normal aggregate. Concretes produced with these aggregates have lower strength and durability than normal concrete. The usage areas of concretes produced from WCRA are very limited. These concretes are preferred to be used in places where low compressive strength is required. One of these places is water permeable (porous) concrete.

Permeable concretes are concretes that are produced without fine aggregates with a high proportion of interconnected voids that have been updated in recent years. The cement paste used in these concretes is selected to surround the aggregate grains. Today, floods caused by sudden rainfall in big cities cause loss of life and property. For these reasons, porous (permeable) concrete has come to the agenda to ensure that surface runoff waters meet the soil.

In this research, it was aimed to produce permeable (porous) concrete by classifying the waste concrete recycling aggregate produced from waste concrete rubble to certain sizes.

In the production of permeable (porous) concrete, waste concrete recycling aggregate (WCRA) 4-22.4; 4-16; 4-8; 4-8; 8-16; 8-22.4 and 16-22.4 mm aggregate groups 6 different concrete designs were made. Cement, water and water/cement were taken as constant and aggregate groups were taken as variable in concrete production. The unit volume weight of fresh concrete and the unit volume weight, water permeation rate and 28-day compressive strength of hardened concrete were determined. The design with the lowest water permeation rate and sufficient compressive strength will be the most suitable porous concrete design.

Keywords: Porous concrete, Permeable concrete, Recycled aggregate, Waste concrete

1. GİRİŞ

Küresel ısınma ve çevre kirliliği son yüz yılın en büyük sorunların biri haline gelmiştir. Bunun en büyük nedenlerinden birisi sanayileşmenin yanında hızlı nüfus artması olarak değerlendirilmektedir. Doğal kaynakların azalması, çevre kirliliği artmasına en büyük katkıyı inşaat sektörü oluşturmaktadır. Doğal Afetler ve yapı stokunun yenilenmesinden dolayı oldukça fazla inşaat katı atığı büyük çevre sorunu oluşturmaktadır. İnşaat katı atıklarının içinde ve yeni inşaat üretiminde en büyük payı beton oluşturmaktadır. Beton üretim bileşim elamanların elde edilmesinde doğaya oldukça zarar verilerek topoğrafik yapı bozulmaktadır. Bu olumsuzlukları azalmasına katkı sağlamak aynı zamanda doğal kaynakların veya tahrip edilmesini azaltmak için inşaat yıkıntı atıklarının geri kazanılarak yeniden kullanımı evrensel hedeflerden birisidir.

Yapıların çevresel etkilerinin en düşük düzeyde olmasını sağlamak, çevresel ve yapısal sürdürülebilirlik için yapım üretim sürecinin bütün aşamalarının dikkate alınması gerekmektedir. En büyük sorunlardan birisi katıkların yönetimi, bu atıklar içinde inşaat atığı büyük oranı oluşturmaktadır. Depremler, yapı stoklarının yenilenmesi, dünya nüfusundaki hızlı artış vb. nedenlerle atık üretimi giderek artmakta ve önemli bir çevre sorunu haline gelmektedir [Ding and Xiao 2014]. Deprem sonrası ortaya çıkan büyük inşaat enkazının yönetim zorluğu ve çevresel görüntü kirliliği insanların psikolojisinde önemli derecede olumsuz olarak etkilemektedir. Bu inşaat enkaz veya atıklar, görüntü ve hacim olarak en rahatsız edici atıklar arasında yer almaktadır. İnşaat katı atıklarının içinde beton, tuğla, kiremit, briket, alçı, cam, plastikler ve asbest gibi malzemeler doğada uzun yıllarca kalmakta olumsuzluklar devam etmektedir.

Son yıllarda Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de katı atık içinde inşaat yıkıntı atıkları (İYA) katı atıklar içerisinde büyük bir payı beton oluşturmaktadır (Knight vd., 2023; Ulucan vd., 2023; Bennett vd 2022]. Bu ortaya çıkan milyonlarca ton inşaat yıkıntı atıkları (İYA) çözüm bekleyen önemli konular arasında yer almaktadır [Ulucan, & Alyamaç, 2023a; Ulucan & Alyamaç, 2023b]. Bilimsel araştırmacılar sadece beton atıklarının; yeniden kullanımı ve geri dönüşümü konularının da çok sayıda çalışma yapıldığına rastlanmıştır. Bu çalışmalarda inşaat yıkıntı atığından elde edilen GDA’ larının daha düşük yoğunluk ve daha yüksek su emme değerlerine sahip olduğunu ayrıca homojen bir özellik göstermektedir. Yapılan araştırmalarda atık beton geri dönüşüm agregası (ABGDA)’nın normal agregaya göre daha düşük yoğunluk ve daha yüksek su emme değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Bu agregalarla üretilen betonların normal betona göre dayanım ve dayanıklılığı daha düşüktür. Dolayısıyla GDA kullanımı arttıkça basınç dayanımı değerlerinde önemli azalmalar meydana gelmektedir. Yeniden kullanım veya geri dönüşüm için kullanılabilir beton atıkları; yıkılan eski binalardan, doğal afet yıkıntılarında, kalitesiz beton üretiminden, kalite kontrol numunelerinden, prefabrik üretim atıkları ve uygun olmayan ürünlerden elde edilir [Öztürk, 2005]. Bazı çalışmalarda, inşaat ve yıkıntı atıklarından ayrılmış ve kırılarak elekten geçirilmiş belirli büyüklükteki beton atıklarının, doğal agregaların yerine beton üretiminde kullanılabilirliği savunulmaktadır [Kartam vd., 2004; Rakshvir vd., 2006]. Yapılan araştırmalarda genellikle atık betonlar, kırılarak ve elenerek agrega boyutuna getirilerek geri dönüşüm agregası (GDA) olarak beton üretiminde kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada kırma taş agrega (KTA) belirli oranda azaltılarak yerine GDA ikame edilerek beton üretimi çalışmaları yapılmaktadır [Pourghadri ve Şimşek, 2018; Demirel ve Şimşek, 2014]. Bazı çalışmalarda ise inşaat yıkıntı atığı iri agregası ile doğal ve kırma kum ikameli olarak kullanılan betonun teknik özellikleri araştırılmıştı [Korkut ve Şimşek, 2021]. İnşaat yıkıntı atığının iri agregaların beton üretiminde kullanılması önerilirken, ince agrega grubu (kumun) ise köpük beton üretme çalışmaları yapıldığı saptanmıştır [Öztürk, 2005; Özçelik, & Şimşek, 2024].

Atık beton geri dönüşüm agregası (ABGDA) ’sın dan üretilen betonların kullanım yerleri

oldukça sınırlıdır. Bu betonlar düşük basınç dayanım istenen yerlerde kullanılması tercih edilmektedir. Bu yerlerde birside su geçirgen (poroz)betondur. Küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle kuraklık ve su kıtlığının yaşandığı günümüzde, kentlerde su yönetimi önem arz etmektedir. Dünya genelinde birçok kentte öncelikli konulardan biri, yağış suyunun tutularak, doğal akış rejimine uygun şekilde su yüzeylerine ve su kaynaklarına iletilmesidir.

Geçirimli beton, geleneksel betona göre birbiriyle bağlantılı gözenek yapısına sahiptir. Bu özelliğinden dolayı üzerine gelen yüzey ve yağmur suyunu hızlı ve kolay bir şekilde toprakla buluşması sağlar. Geçirimli betonda geçirimsizlik özelliğinin sağlanması için karışım tasarımının beton bünyesinde birbirleriyle bağlantılı boşluk oluşumuna izin vermesi gerekmektedir. Bundan dolayı geçirimsiz betonun karışım oranları geleneksel betondan farklılık göstermektedir. Geçirimli betonun toplam boşluk içeriği kabaca üçe bölünebilir: birbirleriyle bağlantılı makro boşluklar, kapiler boşluklar ve bağlantısız boşluklar. Betona geçirimsizlik özelliğini kazandıran birbirleriyle bağlantılı boşluklardır ve efektif boşluk içeriği olarak adlandırılırlar [Obla 2010]. Doğru tasarlanan geçirimsiz beton, içerdiği boşluklar sayesinde yağış akış hızını azaltarak, akan suyu yer altına iletir [Şimşek 2024; Tokgöz vd 2022]. Geçirim betondan ne kadar mekanik özellik ön planda olmasa bile geçirimsiz betonun mekanik özelliklerini etkileyen en önemli parametre agrega/çimento ve su/çimento oranıdır. Özellikle agrega/çimento oranı geçirimsiz betonun mekanik özellikleri üzerine etkisi daha barizdir (ACI, 2010). Geçirimli beton için çeşitli karışım tasarım yöntemleri kullanılması söz konusudur. Bu yöntemlerin için de en uygun ve en çok kullanılanı “mutlak hacim” yöntemidir (ACI 522R-10, 2010). Birçok araştırmacı mutlak hacim yöntemine göre agrega/çimento (3,15/1 ile 12/ 1) iken su/bağlayıcı oranı (0,24 ile 0,418) arasında değişmekte olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda genel olarak beton karışımında kullanılan çimento miktarı 110-500 kg/m³ arasında iken kullanılan iri agrega miktarı 1450-1800 kg/m³ arasında değişmektedir [Kevern vd 2009; Huang vd. 2010; Neithalath vd 2010; Lim vd, 2013; İbrahim vd 2014].

Uygulamada geçirimsiz beton kaplamalarının tasarım kalınlığı genel olarak 12,5 ila 25 cm arasındadır [Caltrans, 2014). Geçirimli betonun su geçirgenliğinin genel olarak 120-320 L/m²/dakika arasında olması beklenmelidir (Geçirimli beton teknik şartnamesi). Beton üretiminde kullanılan agrega boyutu ve çimento tipinin beton geçirgenline yani boşluk oluşumunda etkili olduğu araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır[Meininger, 1988; Coşkun ve Öztürk, 2012; Çelikten ve Canbaz,2020]. Geçirimli beton kullanım yerlerin başında trafik yükünün fazla olmadığı; yaya yolu, şehir içi açık otoparklar, okul bahçeleri, kaldırım, açık semt pazar yerleri, düşük yoğunluklu trafiğe sahip yol vb. kaplamalardır [Ghafoori ard, 1995; Akkaya ve Çağatay, 2016; Gaedicke vd., 2014].

Bu çalışmada; mutlak hacim yöntemiyle ABGDA ile geçirimsiz beton üretmesi amaçlanmıştır. Karışım tasarımında sabit Su / Çimento(S/C), Agrega/Çimento(A/C) oranıyla 4-22,4, 4-16, 4-8, 8 16, 8-22,4 ve 16-22,4 mm ABGDA gruplarıyla üretilen betonun birim hacim kütlesi özellikleri ve sertleşmiş betonun 28 günlük basınç, birim hacim kütlesi ve su geçirgenlik özellikleri belirlenecektir

2.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1.Materyal

Bu çalışmada, atık beton geri dönüşüm agregasının (ABGDA) 4-22,4, 4-16, 4-8, 8-16, 8-22,4 ve 16-22,4 mm (Görsel 2.1), aralığında 6 agrega grubu, çimento ve su kullanarak beton üretilmiştir. Bağlayıcı olarak PÇ 42,5 R CEM II/ B-M(S-V-L) kullanılmıştır üretilen betonlardan 150x150x 150 mm küp örnekler kullanılmıştır.



Görsel 1. Atık beton geri dönüşüm agregası

2.2. Metod

GDA gruplarının teknik özelliklerinin belirlenmesinde ilgili TS EN 933-1 ve TS EN 1097-6 esas alınmıştır. Taze betonun birim hacim kütlesi, TS EN 12350-6, esas olarak belirlenmiştir. Sertleşmiş beton özelliklerinden; TS EN 12390 -3 “Beton- Sertleşmiş beton deneyleri- Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayini”, TS EN 12390-7, Beton- Sertleşmiş beton deneyleri- Bölüm 7: “Sertleşmiş betonun birim hacim kütlelerinin tayini” ve Geçirimlilik değerlerinin belirlenmesinde ASTM C1701/C1701M-17a standardından faydalanılmıştır.

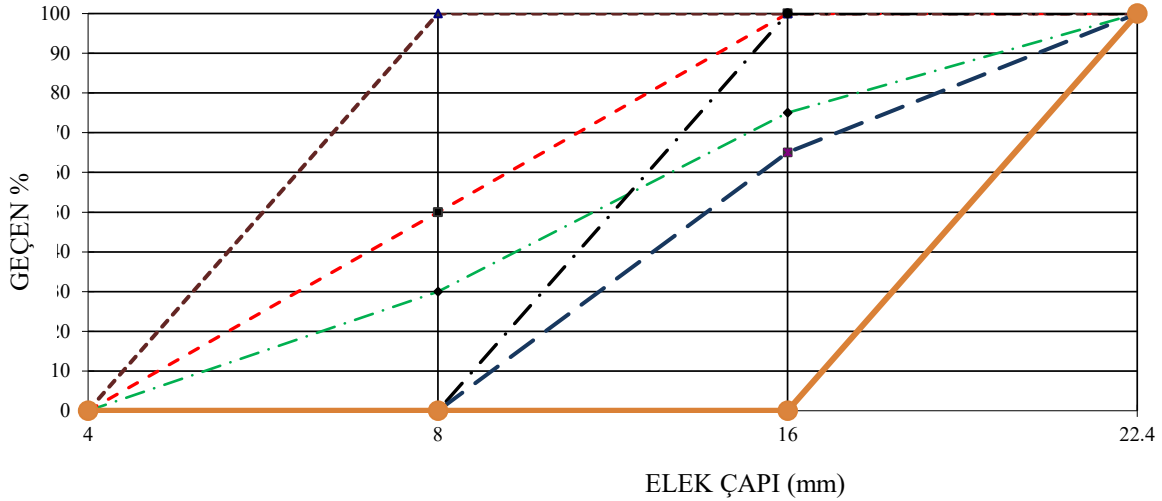
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Agreganın teknik özellikleri

Atık beton dan üretilen geri dönüşüm agregası TS EN 933-1’ göre elenerek 6 gruba ayrılmıştır. Her agrega grubunun yoğunluğu ve su emme TS EN 1097-6: göre elde edilen sonuçları ve tane dağılımları Çizelge 1’ de verilmiştir.

Çizelge 1. Agregalar grublarının teknik (tane dağılımı yoğunlukları ve su emme) özellikleri

Elek Çapı (mm)	4-22,4	4-16	4-8	8-16	8-22,4	16-22,4
4	0	0	0	0	0	0
8	30	50	100	0	0	0
16	75	100	100	100	65	0
22,4	100	100	100	100	100	100
Yoğunluğu (kg/dm ³)	2,38	2,38	2,43	2,38	2,39	2,35
Su emme (%)	5,58	5,56	5,19	5,20	5,28	5,68



Görsel 2. Agregaların elek analizi

Agreganın yoğunlukları oldukça düşüktür. Bunun nedeni kentsel dönüşüm yıkıntısından alınan atık betonun kalitesinden kaynaklanmaktadır. Agreganın yoğunluğu ile su emme arasında ters ilişki vardır. Yoğunluk arttıkça su emme azalır. Agregada grubunda tana boyutu (4-8) küçüldükçe yoğunluk en yüksek ($2.43\text{kg}/\text{dm}^3$) iken su emme (%5,19) en düşüktür. Agregada çimento harçlı olduğu için su emme yeteneği normal agregaya göre daha fazladır. Agregada gruplarının en düşük yoğunluk ile en yüksek yoğunluk arasında $0,08\text{ gr}/\text{dm}^3$ iken en düşük su emme ile en yüksek su emme arasında %0,49 fark olduğu saptanmıştır. ABGDA gruplarının yoğunlukları ve su emme %'si birbirine oldukça yakındır.

3.2. Beton tasarımı

Geçirimli beton üretiminde mutlak hacim esas alınarak tasarımlar yapılmıştır. Geçirimli beton karışım tasarımları Çizelge 2' de verilmiştir. Karışımında su, çimento ve agregada grupları hacimce sabit olarak alınmıştır.

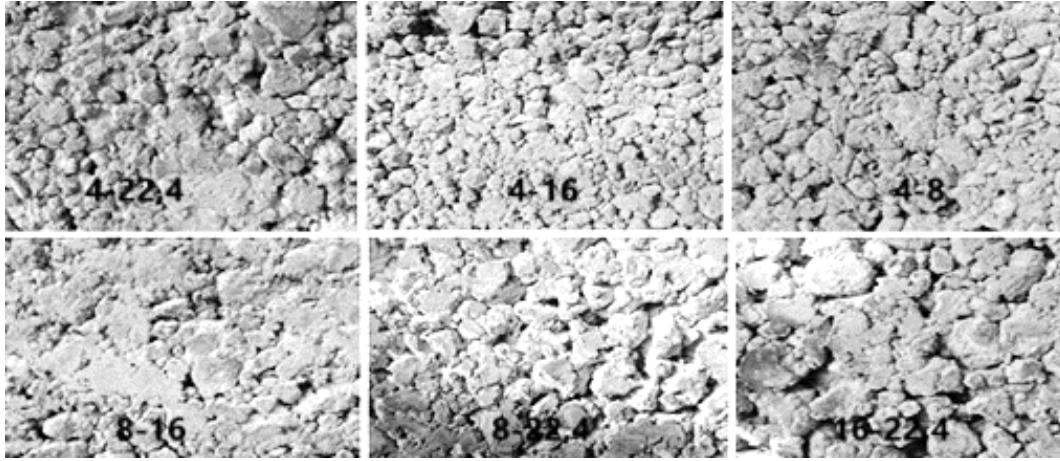
Çizelge 2. Karışım tasarımındaki malzeme miktarları

Beton bileşenleri	Çimento	Su	S/C	4-8	4-16	4-22,4	8-22,4	16-22,4	8-16
Yoğunluklar(kg/dm^3)	3.1	1	-	2,43	2,38	2,38	2,39	2,35	2,38
Ağırlık (kg)	400	120	0,30	1786	1749	1749	1757	1727	1749
Hacim (dm^3)	129	120	0,93	735	735	735	735	735	735
Agregada/çimento (hacimce)	-	-	-	2,34	2,39	2,39	2,38	2,43	2,39
Agregada/çimento (ağırlıkça)	-	-	-	4,47	4,37	4,37	4,38	4,32	4,37

3.3. Taze ve sertleşmiş beton özellikleri

ABGDA 'sı ile üretilen geçirimli betonda çimento şerbetinin olmaması için çimento harcının kıvamının koyu(salep kıvamı) olması istenir. Bunun nedeni sıkıştırma esnasında kalıbın altında birikmemesi içindir. Geçirimli taze beton tasarımında işlenebilirlik testi yapılamamıştı Görsel 1' de görüldüğü gibi beton kesik granülometridir.

Taze betonun birim hacim kütlesi Çizelge 3' de görüldüğü gibi en düşük 2,249 ile en yüksek 2,296 kg/dm³ arasında değişmekte ve değişim farkı 0,047 kg/dm³dür. Agrega gruplarıyla oluşturulan taze beton birim hacim kütlesi arasında önemli bir fark olduğunu söylemek oldukça zordur. Yani bütün geçirimli beton tasarımlarının taze beton birim hacim kütlesi hemen hemen aynıdır.



Görsel 3. Sertleşmiş geçirimli betonun görünüşleri

Geçirimli betonda en önemli özelliği basınç dayanımıdır. Bir betonun basınç dayanımı biliniyorsa diğer birçok özellik tahmin edilebilmektedir. Geçirimli betonun 28 günlük basınç dayanımı yükleme hızı, 0,2 MPa/s sabit seçilmiştir.



Görsel 4. Basınç dayanımı testi ve Kırılmış numunelerinin iç görünümü

Sertleşmiş betonun basınç dayanımları Çizelge 3 de görüldüğü gibi en düşük 3,93 MPa ile en yüksek 9,95 MPa arasında değişmekte ve değişim farkı 6,02 MPa'dır. En yüksek basınç dayanımı 4-22,4 agrega grubuyla üretilen betonda elde edilirken, en düşük basınç dayanımı 16-22,4 agrega grubuyla üretilen betonda elde edilmiştir.

Geçirimli beton tasarımı yapılan agrega grubundaki en büyük tane ile en küçük tane arasında ne kadar farklı boyutta agrega (4-22,4) var ise basınç dayanımı o kadar yüksek olmaktadır.

Yani başka bir deyişle agrega grubundaki en büyük tane ile en küçük tane arasında ne kadar az tane dağılımı (16-22,4) var ise basınç ayanımı daha düşük olmaktadır.

Sertleşmiş betonun birim hacim kütlesi Çizelge 3' de görüldüğü gibi en düşük 2,073 ile en yüksek 2,145 kg/dm³ arasında değişmekte ve değişim farkı 0,072 kg/dm³dür. Agrega gruplarıyla oluşturulan sertleşmiş beton birim hacim kütlesi arasında önemli bir fark olduğunu söylemek oldukça zordur. Yani bütün geçirimli beton tasarımlarının taze beton birim hacim kütlesi ile sertleşmiş birim hacim kütle birbirine paralellik göstermektedir.

Çizelge 3. Beton özellikleri

Beton tasarımları	4-8	4-16	4-22,4	8-22,4	16-22,4	8-16
Taze beton birim hacim kütlesi (kg/dm ³)	2,249	2,296	2,259	2,257	2,247	2,259
Basınç dayanımı (MPa)	5,14	8,84	9,95	9,66	3,93	5,17
Sertleşmiş beton birim hacim kütlesi (kg/dm ³)	2,089	2,125	2,095	2,090	2,053	2,087
Su geçirgenlik hızı (Φ cm/s)	0,202	0,178	0,296	0,261	0,342	0,342
Suyun geçiş süresi(t saniye)	22	25	15	17	13	13



Görsel 5. Betonun geçirimsizlik testi

Betonun geçirimsizlik hızını belirlemede ASTM C1701 Tek Halka İnfiltrometre Deneyine benzetilerek aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir.

$$\Phi = V_w / (A \cdot t)$$

Φ: Geçirimsizlik (cm/s)

V_w: Tutulan süre içerisinde geçen su hacmi (1000 cm³)

t: 1000 cm³ suyun geçme süresi (s)

A: Numune yüzey alanı (225 cm²)

Sertleşmiş betonun su geçirme hızı suyun geçiş süresi Çizelge 3 de görülmektedir. Çizelge 3

analiz edildiğinde su geçiş hızı en yüksek 0,342 cm/s ile 16-22,4 ve 8-16 agrega gruplarıyla üretilen betonlarda ölçülürken, en düşük su geçme hızı 0,178 cm/s ile 4-16 agrega grubu ile üretilen betonlarda görülmüştür. En yüksek basınç dayanımı ile birim hacim kütle ve su geçme hızı ilişkilendirildiğinde 4-22,4 agrega grubu ile üretilen betonun birim hacim kütlesi 2,115 kg/dm³ iken basınç dayanımı 9,95 MPa ve su geçme hızı 0,296 cm/s olarak belirlenmiştir. En büyük birim hacim kütle ile basınç dayanımı ve su geçme hızı ilişkilendirildiğinde 4-16 agrega grubu ile üretilen betonun birim hacim kütlesi 2,125 kg/dm³ iken basınç dayanımı 8,84 MPa ve su geçme hızı 0,178 cm/s olarak belirlenmiştir. Genel olarak birim hacim kütle ile betonun su geçirime hızı arasında bir bağ kurulabilir. Birim hacim kütle artarsa suyun geçme hızı azaldığı gibi çıkarımda bulunulabilir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Atık betonunun kırma eleme işleminden sonra iri agrega gruplarına ayırarak teknik özellikleri beton yapmaya uygun oldu saptanmıştır.

Taze betonun birim hacim kütlesi en düşük 2,247 kg/dm³ ile 16-22,4 agrega grubuyla üretilen betonda iken en yüksek 2,296 kg/dm³ ile 4-16 agrega grubuyla üretilen beton sağlamıştır.

Sertleşmiş betonun birim hacim kütlesi en düşük 2,053 kg/dm³ ile 16-22,4 agrega grubuyla üretilen betonda iken en yüksek 2,125kg/dm³ ile 4-16 agrega grubuyla üretilen beton sağlamıştır.

Betonun en düşük basınç dayanımı 3,93 MPa ile 16-22,4 agrega grubuyla üretilen betonda iken en yüksek basınç dayanımı 9,95 MPa ile 4-22,4 agrega grubuyla üretilen beton sağlamıştır

Betonun su geçirimsizlik hızı en düşük 0,178 cm/s ile 4-16 agrega grubuyla üretilen betonda sağlar iken en yüksek 0,342 cm/s ile 16-22,4 agrega grubuyla üretilen betondan sağlamıştır.

Sonuç olarak 4-22,4 agrega grubu ile tasarlanarak üretilen betonun, basınç dayanımı 9,95 MPa ve su geçirimsizlik hızı 0,296 cm/s iken su geçiş süresi 15 sn olarak belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

1. ACI Committee 522 Specification, ACI 522.1 Specification for Pervious Concrete Pavement 2008 USA.
2. ACI Committee 522 , ACI 522R-10 Report on Pervious Concrete, American Concrete Institute. 2010 USA.
3. Akkaya,A Çağatay,İH (2016). Geçirimli betonların permeabilite ölçümleri üzerine deneysel bir çalışma Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31(2), ss. 209-216
4. ASTM C1701/C1701M-17a Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete 2009 USA.
5. Bennett B, Visintin,P. Xie, T. Global warming potential of recycled aggregate concrete with supplementary cementitious materials, J. Build. Eng. 52 104394. 2022
6. Coşkun, H. ve Öztürk, M. Katı atık yönetimi konusunda inşaat sektörü paydaşlarının algılamaları: hatay ili örneği engineering sciences. 7 (1), 299-310. 2012.
7. Çelikten, S. & Canbaz, M. Agrega tane boyutunun ve bağlayıcı türünün geçirimli beton özelliklerine etkisi / Eskişehir Teknik Üniv. Bil.ve Tek. Dergisi, 8(2),. 171 -181 2020

8. Caltrans., Pervious Pavement Design Guidance, Sacramento, California: California Department of Transportation.2014.
9. Demirel C, Şimşek O. Erken yaştaki atık betonların geri dönüşüm agregası olarak beton üretiminde kullanılabilirliği ve sürdürülebilirlik açısından incelenmesi. DÜBİTED;3(1):226-235. 2015.
10. Ding T., Xiao J. Estimation of building-related construction and demolition waste in Shanghai, Waste Manag. 34 2327–2334.2014
11. Gaedicke,C. Marines,A. Miankodila,F. Assessing the abrasion resistance of cores in virgin and recycled aggregate pervious concrete Construction and Building Materials. Volume 68, 15 Pages 701-708 October 2014,
12. Ghafoori,N. ASCE,M. and Dutta,S. Laboratory investigation of compacted no-fines concrete for paving materials Journal of Materials in Civil Engineering Volume 7, Issue 3 1995.
13. İbrahim, A., Mahmoud, E., Yamin, M., Patibandla, V.C. Experimental study on portland cement pervious concrete mechanical and hydrological properties. Construction and Building Materials, 50, 524–529. 2014.
14. Huang, B., Wu, H., Shu, X., Burdette, E.G. Laboratory evaluation of permeability and strength of polymer modified pervious concrete. Construction and Building Materials, 24, 818–823. 2010.
15. Kevern, J.T., Schaefer V.R., Wang, K. The effect of curing regime on pervious concrete abrasion resistance. Journal of Testing and Evaluation, 37,(4), 337-342. 2009.
16. Korkut, M. K., & Şimşek, O. İri agrega olarak inşaat yıkıntı atığı, ince agrega olarak doğal ve kırma kum kullanılan betonun bazı mühendislik özelliklerinin incelenmesi. International Journal of Engineering Research and Development, 13(2), 508-520. 2021.
17. Lim, E., Twan, K.H., Fwa, T.F., Effect of mix proportion on strength and permeability of pervious concrete for use in pavement. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 10, 1565-1575. 2013.
18. Meininger, R., No-fines Pervious Concrete for Paving, National Ready Mixed Concrete Association(175). 1988
19. Neithalath, N., Sumanasooriya, M.S., Deo, O., Characterizing pore volume, sizes and connectivity in pervious concretes for permeability prediction. Materials Characterization, 61, 802-813, 2010.
20. Kartam N., Al-Mutairi N., Al-Ghusain I. Ve Al-Humoud J., Environmental management of construction and demolition waste in kuwait, Waste Management. Volume 24, Issue 10, 1049-1059. 2004,
21. Knight, K.A. Cunningham,P.R. Miller S.A., Optimizing supplementary cementitious material replacement to minimize the environmental impacts of concrete, Cem. Concr. Compos. 139 105049,2023.
22. Obla K. H., Pervious concrete—an overview, The Indian Concrete Journal, vol. 84, no. 8, pp. 9-18, 2010.
23. Özçelik, Y., & Şimşek, O., Köpük beton üretiminde inşaat yıkıntı atığı ince agregası kullanımını ve optimum su/çimento oranının belirlenmesi. Politeknik Dergisi, 27(1), 263-271. 2024.

24. Öztürk M., İnşaat/Yıkıntı Atıklarının Yönetimi, Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005, Ankara,
25. Pourghadri S. H. ve Şimşek O. , Farklı oranlarda geri dönüşüm agregası kullanılarak üretilen betonun bazı mühendislik özelliklerinin araştırılması, Politeknik Dergisi, 21(1): 83-91. 2018.
26. Rakshvir M. Sudhirkumar V. Barai., Studies on recycled aggregates-based concrete Waste Manag Res. 2006 Jun;24(3):225-33. 2006.
27. Şimşek, O., Beton ve Beton Teknoloji 7. Baskı Seçkin yayınevi. 2024, Ankara
28. Tokgöz, G., Karahmetli, S. & Tokgöz, S., Kentsel peyzajlarda geçirimli beton kullanımı ve özelliklerinin değerlendirilmesi . Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10 (2), 1067-1078.2022.
29. TS EN 933-1. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler-Bölüm 1: Tane büyüklüğü dağılımının tayini - Eleme yöntemi, TSE . 2015, Ankara
30. TS EN 1097-6. Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler-Bölüm 6:Tane yoğunluğunun ve su emme oranının tayini, TSE. 2015, Ankara
31. TS EN 12390-3, Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayini, TSE. 2019, Ankara
32. Ulucan, M. & Alyamaç, K. E.,Geri Dönüşüm Agregalı Betonların Erken Yaş Dayanımlarını Tahmin Eden Matematiksel Modellerin Geliştirilmesi . Journal of the Institute of Science and Technology , 13 (1) , 399-405 .2023a.
33. Ulucan, M. & Alyamaç, K. E.,Farklı Oranlarda Geri Dönüşümlü Beton Agregaları Kullanılarak Üretilen Betonların Çevresel Etki Değerlendirmelerinin Yapılması, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilim. Derg. 23, 438-447,2023b.
34. Ulucan,M. Tas,Y. Alyamac, K.E.Multi objective optimization and assessment of recycled concrete aggregates for sustainable development: Example of the Kömürhan bridge, Struct. Concr.. 2023.

DEĞİŞİK PUZOLANİK MALZEMELERLE ÜRETİLMİŞ GEOPOLİMER HARÇLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

YL Öğrencisi, Rita Zhumatay

Ege Üniversitesi, zhumatayrk@gmail.com-0009-0000-2525-9121

Özet

Geopolimer harçların çeşitli puzolanik malzemelerle üretimi ve mekanik özelliklerinin (eğilme ve basınç dayanımı) farklı yaşlardaki davranışları. Bu çalışma, geopolimer harçların farklı puzolanik malzemelerle üretilmesi ve bu malzemelerin mekanik dayanım özelliklerine etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Geopolimerler, çimento esaslı malzemelere çevreci bir alternatif sunarak, karbon salınımını azaltma potansiyeline sahiptir. Bu çalışma kapsamında kireçtaşı, uçucu kül ve cüruf kullanılan karışımlar kontrol karışımları olarak ele alınmış, ayrıca tuğlakiremit ve seramik malzemelerle hazırlanan harçlar üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Harçlar hava ortamında kürlenmiş ve özellikle çeşitli yaşlarda (3, 7 ve 28 gün) elde edilen eğilme ve basınç dayanımları ölçülerek, mekanik performansları karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, farklı puzolanik malzemelerin geopolimer yapısına etkisini ortaya koyarak, özellikle yapı ve inşaat sektöründe bu malzemelerin kullanım potansiyelini vurgulamaktadır. Bu çalışma, geopolimer malzeme tasarımı ve uygulamaları için önemli veriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Geopolimer harç, puzolanik malzemeler, basınç dayanımı, eğilme dayanımı.

1. GİRİŞ

Günümüzde inşaat sektöründe çevre dostu ve sürdürülebilir malzemelere olan ilgi giderek artmaktadır. Geleneksel Portland çimentosu, üretimi sırasında yüksek enerji tüketimi ve karbon salınımı nedeniyle çevresel problemlere yol açmaktadır. Bu nedenle, alternatif bağlayıcı sistemler geliştirme çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Geopolimerler, endüstriyel atıklar ve doğal puzolanik malzemeler kullanılarak üretilen çevre dostu bağlayıcılardır. Yüksek mekanik dayanım, kimyasal direnç ve düşük karbon salınımı gibi avantajlara sahip olan geopolimerler, çimento bazlı malzemelere alternatif olarak değerlendirilmektedir. Geopolimer harçlar, uçucu kül, yüksek fırın cürufü, metakaolin gibi malzemelerin alkali aktivatörler ile reaksiyona girmesi sonucu oluşur. Geopolimer kelimesi genellikle alkali ile aktive olan malzemelerin bir alt grubunu ifade eder. Düşük kalsiyum içeriğine sahip uçucu kül ve kalsine killer (örneğin metakaolin), geopolimer sentezinde kullanılan en yaygın öncülerdir. Geopolimer teriminin 1970'lerde Fransız bilim adamı ve mühendis Joseph Davidovits tarafından ortaya atıldığına altı çizilmelidir [1]. Bu çalışma, tuğla, kiremit ve seramik gibi farklı puzolanik malzemeler ile üretilen geopolimer harçların mekanik özelliklerini değerlendirmektedir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Amaç

Bu çalışmanın temel amacı, farklı puzolanik malzemeler kullanılarak üretilen geopolimer harçların mekanik özelliklerini incelemektir. Geleneksel çimento bazlı malzemelere alternatif olarak değerlendirilen geopolimerler, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Bu bağlamda, çalışmada tuğla, kiremit ve seramik atıkları gibi geri dönüştürülebilir malzemelerin geopolimer harç üretiminde kullanım potansiyeli araştırılmıştır.

2.2. Yöntemler

Deneylerde kullanılan inşaat atıkları, tuğla, kiremit ve seramik tozlarından elde edilmiştir. Bu atıklar, belirli tane boyutuna getirilerek ince agregalar şeklinde kullanılmıştır. Atık malzemelerin tane boyutu, 0-4 mm arasında belirlenmiş ve öğütülerek uygun hale getirilmiştir. Bağlayıcı madde olarak uçucu kül ve yüksek fırın cürufu kullanılmıştır. Uçucu kül, kömür yakma süreçlerinden elde edilen bir yan üründür ve puzolanik özellikler gösterir. Yüksek fırın cürufu ise, demir çelik üretimi sırasında ortaya çıkan bir yan üründür ve bağlayıcı özelliklere sahiptir. Geopolimer harcın ikinci temel bileşeni olan alkali aktivatör, NaOH ve Na₂SiO₃ karışımı olarak belirlenmiştir.

Karşılaştırma amacıyla, kireçtaşı ve uçucu kül karışımı ile kireçtaşı ve cüruf karışımı içeren kontrol harçları hazırlanmıştır. Bu kontrol harçları, referans olarak kullanılmakta olup, farklı puzolanik malzemelerin etkisini karşılaştırmak için temel alınmıştır.

Harç karışımları belirli oranlarda bağlayıcı malzeme, inşaat atığı ve alkali aktivatör çözeltileri kullanılarak hazırlanmıştır. Bu çalışmada, 40x40x160 mm boyutlarında prizmatik kalıplarda uçucu kül içeren (KUK, TKUK, SUK), yüksek fırın cürufu içeren (KC, TKC, SC) ve tüm malzemeleri içeren karma karışımlar (TKSUKC) oluşturulmuştur. Her karışımdan üçer adet numune hazırlanarak toplamda 63 numune elde edilmiştir. Bu numuneler, farklı karışım oranlarına göre hazırlanmış ve her biri 3, 7 ve 28 günlük testler için ayrılmıştır. Numune hazırlama sürecinde, malzemelerin homojen bir şekilde karıştırılması sağlanmış ve harçların

düzgün bir şekilde kalıplara dökülmesine dikkat edilmiştir. Taze harçların kıvam özelliklerini belirlemek amacıyla yayılma değeri ölçülmüştür. Yapılan ölçümler, tüm karışımlar için 22-24 cm arasında bir yayılma değeri elde edilmiştir. Bu değer, harçların işlenebilirliğini ve kıvamını belirlemek için önemli bir gösterge olmuştur. Hazırlanan numuneler, doğal ortam koşullarında, açık havada kürlenmeye bırakılmıştır. Kürlenme süresi boyunca, numuneler dış etkenlerden korunmuş ve ortamın sıcaklık ve nem koşulları göz önünde bulundurulmuştur.

Hazırlanan geopolimer harçlar üzerinde, 3, 7 ve 28 günlük sürelerle eğilme ve basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler, harçların mekanik özelliklerini ve dayanıklılığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Geopolimer harç karışım parametreleri, **Çizelge 2.1**'de ve harçların karışım miktarı ise **Çizelge 2.2**'de sunulmuştur.

Çizelge 2.1. Geopolimer Harç Karışım Parametresi

İnce Agregası (gr)	Bağlayıcı (gr)	Aktivatör Çözeltisi (gr)
1350	450	272

Çizelge 2.2. Geopolimer Harçların Karışım Miktarı

Geopolimer harç kodu	Kireçtaşı	TuğlaKiremit	Seramik	Uçucu Kül	Yüksek Fırın Cürufü
KUK	1350	-	-	450	-
KC	1350	-	-	-	450
TKUK	-	1350	-	450	-
SUK	-	1350	-	450	-
TKC	-	1350	-	-	450
SC	-	1350	-	-	450
TKSUKC	-	675	675	-	-

2.3.Eğilme Dayanımı Deneyi

Geopolimer harçların eğilme altındaki çekme dayanımını belirlemek amacıyla, TS EN 1015-11 standardına uygun olarak eğilme dayanımı deneyi yapılmıştır. Bu deneyde, numunelere uygulanan eğilme yükü altında, harçların çekme dayanımı değerlendirilmiştir. Test, belirli sürelerle (3, 7 ve 28 gün) kürlenmiş prizmatik numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu sonuçlar, harçların kürlenme süresiyle birlikte dayanımlarının arttığını ve uzun vadede daha yüksek mekanik özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Eğilme dayanımı deneyi, **Görsel 2.1**'de sunulmuştur.



Görsel 2.1. Eğilme Dayanımı Deneyi.

2.4. Basınç Dayanımı Deneyi

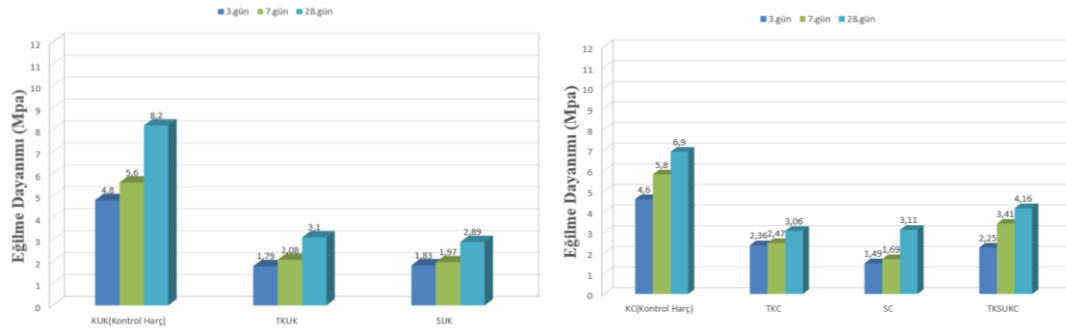
Eğilme dayanımı testinin ardından, ortadan ikiye bölünmüş numuneler, düzgün kalıp yüzeylerine yerleştirilerek TS EN 1015-11 [5] standardında belirtilen şekilde basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuştur. Basınç dayanımı testi, numunelerin her iki ucuna uygulanan eşit yüklerle gerçekleştirilmiş olup, test prosedürü **Görsel 2.2'**de gösterildiği gibi uygulanmıştır.



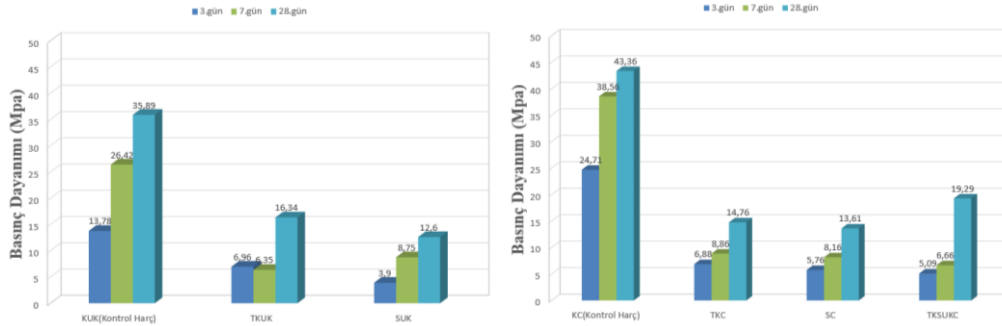
Görsel 2.2. Basınç Dayanımı Deneyi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Geopolimer harçların eğilme dayanımı ve basınç dayanımı test sonuçları Görsel 3.1'de verilmiştir. Eğilme dayanımı test sonuçlarına göre, 3. günde 1,49 MPa ile 4,8 MPa arasında, 7. günde 1,69 MPa ile 5,6 MPa arasında ve 28. günde 2,89 MPa ile 8,2 MPa arasında değerler elde edilmiştir. Basınç dayanımı değerlendirildiğinde ise, 3. günde 3,9 MPa ile 24,71 MPa arasında, 7. günde 6,35 MPa ile 38,55 MPa arasında ve 28. günde 12,6 MPa ile 43,36 MPa seviyelerine ulaşmıştır.



Görsel 3.1. Basınç dayanımı deneyi.



Görsel 3.2. Basınç dayanımı deneyi.

DeneySEL çalışmalarından elde edilen veriler doğrultusunda, farklı puzolanik malzemelerin geopolimer harçların mekanik özellikleri üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Tuğla ve kiremit esaslı karışımların başlangıç dayanımlarının nispeten düşük olduğu, ancak zamanla dayanım kazandıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yüksek fırın cürufu içeren karışımların erken yaş dayanımlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Eğilme dayanımı değerlendirilmesinde, tüm karışımların belirli seviyelerde mukavemet sunduğu, ancak seramik esaslı karışımların eğilme dayanımının diğer karışımlara kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. DeneySEL veriler, yüksek fırın cürufu içeren harçların erken yaş dayanımlarının daha yüksek olduğunu, ancak uçucu kül içeren harçların 28. gün itibarıyla benzer veya daha yüksek dayanım değerlerine erişebildiğini ortaya koymaktadır. Eğilme dayanımı testlerinde, seramik içeren karışımların diğer bileşimlere kıyasla daha düşük performans

gösterdiği, ancak uçucu kül ve yüksek fırın cürufu katkılarının mekanik dayanımı artırdığı gözlemlenmiştir.

4.GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sonuçlar, geopolimer teknolojisinin, geleneksel çimento bazlı sistemlere alternatif olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Uçucu kül ve yüksek fırın cürufu içeren karışımların dayanım performansları karşılaştırıldığında, erken yaş dayanımı açısından yüksek fırın cürufunun avantajlı olduğu, ancak uzun vadede uçucu kül içeren karışımların da yeterli dayanımı geliştirdiği tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Davidovits J., *Mineral polymers and methods of making them*,1982
- [2] Davidovits J. (ed.). *Geopolymer, green chemistry and sustainable development solutions: proceedings of the world congress geopolymer 2008*. – Geopolymer Institute, 2008.
- [3] Davidovits J. G. *Chemistry and applications* //Saint-Quentin: Institute Geopolymer. – 2008.
- [4] Kong, D.L.Y. and Sanjayan, J.G., „„Effect of elevated temperatures on geopolymer paste, mortar and concrete““, Cement and Concrete Research 40, 334–339, 2010.
- [5] TS EN 1015-11, Kagir harcı - Deney yöntemleri - Bölüm 11: *Sertleşmiş harcın eğilmede çekme ve basınç dayanımının tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
- [6] Merve T.,Kambiz R., Adil G., *Agrega türünün uçucu kül ve tuğla tozu esaslı geopolimer harç özelliklerine etkisi*, 2023
- [7] Gazi G., *Cam tozu, tuğla tozu ve fayans tozu katkılı geopolimer harçlarda yüksek sıcaklık etkisinin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi,Kırıkkale üniversitesi fen bilimler enstitüsü,2023.
- [8] Güneş, M., *Vollastonit katkılı yüksek performanslı harçların mekanik ve durabilite özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde,2018.
- [9] Nawaz, M., Heitor, A. & Sivakumar, M. , *Geopolymers in construction – recent developments*. Construction and Building Materials, 260, 120472.,2020.
- [10] Brown G. *A global sand shortage could cause damaging effects to our rapidly urbanizing world*. Business Insider.,2022.

- [11] Khale, D. and Chaudhary, R., *Mechanism of geopolymerization and factors influencing its development: a review*, Journal of materials science 42(3), 729-746, 2007.
- [12] Liu, X., Chia, K. S. and Zhang, M. H. ,*Water absorption, permeability, and resistance to chloride-ion penetration of lightweight aggregate concrete*, Construction and Building Materials 25(1), 335-343, 2011.
- [13] He J., Jie, Y., Zhang, J., Yu, Y., Zhang, G.,*Synthesis and characterization of red mud and rice husk ash-based geopolymer composites*, Cement and Concrete Composites,2013
- [14] Özodabaş, A.,*Alkalilerle aktive edilmiş yüksek fırın cürüflü harçların performansının geliştirilmesi*, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya, Türkiye,2014.
- [15] Erdoğan, T. Y. (2021). *Beton* (7. basım). ODTÜ Yayıncılık
- [16] Zhang, H., Li, L., Yuan, C., Wang, Q., Sarker, P. K. & Shi, X.,*Deterioration of ambient-cured and heat-cured fly ash geopolymer concrete by high temperature exposure and prediction of its residual compressive strength*. Construction and Building Materials,2020

GECE EKONOMİSİNİN GENİŞLEMESİNİN KONUT ALANLARINA ETKİSİ:KADIKÖY ÖRNEĞİ

Şehir Plancısı, Sevda VARLI

Yıldız Teknik Üniversitesi, sevdavarli@gmail.com - 0009-0004-8687-3976

Prof. Dr. Zeynep Şirin ENLİL

Yıldız Teknik Üniversitesi, zeynepenlil@gmail.com - 0000-0002-6328-7665

ÖZET

Dünyadaki birçok kent, kent merkezlerindeki eğlence odaklı gece ekonomisini genişletme eğilimindedir. Gece ekonomisinin teşvik edilmesi, kent merkezlerini canlandırmak ve kentsel cazibeyi artırmanın yanı sıra, canlı bir gece hayatı vurgusuyla yerel prestiji artırmak, yeni yatırımları çekmek ve kentin pazarlanabilirliğini artırmak için önemli bir araç haline gelmiştir. Kentler, karmaşık ve çok yönlü bir “zaman-mekan” yapısına sahiptir. Merkezi bölgeler yalnızca çalışılan, eğlenilen, sosyalleşilen alanlar değil, aynı zamanda barınma alanlarıdır. Bu bağlamda gece ekonomisinin genişletilmesi, hem olumlu hem olumsuz etkileriyle kent sakinlerinin yaşamını etkilemektedir. Bu çalışma, İstanbul’un Kadıköy ilçesinde bir örnek alan incelemesi olarak ele alınmakta olup gece ekonomisinin genişlemesinin İstanbul’un merkezi bölgesindeki bir mahalleye etkilerini ve yaşayanlar üzerindeki sosyal, mekansal ve ekonomik sonuçlarını anlamayı amaçlamaktadır. Çalışma, literatür araştırması, saha çalışmaları ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bulgular, gece ekonomisi kentsel canlılığa katkı sağlamakla birlikte işletme türlerinin tek tipleşmesi ve konut fonksiyonunun azalması nedeniyle kent merkezlerinin dönüşümüne neden olmaktadır. Gürültü, kirlilik ve antisosyal davranışlar ise toplumsal yaşanabilirlik üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bu bağlamda, farklı kullanım amaçları göz önünde bulundurularak kent merkezlerinde gece hayatının teşvik edilmesi daha eleştirel bir bakış açısıyla ele alınmalıdır. Kapsayıcı bir gece yönetimi ve dengeli bir düzenleme yaklaşımına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Gece, Gece Ekonomisi, Gece Hayatı

Çimento Esaslı Kompozitlerde Jüt Takviyesinin Rolü: Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Dr. Öğr. Gör. Hasan POLAT

Bingöl Üniversitesi, hpolat@bingol.edu.tr- 0000-0003-1521-0695

Dr. Öğr. Gör. M. Nuri KOLAK

Bingöl Üniversitesi, hpolat@bingol.edu.tr- 0000-0003-3533-3422

ÖZET

Bu çalışmada, farklı oranlarda jüt içeren çimento esaslı kompozitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Karışımların yoğunluk, su emme, porozite, basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı parametreleri değerlendirilmiştir. Jüt oranının artmasıyla yoğunluk ve basınç dayanımı azalırken, su emme ve porozite değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Kontrol numunesi (J0) 1.883 g/cm³ yoğunluk, %7.52 su emme, %14.16 porozite ve 40.54 MPa basınç dayanımı ile en iyi performansı sergilerken, %8 jüt içeren J8 numunesi 1.639 g/cm³ yoğunluk, %11.87 su emme, %19.46 porozite ve 19.39 MPa basınç dayanımı değerleriyle en düşük performansı göstermiştir. Korelasyon analizi, yoğunluk ile basınç dayanımı arasında ($r = 0.98$) ve su emme ile porozite arasında ($r = 0.99$) güçlü bir pozitif ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlar, jütün çimento esaslı kompozitlerde çevresel fayda sağlayabileceğini, ancak malzeme özelliklerinin optimize edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu araştırmanın sonuçları, jüt liflerinin kolaylıkla temin edilebildiği ülkelerde, özellikle çatı, duvar panelleri ve diğer yapı levhaları için düşük maliyetli bir yapı malzemesi geliştirmede jüt liflerinin kullanılmasının mümkün olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Jüt, Polimer kompozitler; Mekanik özellikler, Fiziksel özellikler

The Role of Jute Reinforcement in Cement-Based Composites: Physical and Mechanical Properties

ABSTRACT

In this study, the physical and mechanical properties of cement-based composites containing different proportions of jute were investigated. The mixtures were evaluated in terms of density, water absorption, porosity, compressive strength, and ultrasonic pulse velocity parameters. As the jute content increased, a decrease in density and compressive strength was observed, while water absorption and porosity values increased. The control sample (J0) exhibited the best performance with a density of 1.883 g/cm³, water absorption of 7.52%, porosity of 14.16%, and compressive strength of 40.54 MPa, while the J8 sample containing 8% jute demonstrated the lowest performance, with a density of 1.639 g/cm³, water absorption of 11.87%, porosity of 19.46%, and compressive strength of 19.39 MPa. Correlation analysis revealed a strong positive relationship between density and compressive strength ($r = 0.98$) and between water absorption and porosity ($r = 0.99$). The obtained results highlight that jute can provide environmental benefits in cement-based composites; however, material properties need to be optimized. The findings of this study indicate that jute fibers can be utilized to develop a low-cost construction

material, particularly for roofing, wall panels, and other building boards, in countries where jute fibers are readily available.

Keyword: Jute, Polymer composites, Mechanical properties, Physical properties

1. GİRİŞ

Son yıllarda artan çevre bilincinin getirdiği üretimde sürdürülebilirlik ve yenilenebilir, çevre dostu kompozitlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır [1]. Sürdürülebilirlik, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılamak olarak tanımlanmıştır [2]. Bu bağlamda, yenilenebilir kaynaklardan üretilen malzemelerin ve atıkların geri dönüştürülerek kullanıldığı kompozitler, çevresel etkileri azaltırken ekonomik ve fonksiyonel avantajlar da sağlamaktadır. Sürdürülebilirliği sağlamak adına, doğal liflerin yenilenebilir ve biyolojik olarak parçalanabilir özelliklerinden yararlanılarak çevre dostu kompozit malzemeler geliştirilmesi önem kazanmaktadır. Bu lifler; kenevir, jüt, keten, sisal ve hindistan cevizi lifleri gibi doğal kaynaklardan elde edilen malzemelerdir. Jüt, ıhlamurgiller (*Tiliaceae*) familyasının *Corchorus* cinsine mensup tekstil üretiminde pamuktan sonra ikinci öneme sahip sak lifidir. Tropik ve subtropik iklimlerde yetişen, boyu 2-4 metreye kadar ulaşan odunsu bir bitkidir [3]. Jüt, yenilenebilir, biyolojik olarak parçalanabilir ve bol miktarda bulunan bir kaynaktır [4]. Jüt de dahil olmak üzere doğal elyaflar, düşük maliyet, düşük yoğunluk ve yüksek spesifik özellikler gibi avantajlara sahiptir ve bu da onları yenilenemeyen sentetik elyaflar için potansiyel ikame haline getirmektedir [5]. Yapılan literatür çalışmasında, Zakaria et al. [6]. jüt ipliğinin beton kompozitlerin mekanik davranışı üzerindeki etkisini incelediği çalışmalarında, jüt ipliği ilavesinin beton kompozitlerin mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini ve optimum jüt ipliği oranı ve uzunluğu, beton kompozitlerin mekanik özelliklerini iyileştirirken, aşırı jüt ipliği ilavesi performansı olumsuz etkilediğini rapor etmişlerdir. Chakraborty et al. [7] polimer modifiye jüt lifinin çimento harcının fiziksel ve mekanik özelliklerini kontrol eden bir takviye ajanı olarak kullanımını inceledikleri çalışmalarında, polimer modifiye jüt liflerinin çimento harcının basınç dayanımını, eğilme dayanımını, darbe dayanımını ve su emme kapasitesini önemli ölçüde iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Fonseca et al. [8] ekstrüzyonla üretilen lifli çimento kompozitlerinde jüt lifleri ve mikro/nanoliflerin takviye malzemesi olarak kullanımını inceledikleri çalışmalarında, jüt liflerinin ve mikro/nanoliflerin, lifli çimento kompozitlerin mekanik özelliklerini ve su emme direncini önemli ölçüde iyileştirdiğini rapor etmişlerdir. Gwon et al. [9] kenaf ve jüt lifi takviyeli çimento kompozitlerin reolojik ve mekanik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, kenaf ve jüt liflerinin çimento kompozitlerin reolojik özelliklerini etkilediğini ve lif oranının artmasıyla akışkanlığın azaldığını bildirmişlerdir. Zhou et al. [10] kısa ayrık jüt lifi takviyeli çimento kompozitlerin kırılma ve darbe özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, optimum jüt lifi oranı ve uzunluğu, kompozitlerin kırılma enerjisini ve darbe dayanımını artırırken, aşırı jüt lifi ilavesi performansı olumsuz etkilediğini rapor etmişlerdir. Song et al. [11] jüt lifi takviyeli çimento kompozitlere kapsamlı bir genel bakış sundukları çalışmalarında, jüt lifi takviyeli çimento kompozitlerin, geleneksel betonarmeye göre daha sürdürülebilir ve çevre dostu bir alternatif olduğunu ve çeşitli yapısal uygulamalar için potansiyel taşıdığını vurgulamışlardır. Yıldızhan et al. [12] jüt/pamuk doğal elyaf takviyeli hibrit kompozitlerin mekanik ve morfolojik özelliklerini inceledikleri

çalışmalarında, jüt ve pamuk elyaflarının hibrit kullanımının kompozitlerin mekanik özelliklerini iyileştirdiğini ve optimum elyaf oranının kompozit performansı için kritik olduğunu rapor etmişlerdir.

Özes and Taşkın, [12] jüt kumaş ve yün keçe esaslı kompozitlerin darbe davranışını inceledikleri çalışmalarında, jüt kumaş ve yün keçenin birlikte kullanımının kompozitlerin darbe performansını iyileştirdiğini belirtmişlerdir. Ramnath et al. [13] jüt ve keten liflerinin birlikte kullanımıyla üretilen cam elyaf takviyeli kompozitin mekanik davranışını inceledikleri çalışmalarında, hibrit lif kullanımının kompozitin mekanik performansını artırdığını ve potansiyel uygulamalar için uygun olduğunu rapor etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada, farklı oranlarda jüt içeren çimento esaslı kompozitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ağırlıkça %50 çimento %50 CEN kumu içeren kontrol grubu üretildi. Daha sonra CEN kumu yerine %2, %4, %6 ve %8 oranlarında jüt lifleri kullanılarak diğer kompozit numune grupları üretildi. Üretilen çimento esaslı kompozitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri incelendi.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

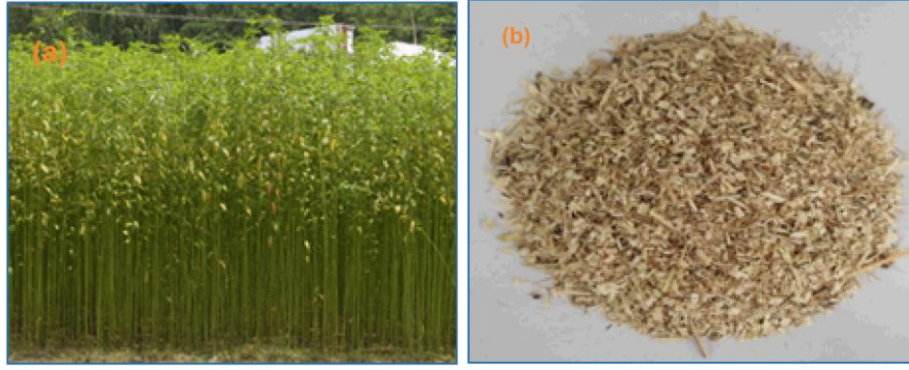
Yapılan çalışmada bağlayıcı olarak CEM I 42.5 R tipi Portland çimentosu kullanılmıştır. Çimentonun kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çimentoya ait fiziksel ve kimyasal özellikler [14]

Kimyasal Bileşim (%)							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O
19.16	4.87	3.76	63.03	1.65	3.26	0.58	0.17

Çimentonun Fiziksel Özellikleri		
Yoğunluk (g/cm ³)	Blaine (cm ² /G)	İncelik (µ)
3.13	4130	2.8

Ayrıca çalışmada, çimento kompozitlerin üretimlerinde faz malzeme olarak, kompozit özelliklerinin faz malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden en az düzeyde etkilenmesi için [15]’ya uygun Standart CEN kumu kullanıldı. Ayrıca çalışmada jüt bitkisinden gövde kısmından elde edilen 2-3 cm boyutunda jüt parçaları kullanıldı. Jüt’e ait kimyasal içerik Çizelge 2’de gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan jüt bitkisi ve kullanılan jüt parçaları Görsel 1’de gösterilmiştir.



Görsel 1. Jüt bitkisi (a) jüt gövdesinden elde edilen parçalar (b)

Çizelge 2. Jüt liflerine ait kimyasal bileşimi [16]

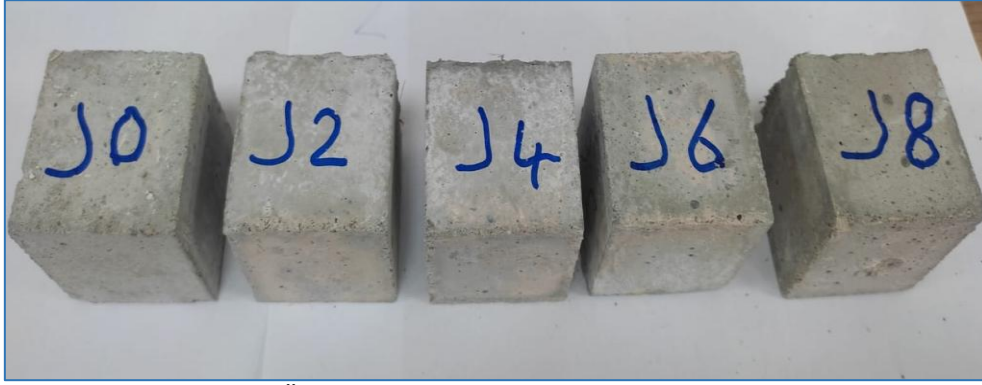
Bileşen	(%)
Selüloz	33.4
Hemiselüloz	22.7
Lignin	28.0

2.2. Kompozit numunelerin üretimi

Bu çalışmada, çimento esaslı kompozit numuneler farklı oranlarda jüt kullanılarak üretilmiştir. Üretim sürecinde su/çimento oranı ise 0.50 olarak sabit tutulmuştur. Kontrol numunesi, ağırlıkça %50 çimento ve %50 CEN standardına uygun kuvars kumu içerecek şekilde hazırlanmıştır. Jüt modifiye edilen kompozit gruplarında, CEN kumunun yerini sırasıyla %2, %4, %6 ve %8 oranında jüt olacak şekilde karışımlar oluşturulmuştur. Tüm malzemeler, standart bir laboratuvar tipi mikser kullanılarak homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Karışımlar, katmanlar halinde kalıplara yerleştirilmiş ve her katman vibrasyon masasında sıkıştırılarak homojenlik sağlanmıştır. Döküm işleminin ardından numuneler, kalıplarda 24 saat bekletilmiş ve ardından çıkarılarak 28 gün boyunca 22 ± 2 °C sıcaklıkta ve %95 bağıl nem koşullarında standart su kürün de bekletilmiştir. Kürleme sürecinin ardından, tüm numunelerin fiziksel ve mekanik özellikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu yöntemle, bir kontrol numunesi ve dört farklı jüt oranına sahip kompozit numune grubu olmak üzere toplamda beş farklı çimento esaslı kompozit numune üretilmiştir. Çimento esaslı kompozit numunelerin karışım grupları Çizelge 3'te, üretilen çimento esaslı kompozit numuneler Görsel 2'de sunulmuştur.

Çizelge 3. Çimento esaslı kompozit numunelerin karışım grupları

Karışım Kodu	Su (g)	Çimento (g)	Standart CEN kumu (g)	Jüt Lifleri (g)	Jüt Lifleri İkame Oranı (%)
JO	450	900	700	0	0
J2	450	900	686	14	2
J4	450	900	672	28	4
J6	450	900	658	42	6
J8	450	900	644	56	8



Görsel 2. Üretilen çimento esaslı kompozit numuneler

2.3. Deneysel çalışma

2.3.1. Fiziksel özellikler

Yapılan çalışmada fiziksel testler olarak; yoğunluk, su emme ve porozite deneyleri yapıldı. TS EN 1170-6'ya [17] göre Arşimet terazisi kullanılarak elde edilen veriler yardımıyla aşağıda yer alan Denklem (1), (2) ve (3) kullanılarak fiziksel özellikler belirlenmiştir.

$$\text{Yoğunluk: } M_0 / (M_0 - M_1) \quad (1)$$

$$\text{Su emme: } (M_2 - M_0) / M_0 * 100 \quad (2)$$

$$\text{Porozite: } (M_2 - M_0) / (M_2 - M_1) * 100 \quad (3)$$

Burada, M_0 : numunenin etüv kurusu kütlesi, M_1 : numunenin sudaki kütlesi M_2 : numunenin doymun kuru yüzey kütlesidir.

2.3.2. Mekanik özellikler

Basınç dayanımı deneyi TS EN 12390-3 (2019) [18] standardına göre gerçekleştirilmiştir. Her bir polimer kompozit numune grubundan 3 adet 5x5x5 cm boyutunda numune üretilmiş ve uygun şartlarda kür edilmiştir. Basınç dayanımı deneyi bu numuneler üzerinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçların, aritmetik ortalamaların alınmasıyla grupların basınç dayanımı değerleri belirlenmiştir. Ultrases geçiş hızı testi, ASTM C597-16 (2016) [19] standardına göre yapılmıştır. Deneylerde 5x5x5 cm boyutunda 3 adet numune kullanılmıştır. Ölçümler sonucunda elde edilen verilerin ortalaması alınarak ultrases geçiş hızı değerleri belirlenmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan çalışmada, üretilen çimento kompozitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen veriler çizelge 4'de sunulmuştur.

Çizelge 4. Çimento esaslı kompozit numunelerin test sonuçları

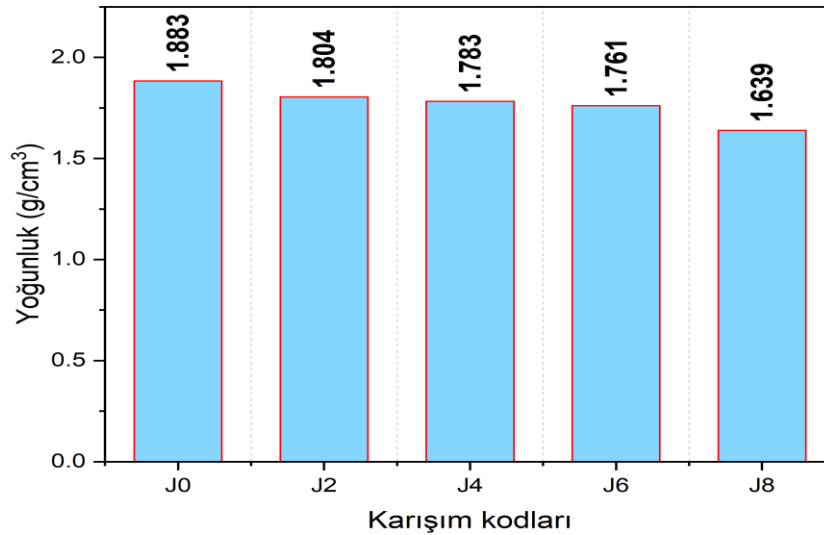
Kod	Yoğunluk (g/cm ³)	Su emme (%)	Porozite (%)	Ultrases geçiş hızı (m/s)	Basınç dayanımı (MPa)
J0	1.973	0.07	0.13	3828	86.74
J2	1.513	0.36	0.54	3302	73.72

J4	1.418	0.60	0.85	3145	69.82
J6	1.300	0.90	1.18	2959	62.18
J8	1.188	1.01	1.19	2451	57.86

3.1. Yoğunluk

Farklı karışım oranlarında üretilen çimento esaslı kompozitlerin yoğunluk değerleri Görsel 3’de sunulmuştur. Görsel 3 incelendiğinde, kontrol numunesi (J0) ve farklı oranlarda jüt içeren numunelerin yoğunluk değerleri görülmektedir. Kontrol numunesi J0, 1.883 g/cm³ yoğunluk ile en yüksek değeri göstermiştir.

Jüt oranı arttıkça yoğunluk değerlerinde düzenli bir azalma gözlenmiş ve %8 jüt içeren J8 numunesi, 1.639 g/cm³ yoğunluk ile en düşük değere sahiptir. Bu azalma, tarımsal atık jütün CEN kumu yerine kullanılmasıyla, malzeme matrisinde meydana gelen yoğunluk farklarından kaynaklanmaktadır. Literatürde, jüt gibi lignoselülozik liflerin düşük yoğunluklu malzemeler olduğu ve bu tür liflerin beton veya kompozit karışımlarında kullanılmasının yoğunlukta azalmaya neden olduğu bildirilmiştir [2]. Jüt oranının artmasıyla yoğunluğun azalması, aynı zamanda matriste daha fazla boşluk oluşmasına veya lif-matris bağlanmasında zayıflıkların meydana gelmesine işaret edebilir. Bu durum, liflerin homojen dağılmasının ve uygun bağlanma özelliklerinin yoğunluğu koruma açısından kritik olduğunu vurgulamaktadır [20]. Bununla birlikte, lif takviyeli malzemelerde yoğunluk azalmasının, malzemenin ağırlık-hacim oranını düşürerek hafif yapı malzemeleri üretimine katkı sağladığı da bilinmektedir [21]. Ayrıca, CEN kumu yerine jüt kullanımı, yoğunluk değerlerini azaltarak çevresel fayda sağlamakta ve hafif malzeme üretimine olanak tanımaktadır.

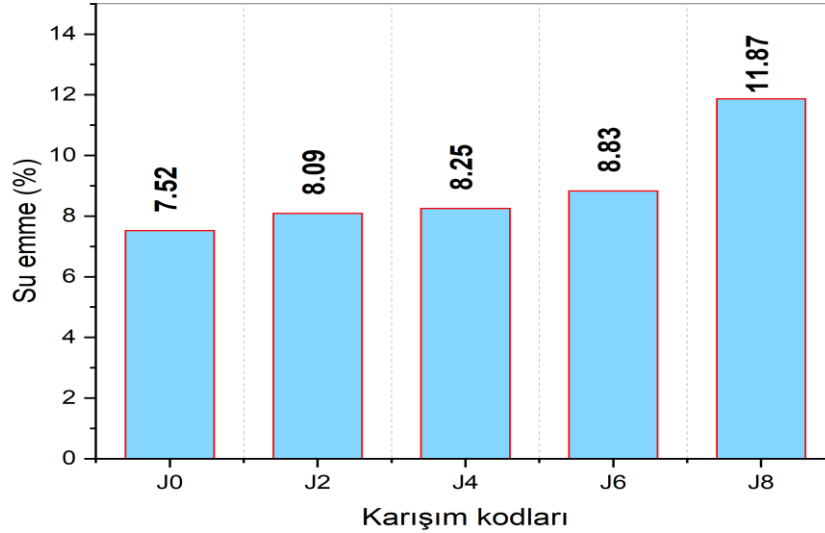


Görsel 3. Yoğunluk değerleri

3.2. Su emme ve porozite

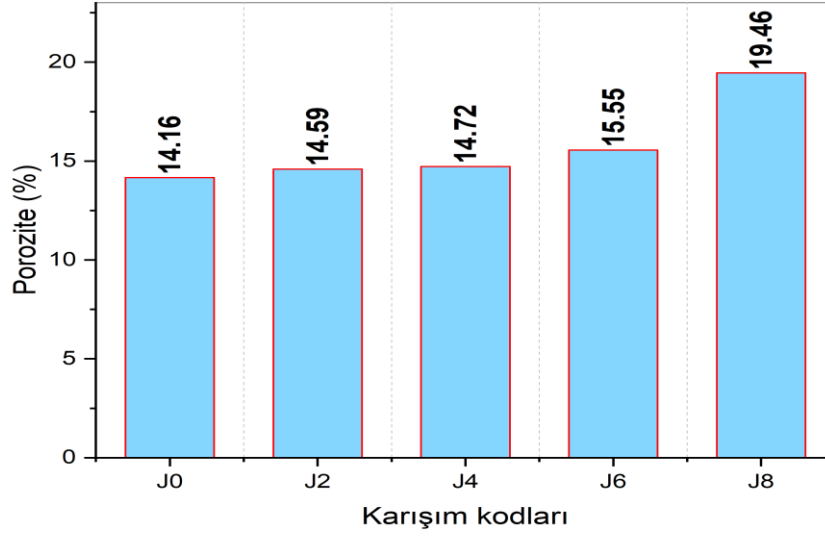
Üretilen çimento esaslı kompozitlerin su emme değerleri Görsel 4’de gösterilmiştir. Görsel 4 incelendiğinde, jüt oranının artışıyla birlikte su emme değerlerinin kademeli olarak arttığı gözlemlenmiştir. Kontrol numunesinin (J0) su emme değeri %7.52 olarak belirlenirken, %8 oranında jüt içeren J8 karışımında bu değer %11.87’ye ulaşmıştır. Bu artış, jütün doğal lif yapısının yüksek su emme kapasitesi ve çimento matrisindeki gözenekliliği artırıcı etkisinden

kaynaklanmaktadır. Literatürde, doğal liflerin su emme davranışlarını artırıcı etkisi birçok çalışmada ifade edilmiştir. Örneğin, Onuaguluchi and Banthia [2], doğal liflerin higroskopik yapısından dolayı su emme oranlarını yükselttiğini vurgulamıştır. Benzer şekilde, Asasutjarit et al. (2007) [22], jüt gibi doğal liflerin çimento kompozitlerinde boşluk yapısını etkileyerek poroziteyi artırdığını bildirmiştir. Bu bağlamda, jüt liflerinin çimento matrisinde daha fazla su ile etkileşim sağladığı ve bunun yüksek jüt oranlarına sahip karışımlarda (örneğin J8) su emme değerlerinin artmasına yol açtığı söylenebilir. Dolayısıyla, jütün çimento kompozitlerinde kullanımı sırasında su emme özelliğinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.



Görsel 4. Su emme değerleri

Üretilen çimento esaslı kompozitlerin porozite değerleri Görsel 5’de gösterilmiştir. Kontrol numunesi (J0) ve farklı oranlarda jüt ilavesi yapılan karışımların porozite değerleri incelendiğinde, jüt oranındaki artışın poroziteyi belirgin şekilde artırdığı görülmektedir. Kontrol numunesinde (J0) %14.16 olarak belirlenen porozite değeri, %8 oranında jüt içeren J8 karışımında %19.46’ya yükselmiştir. Bu artış, jütün gözenekli yapısı ve çimento matrisine yerleştirildiğinde oluşturduğu mikro boşluklarla ilişkilendirilebilir. Literatürde doğal liflerin çimento matrisindeki poroziteyi artırdığı birçok çalışmada ifade edilmiştir. Örneğin, Ali et al. [23], doğal liflerin çimento bazlı kompozitlerde matris-fiber ara yüzeyinde boşluklar oluşturarak poroziteyi artırabildiğini bildirmiştir. Ayrıca, Onuaguluchi and Banthia [2], liflerin gözenekli yapısının çimento matrisinde daha fazla boşluk oluşumuna yol açabileceğini ifade etmiştir. Bu durum, özellikle yüksek jüt oranına sahip karışımlarda (J8) porozite artışının nedenini açıklamaktadır. Ancak porozite artışı, kompozit malzemenin mekanik ve dayanıklılık özellikleri üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği için, jüt miktarının optimize edilmesi ve lif modifikasyonu gibi stratejilerin uygulanması önerilmektedir.

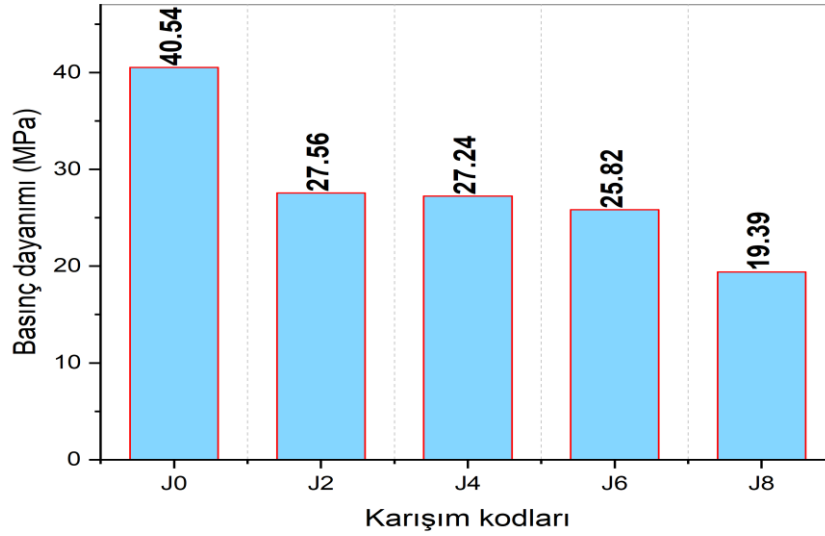


Görsel 5. Porozite değerleri

3.3. Basınç dayanımı

Üretilen kompozitlerin basınç dayanımı değerleri Görsel 6'de gösterilmiştir. Görsel 6'de görüldüğü üzere, kontrol numunesi (J0) %50 CEN kumu ve %50 çimento ile üretilmiş olup, basınç dayanımı değeri 40.54 MPa olarak ölçülmüştür. Ancak, CEN kumu yerine farklı oranlarda (%2, %4, %6 ve %8) jüt kullanımı ile üretilen numunelerin basınç dayanımı değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. J2, J4, J6 ve J8 numunelerinin basınç dayanımı sırasıyla 27.56 MPa, 27.24 MPa, 25.82 MPa ve 19.39 MPa olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, jüt oranının artmasıyla basınç dayanımında belirgin bir azalma olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar literatürde de rapor edilmiştir. Örneğin, tarımsal atıkların beton veya çimento bazlı malzemelerde kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda, lignoselülozik yapıya sahip malzemelerin çimentonun hidratasyon sürecine müdahale ettiği ve bu nedenle dayanımın azaldığı belirtilmektedir [24].

Jütün lignin ve selüloz içeriği, çimento matrisinde bağlanmayı zayıflatabilir ve agreganın yük taşınmasındaki etkinliğini sınırlayabilir. Ayrıca, jüt gibi organik malzemelerin gözenekliliği artırarak matrisin yoğunluğunu düşürdüğü ve bu durumun da mekanik dayanımı olumsuz etkilediği ifade edilmektedir [25]. Bu bağlamda, çalışmanın sonuçları, tarımsal atıkların beton karışımlarında kullanımı sırasında oran optimizasyonunun önemini vurgulamaktadır.

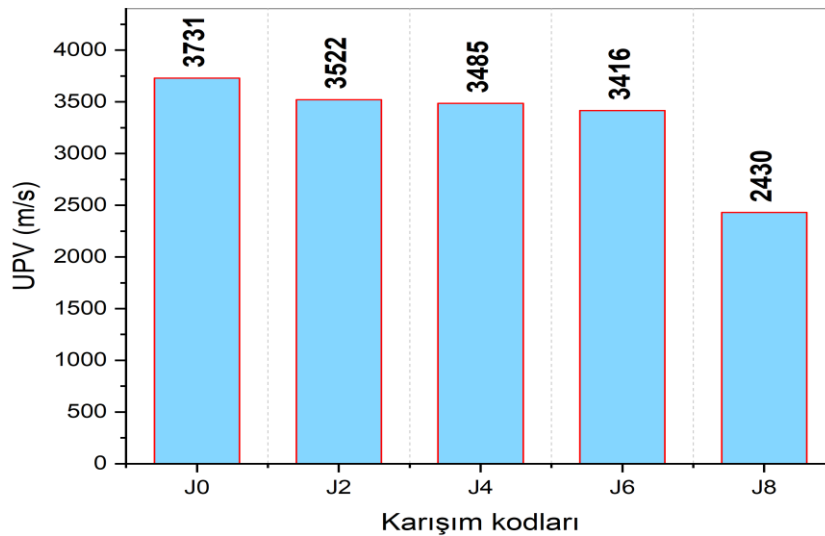


Görsel 6. Basınç dayanımı değerleri

3.4. Ultrases geçiş hızı

Üretilen çimento esaslı kompozitlerin su emme değerleri Şekil 7’de gösterilmiştir. Grafikte, karışım kodlarına göre ultrases geçiş hızlarındaki değişim görülmektedir. J0 karışımı en yüksek ultrases geçiş hızına (3731 m/s) sahipken, J8 karışımı en düşük değeri (2430 m/s) göstermektedir. Bu durum, karışım içeriğindeki oranların yoğunluk, bağ yapısı ve porozite gibi malzeme özelliklerini etkilediğini göstermektedir. Literatürde, ultrases geçiş hızının artan porozite ve azalan yoğunlukla düşüş gösterdiği bilinmektedir [26].

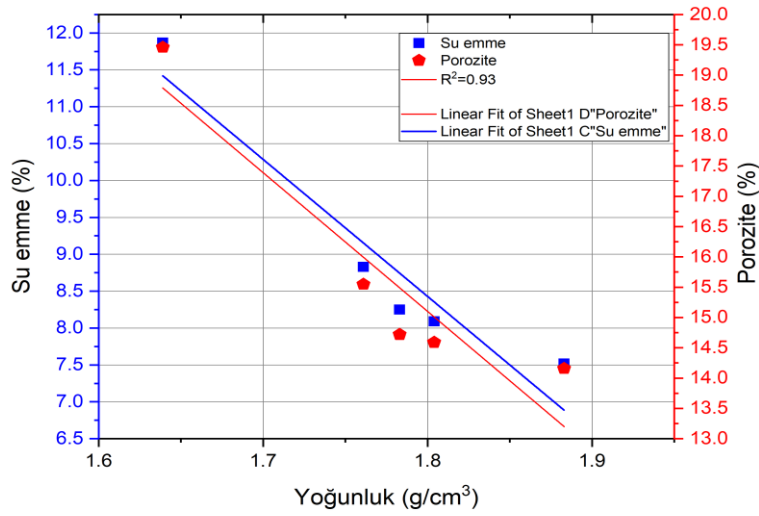
Bu grafikten elde edilen sonuçlar, malzemenin iç yapısını iyileştirmek için karışım oranlarının optimize edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde, beton ve kompozitlerde mekanik dayanım ve ultrases geçiş hızı arasında güçlü bir ilişki olduğu ifade edilmektedir [27]. Bu azalma, jüt’ün gözenekli yapısı ve bağlayıcı ile sınırlı etkileşiminden kaynaklanarak malzemenin yoğunluğunu ve mikro yapısal bütünlüğünü zayıflamasından kaynaklanmaktadır.



Görsel 7. UPV değerleri

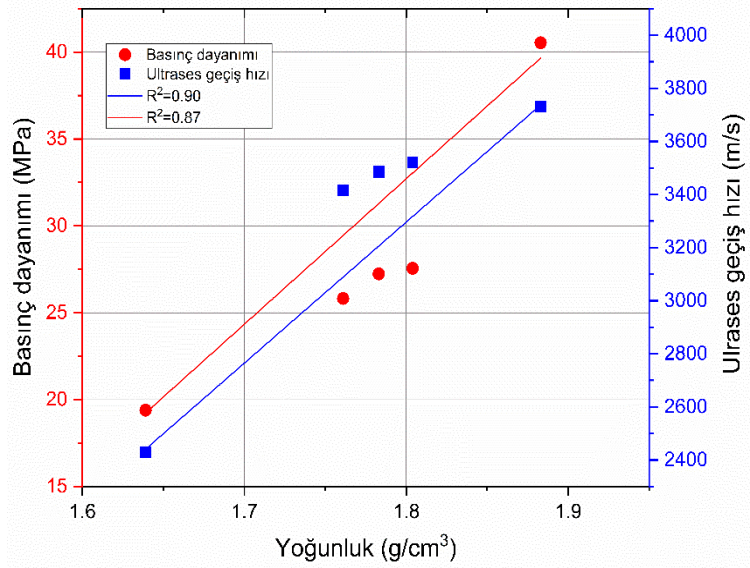
3.5. Malzeme Özelliklerinin Yoğunluğa Bağlı Değişimi

Yoğunluk ile su emme ve porozite değerleri arasındaki ilişki Şekil 7’de gösterilmiştir. Sonuçlar, yoğunluk arttıkça hem su emme hem de porozite değerlerinin azaldığını göstermektedir. Bu durum, yoğun bir malzemenin daha az boşluk içerdiği ve dolayısıyla suyu daha az emdiği şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca, su emme ve porozite arasında güçlü bir doğrusal ilişki bulunmuştur ($R^2 = 0.93$). Bu yüksek regresyon, porozitenin azalmasının su emme kapasitesini doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır. Yoğunluk ile ters orantılı olan bu parametreler, malzeme iç yapısının daha kompakt hale geldiğini ve iç boşluk oranının azaldığını işaret etmektedir.



Görsel 8. Ultrases geçiş hızı değerleri

Yoğunluk ile basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı arasındaki ilişkiler Şekil 8’de gösterilmiştir. Sonuçlar, yoğunluk arttıkça hem basınç dayanımının (MPa) hem de ultrases geçiş hızının (m/s) lineer bir şekilde arttığını göstermektedir. Basınç dayanımı ile yoğunluk arasındaki ilişki güçlü bir doğrusal regresyona sahip olup R^2 değeri 0.90 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, yoğunluk ve ultrases geçiş hızı arasındaki ilişki de anlamlı bir doğrusal regresyon sergilemekte ve R^2 değeri 0.87 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, malzeme yoğunluğundaki artışın iç yapının daha kompakt hale geldiğini ve bu durumun hem mekanik dayanım hem de ultrases dalgalarının malzeme içinden geçiş hızını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, yoğunluğun, malzemenin hem mekanik performansını hem de iç yapı bütünlüğünü belirleyen kritik bir parametre olduğunu ortaya koymaktadır.

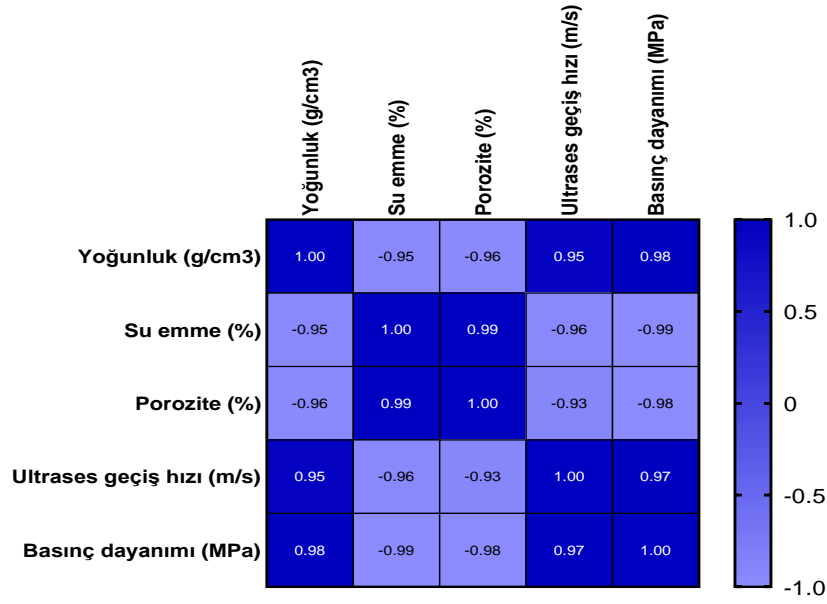


Görsel 9. Ultras ses geçiş hızı değerleri

3.6. İstatistiksel Analiz

Pearson korelasyon katsayısı, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi belirleyen boyutsuz bir ölçüdür. Değeri, mükemmel bir negatif doğrusal ilişki olduğunda -1'den, mükemmel bir pozitif doğrusal ilişki olduğunda +1'e kadar değişir [28]. Yapılan çalışmada elde edilen test parametreleri arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon katsayısı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Şekil 7'de sunulmuştur. Korelasyon analizi, malzeme özellikleri arasında güçlü ilişkiler olduğunu göstermiştir. Yoğunluk, basınç dayanımı ve ultras ses geçiş hızı ile pozitif; su emme ve porozite ile negatif ilişkilidir. Özellikle yoğunluk ile basınç dayanımı arasında ($r = 0.98$) ve su emme ile porozite arasında ($r = 0.99$) çok güçlü ilişkiler gözlemlenmiştir.

Gözeneklilik arttıkça basınç dayanımı ve ultras ses geçiş hızı düşerken, su emme kapasitesi artmaktadır. Bu sonuçlar, malzeme performansını optimize etmek için gözeneklilik ve yoğunluk gibi parametrelerin dikkatle kontrol edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.



Görsel 10. Pearson r korelasyon verileri

4. SONUÇLAR

Çalışma bulguları, jüt içeriğinin artmasının çimento esaslı kompozitlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Yoğunluk ve basınç dayanımındaki azalma, jütün düşük yoğunluklu yapısı ve çimento matrisinde bağlanma zayıflıklarından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda, su emme ve porozite değerlerindeki artış, jütün higroskopik yapısı ve mikro boşluk oluşturma eğilimi ile ilişkilendirilmiştir. Korelasyon analizi, malzemenin yoğunluğu, dayanımı ve porozitesi arasındaki ilişkileri açıkça ortaya koymuş ve bu parametrelerin malzeme performansını optimize etmede kritik öneme sahip olduğunu göstermiştir. Çalışma, jüt kullanımının çevresel sürdürülebilirlik açısından avantajlar sağladığını, ancak optimal karışım oranlarının belirlenmesinin ve lif modifikasyonunun gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu kapsamda, hafif yapı malzemeleri üretiminde jüt gibi doğal malzemelerin kullanımı sırasında mekanik dayanımı koruyacak stratejiler geliştirilmesi önerilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Y. Taşgın, S. Kandemir, Doğal Elyaf Takviyeli (Jüt-Keten-Kenevir) Kompozit Malzemelerin Mekanik ve Metalografik Olarak İncelenmesi, *Int. J. Pure Appl. Sci.* 9 (2023) 240–249. <https://doi.org/10.29132/ijpas.1371357>.
- [2] O. Onuaguluchi, N. Banthia, Plant-based natural fibre reinforced cement composites: A review, *Cem. Concr. Compos.* 68 (2016) 96–108. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2016.02.014>.
- [3] M.E. Bilgili, S. Süllü, U. Sevilmiş, Jüt tarımı ve mekanizasyonu, *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Derg.* 7 (2018) 66–75.
- [4] M. Rajendran, C. kavitha Nagarajan, Experimental Investigation on bio-Composite

- Using Jute and Banana Fiber as a Potential Substitute of Solid Wood Based Materials, *J. Nat. Fibers* 19 (2022) 4557–4566. <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1867943>.
- [5] S. Biswas, S. Shahinur, M. Hasan, Q. Ahsan, Physical, Mechanical and Thermal Properties of Jute and Bamboo Fiber Reinforced Unidirectional Epoxy Composites, *Procedia Eng.* 105 (2015) 933–939. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.05.118>.
- [6] M. Zakaria, M. Ahmed, M.M. Hoque, A. Hannan, Effect of jute yarn on the mechanical behavior of concrete composites, *Springerplus* 4 (2015) 731. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1504-7>.
- [7] S. Chakraborty, S.P. Kundu, A. Roy, B. Adhikari, S.B. Majumder, Polymer modified jute fibre as reinforcing agent controlling the physical and mechanical characteristics of cement mortar, *Constr. Build. Mater.* 49 (2013) 214–222. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.08.025>.
- [8] C.S. Fonseca, M.F. Silva, R.F. Mendes, P.R.G. Hein, A.L. Zangiacomo, H. Savastano, G.H.D. Tonoli, Jute fibers and micro/nanofibrils as reinforcement in extruded fiber-cement composites, *Constr. Build. Mater.* 211 (2019) 517–527. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.236>.
- [9] S. Gwon, S.H. Han, T.D. Vu, C. Kim, M. Shin, Rheological and Mechanical Properties of Kenaf and Jute Fiber-Reinforced Cement Composites, *Int. J. Concr. Struct. Mater.* 17 (2023) 5. <https://doi.org/10.1186/s40069-022-00565-1>.
- [10] X. Zhou, S.H. Ghaffar, W. Dong, O. Oladiran, M. Fan, Fracture and impact properties of short discrete jute fibre-reinforced cementitious composites, *Mater. Des.* 49 (2013) 35–47. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.01.029>.
- [11] H. Song, J. Liu, K. He, W. Ahmad, A comprehensive overview of jute fiber reinforced cementitious composites, *Case Stud. Constr. Mater.* 15 (2021) e00724. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00724>.
- [12] A.E. Taşkın, Ç. Özes, Jüt kumaş ve yünkeçe esaslı kompozitlerin darbe davranışının belirlenmesi, *Deu Muhendis. Fak. Fen ve Muhendis.* 18 (2016) 513–513. <https://doi.org/10.21205/deufmd.2016185418>.
- [13] B.V. Ramnath, C. Elanchezian, P. V. Nirmal, G.P. Kumar, V.S. Kumar, S. Karthick, S. Rajesh, K. Suresh, Experimental investigation of mechanical behavior of Jute-Flax based glass fiber reinforced composite, *Fibers Polym.* 15 (2014) 1251–1262. <https://doi.org/10.1007/s12221-014-1251-3>.
- [14] H. Polat, C. Özel, Radiation shielding properties of shotcrete containing different aggregates, *Mater. Chem. Phys.* 323 (2024) 129596. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2024.129596>.
- [15] TS EN 196-1, Çimento Deney Metotları- Bölüm 1: Dayanım, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA, 2021.
- [16] G. Ramakrishna, T. Sundararajan, Studies on the durability of natural fibres and the effect of corroded fibres on the strength of mortar, *Cem. Concr. Compos.* 27 (2005) 575–582. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.09.008>.

- [17] TS EN 1170-6, Ön yapımlı beton mamuller- Cam elyaf takviyeli çimento (ctc) deney metodu-Bölüm 6: Suyu daldırma yoluyla su emme ve kuru yoğunluk tayini TSE, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA, 1999.
- [18] TS EN 12390-3, Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayin, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA, 2019.
- [19] ASTM C 597-02, Pulse Velocity Through Concrete, 2016. <https://doi.org/10.1520/C0597-16.2>.
- [20] R.J. Gray, C.D. Johnston, The influence of fibre-matrix interfacial bond strength on the mechanical properties of steel fibre reinforced mortars, *Int. J. Cem. Compos. Light. Concr.* 9 (1987) 43–55. [https://doi.org/10.1016/0262-5075\(87\)90036-4](https://doi.org/10.1016/0262-5075(87)90036-4).
- [21] H. Savastano, P.. Warden, R.S.. Coutts, Potential of alternative fibre cements as building materials for developing areas, *Cem. Concr. Compos.* 25 (2003) 585–592. [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(02\)00071-9](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(02)00071-9).
- [22] C. Asasutjarit, J. Hirunlabh, J. Khedari, S. Charoenvai, B. Zeghmati, U.C. Shin, Development of coconut coir-based lightweight cement board, *Constr. Build. Mater.* 21 (2007) 277–288. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.08.028>.
- [23] M. Ali, A. Liu, H. Sou, N. Chouw, Mechanical and dynamic properties of coconut fibre reinforced concrete, *Constr. Build. Mater.* 30 (2012) 814–825. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.068>.
- [24] I. Merta, E.K. Tschegg, Fracture energy of natural fibre reinforced concrete, *Constr. Build. Mater.* 40 (2013) 991–997. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.11.060>.
- [25] M. Safiuddin, M.Z. Jumaat, M.A. Salam, M.S. Islam, R. Hashim, Utilization of solid wastes in construction materials, *Int. J. Phys. Sci.* 5 (2010) 1952–1963.
- [26] A.M. Neville, *Properties of concrete*, (1995).
- [27] P. Monteiro, *Concrete: microstructure, properties, and materials*, McGraw-Hill Publishing, 2006.
- [28] B.G. Sari, A.D. Lúcio, C.S. Santana, D.K. Krysczun, A.L. Tischler, L. Drebes, Sample size for estimation of the Pearson correlation coefficient in cherry tomato tests, *Ciência Rural* 47 (2017). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170116>.

GÜÇ SİSTEMLERİNDE STATİK KONDENSER (STATKON) İLE STATİK GERİLİM KARARLILIĞININ İNCELENMESİ

Prof. Dr. Mehmet Kenan DÖŞOĞLU

Düzce Üniversitesi, kenandosoglu@duzce.edu.tr, 0000-0001-8804-7070

Arş. Gör. Bayram KÜÇÜK

Düzce Üniversitesi, bayramkucuk@duzce.edu.tr, 0000-0002-1423-1905

Dr. Öğr. Ü. Enes KAYMAZ

Düzce Üniversitesi, eneskaymaz@duzce.edu.tr, 0000-0002-4774-0773

ÖZET

Güç sistemlerinin karmaşık bir yapıda olması ve gün geçtikçe tüketici taleplerinden dolayı kararsızlık durumları ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu kararsızlık durumlarının en önemlilerinden birisi gerilim kararlılığıdır. Yapılan bu çalışmada 3 makinalı 9 baralı güç sisteminde statik gerilim kararlılığı durumları Statik Kondenser (STATKON) ile incelenmiştir. Çok makinalı güç sisteminde STATKON'un kullanılması ile yük baralarındaki gerilim ve maksimum yüklenme parametresi arasındaki ilişkiler detaylıca ele alınmıştır. STATKON'un gücü 100 MVA ve süsptans değeri 0.5 p.u. olarak seçilmiştir. Bu çalışma Güç Sistemleri Analizi Programı (PSAT)'da incelenmiştir. Bu test sisteminde STATKON'un yerleşim yeri için yük akışı durumu göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma iki aşama olarak ele alınmıştır. İlk analizde Sistemde STATKON kullanılmadığı durum değerlendirilirken, ikinci analizde STATKON'nun kullanıldığı durum değerlendirilmiştir. Bu çalışmada yük barası yüklenme parametre değerleri ve bara gerilim profilleri irdelenmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde STATKON'un 9 baralı sistemde kullanılması ile maksimum yüklenme parametre değerinin arttırdığı ve bara gerilim profillerinin iyileştirdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: STATKON, Statik Gerilim Kararlılığı, Bara Gerilim Profilleri, PSAT

1. GİRİŞ

Çok makinalı güç sistemlerindeki günümüzde karmaşık yapıda bulunması ve yük taleplerinin git gide artması nedeniyle yük barası gerilim profillerinin gerili kararlılığı için belirli sınır değerleri içerisinde olması gerekmektedir. Sistemin sürekli durum ve geçici durumlarda daha güvenli bir şekilde çalışması için gerilim kararlılığını iyileştirici unsurlara ihtiyaç bulunmaktadır. Bununla ilgili literatürde birçok çalışma yapılmaktadır. Yük barasının gerilim kararlılığının en çok etkileyen unsurlardan birisi statik ve dinamik yük modelleridir. Yük modellerinin kullanılması ile sistemdeki çatlama noktası ve aktif güç-gerilim ilişkileri incelenmiştir. Yük modellerinin gerilim kararlılığı için baradaki çalışma güvenliğinin ne derece önemli olduğu ortaya konulmuştur [1,2]. Yük modellerinin yanısıra güç sistemlerinde gerilim kararlılığını etkileyen birçok durum bulunmaktadır. Bunlar güç faktörü, hat uzunluğu, hat kayıpları, hat başı gerilimi, kullanılan paralel hat sayısı, seri kompanzasyon ve şönt kompanzasyondur. Belirtilen bu durumların gerilim kararlılığına farklı oranlarda

yaklaşımlarıyla yük barası aktif güç ve gerilimleri üzerinde etkileri detaylıca ilgili çalışmada incelenmiştir [3]. Gerilim kararsızlığı durumlarının olumsuz etkisini ortadan kaldırmak için yük akışı hesaplama basitliği tabanlı önceden tahminleme metodları geliştirilmektedir. Bu metodlar sayesinde sistemde oluşabilecek kararsızlık durumlarına karşı önlemler alınmaktadır [4-6]. Diğer önemli gerilim kararlılığı durumlarından birisi de yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından en popüler olanlarından rüzgar ve güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilerek enterkonnekte sisteme dahil edilmesi ile sistemdeki gerilim kararlılığı durumları detaylıca incelenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme entegre olması ile gerilim kararlılığı olumlu etkisinin olduğunu söyleyebiliriz [7,8]. Çok makinalı güç sistemlerinde gerilim kararlılığını iyileştirmek için güç elektroniği tabanlı sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemlere Esnek AC İletim Sistemi (FACTS) cihazları adı verilmektedir. FACTS cihazları Statik Senkron Kompanzator (STATCOM), Statik Var Kompanzator (SVC), Statik Senkron Seri Kompanzator (SSSC), Tristör Kontrollü Seri Kompanzator (TCSC) ve Birleşik Güç Akışı Kontrolü (UPFC)'den oluşmaktadır. Bu FACTS cihazlarının farklı sistemlerde kullanılması ile bara gerilim profillerinde iyileşmeler olurken, sistemin yüklenme parametre değerinin de arttığı görülmektedir [9-11].

Bu çalışmada yukarıda literatürde verilen çalışmalardan farklı olarak 3 makinalı 9 baralı güç sisteminde Statik Kondenser (STATKON)'un gerilim kararlılığı üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Sistemde 100 MVA gücünde ve 0.5 p.u değerindeki STATKON'un kullanılmadığı ve kullanıldığı duruma göre sistemin yüklenme parametresindeki değişimleri ve 9 baranın gerilim profilinde değişimler detaylı olarak ele alınmıştır.

2. GERİLİM KARARLILIĞI

Güç sistemlerinde statik gerilim kararlılığı analizinde sistemin reaktif güç dengesi kullanılmaktadır. Güç sisteminde reaktif güç alınıp verilmesi baraların yüklenebilirliğe bağlı olarak çalışma sınırlarını belirlemektedir. Reaktif gücün düzgün bir şekilde ayarlanması ile sistemin maksimum yüklenebilirliği iyileşmektedir. Bu yüzden güç sistemleri yük taleplerine göre reaktif güç desteğini çok hassas bir şekilde gerçekleştirmelidir. Sistemdeki reaktif güç ilişkisinin belirlenmesinde statik gerilim kararlılığı önemli bir rol oynamaktadır. Statik gerilim kararlılığında baranın aktif ve reaktif gücü arasındaki denge Denklem 1 ve Denklem 2'de gösterilmiştir [15].

$$P_L = P_{L0}(1 + \lambda) \quad (1)$$

$$Q_L = Q_{L0}(1 + \lambda) \quad (2)$$

Burada, P_L ve Q_L yükün aktif güç ve reaktif güç değeri, P_{L0} ve Q_{L0} yükün başlangıç aktif güç ve reaktif güç değerleri, λ maksimum yüklenme parametre değeridir [12]. Burdaki aktif ve reaktif güç ilişkisi ile sistemin yüklenebilirliği kontrol edilebilmektedir.

2. STATİK KONDENSER (STATKON)

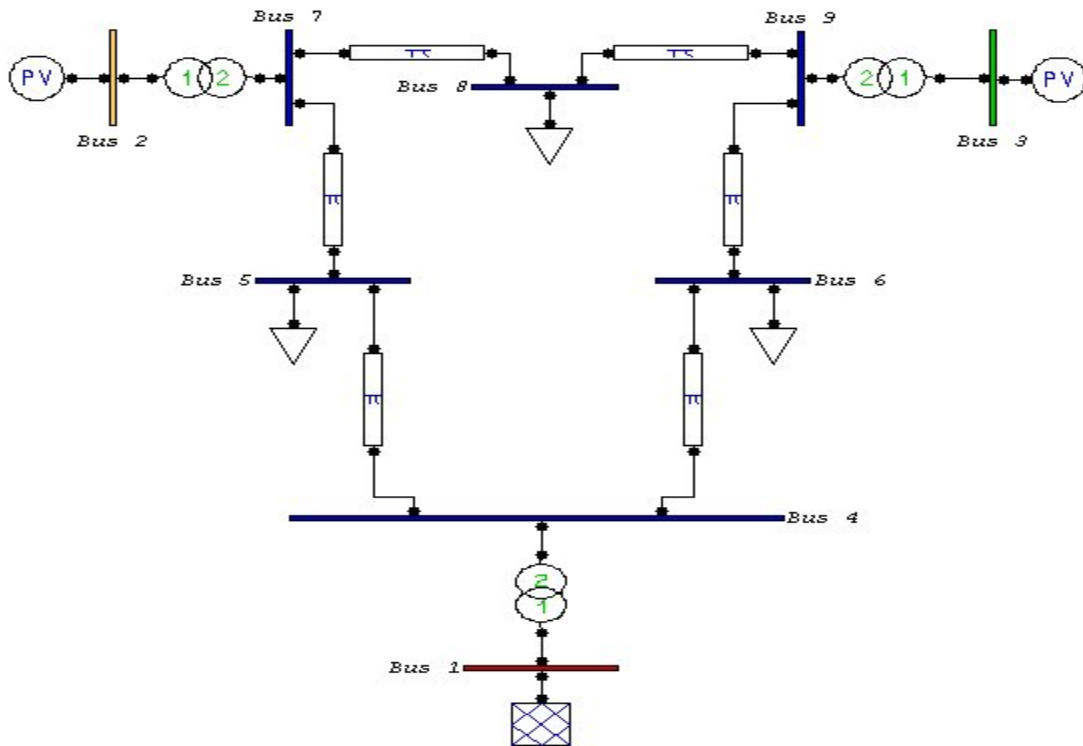
Temel olarak STATKON tipik olarak tristörlerden oluşan üç fazlı bir eviricidir. Evirici bir DC depolama kapasitöründeki gerilimden ve üç çıkış AC sistem gerilimleriyle aynı fazda olan bir faz kaydırma transformatörü tarafından çalıştırılmaktadır. Çıkış gerilimleri AC sistem gerilimlerinden daha yüksek olduğunda akım akışı önde olurken, Eğer çıkış gerilimleri AC sistem gerilimlerinden daha düşük olduğunda akım akışı geriye doğru olmaktadır. Gerilim ile akım arasındaki genlik farkı bu şekilde kontrol edilmektedir. Bu şekilde reaktif güç ve polaritesi gerilimi kontrolüne bağlı olarak gerçekleşir. STATKON bağlı olduğu barada tipik olarak gerilim kontrolü sağlamaktadır. Ölçülen gerilim ile referans gerilimi fark bir kazanç vasıtasıyla zaman sabitine girmektedir. Zaman sabiti çıkışına bir sınırlandırıcı kullanılarak kontrol edilecek olan bara geriliminin istenen minimum ve maksimum değerlerini ayarlamaktadır. STATKON'da herhangi bir denetleyici tercih edilmemektedir [13]. STATKON gerilim ifadesi Denklem 3'te gösterilmiştir.

$$V_i = I_i \times X_p \quad (3)$$

Burada, V_i STATKON'un bağlı olduğu bara gerilimi, I_i STATKON'dan geçen akım, X_p STATKON'un bağlı olduğu transformatör reaktansdır.

3. BENZETİM ÇALIŞMASI

Bu çalışmada kullanılan 3 makinalı 9 baralı güç sistemi Görsel 1'de gösterilmiştir.

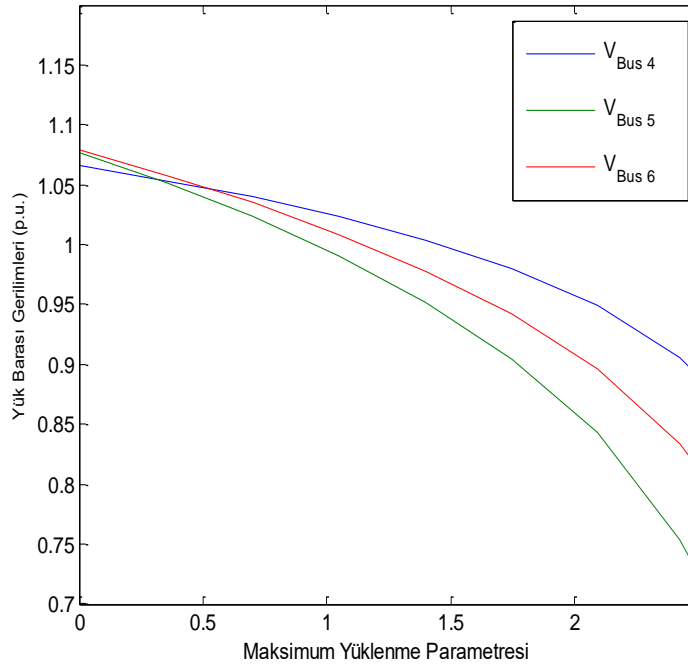


Görsel 1. 3 makinalı 9 baralı güç sistemi

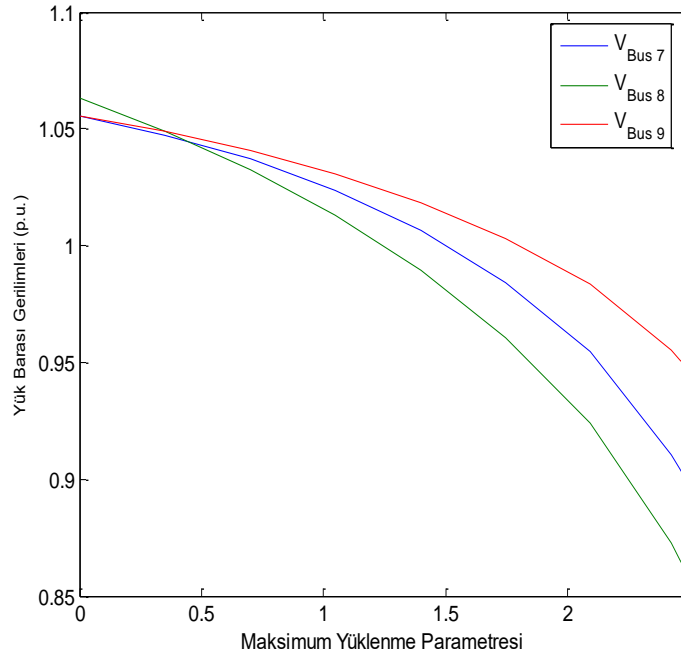
PSAT programında benzetim yapılan 3 makineli 9 baralı sistemde 1. bara salınım barası, 2 ve 3. baralar generatör barası, 4, 5, 6, 7, 7, 8 ve 9. baralar yük barası olarak kullanılmıştır [14]. Bunun yanısıra sistemde 6 adet iletim hattı kullanılmaktadır. Bara 2 ile bara 7 arasında, bara 3 ile bara 9 arasında ve bara 1 ile bara 4 arasında transformatörler kullanılmıştır. Sistem iki analizden oluşmaktadır. İlk analizde sistemde STATKON olmadığı durum analizi incelenmiştir. İkinci analizde STATKON'un bağlı olduğu zamanki analiz incelenmiştir. İkinci analizden önce STATKON'un yerleşim yerinin belirlenmesi için yük akışı yapılmıştır. Yük akışı sonucunda bara gerilim profili en düşük olan 5 numaralı baraya 100 MVA gücündeki ve 0.5 p.u. süseptans değerinde STATCON bağlanmıştır. TCSC ve yakıt hücresinin kullanılmadığı durum, TCSC kullanıldığı durum, TCSC ve yakıt hücresinin her ikisinin birlikte kullanıldığı durumlardaki elde edilen sonuçlar gerilim-maksimum yüklenme parametresi ve bara gerilim profilleri arasında yapılmış olup, elde edilen sonuçlar detaylı bir şekilde yorumlanmıştır. İki analiz sonucundan elde edilen gerilim-yüklenme parametresi ve bara gerilim profilleri detaylı bir şekilde yorumlanmıştır.

4. BENZETİM ÇALIŞMASI SONUÇLARI

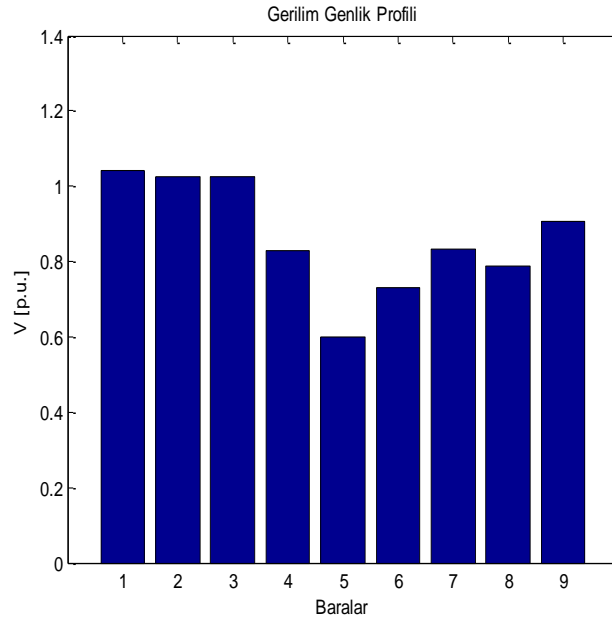
3 makineli 9 baralı sistemde STATKON bağlı olmadığı durumdaki analizler incelenmiştir. Görsel 2'de STATKON yok iken 4, 5 ve 6 numaralı yük baralarının gerilim-maksimum yüklenme parametre şekilleri, Görsel 3'te STATKON yok iken 7, 8 ve 9 numaralı yük baralarının gerilim-maksimum yüklenme parametre şekilleri, Görsel 4'te STATKON yok iken tüm baraların gerilim profilleri verilmiştir.



Görsel 2. STATKON yok iken 4, 5, ve 6 numaralı yük baralarının gerilim-maksimum yüklenme parametre şekilleri



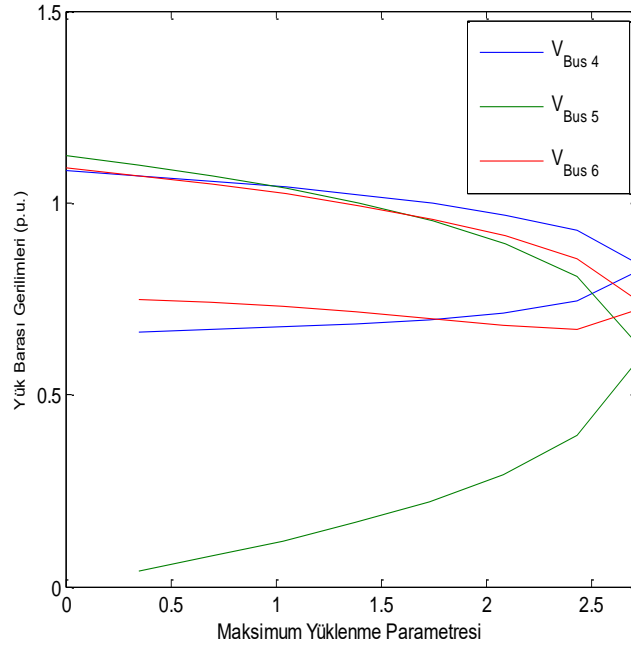
Görsel 3. STATKON yok iken 7, 8, ve 9 numaralı yük baralarının gerilim-maksimum yüklenme parametre şekilleri



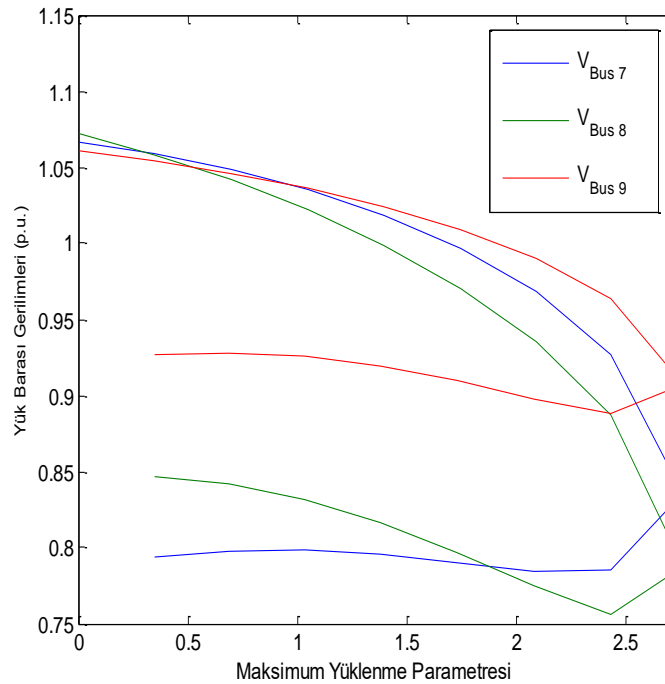
Görsel 4. STATKON yok iken tüm baraların gerilim profilleri

3 makineli 9 baralı güç sisteminde sürekli yük akışı sonucunda Görsel 2, Görsel 3 ve Görsel 4'teki sonuçlar elde edilmiştir. Sistemde STATKON kullanılmadığı durumda maksimum yüklenme parametre değerinin 2.4933 olarak hesaplandığı görülmüştür. Görsel 2'de görüldüğü gibi sürekli yük akışında da bara gerilim profinin en düşük olduğu bara 5 numaralı baradır. 5 numaralı baranın gerilimi yaklaşık olarak 0.6 p.u. civarındadır.

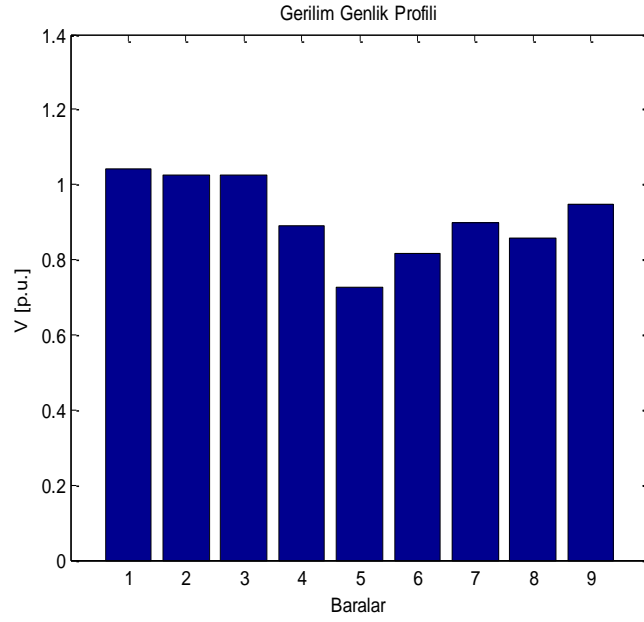
İkinci analizde 100 MVA ve 0.5 p.u. süseptans değerine sahip olan STATKON 5 numaralı yük barasına bağlanmıştır. Buna bağlı olarak Görsel 5'te STATKON var iken 4, 5, ve 6 numaralı yük baralarının gerilim-maksimum yüklenme parametre şekilleri, Görsel 6'da STATKON var iken 7, 8, ve 9 numaralı yük baralarının gerilim-maksimum yüklenme parametre şekilleri, Görsel 7'de STATKON var iken tüm baraların gerilim profilleri verilmiştir.



Görsel 5. STATKON var iken 4, 5, ve 6 numaralı yük baralarının gerilim-maksimum yüklenme parametre şekilleri



Görsel 6. STATKON var iken 7, 8, ve 9 numaralı yük baralarının gerilim-maksimum yüklenme parametre şekilleri



Görsel 7. STATKON var iken tüm baraların gerilim profilleri

STATKON'un 5 numaralı barada kullanılması ile 3 makineli 9 baralı güç sisteminde sürekli yük akışı sonucunda Görsel 5, Görsel 6 ve Görsel 7'deki sonuçlar elde edilmiştir. Sistemde STATKON kullanıldığı durumda maksimum yüklenme parametre değerinin 2.715 olarak hesaplandığı görülmüştür. Bunun yanısıra STATKON'un kullanılması ile bara gerilim profillerinin arttığı görülmektedir. Özellikle 5 numaralı baranın gerilimi yaklaşık olarak 0.735 p.u. civarındadır.

4. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada, 3 makineli 9 baralı güç sisteminde statik gerilim kararlılığın iyileştirilmesi için STATKON'un etkileri detaylı olarak incelenmiştir. Güç sistemlerinde geçici kararlılık durumlarında etkili olan STATCON'un sistemin gerilim kararlılığı üzerine de iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Yük akışı sonucu bara gerilim profili düşük olan baraya bağlanan STATKON'un sürekli yük akışına göre sistemin maksimum yüklenme parametre değerini arttırdığı ve bara gerilim profillerini iyileştirdiği görülmüştür. Bunun yanısıra çok makineli güç sisteminde STATKON'un güç transferini iyileştirdiği de bu çalışmada detaylı olarak ortaya çıkarılmıştır. Yapılan bu çalışma ile STATKON'un güç elektroniği tabanlı diğer FACTS cihazları ile birlikte farklı test sistemlerinde değişik analizlerde kullanılabileceği görülmektedir. STATKON ile gerilim kararlılığı ve küçük sinyal kararlılığı analizlerinin detaylı olarak yapılabilmesine zemin hazırlamaktadır.

KAYNAKLAR

[1] Overbye, T. J. (1994). Effects of load modelling on analysis of power system voltage stability. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 16(5), 329-338.

- [2] Morison, K., Hamadani, H., & Wang, L. (2006, October). Load modeling for voltage stability studies. In 2006 IEEE PES Power Systems Conference and Exposition (pp. 564-568). IEEE.
- [3] Öztürk, A. (2007). Güç sistemlerindeki gerilim kararlılığının genetik algoritma ile incelenmesi (Doctoral dissertation, Sakarya Üniversitesi (Turkey)).
- [4] Kessel, P., & Glavitsch, H. (2007). Estimating the voltage stability of a power system. IEEE Transactions on power delivery, 1(3), 346-354.
- [5] Monticelli, A. (2000). Electric power system state estimation. Proceedings of the IEEE, 88(2), 262-282.
- [6] Melo, I. D., Oliveira, B. C., & Antunes, M. P. (2022). Voltage stability assessment using modal analysis based on power systems state estimation. Electrical Engineering, 104(2), 577-586.
- [7] Ben-Kilani, K., & Elleuch, M. (2013). Structural analysis of voltage stability in power systems integrating wind power. IEEE Transactions on Power Systems, 28(4), 3785-3794.
- [8] Rahman, S., Saha, S., Islam, S. N., Arif, M. T., Mosadeghy, M., Haque, M. E., & Oo, A. M. (2021). Analysis of power grid voltage stability with high penetration of solar PV systems. IEEE Transactions on Industry Applications, 57(3), 2245-2257.
- [9] Kamarposhti, M. A., & Alinezhad, M. (2009). Comparison of SVC and STATCOM in static voltage stability margin enhancement. International Journal of Electrical and Computer Engineering, 3(2), 297-302.
- [10] Kamarposhti, M. A., & Lesani, H. (2011). Effects of STATCOM, TCSC, SSSC and UPFC on static voltage stability. Electrical Engineering, 93, 33-42.
- [11] Kamarposhti, M. A., Alinezhad, M., Lesani, H., & Talebi, N. (2008, October). Comparison of SVC, STATCOM, TCSC, and UPFC controllers for static voltage stability evaluated by continuation power flow method. In 2008 IEEE Canada Electric Power Conference (pp. 1-8). IEEE.
- [12] Kazemi A. & Badrzadeh B. 2004. Modeling and Simulation of SVC and TCSC to Study Their Limits on Maximum Loadability Point. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 26(8), pp. 619-626.
- [13] Haijun, L., & Wenying, H. (1994, December). Preventing of transient voltage instability due to induction motor loads by static condenser. In Proceedings of 1994 IEEE International Conference on Industrial Technology-ICIT'94 (pp. 827-831). IEEE.
- [14] Milano, F. (2005). An open source power system analysis toolbox. IEEE Transactions on Power systems, 20(3), 1199-1206.

GÜÇ SİSTEMLERİNDE SGK-SVC’NİN GEÇİCİ KARARLIK DURUMLARINDA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Mehmet Kenan DÖŞOĞLU

Düzce Üniversitesi, kenandosoglu@duzce.edu.tr, 0000-0001-8804-7070

Arş. Gör. Bayram KÜÇÜK

Düzce Üniversitesi, bayramkucuk@duzce.edu.tr, 0000-0002-1423-1905

Dr. Öğr. Ü. Enes KAYMAZ

Düzce Üniversitesi, eneskaymaz@duzce.edu.tr, 0000-0002-4774-0773

ÖZET

Güç sistemlerinde senkron generatörlerin geçici kararlılık durumlarında kontrolünü sağlamak için çeşitli denetleyiciler kullanılmaktadır. Bu denetleyicilerin en önemlilerinden birisi otomatik gerilim regülatörüdür. Otomatik gerilim regülatörünün güç sistemlerinde daha etkin kullanılabilmesi için Sekonder Gerilim Kontrolü (SGK) tercih edilmektedir. Ancak güç sistemlerinde SGK’nin otomatik gerilim regülatörü ile birlikte kullanılması geçici kararlılık durumları için yeterli olmayabilir. Bu yüzden bu çalışmada, SGK’nın daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için Statik Var Kompanzator ile birlikte koordineli olarak kontrolün sağlanması amaçlanmıştır. SGK-SVC kullanımı sistemin kısa süre içerisinde kararlı hale gelmesi ve salınımların azalması yönünden incelenmiştir. Bu çalışma için 3 makinalı 9 baralı güç sistemi seçilirken, bu çalışmadaki analizler için Güç Sistemleri Analiz Programı (PSAT) kullanılmıştır. Bu çalışmada, otomatik gerilim regülatörünün yanısıra, senkron generatörlerde güç sistemi kararlı kılıcısı ve türbin yönetici modelleri de kullanılmıştır. Bu test sisteminde sistemdeki geçici kararlılık esnasında ilk analizde SGK kullanıldığı durum incelenirken, ikinci analizde SGK-TCSC’nin kullanıldığı durumlar ayrı ayrı detaylı olarak incelenmiştir. Senkron generatörlerde otomatik gerilim regülatöründe SGK senkron generatör 1 ve senkron generatör 3 ile koordine edilmesi bu çalışmada düşünülmüştür. Bu çalışmada tüm baraların gerilimleri, senkron generatör aktif güçleri ve senkron generatör reaktif güçleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde SGK-SVC’nin birlikte kullanımı ile sistemin daha kısa süre içerisinde kararlı hale geldiği ve geçici kararlılık esnasında oluşan salınımların daha hızlı bir şekilde sönümlendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: SGK, SGK-SVC, Geçici Kararlılık, PSAT

1. GİRİŞ

Geçici kararlılık olayları çok makinalı güç sistemlerini çok etkileyen durumlardır. Özellikle senkron generatörlerin kararlılık durumlarından daha az etkilenmesi için çeşitli modellemeler kullanılmaktadır. Bu modellemelerden birisi SGK’dır. SGK senkron generatörlerin otomatik gerilim kontrolünün koordineli olarak çalışmasında önemli bir rol oynamaktadır. Literatürde SGK ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Güç sistemlerinin çalışma limitlerinin genişletilmesinde ve bara gerilim profilinin iyileştirilmesinde SGK kullanılmaktadır.

Sistemdeki bozunum durumlarına karşı SGK'nın etkin bir şekilde kullanılabilirdiği ilgili çalışmalarda görülmektedir [1,2]. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme entegrasyonu sırasında meydana gelen kararsızlık durumlarının giderilmesinde SGK etkin bir şekilde tercih edilmektedir. Sistemdeki kararsızlık durumları için yenilenebilir enerji kaynaklarına bağlı bağlı pilot bara seçimi sağlanarak şebeke tarafındaki kısa devre oranlarına göre SGK'nın oluşturmuş olduğu iyileştirmeler detaylı olarak ilgili çalışmalarda irdelenmiştir [3,4]. Çok makinalı güç sistemlerinde meydana gelen bozunumlar yüklenme durumuna göre bara gerilim profilini kötüleştirmektedir. Bara gerilim profinin belli sınırlar içinde bozunum durumlarına göre dinamik cevabın sağlanmasında fazör ölçüm üniteleri kullanılmaktadır. Fazör ölçüm ünitelerinin SGK ile koordineli bir şekilde kullanılması ile kararlılığın sağlandığı literatür çalışmalarında görülmektedir [5,6]. Çok makinalı güç sistemlerinde SGK'nın kullanımında otomatik gerilim kontrollerin daha efektif bir şekilde çalışması için pilot bara seçimi önemli unsurlardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Sistem kararlılığının sağlanması ve salınımların daha iyi bir şekilde sönümlenmesi için pilot bara belirleme işleminde çeşitli yöntemler literatürde sunulmaktadır [7,8]. Senkron generatörde kullanılan SGK'da denetleyici seçimin de benzer şekilde sistemin kısa sürede kararlı hale gelmesi ve oluşan salınımların sönümlenmesinde etkinliği artıran yöntemlerden birisidir. SGK'da çeşitli denetleyici modellenmesi kullanılarak çok makinalı güç sistemlerinin geçici kararlılık durumlarında sistemin güvende çalışması sağlanmaktadır [9-11].

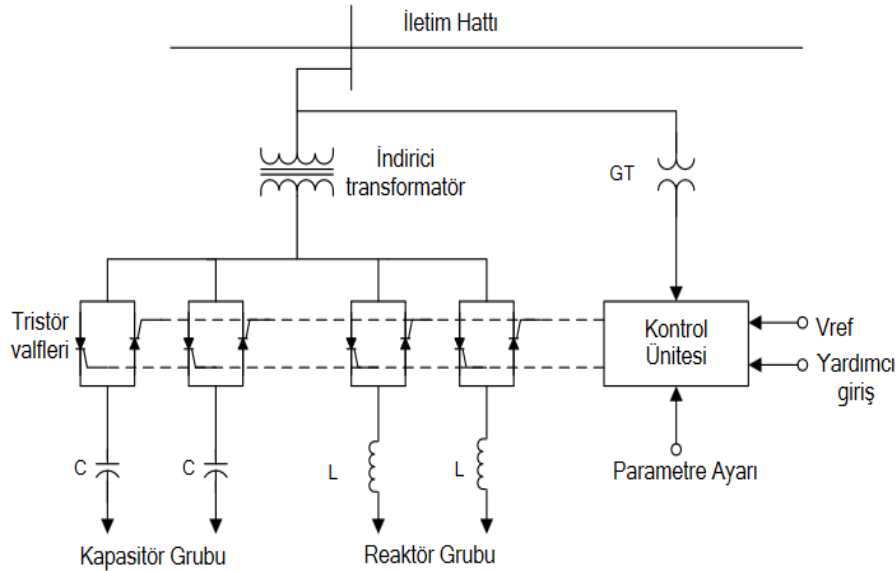
Çok makinalı güç sistemlerinde SGK'nın senkron generatörlerdeki otomatik gerilim regülatörü ile kullanımının daha iyi hale getirmek için Esnek AC İletim Sistemi (FACTS) elemanlarından SVC ile koordineli bir şekilde tercih edilmesi bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır. Amaçlanan bu çalışmada 3 makinalı 9 baralı güç sisteminde geçici kararlılık etkilerini minimum düzeyde tutmak için SGK ile SVC birlikte kullanılmıştır. SGK ve SGK-SVC kullanım durumları bara gerilimleri, senkron generatör aktif ve reaktif güçleri için ayrı ayrı detaylıca irdelenmiştir.

2. SEKONDER GERİLİM KONTROLÜ (SGK)

Güç sistemlerinde senkron generatörlerde otomatik gerilim regülatörünün bağlı olduğu sistemde koordineli bir şekilde çalışmasını sağlamak için Sekonder Gerilim Kontrolü (SGK) kullanılmaktadır. SGK'nın görevleri geçici kararlılık esnasında sistemin kararlılığının sağlanması ve oluşan salınımların hızlı bir şekilde sönümlenmesidir. Merkezi alan kontrolü ve küme kontrolünden oluşan SGK iki senkron generatörde bağlı olan otomatik gerilim regülatörlere bağlanmaktadır. Otomatik gerilim regülatörlerinde birisi merkezi alan kontrolübe bağlı iken, diğer otomatik gerilim regülatörü küme kontrole bağlanmaktadır [12]. Sekonder gerilim kontrolünün koordineli bir şekilde sağlanmasında en önemli unsurlardan birisi pilot baranın uygun bir şekilde belirlenmesidir. Bu çalışma için pilot bara seçiminde yük akışı sonucunda bara gerilim profiline sahip olan 14 numaralı yük barası seçilmiştir. 3 makinalı 9 baralı sistemde senkron generatörlerin denetleyicisi olarak ayrıca türbin yöneticisi modeli ve güç sistemi kararlı kılıcısı modelleri kullanılmıştır.

2. STATİK VAR KOMPANZATÖR (SVC)

Paralel olarak kullanılan FACTS cihazlarından birisi olan SVC'nin devre yapısı Görsel 1'de gösterilmiştir.



Görsel 1. SVC devre yapısı

Görsel 1'de görüldüğü gibi SVC yapısında indirici transformatör kapasitör grupları, reaktör grupları ve kontrol ünitesi bulunmaktadır. İstenen gerilim seviyesinde ayarlanan indirici transformatör bilgisi kontrol ünitesine girmektedir. Bunun yanı sıra kontrol ünitesine referans gerilim ve yardımcı giriş bilgileri de girmektedir. Gerekli parametre ayarlamaları yapılarak tristörlerin devredeki istenen endüktif ve kapasitif duruma göre tristörlerin tetiklemeleri gerçekleştirilmektedir. SVC'nin endüktif ve kapasitif çalışma durumunu belirleyen eşdeğer reaktans Denklem 1'deki gibi gösterilmektedir.

$$X_e = X_c \frac{X_l \pi / X_c}{\sin 2\alpha - 2\alpha + \pi(2 - X_l / X_c)} \quad (1)$$

SVC'nin geçici kararlılık çalışma durumunda temel frekansa bağlı olarak eşdeğer modelleri oluşturulmaktadır. İstenen eşdeğer devre ifadeleri Denklem 2 ile Denklem 4 arasında verilmiştir.

$$B_e - \frac{\sin 2\alpha - 2\alpha - \pi(2 - X_l / X_c)}{\pi X_l} = 0 \quad (2)$$

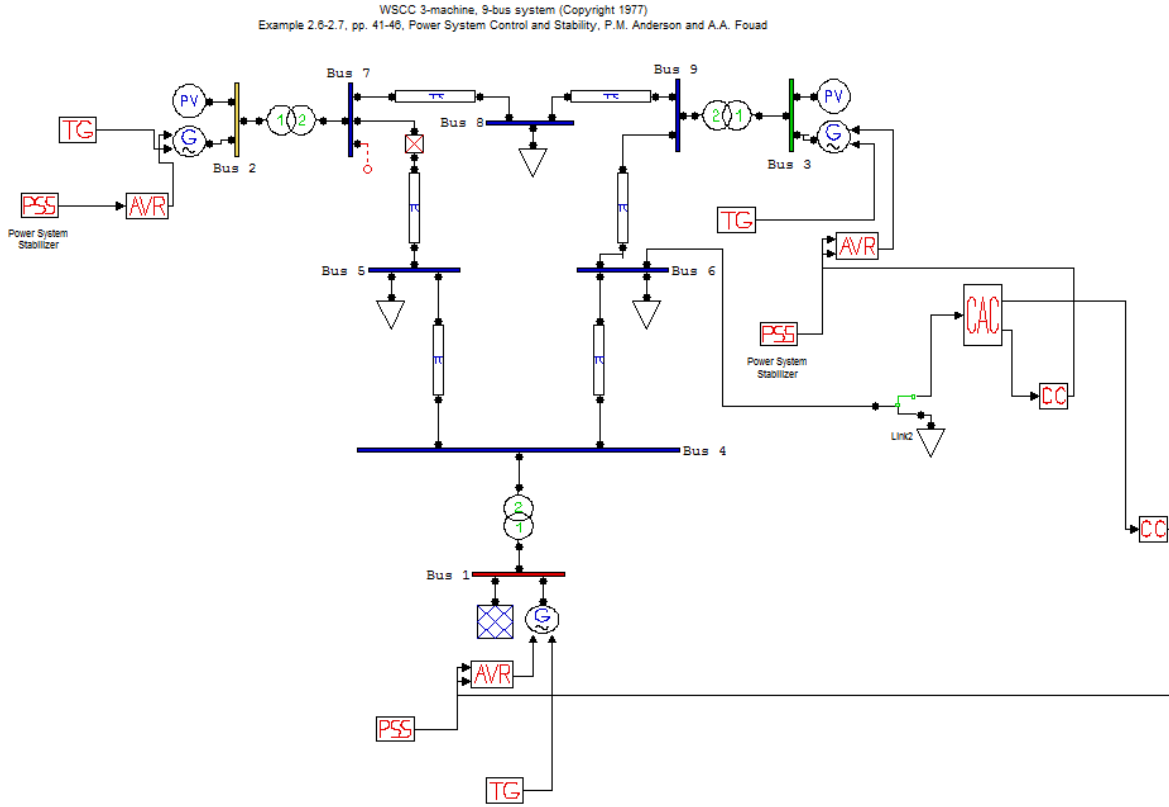
$$I - V_i B_e = 0 \quad (3)$$

$$Q - V_i^2 B_e = 0 \quad (4)$$

Burada, X_e eşdeğer reaktans, α tetikleme açısı, X_l endüktif reaktans, X_c kapasitif reaktans, I geçen akım, V_i kapasitör gerilimi ve B_e eşdeğer süseptansdır [13].

3. BENZETİM ÇALIŞMASI

Bu sistemde kullanılan benzetim çalışması Görsel 2’de gösterilmiştir.

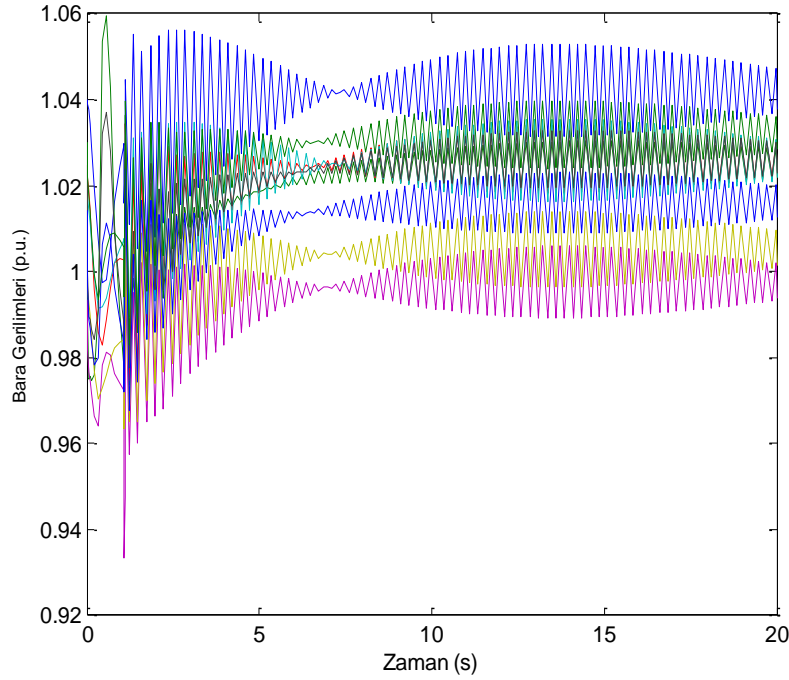


Şekil 2. 3 makineli 9 baralı güç sistemi

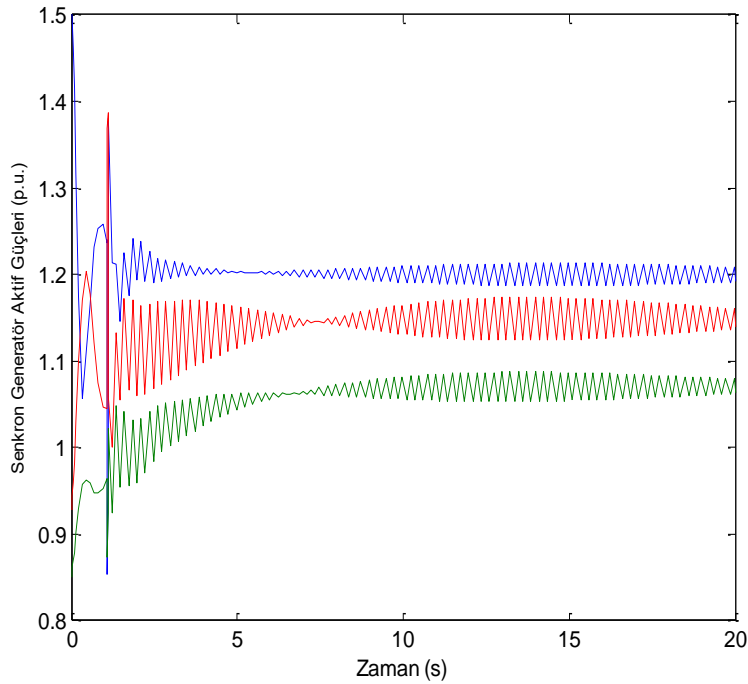
PSAT programı kullanılarak oluşturulan 3 makineli 9 baralı sistemde bara 1 salınım barası, 2 ve 3 numaralı baralar generatör barası, diğer kalan baralar ise yük barası olarak kullanılmaktadır [14]. Bu test sisteminde senkron generatör denetleyicileri olarak senkron türbin yöneticisi modelleri, güç sistemi kararlı kılıcısı modelleri ve otomatik gerilim regülatör modelleri tercih edilmiştir. Bunların yanısıra merkezi alan kontrolü ve küme kontrolünde oluşan SGK modelleri Görsel 2’de görüldüğü gibi bara 1 ve bara 3’te bulunan senkron generatörlere bağlanmıştır. Sistemdeki geçici kararlılık durumu 5 ile 7 numaralı baralar arasında bulunan kesicinin belli süre ile devre dışı kalıp tekrar devreye girmesi ile oluşturulmaktadır. İlk analizde sistemde yalnızca SGK olduğu durumdaki analizler incelenirken, ikinci analizde 8 numaralı baraya bağlanan 100 MVA gücündeki SVC’nin SGK birlikte kullanıldığı durumlar incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar detaylı olarak kararlılık ve salınımlar açısından değerlendirilmiştir.

4. BENZETİM ÇALIŞMASI SONUÇLARI

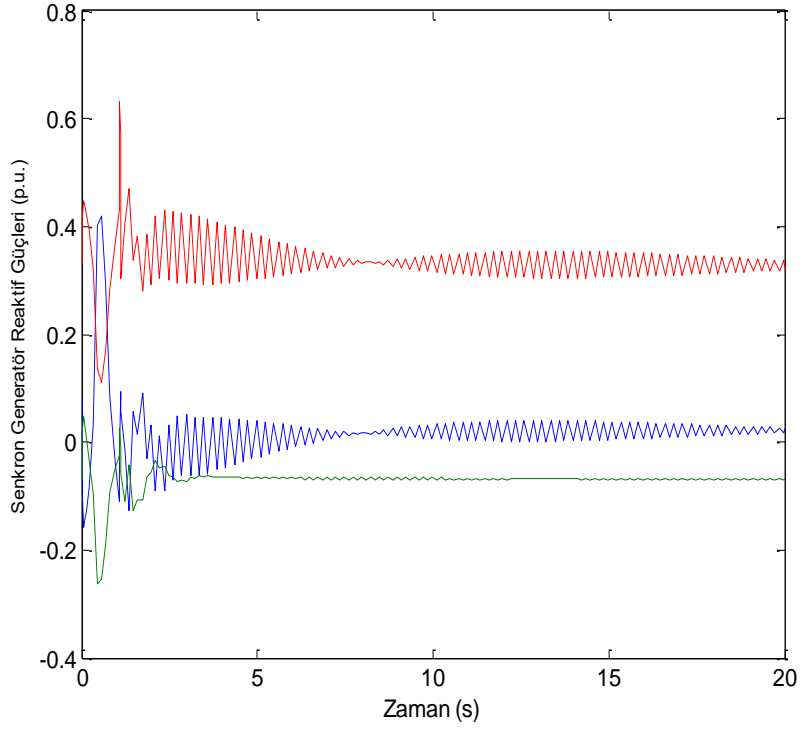
İki analiz kısmından oluşan benzetim çalışmasında tüm bara gerilimleri, senkron generatör aktif güçleri ve senkron generatör reaktif güç değerleri detaylı olarak incelenmiştir. Sistemde sadece SGK kullanıldığı durumda elde edilen sonuçlar Görsel 3 ile Görsel 5 arasında gösterilirken, sistemde SGK ve SVC'nin kullanıldığı durumdaki sonuçlar Görsel 6 ve Görsel 8 arasında gösterilmiştir.



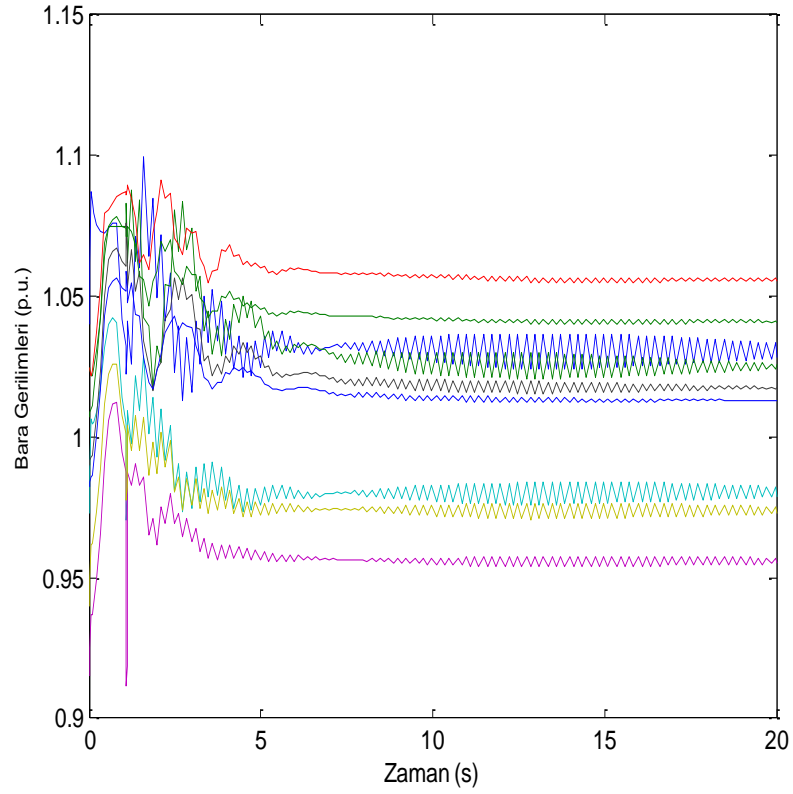
Görsel 3. SGK ile bara gerilimleri



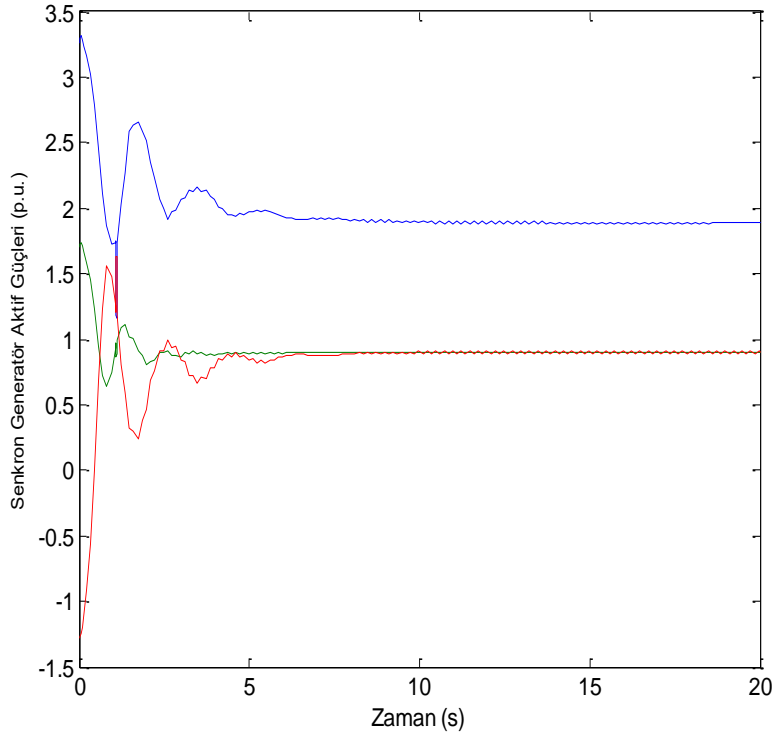
Görsel 4. SGK ile senkron generatör aktif güçleri



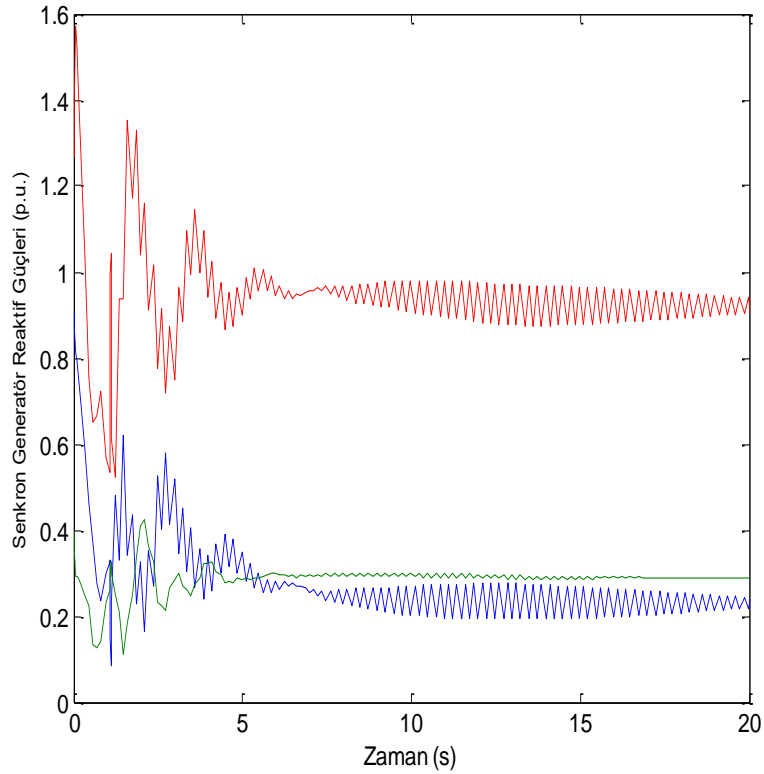
Görsel 5. SGK ile senkron generatör reaktif güçleri



Görsel 6. SGK-SVC ile bara gerilimleri



Görsel 7. SGK-SVC ile senkron generatör aktif güçleri



Görsel 8. SGK-SVC ile senkron generatör reaktif güçleri

Görsel 3 ile Görsel 5 arasında 3 makineli 9 baralı sistemde sadece SGK kullanılmıştır. SGK kullanılması ile bara gerilimleri, senkron generatör aktif güç ve senkron generatör reaktif güç

salınımların devam ettiği görülmektedir. Özellikle bara gerilimlerindeki salınımların fazla olduğu görülmektedir. Test sisteminde SGK kullanıldığı durumda sistemin bazı parametre değerlerinde kararlılık oluşurken, diğer parametrelerde kararsızlık durumunun devam ettiği görülmektedir. Görsel 6 ile Görsel 8 arasında 3 makineli 9 baralı sistemde SGK ve SVC birlikte kullanılması incelenmiştir. 8 numaralı baraya bağlı 100 MVA gücünde SVC bağlandığında ve SGK kullanıldığında sistemde analiz edilen parametrelerin çoğunda kararlılığın sağlandığı görülürken, daha az olan parametre değerlerinde kararsızlığın devam ettiği görülmektedir. Sistemde sadece SGK kullanıldığı durumda sistem parametreleri içerisinde en çok etkilenen parametrelerin bara gerilimleri olduğu tespit edilmiştir. Sistemde SGK ve SVC birlikte kullanıldığı durumda sistem parametreleri içerisinde en çok etkilenen parametre bazı bara gerilimleri ve bazı reaktif güç değerleri olmuştur.

4. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada, 3 makineli 9 baralı sistemde geçici kararlılık durumlarını incelemek için SGK ve SVC'nin etkileri yorumlanmıştır. İki analiz şeklinde gerçekleştirilen bu çalışmada sadece SGK kullanıldığı durum analizi ve SGK-SVC'nin birlikte kullanıldığı durum analizleri kararlılık ve salınımlar açısından incelenmiştir. Elde edilen parametreler olarak SGK'nın bağlı olduğu senkron generatörlerin bara gerilimleri senkron generatör aktif güçleri ve senkron generatör bara gerilimleri ele alınmıştır. Yapılan çalışma sonucunda SGK-SVC'nin birlikte kullanıldığı durumun sadece SGK kullanıldığı duruma göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Özellikle de her iki analizde bara gerilimleri ve reaktif güçlerin nispeten geçici durumlardan daha fazla etkilendikleri görülmüştür. Bu çalışma farklı test sistemlerinde yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji depolama elemanları ile birlikte kullanılması ile çeşitli analizlerin gerçekleştirilmesine ve çözümlenmesine zemin hazırlamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Popovic, D. S., Calovic, M. S., & Levi, V. A. (1994). Voltage reactive security analysis in power systems with automatic secondary voltage control. *IEE Proceedings-Generation, Transmission and Distribution*, 141(3), 177-183.
- [2] Maharjan, R., & Kamalasan, S. (2017, September). Secondary voltage control of power grid using voltage stability index and voltage control areas. In *2017 North American Power Symposium (NAPS)* (pp. 1-6). IEEE.
- [3] El Moursi, M., Joos, G., & Abbey, C. (2008). A secondary voltage control strategy for transmission level interconnection of wind generation. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 23(3), 1178-1190.
- [4] Abdalla, O. H., Fayek, H. H., & Abdel Ghany, A. M. (2020). Secondary voltage control application in a smart grid with 100% renewables. *Inventions*, 5(3), 37.
- [5] Su, H. Y., & Liu, C. W. (2013). An adaptive PMU-based secondary voltage control scheme. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 4(3), 1514-1522.
- [6] Su, H. Y., Kang, F. M., & Liu, C. W. (2016). Transmission grid secondary voltage control method using PMU data. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 9(4), 2908-2917.

- [7] Fayek, H. H., Davis, K. R., Ghany, A. A., & Abdalla, O. H. (2018, September). Configuration of WAMS and pilot bus selection for secondary voltage control in the Egyptian grid. In 2018 North American Power Symposium (NAPS) (pp. 1-6). IEEE.
- [8] Abou Daher, N., Mougharbel, I., Saad, M., & Kanaan, H. Y. (2014, November). Pilot buses selection used in secondary voltage control. In International Conference on Renewable Energies for Developing Countries 2014 (pp. 69-74). IEEE.
- [9] Jia, Z. W., Liu, J., & Xie, X. M. (2006, October). Study on secondary voltage control based on multi-agent particle swarm optimization algorithm. In 2006 International Conference on Power System Technology (pp. 1-5). IEEE.
- [10] Abdalla, O. H., Ghany, A. A., & Fayek, H. H. (2016, December). Coordinated PID secondary voltage control of a power system based on genetic algorithm. In 2016 Eighteenth International Middle East Power Systems Conference (MEPCON) (pp. 214-219). IEEE.
- [11] Santos, M. V., De Souza, A. Z., Lopes, B. L., & Marujo, D. (2015). Secondary voltage control system based on fuzzy logic. *Electric Power Systems Research*, 119, 377-384.
- [12] Pillai, A. G., Thomas, P. C., Sreerenjini, K., Baby, S., Joseph, T., & Sreedharan, S. (2013, June). Transient stability analysis of wind integrated power systems with storage using central area controller. In 2013 Annual International Conference on Emerging Research Areas and 2013 International Conference on Microelectronics, Communications and Renewable Energy (pp. 1-5). IEEE.
- [13] Faur, Z. T. (1996). Effects of FACTS devices on static voltage collapse phenomena (Doctoral dissertation, University of Waterloo, Ontario).
- [14] Milano, F. (2005). An open source power system analysis toolbox. *IEEE Transactions on Power systems*, 20(3), 1199-1206.

SMART CARDBOARD PACKAGING SYSTEMS AND THEIR FUTURE

Assoc. Prof. Dr. Mustafa Batuhan KURT

Marmara University, batuhan@marmara.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0002-8276-0024>

Laura GRBIN

University of Zagreb, lagrbin@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0005-1874-7502>

Prof. Dr. Sinan SÖNMEZ

Marmara University, ssonmez@marmara.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0003-3126-9590>

ABSTRACT

Smart cardboard packaging systems, which bring together sustainability, functionality and digital technology in the packaging industry, stand out today as an innovative solution that provides product safety and traceability as well as increasing consumer interaction. The use of advanced technologies such as Near Field Communication (NFC), Radio Frequency Identification (RFID) labels and smart indicators in cardboard packaging designs makes it possible to provide information about critical environmental conditions such as temperature, humidity and exposure to external factors and to ensure their traceability. Thanks to these systems, real-time data collection and analysis capabilities of smart packaging both protect product quality throughout the supply chain and thus increase logistics efficiency.

The addition of Artificial Intelligence (AI) to developments in the fields of digitalization and the Internet of Things (IoT) significantly directs and shapes developments in smart packaging systems. In smart packaging systems, thanks to AI-supported data analytics and machine learning algorithms, potential risks can be predicted and the necessary inventory management can be optimized and the traceability and transparency of the supply chain can be increased. While these constitute the producer part, thanks to the QR codes and NFC tags available in smart packaging, consumers can instantly access product information and verify product reliability. In addition, personalized digital content that can be created thanks to these labels maximizes brand trust and customer satisfaction.

This study includes new developments in smart cardboard packaging technologies, their application areas, and discusses the future potential of smart cardboard packaging. It has also been revealed how this innovation can transform traditional methods in the packaging industry.

Keywords: Smart packaging, cardboard packaging, NFC, RFID, IoT, AI, sustainability

AKILLI KARTON AMBALAJ SİSTEMLERİ VE GELECEKLERİ

ÖZET

Ambalaj endüstrisindeki sürdürülebilirlik, işlevsellik ve dijital teknolojiyi bir araya getiren Akıllı karton ambalaj sistemleri, ürün güvenliği ve izlenebilirliği sağladığı gibi tüketici etkileşimini artırıcı yenilikçi bir çözüm olarak günümüzde öne çıkmaktadır. Yakın Alan İletişimi (NFC), Radyo Frekanslı Tanımlama (RFID) etiketleri ve akıllı göstergeler gibi ileri teknolojilerinin karton ambalaj tasarımlarında tercih edilmesi sıcaklık, nem ve dış etkenlere maruz kalmak gibi kritik çevresel koşulları hakkında bilgi vermek ve bunların izlenirliğinin sağlanması mümkündür. Bu sistemler sayesinde gerçek zamanlı veri toplama ve analiz yeteneğini akıllı ambalajların hem tedarik zinciri boyunca ürün kalitesinin korunmasında hem de bu sayede lojistik verimliliği artırmaktadır.

Dijitalleşme ve Nesnelerin İnterneti (IoT) alanlarındaki gelişmelere Yapay Zekâ (AI) nında eklenmesi akıllı ambalaj sistemlerinde önemli ölçüde gelişmelere yön vermekte ve şekillendirmektedir. Akıllı ambalaj sistemlerinde Yapay zekâ destekli veri analitiği ve makine öğrenimi algoritmaları sayesinde potansiyel riskleri öngörerek gerekli olan envanter yönetimi optimize edilebilmekte ve tedarik zincirinin izlenebilirliği ve şeffaflığı artırılmaktadır. Bunları üretici kısmı oluşturulurken akıllı ambalajlarda mevcut olan QR kodlar ve NFC etiketler sayesinde tüketiciler ürün bilgilerine erişebileceklerinden ürün güvenirliliğini doğrulama anında sağlanabilmektedir. Ayrıca etiketler sayesinde oluşturulabilecek kişiselleştirilmiş dijital içerikler ile marka güvenirliliği ve müşteri memnuniyeti üst düzeye çıkarılmaktadır.

Bu çalışma, akıllı karton ambalaj teknolojilerindeki yeni gelişmeleri, bunların uygulama alanlarına yer verilmekle birlikte, akıllı karton ambalajların gelecekteki potansiyelini ele almıştır. Ayrıca bu yeniliğin ambalaj endüstrisindeki geleneksel yöntemlerde nasıl bir dönüşüm sağlayabileceği de ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ambalaj, karton ambalaj, NFC, RFID, IoT, AI, sürdürülebilirlik

1. INTRODUCTION

The packaging industry has undergone a significant transformation in recent years due to advances in digital technology, sustainability and consumer expectations. In addition to their primary purposes focused on protection and storage, traditional packaging methods are being integrated with innovative smart packaging systems such as Near Field Communication (NFC), Radio Frequency Identification (RFID) and the Internet of Things (IoT). These technologies provide real-time monitoring of critical environmental conditions such as temperature,

humidity and exposure to external factors. In this way, product safety and quality are ensured throughout the supply chain (Jakupić, Poljan and Hajdek, 2019; Schaefer and Cheung, 2018). The use of biodegradable and recyclable materials in smart cardboard packaging contributes to both sustainability and economic globally (Lee and Xu, 2005).

The ability to increase traceability and transparency in supply chains is one of the main advantages of smart cardboard packaging. Thanks to RFID and NFC technologies, real-time tracking of products from production to end users reduces possible risks and makes inventory management easier (Lydekaityte & Tambo, 2020; Vanderroost et al., 2014). Especially in industries such as food and pharmaceuticals, which are prone to spoilage, continuous monitoring of storage conditions is important in terms of keeping compliance with safety standards under control (Yam, Takhistov, & Miltz, 2005). In addition, by incorporating data carrier systems such as QR codes and barcodes into these packaging, consumers are provided with instant access to information about product origin, content, and instructions for use (Malenica, 2018; Soundarraj et al., 2023).

With the integration of Artificial Intelligence (AI), which is today's hottest technological development, AI-driven analysis and machine learning algorithms can predict possible risks, optimize inventory management, and thus increase overall logistics efficiency (Mooiman & Andersson, 2022). With AI-supported sensors, it can detect changes in environmental conditions and provide real-time alerts to prevent spoilage or damage, making smart packaging more accessible (Đurđević et al., 2018). With AI-supported customer interaction tools such as digital labels and interactive content based on QR codes, consumer experience will be improved and brand loyalty will be increased (Szaky, 2019).

The use of biodegradable materials in smart packaging can reduce environmental impact. By integrating with smart monitoring and condition monitoring systems, it provides the opportunity to minimize waste and optimize resource use (Jakupić et al., 2019). Smart eco-packaging solutions such as oxygen absorbers and degradation indicators can further contribute to sustainability by extending shelf life and notifying when a product is no longer usable (Yam et al., 2005; Vanderroost et al., 2014). These innovations are encouraging the adoption of greener alternatives in the packaging industry (Schaefer and Cheung, 2018).

By integrating NFC-enabled features into smart packaging, brands can provide personalized digital content, product authentication services programs (Mooiman and Andersson, 2022). This not only improves the shopping experience of consumers but also increases the sense of trust among consumers (Lydekaityte and Tambo, 2020). These interactive and dynamic

packaging solutions differentiate brands in the competitive market and strengthen both marketing and customer retention strategies (Soundarraaj et al., 2023).

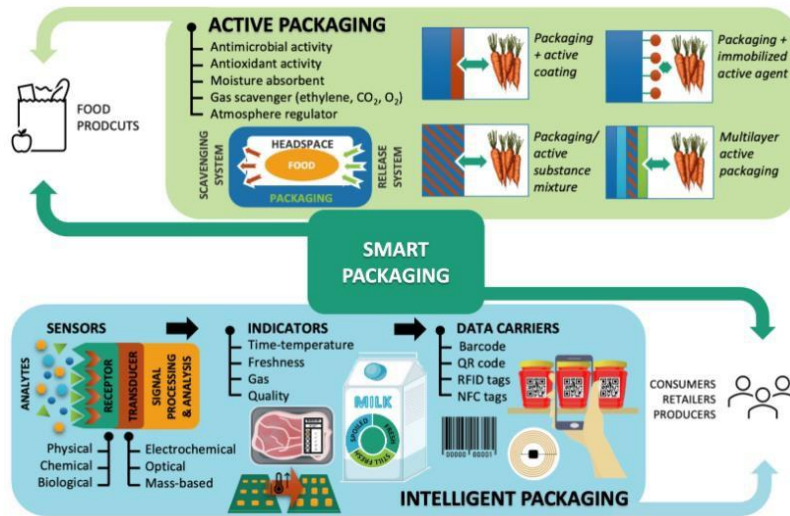
In general, smart cardboard packaging represents the convergence of sustainability and consumer-centric design in digital innovation.

2. CARDBOARD SMART PACKAGING

Smart cardboard packaging plays a key role in terms of sustainability, functionality and a strong focus on product safety. Smart cardboard packaging uses advanced technologies such as logical processes that allow for product quality monitoring, the ability to communicate with consumers and the ability to optimize itself. This contributes to increasing user satisfaction, but also to reducing waste and negative impact on the environment. (Lee and Xu, 2005; Schaefer and Cheung, 2018)

Smart cardboard packaging enables tracking of food and other products from production all the way to the end user. By implementing sensors or RFID tags, it is possible to monitor storage and transport conditions and thus ensure product quality. by using smart packaging, it enables the recognition of potential problems, such as in the food industry, such as exposure of food to inappropriate temperatures or recognition of expiration dates. In addition to these functionalities, smart cardboard packaging has an important ecological component. Since cardboard is biodegradable and easily recyclable, the combination of sustainable materials with smart technologies further reduces the negative impact on the environment. Companies that use smart packaging often create a positive image among product users who increasingly value sustainable and ecological solutions.

Cardboard smart packaging can be examined under four headings. Active packaging (active barrier from external influences - quality), indicators (information about product quality - exposure to moisture/temperature/spoilage), data carriers (traceability through the supply chain - QR codes, RFID tags, bar codes) and sensors (measurement of temperature, humidity or gas concentration - product quality). (Yam et al., 2005; Đurđević et al., 2018)



Picture 1: Smart packaging division; source: <https://tinyurl.com/bdkstysh>

3. DATA CARRIER SYSTEM

They use barcodes, QR codes and RFID data carrier systems to store and transmit information about the product itself. Thanks to the data carrier system, the accuracy and security of the product is increased by monitoring data such as production date, expiration date, serial number, etc. (Đurđević et al., 2018; Šenk et al., n.d.). In addition, using other technologies thanks to sensors, monitoring of the storage and transportation conditions of the products contributes to the optimization of the quality and management of the supply chain.



Picture 2: Smart cardboard packaging; source: <https://tinyurl.com/n9yn95z3>

3.1. NFC/RFID tag

NFC (Near Field Communication) and RFID (Radio Frequency Identification) technologies, which enable tracking and information provision of products throughout the supply chain, are increasingly used in cardboard packaging.

RFID technology uses radio frequency signals to wirelessly transmit data between a reader and a transponder (RFID tag). It can transmit data over longer distances compared to NFC, and it

can also read data without directly pointing the reader. NFC technology is a type of RFID technology that works at shorter distances (up to 10 cm) and enables two-way communication between devices. It is most often used via smartphones. (Mooiman & Andersson, 2022; Šenk et al., n.d.) NFC and RFID tags are used in cardboard packaging through the installation of microchips with an antenna (RFID or NFC modules are placed between layers of cardboard material or on the surface - they remain invisible and protected), also through conductive inks (printing of conductive antennas on the cardboard surface to enable communication), as well as labels (RFID and NFC chips can be embedded in labels that are simply applied to cardboard packaging). (Lydekaityte & Tambo, 2020; Schaefer & Cheung, 2018)



Picture 3: RFID tagsource: <https://tinyurl.com/4fwcuefh>

NFC works by using an electromagnetic field that allows data to be exchanged over short distances, typically up to 10 centimeters. When a device, such as a smartphone, is brought close to an NFC tag, the system automatically activates communication. Information stored in the NFC chip, such as product details, digital coupons or instructions for use, are transmitted quickly and easily. Due to its two-way communication, NFC allows users to not only read data but also update it. Its simple implementation via smartphones makes it ideal for interaction between consumers and smart packaging. (Mooiman & Andersson, 2022) RFID technology uses radio frequency signals to wireless data transmission over longer distances than NFC, in some cases several meters. An RFID system consists of three key components: an RFID tag (transponder), a reader, and a control computer. An RFID tag contains a microchip and an antenna that store and transmit data when encountered in the radio field of the reader. When the reader activates the signal, the tag sends information such as serial number, production date or storage data. The collected data is automatically processed in logistics or management systems. Unlike NFC, RFID typically uses one-way communication, where the reader collects information without any feedback. The main difference between NFC and RFID lies in the

transmission distance and the communication method. While NFC is limited to very short distances and allows for two-way communication, RFID works over longer distances and typically uses one-way data exchange. RFID can also store a large amount of data and read it without directly pointing the reader. Unlike barcode technology, which requires direct reading, that is, it must be visible. (Vanderroost et al., 2014)



Picture 4: NFC tag; source: <https://tinyurl.com/bxcrfwpz>

By enabling product tracking throughout the supply chain, both efficiency and traceability have been achieved with the use of smart labels on cardboard packaging. The ability to easily access product information using a smartphone also strengthens customer trust and satisfaction. The identity verification of this technology is also important in preventing product counterfeiting. The environmentally friendly solutions provided by cardboard packaging with smart labels strengthen sustainable production (Jakupić et al., 2019; Malenica, 2018)

3.2. QR tag

QR (Quick Response) codes, which allow the user to quickly access product information using a smartphone, are used to provide information about products such as product usage instructions, expiration date, product origin, packaging recycling options or promotional offers (Jakupić et al., 2019; Lydekaityte and Tambo, 2020).



Picture 5: QR code; source: <https://tinyurl.com/4fwcuefh>

QR codes can be printed on the surface of the packaging or printed as a label and attached to the surface of the packaging. QR codes do not take up a lot of space, so designers often use them because they connect digital content with a physical product. Codes can be linked to different types of information, such as text data, web pages or video materials, which makes product packaging informative as well as interactive. (Đurđević et al., 2018; Schaefer & Cheung, 2018)

QR codes work so that the user of the product will scan the code with a smartphone, the code will send the user to a specific website or the information that is stored in advance in the QR code will be displayed. In a few seconds, the device will read the code and give the user access to the desired data. Due to the large data storage capacity, QR codes can contain a lot more information than traditional barcodes. (Yam et al., 2005; Vanderroost et al., 2014)



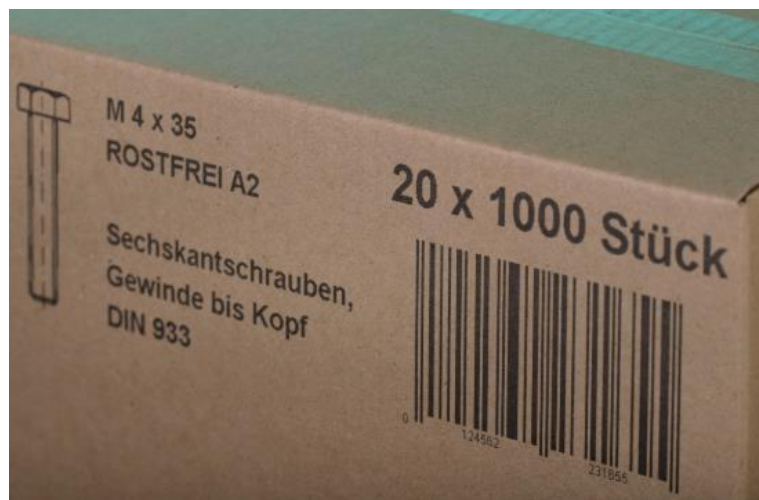
Picture 6: QR code; source: <https://tinyurl.com/4fwcuefh>

The use of QR codes on cardboard boxes enables manufacturers to communicate interactively with product users. QR codes are used for product tracking, feedback, inventory management and logistics, and as a tool for promotions and discounts. Also, since QR codes are easy to use,

they significantly improve the functionality of cardboard packaging (Malenica, 2018; Soundarraaj et al., 2023).

3.3. Barcode

Barcodes can be applied to almost any type of packaging. They can be printed directly onto cartons, labels or product packaging. They are sometimes used to mark containers, boxes, returnable packaging or storage units, making it easier to identify and track products throughout the supply chain.



Picture 7: Barcode; source1: <https://tinyurl.com/68kvsubb>

A barcode is a one-way code, which means that a special scanner that uses a laser beam is needed to read the code. Barcodes containing codes containing data such as serial number, batch number and personal data are read with the help of a scanner. This data is used in further processing processes such as both storage and sales. Barcode enables easy tracking of products in real time. For example, the product arrives at the warehouse, the barcode is scanned and the inventory is automatically updated. And when the product leaves the warehouse, barcode scanning can help track the product to the point of sale. Barcode scanning in stores enables quick and accurate payment. Barcodes can contain information such as production or storage history. (Vanderroost et al., 2014; Yam et al., 2005)



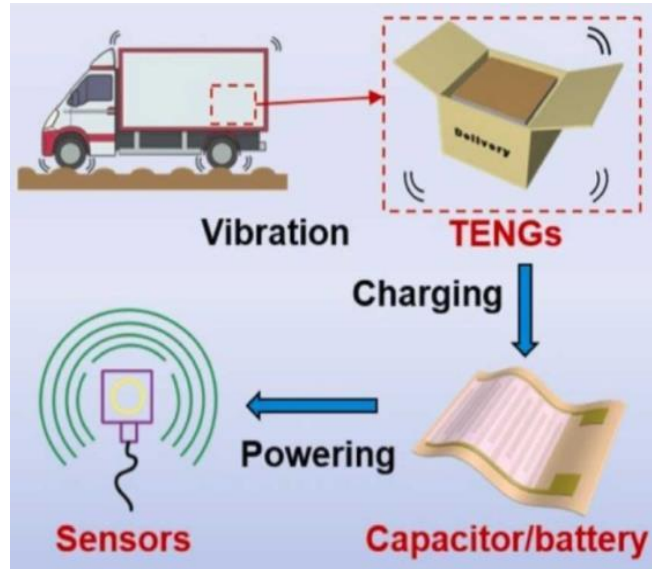
Picture 8: Barcode; source: <https://tinyurl.com/68kvsubb>

Barcodes are very important in logistics. Barcodes enable easy and quick management of packages and delivery. They can be used to track the status of the order, identify potential errors in delivery and easily return the product. This system allows companies to accurately track product status, reduce errors, and improve overall efficiency (Lee and Xu, 2005; Soundarraaj et al., 2023).

4. INDICATOR AND SENSOR SYSTEM

Indicators in smart carton packaging react if a change occurs within the packaging itself. For example, the indicator will change color (visual change) if the product is exposed to an unacceptable temperature or if the humidity inside the package is too high. These changes may cause the product to malfunction. Indicators are often used in the food and pharmaceutical industry, where the conditions for maintaining the product are very important in order for the product to be safe for consumption.

Sensor systems are built into the cardboard packaging itself and enable continuous monitoring of conditions. Sensors collect information about temperature, humidity or concentration of harmful gases. Sensors are often used to monitor sensitive products such as fruit, meat, medicines. They collect information in real time and it is possible to maintain specific conditions during transport and storage. Sensor technology enables the manufacturer and distributor to monitor product quality, reduce loss and increase consumer safety. (Vanderroost et al., 2014; Yam et al., 2005)



Picture 9: Sensor; source: <https://tinyurl.com/mzrx4zfn>

Indicators are simple and signal a change immediately, while sensors monitor the condition (continuously) and can give a warning or notification of unacceptable conditions. Indicator and sensor technology play a major role in reducing waste, increasing product quality and contributing to sustainability because they react to changes that may endanger the user of the product. The implementation of indicators and sensors in cardboard packaging contributes to greater efficiency, safety and consumer confidence, making products better and safer. (Lee and Xu, 2005; Soundarraj et al., 2023)



Picture 10: Indicator; source: <https://tinyurl.com/5b4zdnjj>

4.1. Eco-smart packaging

Smart ecological cardboard packaging enables monitoring the condition of the product, but also actively contributes to sustainability. Degradation indicators are the most important component of these packages. When the packaging becomes unusable and needs to be recycled, the indicator shows this condition, for example by changing its color. The indicator clearly signals to the user that it is time to dispose of the packaging in an environmentally acceptable manner. Card packaging is environmentally friendly and biodegradable, thereby reducing the negative impact on the environment. (Jakupić et al., 2019; Malenica, 2018) Smart eco carton packaging can also be enriched by adding sensors for condition monitoring. This system reduces waste, makes packaging more environmentally responsible, offers consumers and producers insight into when and how to properly dispose of packaging (Đurđević et al., 2018; Schaefer & Cheung, 2018).

5. ACTIVE PACKAGING

Active packaging changes the conditions inside the package to extend the shelf life of the product or to provide additional product protection. The most important feature of this active packaging is that it actively reacts to changes in the conditions inside the packaging, such as changes in temperature, humidity or the presence of gases, measures are actively taken to preserve the quality of the product. A popular use of active packaging is oxygen absorbers that remove excess oxygen from the packaging, thus slowing down food spoilage and prolonging its freshness. This technology enables products to remain fresh and safely stored for a long time, the use of chemicals or artificial preservatives is reduced. Plastic packaging provides safety for consumers and helps manufacturers manage quality throughout the supply chain. (Vanderroost et al., 2014; Yam et al., 2005)

6. FUTURE OF SMART CARDBOARD PACKAGING

The future of smart cardboard packaging is very promising, with the further development of sustainability, digitalization, the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI). As technology advances, it will be possible to monitor everything from the same temperature to UV radiation, which will allow for even better optimization of the logic process. The use of these systems leads to a rapid response to changing conditions. Losses are reduced and consumer safety is increased. By combining sensors for heat, humidity, gases, continuous product monitoring will be enabled, thereby reducing the possibility of product damage or spoilage. This progress contributes to better product quality and waste reduction, which is very

important in the fight against pollution. The use of biodegradable and environmentally friendly materials is also expected to reduce the negative impact on the environment, as industrial packaging is predicted to become even more focused on sustainability and reducing the use of plastic in the future. (Lydekaityte and Tambo, 2020; Schaefer and Cheung, 2018; Vanderroost et al., 2014)

Smart tags such as these provide users with easy access to product information. This can be information such as instructions for use, data on origin, or even promotional offers. As artificial intelligence continues to develop, these technologies will enable personalized interactions with the product user (eg sending specific offers based on the product used). artificial intelligence will also enable the analysis of data that will be collected through smart tags, which can help in optimizing supply chains and overall demand and consumption. QR codes are already very popular, but the development of this technology is expected. More interaction will allow consumers to scan the packaging and access additional information or content without needing the Internet. Artificial intelligence allows product users to access information more easily and to be more interested in the product brand. With the integration of RFID and NFC tags against the increasing threat of counterfeit products, consumers have the opportunity to verify the authenticity of products with their smartphones, increasing consumer safety and trust (Malenica, 2018; Yam et al., 2005). The increasing use of digital and smart technologies in packaging, the emphasis on sustainability, efficiency and security will enable smart packaging to become an industry standard (Lee & Xu, 2005; Đurđević et al., 2018)

7. CONCLUSION

Smart packaging combines sustainability and modern technologies to improve product quality and user experience. Smart packaging helps monitor conditions such as temperature and humidity thanks to sensors, RFID/NFC tags and indicators, ensuring that products remain fresh and safe during transportation and storage. In this way, product shelf life is extended, waste is reduced and logistics are improved. Thanks to these technologies, consumers can easily access product information, creating both trust and transparency.

Smart cardboard packaging stands out because it uses biodegradable and recyclable materials, which reduces environmental damage. With constant progress in technologies such as IoT or AI, even greater precision in packaging control, better engagement of product users and greater protection against counterfeiting is expected. In the future, smart carton packaging is likely to become the standard in the packaging industry, offering a combination of sustainability, safety

and efficiency.

8. REFERENCES

- [1] Đurđević, S., Novaković, D., Kašiković, N., Zeljković, Ž., Milić, N., & Vasić, J. (2018). NFC technology and augmented reality in smart packaging. *International Circular of Graphic Education and Research*, 11, 52-65.
- [2] Jakupić, M., Poljan, M., & Hajdek, K. (2019). Pametna ambalaža. *Polytechnic and design*, 7(2), 144-153.
- [3] Katančić, J. (2023). *Pametna ambalaža i bar kod* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Graphic Arts).
- [4] Lee, S. G., & Xu, X. (2005). Design for the environment: life cycle assessment and sustainable packaging issues. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 5(1), 14-41.
- [5] Lydekaityte, J., & Tambo, T. (2020). Smart packaging: Definitions, models and packaging as an intermediary between digital and physical product management. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 30(4), 377-410.
- [6] Malenica, I. (2018). *Razvoj i budućnost ambalaže u cilju zaštite kupaca i proizvoda* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Graphic Arts).
- [7] Mooiman, N., & Andersson, S. (2022). Integrated NFC in product packaging: How the use of integrated Near Field Communication in product packaging can change the user experience for Generation Z and enable stronger relationships with brands.
- [8] Schaefer, D., & Cheung, W. M. (2018). Smart packaging: opportunities and challenges. *Procedia Cirp*, 72, 1022-1027.
- [9] Soundarraj, P., Aarif, M., Gangadharan, S., Naqvi, S. R., AssiHalaf, N. K., & Mahdi, A. S. (2023, December). Smart Product Packing and IoT Marketing: Enhancing Customer Interaction. In *2023 International Conference on Innovative Computing, Intelligent Communication and Smart Electrical Systems (ICSES)* (pp. 1-6). IEEE.
- [10] Szaky, T. (2019). *The future of packaging: from linear to circular*. Berrett-Koehler Publishers.
- [11] Šenk, I., Ostojić, G., Stankovski, S., Tarjan, L., & Lazarević, M. Sledljivost Prehrambenih Proizvoda Korišćenjem Rfid Tehnologije Traceability Of Food Products By Using Rfid Technology.

- [12] Vanderroost, M., Ragaert, P., Devlieghere, F., & De Meulenaer, B. (2014). Intelligent food packaging: The next generation. *Trends in food science & technology*, 39(1), 47-62.
- [13] veleučilište u Zagrebu, T., Attica, W., Zagorje, V. H., u Rijeci, K. V., & zavod Hrvatske, G. Zbornik radova, Printing&Design 2022.
- [14] Yam, K. L., Takhistov, P. T., & Miltz, J. (2005). Intelligent packaging: concepts and applications. *Journal of food science*, 70(1), R1-R10.

THE REMOVAL OF METHYLENE BLUE, METHYL ORANGE AND CONGO RED DYES FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING ZIF-8 AND ZIF-8@CLN

Dr, Gizem SAYGI

Izmir Institute of Technology, gizemsaygi@iyte.edu.tr – 0000-0002-6146-9588

Prof Dr, Fehime ÇAKICIOĞLU-ÖZKAN

Izmir Institute of Technology, fehimeozkan@iyte.edu.tr – 0000-0003-3991-7652

ABSTRACT

Water is essential for life in our planet. However, water pollution has been a great challenge with the rapid development of industries. Toxic pollutants such as dyes have been used more and more commonly in paper, food, textile, architecture, leather and cosmetic industries. Every year, many tonnes of dyes are discharged to the water bodies. Methylene blue (MB), and the azo dyes of methyl orange (MO) and congo red (CR) are widely used dyes and there is a significant task to remove them from water sources. The adsorption process by utilizing zeolitic imidazolate framework-8 (ZIF-8) is a useful way for wastewater treatment. ZIF-8 is excellent adsorbent, however, practical applications restricted by its powder form. Therefore, in this study, ZIF-8 is immobilized on clinoptilolite (CLN) surface as support material (ZIF-8@CLN). Then, the adsorption capacity of the ZIF-8 and ZIF-8@CLN were assessed by removing MB, MO and CR from water using the batch adsorption system. It is known that the adsorption capacities are affected by the pH, sorbent amount, and dye concentration. Therefore, the influence of variables such as pH (2-12), adsorbent dosage (0.01-0.08 g) and initial dye concentration (1.25-17.5 mg L⁻¹) on the adsorption were explored. It was observed that >98% adsorption achieved at optimum conditions for each of the dyes and contact time of 120 minutes.

Keywords: Zeolitic Imidazolate Framework-8, Adsorption, Clinoptilolite, Methylene Blue, Methyl Orange, Congo Red.

1. INTRODUCTION

Zeolitic imidazolate framework-8 (ZIF-8) is formed of 2-methylimidazolate linkers and Zn^{2+} ions with excellent surface area, good adsorption ability, unique pore structure, ultrahigh stability in aqueous solution. ZIF-8 has been evaluated as great adsorbents concerning the removal of toxic pollutants from wastewater. Dyes are toxic pollutants in the environment, which are handling more and more commonly in paper, food, textile, architecture, leather and cosmetic industries. They can cause severe water pollution problem due to their nonbiodegradable, mutagenic and toxic nature [1]. ZIF-8 is excellent adsorbent, however, it exists in powder form, which restrict its practical applications. Powder form of ZIF-8 can cause some separation difficulties and easy agglomeration. Therefore, there is a necessity to immobilize ZIF-8 on support materials. The natural zeolite clinoptilolite (CLN) is an available, low price and effective material to use as a support material.

In this research, ZIF-8 was immobilized on the CLN support surface (ZIF-8@CLN) to investigate its adsorption capacity to the dyes like methylene blue (MB), methyl orange (MO) and congo red (CR). The pH, adsorbent amount, and initial dye concentration were the parameters that explored in details.

2. MATERIAL AND METHODS

ZIF-8 was produced by using the procedure of Demir et al. (2014) [2]. Then, CLN support surface was layered with ZIF-8 by using seeding procedure suggested by Tate et al. (2017) with a modification [3].

The parameters affected adsorption efficiency of MB, MO and CR were explored by using UV-Vis spectrophotometer with measuring the absorbance at max wavelength of 664, 463 and 497 nm, respectively.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Characterization of the samples

The XRD spectra of ZIF-8, raw CLN and ZIF8@CLN are given in Figure 1a. The typical reflections (2θ) of ZIF-8 structure at 7.36° , 10.3° , 12.63° and 18.11° were observed in both ZIF-8 and ZIF-8@CLN spectrum. The typical CLN reflections were also observed in ZIF-8@CLN spectrum at 9.7° , 22.22° , 26.78° and 29.74° .

The SEM images of ZIF-8 and ZIF-8@CLN (Figure 1b) demonstrate that cubic ZIF-8 structure was synthesized and immobilized on CLN support surface successfully.

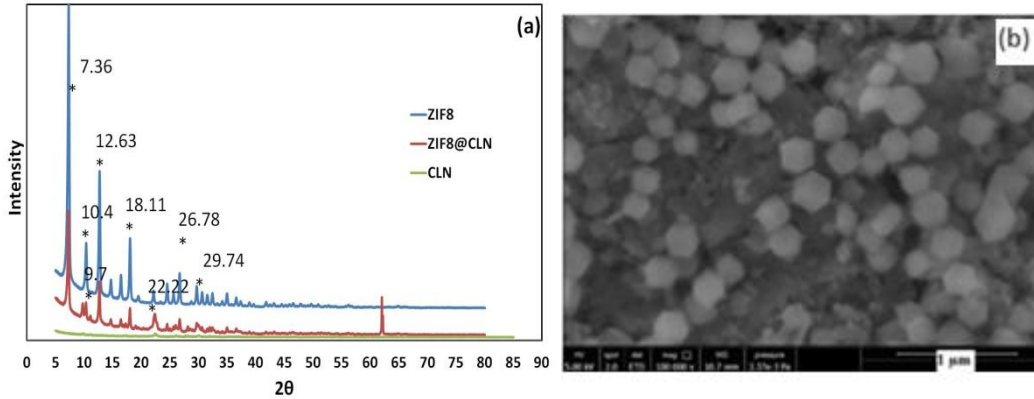


Figure 1. a) XRD and b) SEM images of ZIF-8@CLN.

3.2. Adsorption studies

Figure 2 denotes that the adsorption behavior of the three dyes was different, at the pH range of 2 to 12. The adsorption capacity of MB by ZIF-8 and ZIF-8@CLN increased with the increasing pH from 2 to 10, and it is remained almost constant up to pH 12. Because negatively charged ZIF-8 (at pH >9.8) attracts cationic MB dyes. The removal of MO was decreased by increasing pH from 4 to 12 with ZIF-8 and ZIF-8@CLN. The MO is protonated below the pH of 3.47 (pKa) [4]. The dissociated species of the MO are interacted with the positively charged of ZIF-8 or ZIF-8@CLN. Due to the hydroxyl ions in alkaline pH, anionic MO is weakly adsorbed. In acidic condition, adsorption capacity of CR considerably higher due to the electrostatic attraction of CR with ZIF-8 and ZIF-8@CLN. As shown in Figure 2, the optimum pH for the MB, MO and CR adsorption on both adsorbents are pH of 10, 4 and 4, respectively.

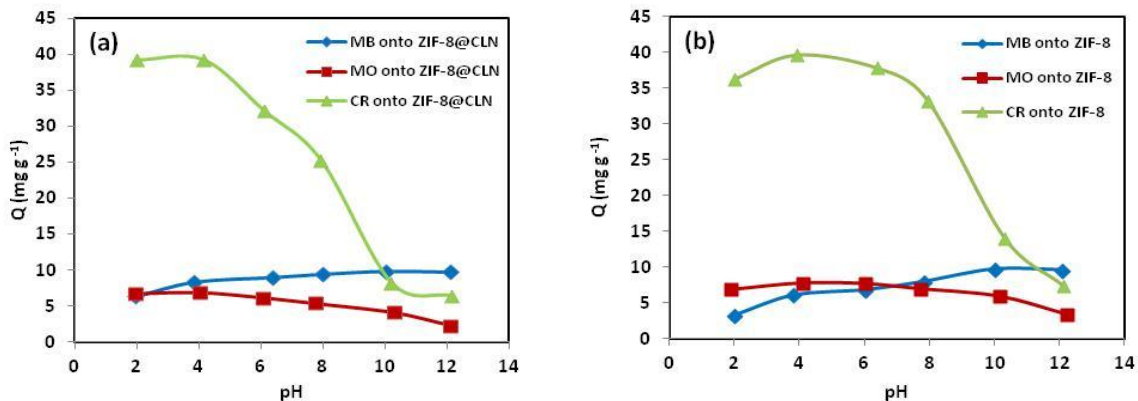


Figure 2. Effect of pH. (volume of solution=40 ml; pH range 2-12)

In Figure 3, the removal efficiency of ZIF-8 for MB at 0.04 g of ZIF-8 was 96.27 %; for MO at 0.05 g ZIF-8 was observed to be 97.01% and for CR at 0.02 g ZIF-8 it was 99.29%. The effect of ZIF-8@CLN amount studies demonstrates that almost complete adsorption of MB, MO and CR were obtained with 0.03 g, 0.06 g and 0.02 g adsorbent, respectively. Firstly, increasing adsorbent amount increases adsorption rate. After further increase, existing empty effective sites reduces the adsorption efficiency.

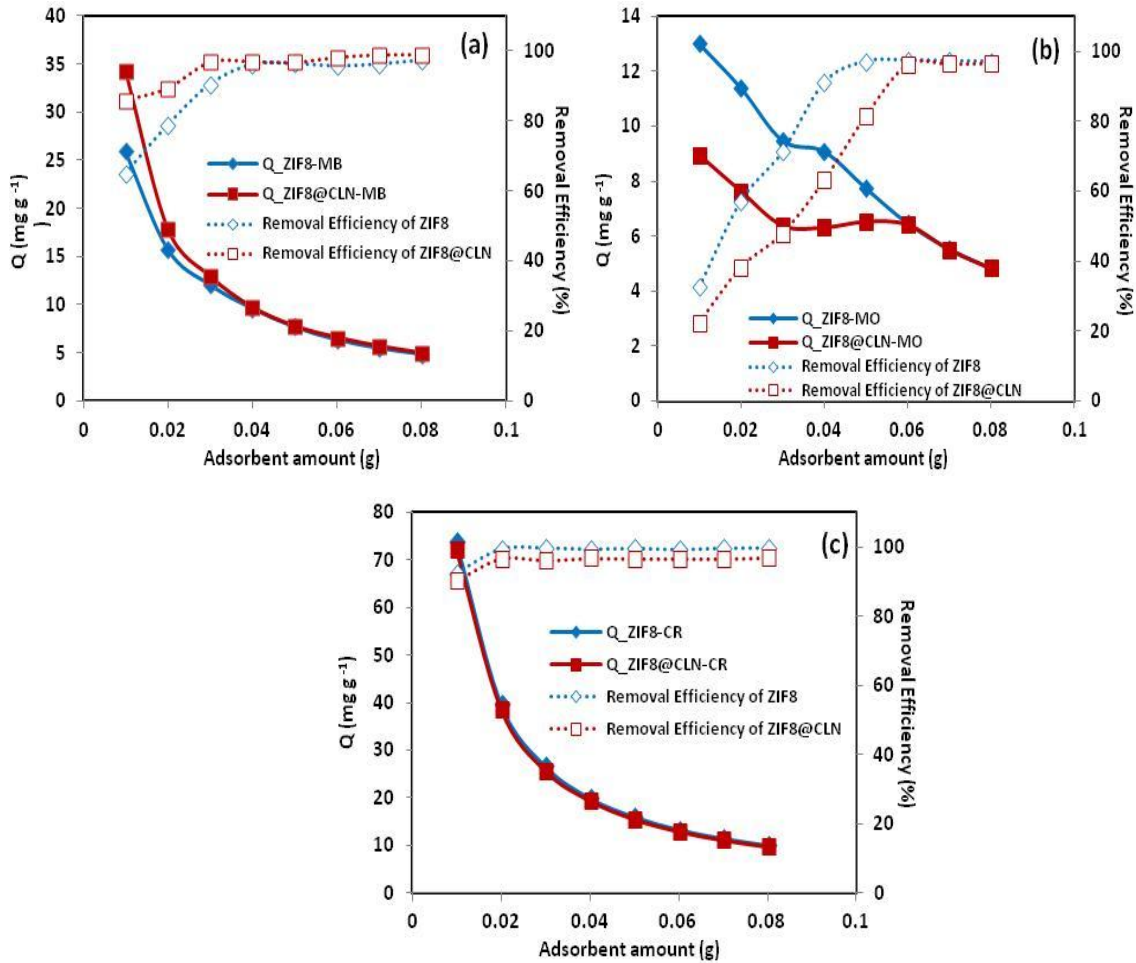


Figure 3. Effect of adsorbent amount. (volume of solution=40 ml; adsorbent dose range 0.01-0.08 g)

The approximately complete removal of MB, MO and CR by using ZIF-8 was provided with the initial concentrations of 10, 10 and 30 ppm, respectively; and by ZIF-8@CLN, it was 12.5, 10 and 20 ppm, respectively. The accessibility of active sites on ZIF-8@CLN and its saturation level affects it. The saturation of ZIF-8@CLN sites changes the dyes concentration.

4. CONCLUSION

In summary, ZIF-8 was synthesized and deposited onto the CLN, successfully. The ZIF-8 and ZIF-8@CLN were investigated for the adsorption of MB, MO and CR. The synthesized nanocomposite adsorbent (ZIF-8@CLN) showed great adsorption capacity toward each of the three dyes. By regard to well adsorption ability and low cost ZIF-8@CLN will be promising adsorbent for waste water treatment.

REFERENCES

- [1] Shen, A., Liao, X., Li, Y. Polyamine functionalized cotton fibers selectively capture negatively charged dye pollutants. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 623, 126666, 2021.
- [2] Demir, N.K., Topuz, P., Yılmaz, L., Kalıpçılar, H. Synthesis of ZIF-8 from recycled mother liquors. *Microporous and Mesoporous Materials*, 198, 291-300, 2014.

- [3] Tate, K.L., Li, S., Yu, M., Carreon, M.A. Zeolite adsorbent-MOF layered nanovalves for CH₄ storage. *Adsorption*, 23, 19-24, 2017.
- [4] Avila, M.C., Lick, I.D., Comelli, N.A., Ruiz, M.L. Adsorption of an anionic dye from aqueous solution on a treated clay. *Groundwater for Sustainable Development*, 15, 100688, 2021.

FENİLKETONÜRİ TANILI ÜÇ KARDEŞ HASTADA DWI MR BULGULARI:

Dr. Melike Ruşen Söğütülgil

ORCID: ID/ [0000-0002-2341-4850](https://orcid.org/0000-0002-2341-4850)

Özet:

Fenilketonüri (FKU), aminoasit metabolizmasının en sık görülen konjenital bozukluğudur. İlk kez 1934 yılında Folling tarafından tanımlanmıştır (1) , fenilalanin hidroksilaz (EC 1.14.16.1) enziminin eksikliğinden kaynaklanan otozomal resesif bir hastalıktır . Etkilenen hastalarda fenilalanin ve ilgili ketoasitlerin plazma ve doku seviyeleri yükselir. Tedavi edilmeyen hastalarda genellikle şiddetli zihinsel gerilik ve zayıf motor fonksiyonu görülür, MR görüntülerinde karakteristik T2 beyaz cevher sinyal anormallikleri görülür. Difüzyon görüntüleme, T2 değişikliklerine neden olan parankimal değişiklikler ile ilgili bilgi sağlayabilir ve takip açısından faydalı olabilir. Bu çalışmada sunulan FKU bulguları, üç kardeşte ve farklı evrelerdeki MRI bulgularının tanımlanması açısından ilginç ve önemlidir. Her üç hastamızda da incelenen tüm beyaz cevher alanlarında, değişen lokalizasyonlarda önemli ölçüde kısıtlanmış difüzyon bulguları ve T2A/Flair sekanslarda sinyal artışları izlenmiştir.

Anahtar kelimeler ; Fenilketonüri, MRI, DWI

DWI MRI Findings in Three Siblings Diagnosed with Phenylketonuria

Dr. Melike Ruşen Söğütülgil

ORCID: ID/ [0000-0002-2341-4850](https://orcid.org/0000-0002-2341-4850)

Abstract:

Phenylketonuria (PKU) is the most common congenital disorder of amino acid metabolism. It was first described by Folling in 1934.(1) PKU is an autosomal recessive disorder caused by a deficiency of the enzyme phenylalanine hydroxylase (EC 1.14.16.1). In affected patients, plasma and tissue levels of phenylalanine and related keto acids increase. If left untreated, patients typically develop severe intellectual disability and poor motor function, with characteristic T2 white matter signal abnormalities observed in MRI scans. Diffusion-weighted imaging (DWI) can provide information about parenchymal changes that cause T2 alterations and may be useful for follow-up. The PKU findings presented in this study are interesting and significant in terms of identifying MRI findings at different stages in three siblings. In all three patients, significantly restricted diffusion findings and increased signal intensity in T2-weighted/FLAIR sequences were observed in various white matter regions.

Keywords: Phenylketonuria, MRI, DWI

SPERM DNA FRAGMENTASYONU VE YARDIMCI ÜREME TEKNOLOJİLERİ: GEBELİK BAŞARISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Pınar KILIÇASLAN CHATZELENİS

İzmir Demokrasi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, pınar.kilicaslan@idu.edu.tr – 0000-0002-9413-1735

ÖZET

Sperm DNA fragmentasyonu (SDF), özellikle in vitro fertilizasyon (IVF) ve intrasitoplazmik sperm enjeksiyonu (ICSI) gibi yardımcı üreme teknolojilerinde (YÜT) erkek fertilitasını değerlendirmede önemli bir biyobelirteç olarak ortaya çıkmıştır. Geleneksel semen analizi sperm konsantrasyonunu, hareketliliğini ve morfolojisini değerlendirirken, sperm fertilizasyon potansiyelini tam olarak yansıtmaz. Bu derleme, sperm DNA fragmentasyonunun YÜT başarısı üzerindeki etkisini değerlendirmeyi ve olası azaltma stratejilerini keşfetmeyi amaçlamaktadır.

Sperm DNA fragmentasyon indeksi (DFI) ile YÜT sonuçları arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için son çalışmaların kapsamlı bir incelemesi yapılmıştır. TUNEL, SCSA, SCD ve Comet analizleri dahil olmak üzere çeşitli DFI ölçüm teknikleri, fertilizasyon, embriyo kalitesi, implantasyon ve gebelik başarısı için tahmini değerleriyle birlikte analiz edilmiştir.

Daha yüksek DFI seviyeleri (%30'dan fazla) daha düşük fertilizasyon ve implantasyon oranları, düşük embriyo kalitesi ve artan düşük riski ile ilişkilendirilmiştir. Ancak bazı çalışmalar, yüksek kaliteli oositlerin sperm DNA hasarını kısmen onarabileceğini ve YÜT sonuçları üzerindeki etkilerini azaltabileceğini ileri sürmüştür. PICSI ve MACS gibi gelişmiş sperm seçimi teknikleri ve antioksidan terapi de dahil olmak üzere yaşam tarzı değişiklikleri, YÜT başarısını iyileştirmek için olası müdahaleler olarak önerilmiştir.

Sperm DNA fragmentasyonu, YÜT sonuçlarını önemli ölçüde etkiler ve özellikle açıklanamayan infertilite veya tekrarlayan YÜT başarısızlığı vakalarında rutin fertilitate değerlendirmelerine entegre edilmelidir. DFI test yöntemlerinin ve eşik değerlerinin standardizasyonu, daha geniş klinik uygulaması için gereklidir. Gelecekteki araştırmalar, YÜT başarı oranlarını artırmak için tanı protokollerini ve tedavi stratejilerini optimize etmeye odaklanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Sperm DNA fragmentasyonu, yardımcı üreme teknolojisi, in vitro fertilizasyon, intrasitoplazmik sperm enjeksiyonu, erkek infertilitesi, embriyo kalitesi, implantasyon başarısı.

SPERM DNA FRAGMENTATION AND ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES: EFFECTS ON PREGNANCY SUCCESS

Assist. Prof. Dr. Pınar KILIÇASLAN CHATZELENİS

Izmir Democracy University, Faculty of Medicine, pinar.kilicaslan@idu.edu.tr – 0000-0002-9413-1735

ABSTRACT

Sperm DNA fragmentation (SDF) has emerged as a key biomarker in assessing male fertility, particularly in assisted reproductive technologies (ART) such as in vitro fertilization (IVF) and intracytoplasmic sperm injection (ICSI). While conventional semen analysis evaluates sperm concentration, motility, and morphology, it does not fully reflect sperm fertilization potential. This review aims to evaluate the impact of sperm DNA fragmentation on ART success and explore potential mitigation strategies.

A comprehensive review of recent studies was conducted to assess the relationship between sperm DNA fragmentation index (DFI) and ART outcomes. Various DFI measurement techniques, including TUNEL, SCSA, SCD, and Comet assays, were analyzed, along with their predictive value for fertilization, embryo quality, implantation, and pregnancy success.

Higher DFI levels (>30%) were associated with lower fertilization and implantation rates, poor embryo quality, and increased miscarriage risk. However, some studies suggested that high-quality oocytes could partially repair sperm DNA damage, mitigating its effects on ART outcomes. Advanced sperm selection techniques, such as PICSI and MACS, and lifestyle modifications, including antioxidant therapy, were proposed as potential interventions to improve ART success.

Sperm DNA fragmentation significantly affects ART outcomes and should be integrated into routine fertility evaluations, particularly in cases of unexplained infertility or recurrent ART failure. Standardization of DFI testing methods and threshold values is necessary for its broader clinical application. Future research should focus on optimizing diagnostic protocols and therapeutic strategies to enhance ART success rates.

Keywords: Sperm DNA fragmentation, assisted reproductive technology, in vitro fertilization, intracytoplasmic sperm injection, male infertility, embryo quality, implantation success.

1. GİRİŞ

İnfertilite dünya çapında çiftlerin yaklaşık %15'ini etkilemekte ve vakaların neredeyse %50'sini erkek faktörü infertilitesi oluşturmaktadır (Liu vd., 2023). Geleneksel semen analizi sperm konsantrasyonunu, hareketliliğini ve morfolojisini değerlendirirken, bu parametreler tek başına üreme potansiyelini tam olarak açıklayamaz. Giderek artan kanıtlar, sperm DNA bütünlüğünün başarılı fertilizasyon, embriyo gelişimi ve implantasyon için çok önemli olduğunu göstermektedir (Braga vd., 2023). DNA fragmentasyon indeksi (DFI) aracılığıyla ölçülen sperm DNA fragmentasyonu (SDF), özellikle in vitro fertilizasyon (IVF) ve intrasitoplazmik sperm enjeksiyonu (ICSI) dahil olmak üzere yardımcı üreme teknolojileri (YÜT) bağlamında erkek fertilitesi için önemli bir biyobelirteç olarak ortaya çıkmıştır (Ebrahimi vd., 2024).

SDF, oksidatif stres, kusurlu kromatin yeniden şekillenmesi, apoptoz ve sigara, radyasyon ve kimyasal maruziyet gibi çevresel etkiler dahil olmak üzere çeşitli endojen ve ekzojen faktörlerden kaynaklanır (Yang vd., 2019, Ping ve ark., 2023). Yüksek SDF seviyeleri, bozulmuş sperm hareketliliği, anormal morfoloji ve azalmış fertilizasyon potansiyeli ile ilişkilendirilmiştir (Liu vd., 2023). Çalışmalar, yüksek DFI değerlerine (>%30) sahip spermlerin YÜT sonuçlarını olumsuz yönde etkileyerek daha düşük embriyo kalitesine, azalmış implantasyon oranlarına ve artmış abortus oranlarına yol açtığını göstermiştir (Braga vd., 2023; Antonouli vd., 2019). Bununla birlikte, bazı araştırmalar yüksek kaliteli oositlerin DNA onarım mekanizmaları yoluyla sperm DNA hasarını kısmen telafi edebileceğini ve bunun embriyo canlılığı üzerindeki etkilerini azaltabileceğini öne sürmektedir (Braga vd., 2023).

Erkek fertilitesindeki bilinen rolüne rağmen, SDF'nin YÜT başarısındaki öngörülen değeri hala tartışılmaktadır. Birkaç meta-analiz yüksek SDF ile zayıf YÜT sonuçları arasında bir korelasyon olduğunu gösterirken, diğerleri bu ilişkinin klinik öneminin çalışma popülasyonlarındaki, test yöntemlerindeki ve DFI için cut-off değerlerindeki heterojenlik nedeniyle belirsiz olduğunu savunmaktadır (Del Giudice ve diğerleri, 2022, Li ve ark., 2020). Sonuç olarak, SDF testi henüz erkek infertilitesi değerlendirmesinin rutin bir bileşeni değildir ve YÜT ortamlarında sperm DNA hasarını değerlendirmek ve yönetmek için standart protokoller oluşturmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Magdi ve ark., 2019).

Bu derleme, sperm DNA fragmentasyonunun yardımcı üreme teknolojileri üzerindeki etkisine ilişkin güncel kanıtları sentezleyerek, fertilizasyon, embriyo gelişimi ve gebelik başarısındaki rolünü incelemeyi amaçlamaktadır. Mevcut verileri eleştirel bir şekilde analiz ederek, SDF'nin standart erkek fertilitesi değerlendirmelerine entegre edilip edilmemesi gerektiğini ve YÜT sonuçları üzerindeki etkilerinin nasıl azaltılabileceğini belirlemeyi amaçlıyoruz.

2. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Sperm DNA fragmentasyonu (SDF) ile yardımcı üreme teknolojisi (YÜT) sonuçları arasındaki ilişkiyi araştırmak için çeşitli çalışmalar sperm DNA bütünlüğünü ve fertilizasyon, embriyo gelişimi ve gebelik başarısı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için farklı metodolojiler kullanmıştır.

Liu ve ark. (2023), ART geçiren 1.462 infertil erkek üzerinde geniş çaplı bir korelasyon analizi gerçekleştirmiş ve onları sperm DNA fragmentasyon indeksi (DFI) seviyelerine göre üç gruba

ayırıştır: düşük ($DFI \leq \%15$), orta ($\%15 < DFI < \%30$) ve yüksek ($DFI \geq \%30$). Sperm konsantrasyonu, hareketliliği ve morfolojisi de dahil olmak üzere semen parametreleri, malondialdehit (MDA) ve toplam antioksidan kapasitesi (TAC) gibi oksidatif stres belirteçleriyle birlikte analiz edilmiştir. Çalışma, DFI'nin sperm sağkalım oranı, konsantrasyonu ve ilerleyici hareketliliği ile negatif korelasyonlu olduğunu, oksidatif stres seviyeleriyle ise pozitif korelasyonlu olduğunu bulmuştur. Özellikle yüksek DFI değerlerinin, IVF döngülerinde sperm kalitesinde belirgin bir azalma ve başarılı fertilizasyon olasılığının daha düşük olmasıyla ilişkili olduğu görüldü.

Benzer şekilde, Braga ve ark. (2023), 525 hastadan alınan 2.942 fertilize olmuş oositi analiz ederek sperm DNA fragmentasyonunun ICSI sonuçları üzerindeki etkisini değerlendirdi. Sperm örnekleri düşük DFI ($<\%30$) ve yüksek DFI ($\geq\%30$) gruplarına ayrıldı ve olgun oositler sitoplazmik ve nükleer defektlerin varlığı açısından değerlendirildi. Çalışma, yüksek DFI'nin düşük fertilizasyon oranları, daha düşük oranda yüksek kaliteli embriyo, azalmış implantasyon ve gebelik oranları ile ilişkili olduğunu gösterdi. Ancak çalışma ayrıca oosit kalitesinin sperm DNA hasarının olumsuz etkisini azaltmada kritik bir rol oynadığını vurguladı ve yüksek kaliteli oositlerin SDF etkilerini bir dereceye kadar etkisiz hale getirebilecek bir DNA onarım mekanizmasına sahip olduğunu öne sürdü.

Sperm DNA bütünlüğünü değerlendirmek için farklı çalışmalar çeşitli analitik teknikler kullanmıştır. Antonouli ve ark. (2019), oosit donasyonu döngülerinde kullanılan sperm örneklerinde DFI'yi ölçmek için bir sperm kromatin dispersiyon (SCD) testi olan Halosperm kitini kullanmıştır. Çalışma, daha yüksek DFI'nin azalmış sperm hareketliliği ve konsantrasyonu ile ilişkili olduğunu, ancak yüksek kaliteli donör oositleri kullanıldığında gebelik oranları üzerinde önemli bir etki gözlemlenmediğini bulmuştur. Bu, oosit onarım mekanizmalarının sperm DNA hasarının üstesinden gelmede önemli bir rol oynadığı hipotezini daha da desteklemektedir.

Başka bir çalışmada, Ebrahimi ve ark. (2024), başarısız IVF girişimleri veya erkek faktörü infertilitesi öyküsü olan 120 çiftte ICSI döngülerini incelemiştir. DFI, TUNEL testi kullanılarak ölçülmüş ve sperm DNA parçalanması ile embriyo gelişimi arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Sonuçlar, daha yüksek DFI'nin ($> \%15$) artan sperm morfolojik anormallikleri, daha düşük toplam sperm hareketliliği ve azalan canlı embriyo sayısı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca lojistik regresyon analizi, DFI düzeyleri arttıkça klinik gebelik olasılığının anlamlı şekilde azaldığını göstererek, sperm DNA bütünlüğünün YÜT başarısındaki prediktif değerini vurgulamaktadır.

Ek olarak, Del Giudice ve ark. (2022) 17.348 YÜT döngüsünü içeren sistematik bir derleme ve meta-analiz yürüttü. Çalışma, bozulmuş semen kalitesi (oligozoospermi, astenozoospermi, teratozoospermi) ile gebelik oranları arasındaki ilişkiyi değerlendirdi. Bulgular, geleneksel semen parametrelerinin tek başına YÜT başarısının güçlü öngörücüleri olmadığını, ancak sperm DNA fragmentasyonunun embriyo kalitesi, implantasyon ve abortus oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koydu. Çalışma ayrıca DFI'nin fertilite değerlendirmelerindeki klinik uygulamasını iyileştirmek için standartlaştırılmış cut-off değerlerine olan ihtiyacı vurguladı.

Son olarak, Yang ve ark. (2019) IVF, ICSI ve intrauterin inseminasyon (IUI) tedavileri dahil olmak üzere 2.622 YÜT döngüsünden alınan verileri analiz ederek yaşam tarzı faktörlerinin sperm DNA fragmentasyonu üzerindeki etkisini araştırdı. Çalışmaları, ileri baba yaşı, sigara içme, obezite ve uzun süreli yoksunluk dönemleri gibi faktörlerin artan sperm DNA parçalanmasıyla pozitif korelasyon gösterdiğini buldu. Bu bulgular, yaşam tarzı değişikliklerinin sperm DNA bütünlüğünü ve dolayısıyla YÜT sonuçlarını iyileştirmek için bir müdahale olarak hizmet edebileceğini göstermektedir.

Bu çalışmaların toplu bulgularına dayanarak, sperm DNA fragmentasyonunun YÜT başarısında önemli bir rol oynadığı, fertilite oranlarını, embriyo kalitesini, implantasyonu ve klinik gebelik sonuçlarını etkilediği açıktır. Ancak, etkisinin kapsamı oosit kalitesi, erkek yaşam tarzı alışkanlıkları ve YÜT yöntemi seçimi gibi faktörlerden etkilenir. Bu nedenle, sperm DNA fragmentasyonu için standart tanı eşikleri belirlemek ve erkek fertilitasını ve YÜT başarı oranlarını iyileştirmek adına terapötik stratejiler geliştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Sperm DNA fragmentasyonu (SDF) ile yardımcı üreme teknolojisi (YÜT) sonuçları arasındaki ilişki, üreme tıbbında giderek artan bir ilgi konusu olmuştur. Geleneksel semen analizi öncelikle sperm konsantrasyonuna, hareketliliğine ve morfolojisine odaklanırken, biriken kanıtlar sperm DNA bütünlüğünün fertilizasyonu, embriyo gelişimini ve gebelik başarısını etkileyen önemli bir faktör olduğunu göstermektedir (Liu vd., 2023). Bu makalede gözden geçirilen çalışmalar toplu olarak sperm DNA fragmentasyonunun YÜT sonuçları üzerindeki önemli etkisini, özellikle erkek faktörlü infertilitenin sıklıkla primer endişe olduğu IVF ve ICSI döngülerinde vurgulamaktadır.

Birkaç çalışma, daha yüksek sperm DNA fragmentasyon indeksi (DFI) değerlerinin düşük fertilizasyon oranları, bozulmuş embriyo gelişimi ve artan abortus riskleriyle ilişkili olduğunu göstermiştir (Braga vd., 2023; Ebrahimi vd., 2024). Özellikle, Braga vd. (2023) $DFI \geq \%30$ olan hastaların önemli ölçüde daha düşük fertilite ve implantasyon oranlarına sahip olduğunu ve ayrıca yüksek kaliteli embriyo oluşumunun azaldığını buldu. Benzer bulgular, daha yüksek bir DFI'nin ICSI döngülerinde daha az sayıda canlı embriyo ile ilişkili olduğunu gözlemleyen Ebrahimi ve ark. (2024) tarafından da bildirildi ve sperm DNA bütünlüğünün embriyonik gelişim için gerekli olduğu fikrini destekledi.

Ancak, tartışmanın temel noktalarından biri, sperm DNA fragmentasyonunun etkilerini azaltmada oosit kalitesinin rolüdür. Antonouli ve ark. (2019), yüksek kaliteli donör oositlerinin kullanıldığı oosit donasyon döngülerini inceledi ve yüksek DFI'nin daha zayıf semen parametreleriyle ilişkili olmasına rağmen, gebelik oranlarını önemli ölçüde etkilemediğini buldu. Bu, güçlü DNA onarım mekanizmalarına sahip oositlerin sperm DNA hasarını telafi edebileceğini ve böylece yüksek DFI seviyelerine rağmen YÜT sonuçlarını iyileştirebileceğini göstermektedir. Bu, daha genç oositlerin daha yüksek DNA onarım kapasitesine sahip olduğunu, daha yaşlı oositlerin ise sperm DNA kusurlarını tam olarak düzeltme yeteneğinden yoksun olabileceğini gösteren önceki araştırmalarla uyumludur (Yang ve ark., 2019).

Ayrıca, yüksek DFI'li hastalarda YÜT başarısındaki değişkenlik, kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerine olan ihtiyacı vurgulamaktadır. Bazı çalışmalar, fizyolojik ICSI (PICSI), manyetik aktiveli hücre ayırma (MACS) veya mikroakışkan sperm ayırma gibi gelişmiş sperm seçme teknikleri kullanılarak daha düşük DNA fragmantasyonuna sahip spermelerin seçilmesinin YÜT sonuçlarını iyileştirebileceğini öne sürmektedir (Del Giudice vd., 2022; Hasanen ve ark., 2020). Ek olarak, yaşam tarzı değişiklikleri ve antioksidan tedavi, sperm DNA hasarını azaltmak ve fertilitate sonuçlarını iyileştirmek için olası müdahaleler olarak önerilmiştir (Liu vd., 2023).

SDF ve YÜT başarısı arasındaki ilişki iyi belgelenmiş olsa da, mevcut literatürde hala sınırlamalar ve tutarsızlıklar bulunmaktadır. En büyük zorluklardan biri, DFI test yöntemlerinde ve eşik değerlerinde standardizasyon eksikliğidir (Del Giudice ve ark., 2022). Farklı çalışmalarda, her biri farklı duyarlılık ve özgüllük seviyelerine sahip TUNEL, SCSA, SCD ve Comet analizleri dahil olmak üzere çeşitli analizler kullanılmıştır. Sonuç olarak, sperm DNA fragmantasyonunu değerlendirmek ve infertilite teşhisinde kullanımını artırmak için klinik olarak ilgili cut-off değerlerini tanımlamak için en uygun yöntem konusunda fikir birliğine ihtiyaç vardır.

Devam eden bir diğer tartışma ise ICSI'nin sperm DNA hasarının etkilerini atlatıp atlatamayacağıdır. Bazı çalışmalar ICSI'nin SDF'nin fertilizasyon oranları üzerindeki etkisini azalttığını öne sürerken, diğerleri embriyo kalitesi ve abortus riski üzerindeki olumsuz sonuçları ortadan kaldırmadığını savunmaktadır (Braga ve ark., 2023). Yang ve ark. tarafından yapılan inceleme. (2019) bu iddiayı destekleyerek, ICSI'nin yüksek DFI'li sperm kullanılarak döllemeyi kolaylaştırabildiğini, ancak elde edilen embriyoların daha düşük DFI seviyelerine sahip spermelerden elde edilenlere kıyasla daha düşük implantasyon ve gebelik oranları sergilediğini belirtmektedir.

Birlikte ele alındığında, bu çalışmalardan elde edilen bulgular, YÜT başarısında sperm DNA bütünlüğünün kritik rolünü vurgulamaktadır. Bir miktar DNA hasarı oositler tarafından onarılabilirken, aşırı fragmantasyon üreme sonuçlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, erkek fertilitésinin kapsamlı bir değerlendirmesi, özellikle açıklanamayan infertilite, tekrarlayan implantasyon başarısızlığı veya tekrarlayan YÜT başarısızlığı vakalarında sperm DNA bütünlüğü testini içermelidir. Gelecekteki araştırmalar, standart tanı protokolleri oluşturmaya, terapötik müdahaleleri keşfetmeye ve YÜT başarı oranlarını iyileştirmek için sperm seçimi yöntemlerini optimize etmeye odaklanmalıdır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sperm DNA fragmantasyonu, erkek fertilitésinin değerlendirilmesinde önemli bir biyobelirteç olarak ortaya çıkmış ve IVF ve ICSI dahil yardımcı üreme teknolojilerinin başarısını etkilemiştir. Bu makalede gözden geçirilen çalışmalar toplu olarak daha yüksek sperm DNA fragmantasyonu seviyelerinin daha düşük fertilizasyon oranları, bozulmuş embriyo kalitesi ve artan abortus riskleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir (Braga ve ark., 2023; Liu ve ark., 2023). Geleneksel semen analizi standart tanı aracı olmaya devam etse de sperm fertilizasyon potansiyelini tam olarak değerlendirmek için yetersizdir ve özellikle tekrarlayan YÜT başarısızlığı veya açıklanamayan infertilite vakalarında klinik uygulamaya DNA fragmantasyon testinin dahil edilmesini gerektirir.

Literatürdeki önemli bir bulgu, yüksek kaliteli oositlerin sperm DNA hasarını onarma yeteneğidir ve bu, SDF'nin YÜT sonuçları üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletebilir (Antonouli ve ark., 2019). Ancak bu onarım mekanizması, özellikle yaşlı oositlerde sınırlıdır ve infertilite zorluklarıyla karşı karşıya olan çiftlerde erken fertilité değerlendirmesi ve müdahalesine olan ihtiyacı vurgular. Yüksek DFI'li erkeklerde YÜT başarısındaki değışkenlik, yaşam tarzı değışiklikleri, antioksidan terapi ve üreme sonuçlarını iyileştirebilecek PCSI ve MACS gibi gelişmiş sperm seçimi teknikleri de dahil olmak üzere kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinin önemini vurgular (Del Giudice ve ark., 2022).

SDF'yi YÜT başarısına bağlayan ikna edici kanıtlara rağmen, tanı yöntemlerinin ve klinik cut-off değerlerinin standardizasyonunda zorluklar devam etmektedir. Farklı çalışmalar, her biri farklı duyarlılık ve özgüllüğe sahip TUNEL, SCSA, SCD ve Comet analizlerini kullanmıştır (Yang vd., 2019). Üreme kliniklerinde yaygın bir şekilde benimsenmesini kolaylaştırmak için en güvenilir ve klinik olarak uygulanabilir test yöntemi konusunda fikir birliğine ihtiyaç vardır. Ek olarak, ICSI yüksek SDF vakalarında fertilizasyon sonuçlarını iyileştirebilse de, implantasyon ve gebelik oranları üzerindeki olumsuz etkiyi tamamen ortadan kaldırmaz ve etkilenen bireyler için YÜT protokollerini optimize etmek için daha fazla araştırma yapılmasını gerektirir (Braga vd., 2023).

Sonuç olarak, sperm DNA fragmantasyonu YÜT başarısının önemli bir belirleyicisidir ve değerlendirmesi infertilite yaşayan erkekler için rutin fertilité değerlendirmelerine dahil edilmelidir. Gelecekteki araştırmalar, standart tanı protokolleri oluşturmayı, terapötik müdahaleleri iyileştirmeyi ve YÜT'de gebelik sonuçlarını iyileştirmek için sperm seçimi tekniklerini optimize etmeyi hedeflemelidir. Bu gelişmeleri klinik pratiğe entegre ederek, üreme uzmanları infertilite ile mücadele eden çiftlere daha etkili, kişiselleştirilmiş tedaviler sunabilir ve sonuç olarak başarılı bir gebelik elde etme şanslarını artırabilirler.

KAYNAKÇA

- [1] Liu K, Mao X, Pan F, Chen Y, An R. Correlation analysis of sperm DNA fragmentation index with semen parameters and the effect of sperm DFI on outcomes of ART. *Sci Rep*. 2023 Feb 15;13(1):2717. doi: 10.1038/s41598-023-28765-z. PMID: 36792684; PMCID: PMC9931767.
- [2] Braga DPAF, Setti A, Morishima C, Provenza RR, Iaconelli A Jr, Borges E Jr. The effect of sperm DNA fragmentation on ICSI outcomes depending on oocyte quality. *Andrology*. 2023 Nov;11(8):1682-1693. doi: 10.1111/andr.13435. Epub 2023 Apr 28. PMID: 37004191.
- [3] Ebrahimi M, Akbari Asbagh F, Tavakoli M, Eshraghi N, Poormand N, Ghaemi M. Correlation of Sperm DNA Fragmentation Index With Semen Parameters, Lifestyle and Clinical Pregnancy Outcome After Intracytoplasmic Injection. *J Family Reprod Health*. 2024 Jun;18(2):122-128. doi: 10.18502/jfrh.v18i2.15936. PMID: 39011408; PMCID: PMC11246733.

- [4] Yang H, Li G, Jin H, Guo Y, Sun Y. The effect of sperm DNA fragmentation index on assisted reproductive technology outcomes and its relationship with semen parameters and lifestyle. *Transl Androl Urol.* 2019 Aug;8(4):356-365. doi: 10.21037/tau.2019.06.22. PMID: 31555559; PMCID: PMC6732090.
- [5] Ping P, Liu Y, Zheng Z, Ma Y, Dong F, Chen X. Association of embryo aneuploidy and sperm DNA damage in unexplained recurrent implantation failure patients under NGS-based PGT-A cycles. *Arch Gynecol Obstet.* 2023 Sep;308(3):997-1005. doi: 10.1007/s00404-023-07098-2. Epub 2023 Jun 21. PMID: 37341853.
- [6] Antonouli S, Papatheodorou A, Panagiotidis Y, Petousis S, Prapas N, Nottola SA, Palmerini MG, Macchiarelli G, Prapas Y. The impact of sperm DNA fragmentation on ICSI outcome in cases of donated oocytes. *Arch Gynecol Obstet.* 2019 Jul;300(1):207-215. doi: 10.1007/s00404-019-05133-9. Epub 2019 Apr 2. PMID: 30941554.
- [7] Del Giudice F, Belladelli F, Chen T, Glover F, Mulloy EA, Kasman AM, Sciarra A, Salciccia S, Canale V, Maggi M, Ferro M, Busetto GM, De Berardinis E, Salonia A, Eisenberg ML. The association of impaired semen quality and pregnancy rates in assisted reproduction technology cycles: Systematic review and meta-analysis. *Andrologia.* 2022 Jul;54(6):e14409. doi: 10.1111/and.14409. Epub 2022 Mar 3. PMID: 35244232; PMCID: PMC9540664.
- [8] Li MW, Lloyd KCK. DNA fragmentation index (DFI) as a measure of sperm quality and fertility in mice. *Sci Rep.* 2020 Mar 2;10(1):3833. doi: 10.1038/s41598-020-60876-9. PMID: 32123279; PMCID: PMC7052244.
- [9] Magdi Y, Samy A, Abbas AM, Ibrahim MA, Edris Y, El-Gohary A, Fathi AM, Fawzy M. Effect of embryo selection based morphokinetics on IVF/ICSI outcomes: evidence from a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Gynecol Obstet.* 2019 Dec;300(6):1479-1490. doi: 10.1007/s00404-019-05335-1. Epub 2019 Oct 30. PMID: 31667608.
- [10] Hasanen E, Elqusi K, ElTanbouly S, Hussin AE, AlKhadr H, Zaki H, Henkel R, Agarwal A. PCSI vs. MACS for abnormal sperm DNA fragmentation ICSI cases: a prospective randomized trial. *J Assist Reprod Genet.* 2020 Oct;37(10):2605-2613. doi: 10.1007/s10815-020-01913-4. Epub 2020 Aug 8. PMID: 32772268; PMCID: PMC7550434.

OKSİDATİF STRES VE ERKEK İNFERTİLİTESİ: YARDIMCI ÜREME TEKNOLOJİSİ SONUÇLARINI İYİLEŞTİRMEDE ANTİOKSİDAN TEDAVİNİN ROLÜ

Dr. Öğr. Üyesi Pınar KILIÇASLAN CHATZELENİS

İzmir Demokrasi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, pinar.kilicaslan@idu.edu.tr – 0000-0002-9413-1735

ÖZET

Oksidatif stres (OS), erkek infertilitesine önemli bir katkıda bulunur ve sperm hareketliliğini, canlılığını ve DNA bütünlüğünü bozar. Sperm DNA fragmentasyonunu artırarak ve fertilité potansiyelini azaltarak yardımcı üreme teknolojisi (YÜT) sonuçlarını olumsuz etkiler. Antioksidan tedavisi bu etkileri hafifletmek için bir strateji olarak önerilmiştir, ancak klinik etkinliği hala tartışılmaktadır. Bu inceleme, antioksidanların sperm fonksiyonunu ve YÜT sonuçlarını iyileştirmedeki rolüne ilişkin son çalışmaları analiz etmektedir. Oksidatif stres belirteçlerini, sperm kalitesini, DNA fragmentasyonunu ve YÜT başarı oranlarını değerlendiren çalışmalar dahil edilmiştir. C vitamini, E vitamini, koenzim Q10, L-karnitin, çinko ve selenyum gibi antioksidanlar potansiyel faydaları açısından değerlendirilmiştir. Klinik ve in vitro çalışmalar, antioksidan takviyesinin sperm hareketliliğini artırabileceğini, DNA hasarını azaltabileceğini ve YÜT’de fertilizasyon ve embriyo gelişim oranlarını iyileştirebileceğini göstermektedir. Ancak, antioksidan tedavisini daha yüksek klinik gebelik ve canlı doğum oranlarına bağlayan kanıtlar kesin değildir. Bazı çalışmalar aşırı ROS baskılanmasının fizyolojik sperm fonksiyonunu etkileyebileceğini ve hassas antioksidan dozajına ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır. Dahası, çoğu çalışma oral takviyeye odaklanırken, son bulgular YÜT’de antioksidanla zenginleştirilmiş sperm hazırlama ortamının potansiyelini desteklemektedir. Antioksidan tedavi YÜT’de umut vadeden bir yardımcıdır, ancak tedavi rejimlerindeki değişkenlik ve tutarsız klinik sonuçlar daha fazla standartlaştırılmış denemeyi gerekli kılmaktadır. Gelecekteki araştırmalar, güvenliği sağlarken terapötik faydaları en üst düzeye çıkarmak için büyük ölçekli randomize kontrollü çalışmalara, optimize edilmiş antioksidan dozajına ve alternatif uygulama yöntemlerine odaklanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Erkek infertilitesi, oksidatif stres, antioksidanlar, sperm fonksiyonu, ART, DNA fragmentasyonu, ROS, koenzim Q10, C vitamini, sperm hareketliliği

OXIDATIVE STRESS AND MALE INFERTILITY: THE ROLE OF ANTIOXIDANT THERAPY IN IMPROVING ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGY OUTCOMES

Assist. Prof. Dr. Pınar KILIÇASLAN CHATZELENİS

İzmir Democracy University, Faculty of Medicine, pinar.kilicaslan@idu.edu.tr – 0000-0002-9413-1735

ABSTRACT

Oxidative stress (OS) is a major contributor to male infertility, impairing sperm motility, viability, and DNA integrity. It negatively affects assisted reproductive technology (ART) outcomes by increasing sperm DNA fragmentation and reducing fertilization potential. Antioxidant therapy has been proposed as a strategy to mitigate these effects, but its clinical efficacy remains debated. This review analyzes recent studies on the role of antioxidants in improving sperm function and ART outcomes. Studies evaluating oxidative stress markers, sperm quality, DNA fragmentation, and ART success rates were included. Antioxidants such as vitamin C, vitamin E, coenzyme Q10, L-carnitine, zinc, and selenium were assessed for their potential benefits. Clinical and in vitro studies indicate that antioxidant supplementation can enhance sperm motility, reduce DNA damage, and improve fertilization and embryo development rates in ART. However, evidence linking antioxidant therapy to higher clinical pregnancy and live birth rates remains inconclusive. Some studies suggest that excessive ROS suppression may interfere with physiological sperm function, highlighting the need for precise antioxidant dosing. Moreover, while most studies focus on oral supplementation, recent findings support the potential of antioxidant-enriched sperm preparation media in ART. Antioxidant therapy is a promising adjunct in ART, but variability in treatment regimens and inconsistent clinical outcomes necessitate further standardized trials. Future research should focus on large-scale randomized controlled trials (RCTs), optimized antioxidant dosing, and alternative delivery methods to maximize therapeutic benefits while ensuring safety.

Keywords: Male infertility, oxidative stress, antioxidants, sperm function, ART, DNA fragmentation, ROS, coenzyme Q10, vitamin C, sperm motility

1. GİRİŞ

İnfertilite, modern toplumda giderek artan bir endişe kaynağıdır ve küresel olarak çiftlerin yaklaşık %10-15'ini etkiler ve bu vakaların neredeyse yarısına erkek faktörü infertilitesi katkıda bulunur (Fanaei ve ark., 2014; Moreira ve ark., 2022). Erkek infertilitesinin başlıca nedenlerinden biri, reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretiminin antioksidan savunma kapasitesini aştığı ve lipid peroksidasyonuna, sperm DNA hasarına ve sperm fonksiyonunun bozulmasına yol açan bir durum olan oksidatif stres (OS) (Martin-Hidalgo ve ark., 2019; Albolsamadi ve ark., 2019). Spermatozoalar, sınırlı sitoplazmik antioksidan savunma mekanizmaları ve peroksidasyona eğilimli olan yüksek çoklu doymamış yağ asitleri içeriği nedeniyle OS'ye karşı özellikle savunmasızdır (Majzoub ve Agarwal, 2018). In vitro fertilizasyon (IVF) ve intrasitoplazmik sperm enjeksiyonu (ICSI) gibi yardımcı üreme teknolojileri (YÜT) prosedürleri sırasında sperm hücreleri, el manipülasyonu, santrifüjleme ve oksijen açısından zengin ortamlara uzun süre maruz kalma nedeniyle ek oksidatif strese maruz kalır (Lahimer ve ark., 2025). Bu, ROS seviyelerini artırarak sperm hareketliliğinin azalmasına, fertilizasyon oranlarının düşmesine ve embriyo kalitesinin bozulmasına neden olur (Gambera ve ark., 2019; Ghafarizadeh ve ark., 2020). Dahası, çalışmalar OS'nin infertilite sorunu yaşayan erkeklerin %30-80'inde bulunduğunu göstererek, üreme fonksiyonunun bozulması ve zayıf YÜT sonuçları ile güçlü ilişkisini vurgulamaktadır (Lahimer vd., 2025).

Oksidatif stresin erkek fertilitesi üzerindeki zararlı etkileri göz önüne alındığında, antioksidan tedavisi potansiyel bir müdahale olarak önemli ilgi görmüştür. C vitamini, E vitamini, koenzim Q10, çinko, selenyum ve L-karnitin gibi antioksidanların sperm hareketliliğini, canlılığını ve DNA bütünlüğünü iyileştirdiği ve böylece YÜT başarı oranlarını artırdığı gösterilmiştir (Moreira ve ark., 2022; Majzoub ve Agarwal, 2018; Kobayashi ve ark., 2021). Çok sayıda çalışma antioksidanların ROS kaynaklı sperm hasarına karşı koymadaki faydalarını desteklerken, klinik sonuçları en üst düzeye çıkarmak için antioksidan takviyesinin optimum dozajı, süresi ve kombinasyonu konusunda devam eden tartışmalar devam etmektedir (Martins da Silva, 2019).

Bu inceleme, oksidatif stresin erkek infertilitesindeki rolünün kapsamlı bir analizini sağlamayı ve antioksidan tedavisinin YÜT sonuçlarını iyileştirmedeki etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Mevcut klinik ve moleküler araştırmaları özetleyerek, antioksidan müdahalelerinin sperm fonksiyonu, embriyo kalitesi ve gebelik başarı oranları üzerindeki etkisini açıklığa kavuşturmayı amaçlıyoruz.

2. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu makalede, erkek infertilitesinde oksidatif stresin rolünü ve antioksidan tedavisinin YÜT başarısı üzerindeki etkisini araştıran çeşitli çalışmalar incelenmiştir. Çoğu çalışma, antioksidanların sperm fonksiyonu ve YÜT sonuçları üzerindeki etkilerini belirlemek için oksidatif stres belirteçlerini, sperm hareketliliğini, DNA hasarını ve toplam antioksidan kapasitesini (TAC) değerlendirmiştir.

Moreira ve ark. (2022), oksidatif stres koşullarını simüle etmek için sperm örneklerinin H₂O₂ (300 µM) varlığında C vitamini (600 µM) ve hiperozid (100 ve 500 µM) ile inkübe edildiği bir in vitro çalışma yürütmüştür. Sperm hareketliliğini, DNA fragmantasyonunu, mitokondriyal membran potansiyelini (MMP) ve oksidatif stres biyobelirteçlerini ölçmüşlerdir. Bulguları, hiperozidin C vitaminine kıyasla üstün bir antioksidan etkiye sahip olduğunu, sperm hareketliliğini iyileştirdiğini ve DNA fragmantasyonunu azalttığını ancak mitokondriyal işlev bozukluğunu önlemede başarısız olduğunu göstermiştir.

Gambera ve ark. (2019), oligoasthenoteratozoospermi (OAT) teşhisi konmuş ve intrasitoplazmik sperm enjeksiyonu (ICSI) yapılan 32 erkek üzerinde klinik bir çalışma yürüttü. Katılımcılara üç ay boyunca L-arginin, koenzim Q10, C ve E vitaminleri, inositol ve bitki özleri kombinasyonu verildi. Semen analizi, WHO 2010 yönergelerine uygun olarak tedaviden önce ve sonra yapıldı. Sonuçları, sperm hareketliliğinde, morfolojisinde ve oksidatif stres azalmasında önemli bir iyileşme olduğunu ve bunun da daha yüksek fertilitite ve embriyo gelişim oranlarına yol açtığını gösterdi.

Lahimer ve ark. (2025), YÜT döngülerinde mikronutrient-antioksidan tedavisinin rolünü araştırdı. IVF veya ICSI yapılan erkeklerden alınan klinik verileri incelediler ve sperm örneklerini ROS seviyeleri, DNA fragmantasyonu, lipid peroksidasyonu ve mitokondriyal işlev açısından analiz ettiler. Çalışma, L-karnitin, glutatyon, koenzim Q10, selenyum ve çinko ile antioksidan takviyesinin sperm kalitesini, DNA bütünlüğünü ve YÜT başarı oranlarını önemli ölçüde iyileştirdiğini buldu.

Majzoub & Agarwal (2018), C ve E vitaminleri, karnitinler, N-asetil sistein, koenzim Q10, çinko, selenyum, folik asit ve likopen dahil olmak üzere çeşitli antioksidanların sperm parametreleri, DNA bütünlüğü ve canlı doğum oranları üzerindeki etkilerini değerlendiren sistematik bir inceleme yürüttü. 26 klinik denemenin meta-analizi, antioksidan tedavisinin sperm hareketliliği, konsantrasyonu ve DNA bütünlüğü üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu doğruladı, ancak canlı doğum oranlarına ilişkin kanıtlar kesin değildi.

Martin-Hidalgo ve diğerleri (2019), ROS kaynaklı sperm hasarının moleküler yollarını analiz etti ve normal sperm fonksiyonu için ROS seviyelerini dengelemenin önemini vurguladı. Fizyolojik ROS seviyelerinin sperm kapasitasyonu ve fertilizasyon için gerekli olduğunu, aşırı ROS üretiminin ise lipid peroksidasyonuna, protein oksidasyonuna ve DNA fragmantasyonuna yol açarak YÜT başarısını olumsuz etkilediğini vurguladılar. Bulguları, oksidatif stres kaynaklı hasarı azaltmak için YÜT'e ek olarak antioksidan tedavisinin kullanımını destekledi.

Martins da Silva (2019), erkek infertilitesinde ve YÜT sonuçlarında antioksidanların rolünü eleştirel bir şekilde inceledi. Yaygın antioksidan kullanımına rağmen, dozaj, süre ve antioksidan takviyesi türündeki değişkenliğin standart tedavi protokolleri oluşturmayı zorlaştırdığını belirttiler. Çalışma, erkek infertilitesi tedavisi için optimum antioksidan rejimini belirlemek amacıyla geniş ölçekli, randomize kontrollü çalışmalara (RCT) olan ihtiyacı vurguladı. Kapsamlı bir analiz sağlamak amacıyla bu derleme, erkek kısırlığında oksidatif stresin rolünü ve antioksidan tedavinin sperm fonksiyonunu ve YÜT sonuçlarını iyileştirme potansiyelini değerlendirmek için in vitro, klinik ve sistematik inceleme çalışmalarından elde edilen bulguları bir araya getirmektedir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Oksidatif stres (OS), erkek infertilitesinde kritik bir faktör olarak ortaya çıkmış ve sperm hareketliliğinin azalmasına, DNA fragmantasyonuna ve bozulmuş fertilizasyon potansiyeline katkıda bulunmuştur. Bu inceleme, antioksidan tedavisinin sperm fonksiyonu ve YÜT sonuçları üzerindeki etkisini değerlendiren birden fazla çalışmayı analiz ederek, hedefli takviyenin OS'nin zararlı etkilerini azaltabileceğine dair kanıt sağlamıştır.

Moreira ve ark. (2022), hiperozid ve C vitamini takviyesinin sperm hareketliliğini iyileştirdiğini ve DNA parçalanmasını azalttığını göstermiştir, ancak hiçbir antioksidan oksidatif stres koşullarında mitokondriyal disfonksiyonu tamamen önlememiştir. Bu, antioksidanların ROS'u nötralize etmede etkili olsalar da, özellikle önceden var olan mitokondriyal kusurları olan spermelerde oksidatif hasarı tamamen tersine çeviremeyebileceklerini düşündürmektedir.

Gambera ve ark. (2019) ve Lahimer ve ark. (2025), sperm parametrelerini ve YÜT başarı oranlarını iyileştirmede multivitamin antioksidan takviyesinin rolünü destekleyen daha fazla klinik kanıt sağlamıştır. ICSI ve IVF yapılan erkeklerde sperm hareketliliği, canlılığı ve morfolojisindeki iyileşme, antioksidanların YÜT protokollerinde potansiyel klinik faydasını vurgulamaktadır. Ancak, çalışmalar arasında antioksidan kombinasyonları, dozajlar ve tedavi sürelerindeki değişkenlik, klinik kılavuzların standartlaştırılmasında bir sınırlama olmaya devam etmektedir.

Majzoub & Agarwal (2018) 26 klinik deneyi inceledi ve koenzim Q10, çinko, selenyum ve L-karnitin gibi antioksidanların sperm kalitesi üzerindeki faydalı etkilerini doğruladı. Ancak bulguları canlı doğum oranlarında önemli bir iyileşme olmadığını gösterdi ve bu da artan sperm kalitesinin daha yüksek klinik gebelik oranlarına dönüşüp dönüşmediği konusunda endişelere yol açtı. Bu, uzun vadeli üreme sonuçlarını değerlendiren büyük ölçekli randomize kontrollü çalışmaların (RCT) eksikliğini vurgulayan Martins da Silva (2019) ile uyumludur.

Ek olarak, Martin-Hidalgo ve ark. (2019), Lucignani ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmalar gibi çalışmalar, ROS'un sperm fonksiyonundaki ikili rolünü vurgulayarak, aşırı ROS zararlı olsa da, fizyolojik seviyelerin sperm kapasitasyonu ve fertilizasyonu için gerekli olduğunu belirtti. Antioksidanların aşırı kullanımı, ROS seviyelerini fizyolojik eşik altına bastırabilir ve potansiyel olarak sperm aktivasyon süreçlerini etkileyebilir. Bu endişe, fertilitte tedavilerinde hassas antioksidan dozajının önemini vurgular.

Bir diğer kritik husus da antioksidan verme yöntemidir. Çoğu çalışma oral takviyeyi değerlendirdi, ancak çok azı YÜT için sperm hazırlama ortamında doğrudan antioksidan zenginleştirmenin etkinliğini araştırdı. Moreira ve ark. (2022) ve Lahimer ve ark. (2025), sperm kriyoprezervasyon ortamına antioksidanların dahil edilmesinin YÜT prosedürleri sırasında oksidatif hasara karşı ek koruma sağlayabileceğini öne sürdü.

Genel olarak, antioksidan tedavisi sperm fonksiyonunu ve YÜT sonuçlarını iyileştirmede umut vadetse de, çalışma metodolojilerindeki, tedavi rejimlerindeki ve klinik son noktadaki tutarsızlıklar, erkek infertilitesi tedavisinde uygulanması için kanıta dayalı kılavuzlar oluşturmak amacıyla standart protokollere ve daha fazla randomize kontrollü çalışmaya olan ihtiyacı vurgulamaktadır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Oksidatif stres, erkek infertilitesine katkıda bulunur, sperm hareketliliğini, canlılığını ve DNA bütünlüğünü olumsuz etkiler ve nihayetinde YÜT başarı oranlarını azaltır. Çok sayıda çalışma, özellikle yüksek oksidatif stres seviyelerine sahip erkeklerde antioksidan takviyesinin faydalı etkilerini göstermiştir. Koenzim Q10, C vitamini, E vitamini, L-karnitin ve selenyum gibi antioksidanlar, sperm fonksiyonunu ve embriyo kalitesini iyileştirmede ümit verici sonuçlar göstermiştir ve bu da onları YÜT tedavilerinde değerli bir yardımcı haline getirmiştir.

Ancak, bu ümit verici bulgulara rağmen, antioksidanların canlı doğum oranları üzerindeki etkisi kesin değildir. Birçok çalışma sperm kalitesinde ve YÜT başarı oranlarında iyileşmeler bildirirken, bu iyileştirmelerin artan gebelik ve canlı doğum oranlarına dönüşüp dönüşmediğine dair sınırlı veri bulunmaktadır. Bu tutarsızlık, erkek infertilitesi tedavisinde antioksidan tedavisinin uzun vadeli faydalarını belirlemek için daha iyi kontrol edilen, büyük ölçekli klinik çalışmalara olan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Bir diğer önemli husus, ROS seviyeleri ile sperm fonksiyonu arasındaki dengedir. Aşırı ROS sperm fonksiyonunu bozarken, fizyolojik seviyeler sperm kapasitasyonu, hiperaktivasyonu ve fertilizasyon için gereklidir. Bu nedenle, antioksidanların aşırı kullanımı veya uygunsuz dozajı

bu süreçleri potansiyel olarak bozabilir ve bu da hassas dozaj kılavuzlarına olan ihtiyacı vurgular.

Ayrıca, antioksidan iletim yöntemi optimize edilmelidir. Çalışmalar öncelikle oral takviyeye odaklanmıştır, ancak ortaya çıkan araştırmalar, antioksidanların YÜT prosedürleri için sperm hazırlama ortamına doğrudan dahil edilmesinin sperm işleme ve kriyoprezervasyon sırasında oksidatif hasara karşı üstün koruma sağlayabileceğini öne sürmektedir.

Sonuç olarak, antioksidan tedavisi oksidatif stres kaynaklı erkek infertilitesine karşı koymak için umut verici bir yaklaşımdır, ancak tedavi protokollerini standardize etmek, dozajı optimize etmek ve uzun vadeli üreme sonuçlarını değerlendirmek için daha fazla araştırma gerekmektedir. Gelecekteki çalışmalar, klinik gebelik ve canlı doğum oranlarını değerlendiren randomize kontrollü çalışmalara ve YÜT başarısını artırmak için yeni antioksidan iletim yöntemlerini keşfetmeye odaklanmalıdır.

KAYNAKÇA

- [1] Moreira MV, Pereira SC, Guerra-Carvalho B, Carrageta DF, Pinto S, Barros A, Silva BM, Oliveira PF, Alves MG. Hyperoside Supplementation in Preservation Media Surpasses Vitamin C Protection Against Oxidative Stress-Induced Damages in Human Spermatozoa. *Cell Physiol Biochem.* 2022 Jan 8;56(S1):1-23. doi: 10.33594/000000487. PMID: 34998002.
- [2] Martin-Hidalgo D, Bragado MJ, Batista AR, Oliveira PF, Alves MG. Antioxidants and Male Fertility: from Molecular Studies to Clinical Evidence. *Antioxidants (Basel).* 2019 Apr 5;8(4):89. doi: 10.3390/antiox8040089. PMID: 30959797; PMCID: PMC6523199.
- [3] Abdolsamadi M, Mohammadi F, Nashtaei MS, Teimouri M, Sardar R, Dayani M, Haghighi M, Ghasemi S, Vatannejad A, Zandieh Z. Does myoinositol supplement improve sperm parameters and DNA integrity in patients with oligoasthenoteratozoospermia after the freezing-thawing process? *Cell Tissue Bank.* 2020 Mar;21(1):99-106. doi: 10.1007/s10561-019-09801-7. Epub 2019 Dec 16. PMID: 31845062.
- [4] Majzoub A, Agarwal A. Systematic review of antioxidant types and doses in male infertility: Benefits on semen parameters, advanced sperm function, assisted reproduction and live-birth rate. *Arab J Urol.* 2018 Jan 2;16(1):113-124. doi: 10.1016/j.aju.2017.11.013. PMID: 29713542; PMCID: PMC5922223.
- [5] Lahimer M, Capelle S, Lefranc E, Bosquet D, Kazdar N, Ledu A, Agina M, Cabry R, BenKhalifa M. Micronutrient-Antioxidant Therapy and Male Fertility Improvement During ART Cycles. *Nutrients.* 2025 Jan 17;17(2):324. doi: 10.3390/nu17020324. PMID: 39861453; PMCID: PMC11768505.
- [6] Gambera L, Stendardi A, Ghelardi C, Fineschi B, Aini R. Effects of antioxidant treatment on seminal parameters in patients undergoing in vitro fertilization. *Arch Ital Urol Androl.* 2019 Oct 2;91(3). doi: 10.4081/aiua.2019.3.187. PMID: 31577104.
- [7] Ghafarizadeh AA, Malmir M, Naderi Noreini S, Faraji T, Ebrahimi Z. The effect of vitamin E on sperm motility and viability in asthenoteratozoospermic men: In vitro study. *Andrologia.* 2021 Feb;53(1):e13891. doi: 10.1111/and.13891. Epub 2020 Nov 24. PMID: 33236456.

- [8]** Martins da Silva SJ. Male infertility and antioxidants: one small step for man, no giant leap for andrology? *Reprod Biomed Online*. 2019 Dec;39(6):879-883. doi: 10.1016/j.rbmo.2019.08.008. Epub 2019 Sep 3. PMID: 31727498.
- [9]** Kobayashi M, Tsuzuki C, Kobayashi M, Tsuchiya H, Yamashita Y, Ueno K, Onozawa M, Kobayashi M, Kawakami E, Hori T. Effect of supplementation with the reduced form of coenzyme Q10 on semen quality and antioxidant status in dogs with poor semen quality: Three case studies. *J Vet Med Sci*. 2021 Jul 2;83(7):1044-1049. doi: 10.1292/jvms.21-0174. Epub 2021 May 20. PMID: 34011783; PMCID: PMC8349810.
- [10]** Lucignani G, Jannello LMI, Fulgheri I, Silvani C, Turetti M, Gadda F, Viganò P, Somigliana E, Montanari E, Boeri L. Coenzyme Q10 and Melatonin for the Treatment of Male Infertility: A Narrative Review. *Nutrients*. 2022 Nov 1;14(21):4585. doi: 10.3390/nu14214585. PMID: 36364847; PMCID: PMC9658523.

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE YAPILMIŞ ETNOBOTANİK TEZLER ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER

Prof. Dr., Hasan AKAN

Harran Üniversitesi, hakan@harran.edu.tr-<https://orcid.org/0000-0002-3033-4349>

Orman Yüksek Mühendisi, Mehmet ASLAN

Harran Üniversitesi, aslanmehmet44@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3840-5818>

ÖZET

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu bölgesinde yapılan etnobotanik alanında yapılmış yüksek lisans ve doktora tezlerinin içeriklerini incelemek ve değerlendirmektir. Yapmış olduğumuz derlemeler sonucunda 81 etnobotanik içerikli tez ve yayın saptanmıştır. Bölgede yapılan çalışmalarda, araştırmacıların tıbbi bitkilere daha yoğun ilgi gösterdikleri, buna karşın etnobotanik değeri olan diğer alanlarda yeterli sayıda çalışma olmadığı ve bu alandaki çalışmaların büyük bir bölümünün ise son 20 yıl içinde arttığı görülmüştür. Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yapılan etnobotanik tezlerin bir envanteri ortaya konulmuştur. Yapılan taramalar sonucunda etnobotanik içerikli 3 doktora ve 49 yüksek lisans tezlerinin yapıldığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, bölgede yapılmış tezlerin kısa içeriklerine, hangi illerde ve kimler tarafından yapıldığına, çalışmaların yıllar bazındaki değişimlerine ve ön plana çıkan önemli bitki türlerine yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Etnobotanik, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Yararlı Bitkiler,

EVALUATIONS ON ETHNOBOTANICAL THESES MADE IN SOUTHEASTERN ANATOLIA REGION

ABSTRACT

This study aims to examine and evaluate the contents of master's and doctoral theses in the field of ethnobotany in the Southeastern Anatolia Region. As a result of our compilations, 81 ethnobotany theses and publications were identified. In the studies conducted in the region, it was observed that researchers showed more intense interest in medicinal plants, however, there were not enough studies in other areas with ethnobotany value and most of the studies in this field increased in the last 20 years. In this study, an inventory of ethnobotany theses conducted in the Southeastern Anatolia Region was presented. As a result of the scans, it was determined that 3 doctoral and 49 master's theses with ethnobotany content were conducted. In this context, the brief contents of theses conducted in the region, in which provinces and by whom they were conducted, changes in the studies over the years and prominent important plant species were included.

Keywords: Ethnobotany, Southeastern Anatolia Region, Useful Plants,

GİRİŞ

Etnobotanik kelimesini analiz edecek olursak, "etno-" insanların incelenmesi, "botanik" ise bitkilerle ilgilenen bilim dalı anlamına gelir. Etnobotanik terimi, çeşitli insan topluluklarında bitkilerle olan ilişkileri inceleyen bir bilim dalı olarak tanımlanabilir. Daha geniş bir perspektiften bakıldığında ise, insanların bitkilerle kurduğu etkileşimleri araştıran disiplinler arası bir alan olduğu söylenebilir (Balick ve ark., 1996; Ertuğ, 2014).

Etnobotanik teriminin farklı kaynaklarda; geniş ifade ile "tarihsel süreci içinde insan-bitki ilişkileri", dar ifade ile ise "bir bölge halkının, ertafında bulunan bitkilerden birçok ihtiyacı karşılamak üzere istifade etme bilgisi ve bitkilerdeki etkileri" olarak ta tanımına yer verilebilmektedir.

Etnobotanik, belirli bir coğrafyada yaşayan insanların, yaşam alanlarının çevresinde var olan odunsu ve otsu bitkileri kullanarak elde ettikleri ve günlük yaşamlarında kullanmış oldukları gıda, ilaç, kozmetik, süs, takı, ev eşyası, kişisel eşya, hayvan yetiştiriciliği için kullanılan ve diğer tüm objeleri ifade etmektedir. Çocukları uyutmak için kullanılan ve ağaçtan yapılan beşik, yemek için kullanılan ısırgan otu, ilaç amaçlı kullanılan kantaron otu ve zeytinyağı, cilt için kullanılan salatalık bitkisi, ağaçtan yapılmış sehpa, diş temizliğinde kullanılan misvak ve kürdan (diş) otu, hayvanları yemlemek için kullanılan ve ağaçtan yapılan hayvan yemlikleri ve ebedi yolculuk için içinde taşındığımız tabut gibi birçok örnek, etnobotanik biliminin araştırdığı alanlara örnek olarak verilebilir.

İlkçağlardan itibaren insanoğlu bitkilerden farklı amaç ve çeşitli şekilde faydalanmıştır. Yabani bitkilerin doğadan toplanarak kullanımı giderek onları kültüre alma ve tarımını yapmaya doğru yönelmiştir (Asil ve Şar, 1984). Yabani bitkiler, sadece besin hammadde olarak değil, aynı zamanda baharat ve içecek şeklinde tüketilerek iştah açıcı, sindirimi destekleyici ve hastalıkları iyileştirici amaçlarla da kullanılmaktadır (Özer ve ark., 2004).

Deneme yanılma yoluyla elde edilmiş bilgiler, geçmişten günümüze aktararak ulaşmıştır (Sadıkoğlu, 1998). Bitkilerin kullanımına ilişkin yerel bilgi, eski zamanlardan beri yerel topluluğun bilgeliğine ve deneyimine dayanmaktadır. Zamanla bu bilgi yerel topluluğun veya kabilelerin geleneği haline gelir. Bu tür bilgiler bir nesilden diğerine aktarılır ve tarımda, ilaçlarda ve diğer ev faaliyetlerinde uygulanır. Son on yılda, botanikçiler bu bilgiyi toplamak için muazzam çaba sarf ettiler ve sonunda, 'Etnobotanik' olarak bilinen yeni bir botanik dalı ortaya çıktı. Etnobotanik, doğadan biyolojik olarak aktif molekülleri aramak için her zaman birincil kaynak olarak kullanılmış (yaklaşık %60) ve aynı zamanda insan yaşam kalitesini artıran ilaçların geliştirilmesine katkıda bulunmuştur (Rey, 2018).

Etnobotanikğin ortaya çıkışında, çeşitli hastalıkların tedavisinde tıbbi bitkilerin binlerce yıldır kullanılması önemli bir yer tutmuştur. Eski dönemlerden günümüze ulaşan etnobotanikle ilgili kitaplar ve belgeler, ağırlıklı tıbbi bitkilerin kullanımına odaklanmaktadır. Örneğin, Hitit dönemi yazıtlarında, Mısır papirüslerinde ve antik dönemlerden kalan eserlerde tıbbi bitkilerin bölgesel adlarına ve nasıl kullanıldıklarına dair bilgiler bulunmaktadır.

Etnobotanik" kelimesi ise ilk kez 1895 yılında Amerikalı botanikçi John William Harshberger tarafından, Aborjinlerin bitki kullanımına dair bir çalışmada kullanılmıştır (Albuquerque ve ark., 2017). Harshberger'in "The Purposes of Etnobotany" adlı yayını bu alandaki ilk eserdir. Basitçe 'bitkilerin bölgesel olarak kullanımı' olarak tanımlanan etnobotanik teriminin anlamı ve kapsamı, son yüz yıldan bu zamana kadar giderek olgunlaşmış

ve genişlemiştir. Etnobotaniğin konusu bitkilerin sadece tıbbi ve gıda amaçlı kullanımı olmamakla birlikte bunların yanı sıra insanların bitkilerden somut ya da soyut şekillerde yararlanmaları veya sadece isim vermeleri bile etnobotaniğin konusuna girmektedir (Ertuğ, 2005).

Günümüzde etnobotanik araştırmalar açısından en ileri düzeyde olan ülkelerden biri Hindistan'dır. Çin'de ise geleneksel tıp bilgilerinin toplanmasının yanı sıra, Kunming Botanik Enstitüsü'ndeki etnobotanik laboratuvarında birçok araştırmacı, farklı bölgelerde kullanılan bitkiler üzerinde çalışmalarına devam etmektedir. Afrika'da Nijerya ve Kenya gibi ülkelere olduğu gibi, Latin Amerika'da da ekip çalışmaları yürütülmekte ve yeni laboratuvarların kurulması için adımlar atılmaktadır.

Uluslararası Etnobiyojoloji Topluluğu (International Society of Ethnobiology), iki yılda bir düzenlediği kongrelerle bilimsel çalışmaların tartışılmasına olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra, Uluslararası Etnobotanik Kongresi (The International Congress of Ethnobotany- ICEB), farklı yerel komitelerle iş birliği yaparak uluslararası toplantılar gerçekleştirmektedir. ICEB'in temel amacı, çeşitli alanlarda etnobotanik üzerine çalışan araştırmacıları bir araya getirmektir. Bu doğrultuda, ilk kongre 1992 yılında İspanya'nın Cordoba kentinde düzenlenmiştir. Bu toplantıların dördüncüsü ise 2005 yılında İstanbul'da gerçekleştirilmiş olup, etkinliğe 46 farklı ülkeden 300'ün üzerinde araştırmacı katılmıştır.

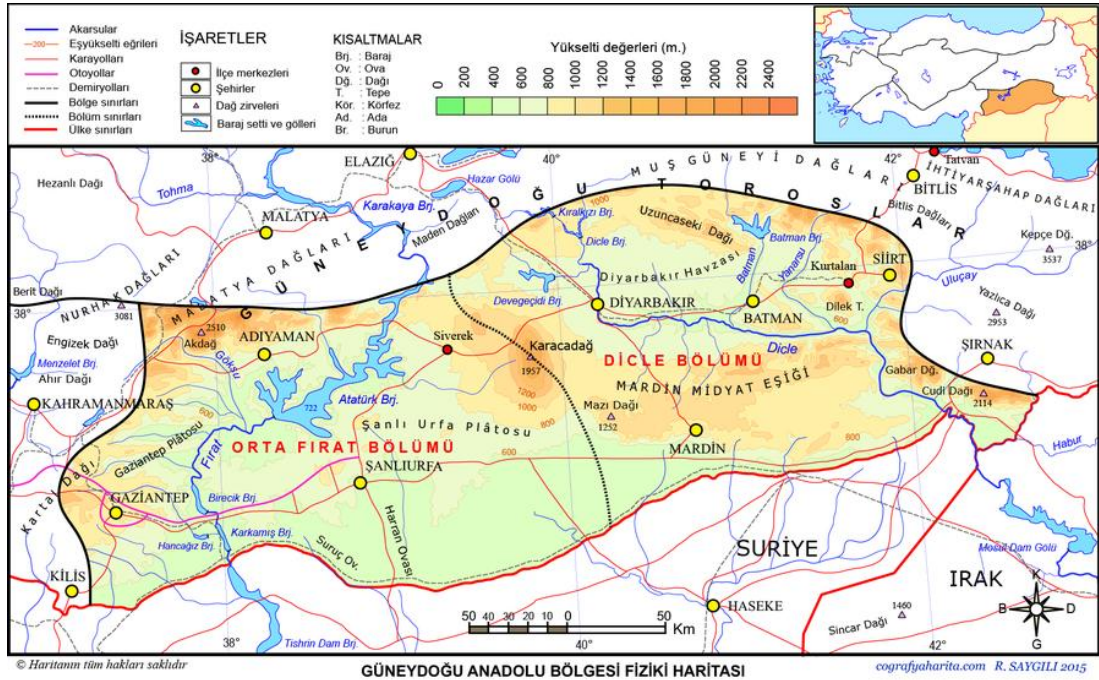
Dünyanın birçok yerinde olduğu gibi Türkiye'de de etnobotanik alanındaki ilk çalışmalar, tıbbi bitkiler üzerine yoğunlaşmıştır. Cumhuriyet döneminden 2000 yılına kadar Türkiye'de gerçekleştirilen 765 etnobotanik çalışması, Narin Sadıkoğlu'nun "*Cumhuriyet Dönemi Türk Etnobotanik Araştırmalar Arşivi*" adlı tezinde belirlenmiş ve İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Botanik Anabilim Dalı'nda, araştırmacıların erişimine sunulmuştur. Bu çalışmanın incelenmesi sonucunda, bitkilerin kullanımına dair en fazla yayının Sivas, İstanbul ve Konya illeri ile ilgili olduğu, bitkilerin ise en çok insan sağlığı, inanç ve beslenme alanlarında değerlendirildiği ortaya konmuştur. 2000 yılından itibaren ise üniversitelerde hazırlanan yüksek lisans ve doktora tezleri, dergilerde yayımlanan makaleler, kongreler, yarışmalar ve çeşitli araştırmalar aracılığıyla etnobotanik çalışmaları devam etmiş; Türkiye florasında bulunan bitki türlerinin kullanım amaçları, kullanım yöntemleri, kimyasal bileşenleri ve yayılış alanlarına dair kapsamlı bilgiler elde edilmiştir (Kendir ve Güvenç, 2009).

MATERYAL ve METOT

Araştırma alanının genel özellikleri

Coğrafik yapısı: Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye'yi oluşturan yedi coğrafi bölge içinde yüzölçümü açısından en küçük olanıdır. Bölgenin toplam alanı 57.335 km² olup, Türkiye yüzölçümünün %8'ini kapsamaktadır. Ülkenin en büyük barajı olan Atatürk Barajı da bu bölgede yer almaktadır (Demir, 2003) (Görsel 1). Bölgedeki arazinin yaklaşık yarısı tarımsal üretime uygun özelliklere sahiptir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi içerisinde yer alan Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerinin oluşturduğu alan, "**GAP Bölgesi**" olarak adlandırılmaktadır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Karacadağ volkan konisi tarafından iki bölüme ayrılmaktadır. Karacadağ'ın doğusunda Dicle Bölümü, batısında ise Orta Fırat Bölümü bulunmaktadır.



Görsel 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi İller Haritası

Bölgenin tarihi ve turistik önemi: Verimli Hilal ya da Yukarı Mezopotamya olarak da bilinen Güneydoğu Anadolu Bölgesi, insanlık tarihinde medeniyetin doğduğu yerlerden biri olarak kabul edilmektedir. GAP Bölgesi, geçmişten günümüze Anadolu ile Mezopotamya arasında bağlantı kuran önemli bir geçiş noktası olmuştur.

Bölgenin arazi kullanımı: Bölge, ülkemizde tarım yapılan topraklarının %11,7'sini, çayır-mera alanlarının %10,3'ünü, orman ve çayır alanlarının %6,2'sini, diğer arazilerin ise %11,4'ünü kapsamaktadır. Bölgenin yüzölçümü içerisinde tarım arazileri %43,6'lık bir paya sahip olup, bu oran Türkiye genelindeki tarım alanlarının %36'lık oranına kıyasla daha avantajlı bir konumdadır.

Yeryüzü Şekilleri: Yer şekillerinin sade olduğu bu bölgede, yüksekliği fazla olmayan geniş ova ve platolar bulunur. Harran, Ceylanpınar ve Birecik ovaları bölgenin önemli düzlükleri arasında yer alır. Ayrıca, Fırat ve Dicle nehirleri bölgenin en önemli akarsularıdır.

Dağları: Toros sıradağları üzerinde yer alan Nemrut Dağı, 2150 metre yüksekliğe ulaşmaktadır. Bölgedeki önemli dağlar arasında Cudi Dağı, volkanik yapıya sahip Karacadağ, Amanos (Nur), Karakuş, Raman ve Aydınlık Dağları (Batman); Mazı Dağları, Âlem ve Dibek Dağı (Mardin); Akdağ, Ulubaba, Gördük, Nemrut ve Altın Dağları (Adıyaman); Cudi, Küpeli, Kelmehmet, Tanintanin ve Namaz Dağları (Şırnak) bulunmaktadır.

İklim: İklim, toprak ve bitki örtüsü Türkiye'nin diğer kurak ve yarı kurak bölgelerinden farklıdır. Akdeniz yağış rejimi altında gözlemlenen iklim koşullarının etkisiyle yazlar sıcak ve kurak olup, yaz sıcaklıkları 25–30 °C civarındadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 400 mm ile 1200 mm arasında değişmektedir (Öztürk ve ark., 2016).

Genel Bitki örtüsü: Güneydoğu Anadolu Bölgesinin doğal bitki örtüsü bozkırdır. İran-Turan Floristik Bölgesi'nin, Mezopotamya Provens'ine aittir. Ovalık kesimlerindeki en yaygın türü Yavşan otu (*Artemisia herba-alba*)'dur. Bölgenin çam ormanları, yörenin batısına sokulabilen

Kızıl Çam (*Pinus brutia*) ile sınırlıdır. Yüksek dağarda başka doğal çam türü yetişmez. GAP; Buğdaygil ve baklagillerin “Gen Merkezi” olarak da bilinir.

Metod

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde geçmişte yapılmış ve insan-bitki ilişkisini konu alan etnobotanik araştırmaların ve çalışmaların tespiti için Google Akademik, TR Dizin, DergiPark ve Ulusal Tez Merkezi çevrimiçi veri tabanlarından yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında; Türkçe ve/veya İngilizce tam metnine ulaşılabilen, Ulusal Tez Merkezinde kabul görmüş 2000 yılı ve sonrası yüksek lisans ve doktora tezleri başta olmak üzere ulusal ve uluslararası dergiler ve diğer yayın kuruluşlarında kabul görmüş konu ile ilgili tüm makaleler incelenmiş ve çalışmada değerlendirilmeye esas alınmıştır.

Çalışma kapsamında tespit edilen tez ve makaleler incelenmiş olup bu yayınların kim tarafından, hangi yıllarda yapıldığı, araştırmanın adı, araştırma yapılan il ve araştırmadaki bitkilerle ilgili familya ve takson sayıları ana başlıkları ile tablo halinde verilmiştir. Ayrıca yine araştırma kapsamında çoğunlukla hangi bitki türlerinin tespit edildiği ve tespit edilen bitkilerin insanlar tarafından etnobotaninin hangi alanlarında ne amaçla kullanıldığını gösteren tablolar hazırlanmış ve bu listeler üzerinden genel değerlendirmeler yapılmıştır.

Elde edilen veriler bulgular kısmında “Doktora ve Yüksek Lisans Tezleri ile Makale ve Yayınlar” şeklinde tasnif edilerek verilmiş olup, tablolar halinde de kronolojik olarak sıralanmıştır. Tartışma kısmında ise bu verilerin analizi ve karşılaştırmaları yapılmıştır.

Öneriler kısmında ise yeterince araştırma yapılmayan alanlara dikkat çekilmiştir.

BULGULAR

Çalışma kapsamında yapılan değerlendirme sonucunda; Güneydoğu Anadolu Bölgesinde özellikle 2000 yılından günümüze kadar yapılan etnobotanik konulu ve içerikli araştırmalardan 81 çalışma tespit edilmiş ve bu çalışmaların incelemeleri yapılmış olup bunlardan 3’ünün doktora tezi, 50’sinin yüksek lisans tezi olduğu görülmüştür.

Etnobotanik Konulu ve İçerikli Doktora ve Yüksek Lisans Tezleri

Etnobotanik konulu ve içerikli olup ilgili enstitüler tarafından kabul görmüş ve taramalar sonucunda tarafımda tespit edilmiş 3 doktora ve 49 yüksek lisans tezleri; çalışma adı, çalışma türü, bulgular, yazar, çalışma ili ve yayın yılı olmak üzere 6 ana başlıkla çizelge haline getirilmiştir (Çizelge 1.).

Çizelge 1. Etnobotanik İçerikli ve Kabul Görmüş Doktora ve Yüksek Lisans Tezleri

Çalışmanın Adı	Çalışma Türü	Bulgular	Yazar	Çalışma İli	Yıl
<i>Capsicum annum</i> bitkisinin Şanlıurfa’da ekisel kullanımı ve gıda üretim yöntemleri	Yüksek Lisans	Şanlıurfa’da biber bitkisinin üretimi ve gıda olarak kullanım çeşitleri araştırılmış	Mehmet ASLAN	Şanlıurfa	2023

Akçakale ve Harran (Şanlıurfa) ilçelerinin etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	Çalışmada 39 familyanın içerdiği 101 takson belirlenmiştir.	Celal ÖZ	Şanlıurfa	2022
Şırnak'ta doğal olarak yetişen ve pazarlama önemine sahip bazı bitki türlerinin kullanım amaçlarının ortaya konulması	Yüksek Lisans	Ekonomik değere sahip 31 takson tespit edilmiştir	Şahin Ölgen	Şırnak	2022
Anadolu'da Gıda Olarak Kullanılan Bazı Bitkilerin In-Vitro Antidiyabetik Aktivitelerinin Araştırılması	Yüksek Lisans	<i>Cerasus mahaleb</i> var. <i>mahaleb</i> tohumu ve meyvesi ile <i>Amygdalus communis</i> L. tohumları ve tohum kabukları çalışılmıştır	Melike Karaca	Türkiye Genel	2022
Suruç (Şanlıurfa) aktarları ve bazı köylerinde etnobotanik bir araştırma	Yüksek Lisans	Çalışmada 58 familya ve 122 cinse ait 141 takson tespit edilmiştir	Serhan Yalçın	Şanlıurfa	2021
Mardin ili geofit florası ile etnobotanik özellikleri ve bazı taksonlar üzerinde fitokimyasal araştırmalar	Doktora	30 familya ve 64 cinsin içerdiği 167 tür tespit edilmiştir.	Mehmet Maruf BALOS	Mardin	2021
Mardin ili bağcılığının genel yapısının belirlenmesi ve yerel çeşitlerin kısa ampelografik özellikleri	Yüksek Lisans	42 üzüm çeşidine ait ampelografik özellikleri belirlemek amacı ile yürütülmüştür.	Nurullah Yalçın	Mardin	2021
Şanlıurfa ilinin Viranşehir ve Ceylanpınar ilçelerinin florasında bulunan bitkilerin etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	27 familyaya ait 63 bitkinin etnobotanik amaçlı kullanıldığı tespit edilmiştir.	Nihat BATAN		2021
Gökçebağ ve çevresinin (Siirt) etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	33 familyaya ait toplam 87 taksonun özelliği tespit edilmiştir	Tüba Nur Demir İnal	Siirt	2021
Geçmişten günümüze Siverek Karakeçilileri: Tarihleri, sosyal hayatları ve kültürleri	Yüksek Lisans	Mirekî oymağının bey ailesi üzerinden aşiretin bölgedeki geçmişi, siyasi, sosyal, ekonomik ve kültürel hayatı incelenmiştir.	Ümmü Gülsüm Karakeçili	Şanlıurfa	2021
Mardin Artuklu cami ve medreselerinde taç kapılar	Yüksek Lisans	mimari bezemeleri de verilmiştir	Mervan Yavuz	Mardin	2020
Mardin ili Artuklu, Ömerli ve yeşilli ilçelerinin bazı köylerinde etnobotanik çalışma	Yüksek Lisans	60 familyaya ait 156 cins ve 225 taksonun kullanımı tespit edilmiştir.	CebraİL Eksik	Mardin	2020
Mardin ilinde yenen yabani bitkiler	Yüksek Lisans	34 familya ve 92 cinse ait 117 takson belirlenmiştir.	Nevzat Ayaz	Mardin	2020

Gaziantep ilinin Karkamış İlçesinde yaşayan Barak Türkmenleri (Sosyolojik bir yaklaşım)	Yüksek Lisans	Barak Türkmenleri'nin hâkim olduğu coğrafya hakkında bilgi verilmiştir.	Vehbi Ceylan	Gaziantep	2019
Şanlıurfa'daki aktarlarda zayıflamak amacıyla kullanılan bitkilerin fitoterapi yönünden araştırılması	Yüksek Lisans	23 familya, 39 cinse ait 40 takson tespit edilmiştir.	Ayşe Nur Alkış	Şanlıurfa	2019
Yaslıca Beldesi ve Arıkök Köyü (Şanlıurfa)'nın etnobotanik açıdan araştırılması	Yüksek Lisans	42 familyaya ait 95 takson tespit edilmiştir.	Sultan Aslan	Şanlıurfa	2019
Şanlıurfa'daki eczanelerde ve aktarlarda fitoterapi amaçlı satılan bitkiler	Yüksek Lisans	48 eczane ve 13 aktar dükkânında araştırma yapılmış olup, 144 bitkinin satıldığı tespit edilmiştir.	Haşim Ötnü	Şanlıurfa	2019
Gaziantep ilinde ticareti yapılan tıbbi bitkiler ve aktarların müşteri profili	Yüksek Lisans	Islahiye ilçesinde yer alan aktarlarda, aktarların sattığı bitkiler belirlenmiştir.	Rukiye Şimşir Bozdağ	Gaziantep	2019
Diyarbakır ili aktarlarında satılan bitkiler ve etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	11 aktarsatılan 56 familyaya ait 110 bitki saptanmıştır.	Seher Özdemir	Diyarbakır	2019
Şanlıurfa'da gıda ürünü olarak kullanılan akbaldır (<i>Ornithogalum narbonense</i> L.) ve kenger (<i>Gundelia tournefortii</i> L.) bitkilerinin farklı pişirme yöntemlerinin fenolik bileşik, vitamin c miktarı ve antioksidan aktivite değerleri üzerine etkisi	Yüksek Lisans	Kenger (<i>Gundelia tournefortii</i>), akbaldır (<i>Ornithogalum narbonense</i>) bitkileri araştırılmıştır.	Ruşen Anık	Şanlıurfa	2019
Adıyaman ve çevresinde halk inançları ve halk hekimliği	Yüksek Lisans	Halk hekimliği ve ocaklık kültürü araştırılmıştır	Tekin Çifçi	Adıyaman	2019
Çermik ilçesi ve köylerinin (Diyarbakır) etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	47 familyaya ait 146 bitki takson ve 229 yöresel kullanım şekli tespit edilmiştir.	İsa Çiçek	Diyarbakır	2019
Şanlıurfa (Merkez) ili halk hekimliği araştırması	Yüksek Lisans	Şanlıurfa'daki halk hekimliğine yer verilmiştir	Mehmet Dağ	Şanlıurfa	2019
Artuklu (Mardin) yöresinde yetişen bitkiler üzerine etnobotanik bir araştırma	Doktora	51 familyaya dahil 151 cinsin içerdiği 255 bitki türünün yöre halkı tarafından kullanıldığı görülmektedir.	Murat KILIÇ	Mardin	2019

Şanlıurfa ili Lamiaceae (ballıbabagiller) familyasının florası bazı taksonların fitokimyasal ve etnobotanik özellikleri	Doktora	Bu çalışmada Lamiaceae familyasına ait 23 cins ve 91 takson tespit edilmiştir.	Fatma ŞEKER	Şanlıurfa	2018
Tek Tek dağları eteklerindeki bazı köylerde etnobotanik çalışma	Yüksek Lisans	Çalışma alanında 44 familyaya ait 120 takson tespit edilmiştir.	Esra Şahin Fidan	Şanlıurfa	2018
Bozova (Şanlıurfa) halkının kullandığı doğal bitkilerin etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	50 familya ve 131 cinse bağlı 171 takson tespit edilmiştir.	Emine Oymak	Şanlıurfa	2018
Diyarbakır-Silvan ilçesi çevresinde doğal yetişen ve gıda olarak tüketilen bazı tıbbi bitki türlerinin antioksidan aktivitelerinin incelenmesi	Yüksek Lisans	11 farklı bitki türünden elde edilen fitokimyasal değerlendirilmesi yapılmış	Sevda Deniz Dalgın	Diyarbakır	2018
Diyarbakır ilinde farklı bölgelerden toplanan bitkilerdeki antioksidan parametreler kullanılarak hava kirliliğinin izlenmesi	Yüksek Lisans	<i>Pinus nigra</i> bitkilerindeki antioksidan parametreler kullanılarak hava kirliliğinin izlenmesi amaçlanmıştır.	Eşref Gezer	Diyarbakır	2018
Adıyaman ilinde yetişen bazı bitkilerin etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	64 familyaya ait 223 taksonun etnobotanik değer taşıdığı tespit edilmiştir.	Merve Kevser Furkan	Adıyaman	2016
Bazı tıbbi ekstraktlarının ekmeçlik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) tohumlarının çimlenme ve gelişmeleri üzerine allelopatik etkileri	Yüksek Lisans	Bazı tıbbi bitkilerin allelopatik etkileri araştırılmıştır.	Hande Zeren	Türkiye Genel	2015
Şanlıurfa merkez ve bağlı köylerde etnobotanik bir araştırma	Yüksek Lisans	39 familyadan 87 cinse ait 111 takson tespit edilmiş.	Mehmet Dağlı	Şanlıurfa	2015
Gaziantep ili aktarlarında satılan bitkiler ve etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	Bu araştırma neticesinde 122 takson tespit edilmiştir	Serap Şahin Yiğit	Gaziantep	2014
Kahta (Adıyaman) merkezi ve Narince köyünün etnobotanik açıdan araştırılması	Yüksek Lisans	51 familyaya ait 113 takson tespit edilmiştir.	Yasemin Bakır Sade	Adıyaman	2014
Tut (Adıyaman) ilçesi'nin beşeri ve ekonomik coğrafyası	Yüksek Lisans	Bazı etnobotanik tespitler yapılmıştır.	Fatma Önal	Adıyaman	2013
Gaziantep İlinde yaşayan el sanatları	Yüksek Lisans	Bölgeyi çalışma kapsamında bazı etnobotanik tespitler yapılmıştır.	Mehmet Aktürk	Gaziantep	2013
Gölpınar mesire yeri florası ve etrafındaki köylerin etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	165 cins ve 226 takson tespit edilmiştir.	Hatice Ayaz	Şanlıurfa	2013

Geleneksel Antep evlerinde kalem işi bezeme ve duvar resimleri	Yüksek Lisans	Bu çalışmada bazı etnobotanik tespitler yapılmıştır.	Servet Çayan	Gaziantep	2012
Gaziantep evlerinin iç mekan tasarımı	Yüksek Lisans	Çalışma kapsamında bazı etnobotanik tespitler yapılmıştır.	Selin Sedef Erbaş	Gaziantep	2012
Adıyaman ve çevresinin etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	43 familya ve 102 takson tespit edilmiştir	Abuzer Gelse	Adıyaman	2012
Nazar, nazarlıkla ilgili inanışlar, uygulamalar ve bunların dini, mitolojik kökenleri (Gaziantep yöresi)	Yüksek Lisans	Bu çalışmada nazar inancı ve buna bağlı olarak gerçekleştirilen uygulamalar ele alınmıştır.	Çiğdem Şahin	Gaziantep	2011
Vitex agnus castus L. preparatı ile retrospektif bir çalışma	Yüksek Lisans	Bu çalışmada <i>Vitex agnus castus</i> bitkisinin kimyasal yapısı ile ilgili bilgiler gözden geçirilmiştir.	Gufran Özkök	Türkiye Genel	2011
Gaziantep'teki geleneksel meslekler üzerine halkbilimsel bir inceleme	Yüksek Lisans	Çalışma içinde etnobotanik verilere yer verilmiştir.	Mustafa Duman	Gaziantep	2011
Geleneksel tıbbın halk üzerindeki etkisi (Adıyaman İli Ören Köyü örneği)	Yüksek Lisans	Geleneksel tıbbi tercih etme nedenleri, ve toplumsal faktörlerin davranışları üzerindeki etkisi tespit edilmiştir.	Mümine Kalındemirtaş	Adıyaman	2010
Adıyaman ilinde etnobotanik değeri olan bazı bitkilerin kullanım alanlarının tespiti	Yüksek Lisans	31 familya 64 cins 69 takson tespit edilmiştir	Nihat Güldaş	Adıyaman	2009
Midyat (Mardin) civarında etnobotanik	Yüksek Lisans	92 bitki taksonunun yiyecek, içecek, ilaç ve yem olarak etnobotaniksel açıdan kullanıldığı tespit edilmiştir.	Ali Akgül	Mardin	2008
Adıyaman yöresi düz dokumaları	Yüksek Lisans	58 dokuma eser tanıtılmış ve etnobotanik verilere yer verilmiştir.	Ayşegül Zencirkıran	Adıyaman	2007
Zeytinbahçe ile Akarçay arasında kalan (Birecik) bölgenin florası ve etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	62 familya ve 253 cins 445 takson tespit edilmiştir.	Mehmet Maruf Balos	Şanlıurfa	2007
Cizre (Şırnak)'nin etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	53 familyaya ait toplam 171 bitki takson tespit edilmiştir	Adnan Gençay	Şırnak	2007
Arat dağı florası ve etnobotanik özellikleri	Yüksek Lisans	49 familya ve 193 cins 299 takson tespit edilmiştir.	Mehmet Mustafa Korkut	Şanlıurfa	2006
Adıyaman-Çelikhan bölgesinde yetişen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal aktivitesi	Yüksek Lisans	20 tür tespit edilmiş ve toplanan bitkilere ait antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır.	Ekrem Demir	Adıyaman	2002
Gaziantep ilinde sedef kakmacılığı üzerinde bir araştırma	Yüksek Lisans	Sedef kakmacılığının yapım teknikleri ve çalışma içinde etnobotanik verilere de yer verilmiştir.	Şirin Şahan	Gaziantep	2002

Şanlıurfa yöresi gün pekmezlerinin üretim tekniğinin belirlenmesi ve bazı fiziksel-kimyasal özelliklerinin karşılaştırılması	Yüksek Lisans	Gün pekmezinin üretim tekniği ve fiziksel-kimyasal özellikleri belirlenmiştir.	Ali Toker	Şanlıurfa	2002
--	---------------	--	-----------	-----------	------

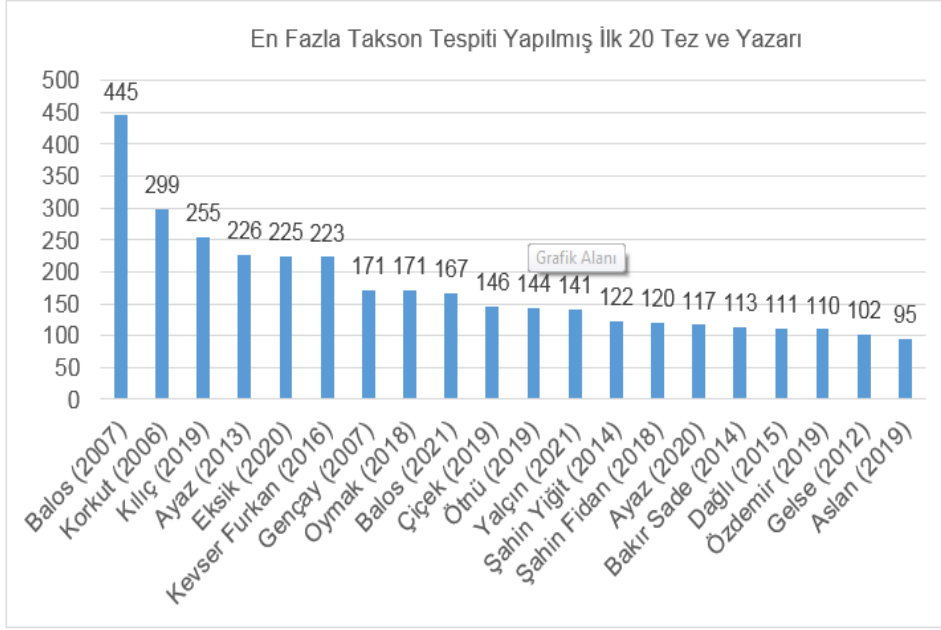
TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışma sonucu tespit edilen 3 doktora, 50 yüksek lisans tezi ve içerikleri taranmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Doktora ve Y. Lisans Tezlerinde Tespit Edilen Familya ve Takson Sayıları

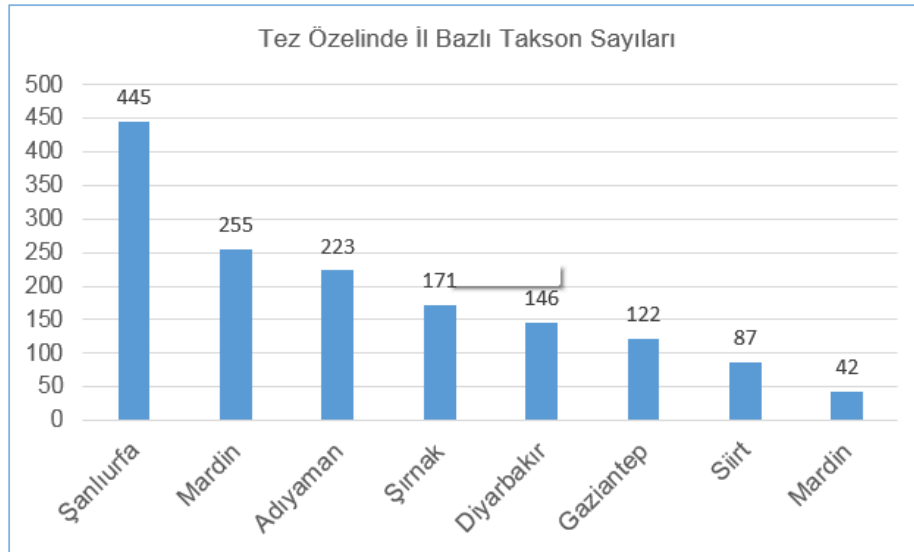
Referans	Çalışma Türü	Çalışma İli	Familya	Cins	Takson
Akgül (2008)	Y.Lisans	Mardin	-	-	92
Alkış (2019)	Y.Lisans	Şanlıurfa	23	39	40
Ank (2019)	Y.Lisans	Şanlıurfa	2	2	2
Aslan (2019)	Y.Lisans	Şanlıurfa	42	-	95
Aslan (2023)	Y.Lisans	Şanlıurfa	1	1	1
Ayaz (2020)	Y.Lisans	Mardin	34	92	117
Ayaz (2013)	Y.Lisans	Şanlıurfa	50	165	226
Bakır Sade (2014)	Y.Lisans	Adıyaman	51	-	113
Balos (2007)	Y.Lisans	Şanlıurfa	67	253	445
Balos (2021)	Doktora	Mardin	30	64	167
Çiçek (2019)	Y.Lisans	Diyarbakır	47	-	146
Dağlı (2015)	Y.Lisans	Şanlıurfa	39	87	111
Demir İnal (2021)	Y.Lisans	Siirt	33	-	87
Demir (2002)	Y.Lisans	Adıyaman	-	-	20
Deniz Dalğın (2018)	Y.Lisans	Diyarbakır	9	-	11
Eksik (2020)	Y.Lisans	Mardin	60	156	225
Gelse (2012)	Y.Lisans	Adıyaman	43	-	102
Gençay (2007)	Y.Lisans	Şırnak	53	-	171
Gezer (2018)	Y.Lisans	Diyarbakır	1	1	1
Gültaş (2009)	Y.Lisans	Adıyaman	31	64	69
Karaca (2022)	Y.Lisans	Türkiye Genel	1	1	1
Kevser Furkan (2016)	Y.Lisans	Adıyaman	64	-	223
Kılıç (2019)	Doktora	Mardin	51	151	255
Korkut (2006)	Y.Lisans	Şanlıurfa	49	193	299
Oymak (2018)	Y.Lisans	Şanlıurfa	50	131	171
Önü (2019)	Y.Lisans	Şanlıurfa	-	-	144
Ölgen (2022)	Y.Lisans	Şırnak	-	-	31
Özdemir (2019)	Y.Lisans	Diyarbakır	56	-	110
Özkök (2011)	Y.Lisans	Taksona Özel	1	1	1
Şahin Fidan (2018)	Y.Lisans	Şanlıurfa	44	-	120
Şahin Yiğit (2014)	Y.Lisans	Gaziantep	47	-	122
Şeker (2018)	Doktora	Şanlıurfa	-	23	91
Toker (2002)	Y.Lisans	Şanlıurfa	1	1	1
Yalçın (2021)	Y.Lisans	Şanlıurfa	58	122	141
Yalçın (2021)	Y.Lisans	Mardin	-	-	42
Zeren (2015)	Y.Lisans	Türkiye Genel	3	4	4

En fazla takson sayısını içeren ilk 20 tezin yazarı Görsel 2’de verilmiştir.



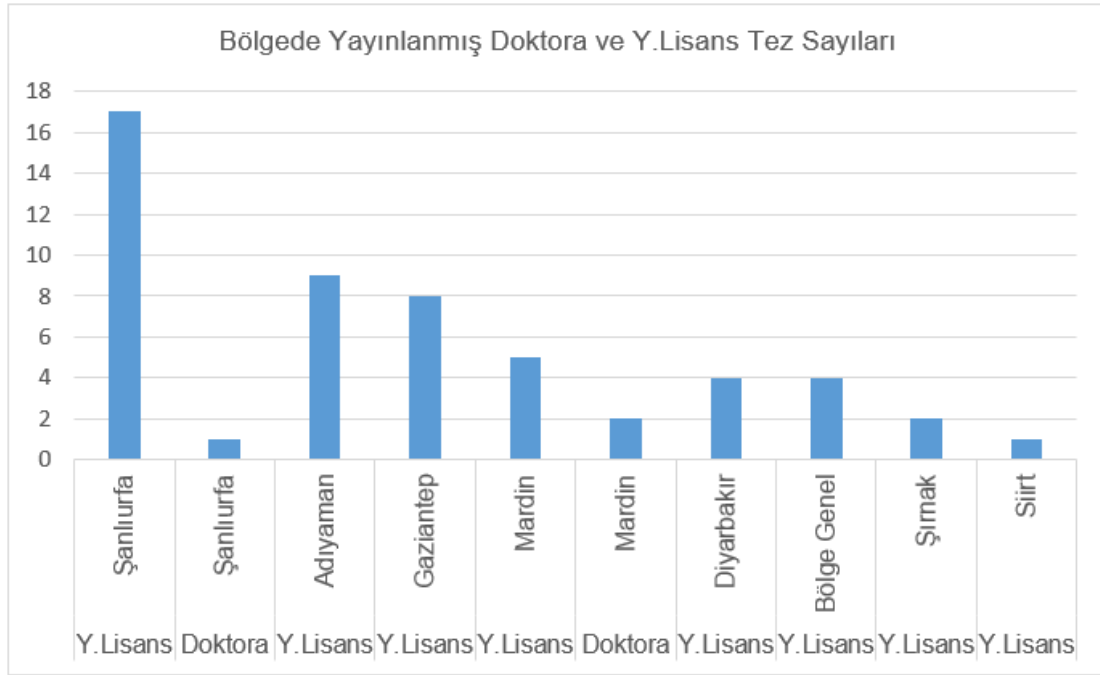
Görsel 2. En fazla takson sayısını içeren ilk 20 tezin yazarı

İl bazında tespit edilmiş takson sayıları Görsel 3’de verilmiştir.



Görsel 3. İl bazında tespit edilmiş takson sayıları

Doktora ve Y. Lisans Tezlerinin Yazarı ve Tespit Edilen Takson Sayıları Görsel 4’te verilmiştir.



Görsel 4. Doktora ve Y. Lisans Tezlerinin Yazarı ve Tespit Edilen Takson Sayıları

KAYNAKLAR

- Abak, F., Şanlıurfa ili lamiaceae (ballıbabagiller) familyasının florası bazı taksonların fitokimyasal ve etnobotanik özellikleri. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Rize, Türkiye, 2018.
- Ajansı, A. Ç., The EU Habitats Directive Annex I habitat types–EUNIS Habitat Tipleri sorgulama sistemi, 2020.
- Akan, H. ve Korkut, MM., Balos MM. Arat dağı ve çevresinde (Birecik, Şanlıurfa) etnobotanik bir araştırma. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi 2008; 20(1): 67-81, 2008.
- Akan, H., Balos, MM., Tel, A. Z. Birecik (Şanlıurfa) yöresindeki bazı baklagil bitkilerin etnobotanik özellikleri, 2013.
- Akan, H., Öz, A., Pekmez, H., Ortaca (Muğla) Yöresinde Halk Arasında Kullanılan Bazı Bitkiler. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(9), 1168-1174, 2018.
- Akan, H., Balos, MM., Karaköprü (Şanlıurfa)'da gıda olarak tüketilen yabancı bitkiler üzerinde etnobotanik bir araştırma. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 6(1), 61-81, 2023.
- Akan, H., Ayaz, H., Gölpınar Şanlıurfa-Türkiye mesire yeri florası ve etrafındaki köylerin etnobotanik özellikleri. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 2(3), 19-56, 2016.

- Akan, H., Kahta (Adıyaman) merkezi ve Narince köyünün etnobotanik açıdan araştırılması. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 2015.
- Akan, H., An ethnobotanical investigation on the baskets of Mardin, South East Anatolia. *Adyütayam*, 1(1): 21-30, 2013.
- Akan, H., Aydoğdu M., Korkut Mm., Balos MM., An ethnobotanical research of the Kalecik mountain area (Şanlıurfa, South-East Anatolia). *Biological Diversity and Conservation*, 6(2): 84-90, 2013.
- Akan, H., Aslan M., Balos M., Şanlıurfa kent merkezindeki semt pazarlarında satılan bazı bitkiler ve kullanım amaçları. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 12(2): 43-58, 2005.
- Akgül, A., Midyat (mardin) civarında etnobotanik. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, Türkiye, 2008.
- Akgül, A., Senol, Sg., Yıldırım, H., Secmen, O., Dogan, Y., An ethnobotanical study in Midyat (Turkey), a city on the silk road where cultures meet. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(12): 1-18, 2018.
- Albuquerque, U. P., Ramos, M. A., Júnior, W. S. F. And De Medeiros, P. M., Ethnobotany for beginners. Springer International Publishing, Switzerland, 2017.
- Asil, E. ve Şar, S., Mesir Macunu. *Türk Eczacılar Birliği Dergisi, Pharmacia. Journal of The Turkish Pharmacists Association*, 24: 53(3): 204- 212, 1984.
- Aslan, M., Şanlıurfa İl Merkezinde Aktarlarında Satılan Tıbbi ve Aromatik Bitkiler ve Kullanımı. *Ejons International Journal*, 2(5), 113-120, 2018.
- Aslan, S., Akan, H., & Pekmez, H., Yaslıca beldesi ve Arıkök mahallesi (Şanlıurfa)'nin etnobotanik açıdan araştırılması. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 13(1), 44-61, 2020.
- Aslan, S., Yaslıca beldesi ve arıkök köyü (Şanlıurfa)'nün etnobotanik açıdan araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye, 2019.
- Atçıl, E. Ve Akan, H., Cittaslow Şehri Halfeti (Şanlıurfa)'nin "Meyve Yemekleri Festivali" nin Etnobotanik Açıdan Değerlendirilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(4), 2537-2548, 2021.
- Avcı, M., "Türkiye bitki örtüsünün çeşitlilik ve endemizm açısından bir değerlendirmesi", Ulusal Coğrafya Kongresi 2005 (Prof. Dr. İsmail Yalçınlar Anısına 29–30 Eylül 2005), Bildiri Kitabı (Ed. S. Avcı ve H. Turoğlu): 73–85, İstanbul, 2005.
- Ayaz, H., Gölpınar mesire yeri florası ve etrafındaki köylerin etnobotanik özellikleri. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye, 2013.

- Ayaz, N., Mardin ilinde yenen yabancı bitkiler. Bitlis Eren Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis, Türkiye, 2020.
- Balick, M. J., Cox, P. A. and Plants, P., Culture: the Science of Ethnobotany. Scientific American Library, New York, p228, 1996.
- Balos, M. M. ve Akan, H. Zeytinbahçe-Akarçay (Birecik, Şanlıurfa) Arasında Kalan Bölgenin Etnobotanik, 2007.
- Balos, M. M. Ve Akan, H., & Geçit, M., Mardin (Türkiye) Geofitleri Üzerine Etnobotanik Bir Araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(6), 1287-1304, 2022.
- Barış, M., Yeşil alan uygulamalarında doğal bitki örtüsünden yeterince yararlanıyor muyuz?. II. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi, sayfa no:91-95, Antalya, 2002.
- Başköse, İ., Paksoy My., Savran A., The flora of Nigde University campus area and Akkaya dam lake environments (Nigde/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 5(3): 82-97, 2012.
- Bayraktar, Ö. V., Öztürk, G., & Arslan, D., Türkiye'de bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi ve pazarlamasındaki gelişmelerin değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 216-229, 2017.
- Bellikçi, Koyu E., Türkiye'nin etnobotanik veritabanı. Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, Türkiye, 2020.
- Benek, S., *GAP projesi içinde Harran Ovasının sulanması ve pamuk tarımının gelişimi ve sorunları* (Doctoral dissertation), 1998.
- Berkes, F., Sacred ecology (Vol. 711). New York: Routledge, 2012.
- Bulut, G., Doğan A., Şenkardeş İ., Avcı R., Tuzlacı E., The medicinal and wild food plants of batman city and kozluk district (batman-turkey). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 84(1): 29-36, 2019.
- Bulut, G., Korkmaz A., Tuzlacı E., The ethnobotanical notes from nizip. *Istanbul J. Pharm*, 47(2): 57-62, 2017.
- Çıplak, B., & Demirsoy, A., Mantodea (Insecta) fauna of Malatya vicinity (Turkey) and some remarks on the mantises of Anatolia. *Journal of Orthoptera Research*, 105-111, 1997.
- Çiçek, İ., Çermik ilçesi ve köylerinin (Diyarbakır) etnobotanik özellikleri. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bingöl, Türkiye, 2019.
- Dağlı, M., Şanlıurfa merkez ve bağlı köylerde etnobotanik bir araştırma. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye, 2015.

- Davis, P., Flora of Turkey and East Aegean Islands. Edinburg: Vol:1-9 University Press, 1965-1985.
- Davis, P., Mill, Rr., Tan, K., Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement). Edinburg: Volume 10, University Press, 1988.
- Demir, E., The contribution of the Southeastern Anatolian project to the domestic economy and its effect on the settlements areas. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3): 189-205, 2003.
- Dönmez, A. A. and Uğurlu, Z., Iris Foetidissima (Iridaceae): Discovering The Species In Turkey On The Basis Of A Native Population. *Phytologia Balcanica* 20(2-3): 175-178, 2014.
- Ekim, T., Güner, A., Özhatay N., Başer, KHC., Flora of Turkey and East Aegean Islands. (Supplement 2). Edinburg: Vol:11, University Press, 2000.
- Eksik, C., & Akan, H., Mardin'in Kırsal Köylerindeki Yerli Halkın Kullandıkları Bazı Bitkilerin Etnobotanik Açıdan Değerlendirilmesi. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 8(3), 97-130, 2021.
- Erik, S., & Tarıkahya Hacıoğlu, B., Türkiye florasi üzerine. *Kebikeç*, 9, 2004.
- Eksik, C., Mardin ili Artuklu, Ömerli ve Yeşilli ilçelerinin bazı köylerinde etnobotanik çalışma. *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye*, 2020.
- Ertuğ, F., Bodrum Yöresinde Halk Tıbbında Yararlanılan Bitkiler, *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler*, 29-31 Mayıs, 2002.
- Ertuğ, F., Bodrum Mutfağında Ot Kültürü: I, Yenen Doğal Otlar, *Türk Mutfak Kültürü Üzerine Araştırmalar*, 10: 49-70, 2003.
- Ertuğ, F., Wild Edible Plants Of Bodrum Area (Muğla, Turkey). *Turkish Journal Of Botany*, 28: 161-174, 2004.
- Ertuğ, Z. F., Ethnobotany: At The Junction Of The Continents And The Disciples. *Proceeding Of The Ivth International Congress Of Ethnobotany (Iceb 2005) 21-26 August, İstanbul-Turkey*, 2005.
- Ertuğ, F., Etnobotanik. *Resimli Türkiye Florası*, 1: 318-344, 2014.
- Erzurumlu, Gs., Savran A., Using indigenous plant species ranging on the campus area of Ömer Halisdemir university in landscape design works. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1): 25-37, 2019.

- Eryiğit, T. ve ark., "Semizotu (*Portulaca Oleracea* L.) Bitkisinin Özellikleri Ve Kullanım Alanları," Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırac Tarım Kongresi Ve Fuarı , Eskişehir, Turkey, Pp.1013-1017, 2011.
- Fidan, E. Ş., & Akan, H., Tek Tek Dağları Milli Parkı (Şanlıurfa-Türkiye) Eteklerindeki Bazı Köylerde Etnobotanik Bir Çalışma. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 6(2), 64-94, 2019.
- Fidan, Eş., Tek Tek Dağları Eteklerindeki Bazı Köylerde Etnobotanik Çalışma. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye, 2018.
- Furkan, Mk., Adıyaman ilinde yetişen bazı bitkilerin etnobotanik özellikleri. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman, Türkiye, 2016.
- Gelse, A., Adıyaman ve çevresinin etnobotanik özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van, Türkiye, 2012.
- Gençay, A., Cizre (Şırnak)nin etnobotanik özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van, Türkiye, 2007.
- González-Tejero Mr., Casares-Porcel M., Sánchez-Rojas Cp., Ramiro-Gutiérrez Jm., Molero-Mesa J., Pieroni A., Eljohrig S., Medicinal plants in the Mediterranean area: synthesis of the results of the project Rubia. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(2): 341-357, 2008.
- Göç, F., & Mat, A., Türkiye’de yanık tedavisinde geleneksel olarak kullanılan bitkiler, 2019.
- Gültaş, N., Adıyaman ilinde etnobotanik değeri olan bazı bitkilerin kullanım alanlarının tespiti. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, Türkiye, 2009.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. Ve Babaç, M. T., (Edlr.), Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Ve Flora Araştırmalar Derneği Yayını 1, İstanbul, 1290s, 2012.
- Güner, A., Resimli Türkiye Florası, Cilt 1. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, Flora Dizisi 2, İstanbul, 2014.
- Güner., A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Ekşi, G., Güner, I. Ve Çimen A. Ö., (EDLR.), Resimli Türkiye Florası-2. Ang Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, İstanbul, 1054s, 2018.
- Hammer, Ø., Harper Da., Ryan Pd. Past, Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9, 2001.
- Hennekens, Sm., Schaminée Jh. Turboveg, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 12(4): 589-591, 2001.
- <https://www.Kocaelibitkileri.Com/>

<https://Www.Sutori.Com/En/Story/Guneydogu-Anadolu-Bolgesi>

<https://www.sutori.com/en/story/guneydogu-anadolu-bolgesi>

İnandık, H., Türkiye Bitki Coğrafyasına Giriş, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları NO: 32, İstanbul, 1960.

Karagöz, A., Zencirci, N., Tan, A., Taşkın, T., Köksel, H., Sürek, M., Toker, C. Ve Özbek, K., Bitki genetik kaynaklarının korunması ve kullanımı, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 1, 155-177, 2010.

Kaya, Öf., Dağlı M., Çelik, H.T., An ethnobotanical research in Şanlıurfa central district and attached villages (Turkey). Indian Journal of Traditional Knowledge, 19 (1): 7-23, 2020.

Kendir, G., & Güvenç, A., Etnobotanik ve Türkiye’de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy, (1), 49-80, 2010.

Kılıç, M., Artuklu (Mardin) yöresinde yetişen bitkiler üzerine etnobotanik bir araştırma. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Manisa, Türkiye, 2019.

Kim, H., Song MJ., Analysis and recordings of orally transmitted knowledge about medicinal plants in the southern mountainous region of Korea. Journal of Ethnopharmacology, 134(3): 676-696, 2011.

Kültür, Ş., Altınbaşak, O., Anıl, S., & Melikoğlu, G., Türkiye’de mide ülserinde kullanılan tıbbi bitkiler, 2017.

Leto, C., Tuttolomondo T., Bella Sl., Licata M., Ethnobotanical study in the Madonie Regional Park (Central Sicily, Italy)—Medicinal use of wild shrub and herbaceous plant species. Journal of Ethnopharmacology, 146: 90-112, 2012.

Louis, H., Das Natürlich Pflanzenkleid Anatoliens, Geographisch Gesehen Stuttgart, 1939.

Oymak, E., Bozova (Şanlıurfa) halkının kullandığı doğal bitkilerin etnobotanik özellikleri. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye, 2018.

Öztürk, M., Altay V., Gücel S., Altundag E., Plant diversity of the drylands in Southeastern Anatolia-Turkey: Role in human health and food security. Ed.: Ansari A. & Gill S.S., Plant biodiversity-Monitoring, Assessment and Conservation, 83-124, 2016.

Öztürk, F., Dölarslan, M., & Ebru, G., Etnobotanik Ve Tarihsel Gelişimi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (2), 11-13, 2016.

Özdemir, S., Diyarbakır ili aktarlarında satılan bitkiler ve etnobotanik özellikleri. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Artvin, Türkiye, 2019.

- Özçelik, H. B., & Orhan, İ. E., *Picea orientalis* (L.) Peterm.(Doğu Ladini). *Türk Farmakope*, 61, 2019.
- Özer, H., Türkmen, N., Investigation of plants with ethnobotanical use in Gaziantep Province (Turkey). *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 07(02): 71-78, 2019.
- Özhatay, N., Byfeld A., Atay S., Türkiye'nin önemli bitki alanları, İstanbul: WWF Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), 2003.
- Özuslu, E., Sof Dağı (Gaziantep) yöresindeki bazı bitkilerin etnobotanik özellikleri ve mahalli adları. *Kırsal Çevre Yıllığı*, 7, 2005.
- Polunin, O., *Flowers of Europe*. New York, Toronto: Oxford University Press, 1969.
- Regel, C. Von., Türkiye' nin Flora ve Vejetasyonuna Genel Bir Bakış (Tercüme A. Baytop – R. Denizci) Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri serisi No: 1, İzmir, 1963.
- Sade, YB., Kahta (Adıyaman) merkezi ve Narince köyünün etnobotanik açıdan araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye, 2014.
- Sadikoğlit, N., & Alpinar, K., An evaluation of Turkish ethnobotanical studies (1928-1997). *Journal of Faculty of Pharmacy of Istanbul University*, 37, 61-66, 2004.
- Saya, Ö., Yapıcı, Ü., İ., & Hoşgören, H., Kurtalan (Siirt) ilçesinin etnobotanik özellikleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (12), 191-196, 2009.
- Seyidoğlu, N., Bazı doğal geofitlerin peyzaj düzenlemelerinde kullanımı ve üretimi üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, Türkiye, 2009.
- Söukand, R., Kalle R., Herbal landscape: the perception of landscape as a source of medicinal plants. *Trames: A Journal of the Humanities and Social Sciences*, 14(3): 207, 2010.
- Simpson, EH., *Measurement of diversity nature*, 163, 688, 1949.
- Şığva, HÖ., Seçmen Ö., Ethnobotanic survey of Işıklı (Çarpın), Dağdancık and Tokdemir in Gaziantep, Turkey. *IUFS Journal of Biology*, 68(1): 19-26, 2009.
- Tel, A. Z., Furkan, M. K., & Satıl, F., Adıyaman ilinde el sanatlarında yararlanılan bitkiler üzerine etnobotanik bir araştırma, 2021.
- Tubives. *Turkish Plants Data Service*, 2020. [Çevrimiçi].
- Tichý, L., Holt J. Juice., program for management, analysis and classification of ecological data. Brno: Vegetation Science Group, Masaryk University, 2006.
- Urhan, Y., Ege, M. A., Öztürk, B., & Elgin Cebe, G., *Türkiye Gıda Bitkileri Veritabanı*, 2016.

- Vandebroek I., Balick MJ., Globalization and loss of plant knowledge: challenging the paradigm. *PloS one*, 7(5): e37643, 2012.
- Vitalini, S., Tomè F., Fico G., Traditional uses of medicinal plants in Valvestino (Italy). *Journal of Ethnopharmacology*, 121(1): 106-116, 2009.
- Yalçın, S., Akan, H. & Çakılcıoğlu, U., Suruç'ta (Şanlıurfa-Türkiye) bazı şifalı bitkilerin geleneksel kullanımları. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 10(1), 236-244, 2021.
- Yaltırık, F., Efe, A., Otsu Bitkiler Sistematiği Ders Kitabı, İkinci Baskı, İÜ Basımevi ve Film Merkezi, Üniversite Yayın No: 3940, Orman Fakültesi Yayın No: 10, İstanbul, 518 s. 1996.
- Yapıcı, İÜ., Hoşgören H., Saya Ö., Kurtalan (Siirt) ilçesinin etnobotanik özellikleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12: 191-196, 2009.
- Yener, ŞD., Akdeniz NS. Evaluation of the natural geophyte taxa of Sarıyer (Istanbul) and their use in urban landscape. *Eurasian Journal of Forest Science*, 8(1): 79-93, 2020.
- Yeşil, Y., Çelik M., Yılmaz B., Wild edible plants in Yeşilli (Mardin-Turkey), a multicultural area. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 15(52): 1-19, 2019.
- Yeşil, Y., İnal İ., traditional knowledge of wild edible plants in Hasankeyf (Batman Province, Turkey). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 88(3): 1-22, 2019.
- Yiğit, S.Ş., Gaziantep ili aktarlarında satılan bitkiler ve etnobotanik özellikleri. *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep, Türkiye, 2014.*
- Zare, G., & Çankaya, İ., Etnobotanik çalışmalar ve Bitkisel-Tıbbi Ürünlere Genel Bakış. *Türk Farmakope Dergisi*, 6(1), 2021.
- Zednik, F., Türkiye Ormanları Bugüne Kadar Tatbik Edilen ve Gelecekte Tatbiki Tavsiye Edilen Silvikültürel Muameleler, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, No: 14, Ankara, 1963.

KADIN HASTALIKLARI İÇİN KULLANILAN TIBBİ BİTKİLERLE İLGİLİ BİR LİTERATÜR TARAMASI

Prof. Dr., Hasan AKAN

Harran Üniversitesi, hakan@harran.edu.tr-<https://orcid.org/0000-0002-3033-4349>

Biyolog, Didem ÇAKIR

Harran Üniversitesi, didem1604a@gmail.com-<https://orcid.org/0000-0006-9637-8383>

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye ve dünya genelinde kadın hastalıkları için geleneksel tedavide kullanılan bitkilerle ilgili bir literatür derlenmesi yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında yurt içi ve yurt dışı kaynaklı birçok literatür taranmıştır. İlgili literatürlerde, kadın hastalıkları için; adet sorunları, cinsel temasla bulaşan hastalıklar, kızkık zarı problemleri ve gebeliğin önlenmesi gibi rahatsızlıklara yer verilmiştir. Literatür bilgilerine göre, kadınların en çok şikâyetinde buldukları hastalıkların başında adet düzensizliği gelmektedir. Kadın hastalıkları için halk hekimliğindeki çalışmaların tespiti için Google Akademik, TR Dizin, DergiPark ve Ulusal Tez Merkezi gibi çevrimiçi veri tabanlarından yararlanılmıştır. Konu ile ilgili tüm makale ve tezler incelenmiş ve çalışmada değerlendirilmeye esas alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fitoterapi, Kadın hastalıkları, Literatür

A LITERATURE REVIEW ON MEDICINAL PLANTS USED FOR WOMEN'S DISEASES

ABSTRACT

This study aims to compile literature on plants used in traditional treatment for women's diseases in Turkey and around the world. Many domestic and international literatures have been scanned within the scope of this study. For women's diseases; menstrual problems, sexually transmitted diseases, hymen problems and contraception come to mind. According to literature information, menstrual irregularity is the most common disease that women complain about. Online databases such as Google Scholar, TR Index, DergiPark and National Thesis Center were used to identify studies in folk medicine for women's diseases. All articles related to the subject were examined and taken as the basis for evaluation in the study.

Keywords: Phytotherapy, Women's diseases, Literature

GİRİŞ

Tarih boyunca, insanlar deneme yanılma yoluyla bitkilerden yararlanmışlardır. Sümer, Akad, ve Asur gibi bir çok uygarlıkların tabletlerindeki yazıtlarda bitkileri tedavi amacıyla kullandıkları anlaşılmaktadır. Bunu arkeolojik buluntular da desteklemektedir. Ayrıca M.Ö. 1550 yıllarında Mısır uygarlığı döneminde yazılmış olan bir papirüste halkın nane, sinameki ve haşhaş gibi bitkileri tıbbi amaçla kullandıkları görülmektedir (Emre Bulut, 2003). Kimi zaman gıda bitkisi, hem zaman tıbbi amaçlı yararlandıklarını görmekteyiz.

Etnobotanik; insanlar ile bitkiler arasındaki ilişkiyi inceleyen bir bilim dalıdır (Ertuğ, 2004). Daha çok “halk botaniği, halk hekimliği, halk sağaltıcılığı” şeklinde tanımlanır. Etnotıp ve halk tıbbi sözcükleri ise Halk hekimliğini ifade etmektedir. Etnobotanik alanında en çok araştırmaya konu ile husus ise şüphesiz “halk tıbbi”dir. Nitekim hem ülkemizde hem de dünyada şifalı bitkilerle ilgili araştırmalar nesilden nesile aktarılarak günümüze kadar gelmiştir. Halk tıbbi son zamanlarda alternatif tıp, “geleneksel tıp” veya “tamamlayıcı tıp” terimleri ile de ifade edilmektedir (Ersöz, 2012; Kırıcı, 2015).

Fitoterapi, “tıbbi bitkilerle tedavi” anlamına gelmektedir. Bitkilerin tedavi edici kısımlarına drog denir. Bitkilerden ekstraksiyon yöntemi ile tıbbi çaylar, draje, kapsül, şurup ve tablet gibi ürünler elde edilebilir. Fitoterapi, modern tıp metodlarına karşı olmayıp, tamamlayıcı bir unsur olarak görülmektedir. Geleneksel tamamlayıcı hekimlik veya bütüncül yaklaşımlar olarak da nitelendirilir (Orhan Erdoğan, 2017).

Birçok ülkede halk tıbbi uygulamaları geleneksel olarak devam etmektedir. Bu uygulamalarda daha çok deneyimli insanların tecrübeleri ve tavsiyeleri ön plana çıkmaktadır. Son yıllarda etnotıp ile ilgili eğitimler üniversite düzeyinde verilmektedir. Özellikle Afrika ülkelerinde eczacılık ve tıp öğrencilerinin müfredatlarında halk hekimliği dersleri bulunmaktadır (WHO, 2014) (Abdullahi, 2011). Bazı Avrupa ülkelerinde de (örneğin Almanya, Fransa İsviçre) modern tıp ile geleneksel tıp birleştirilerek verilmektedir (Çubukçu ve ark., 2002).

Etnobotanik ile ilgili çalışmalar gün geçtikçe hız kazanıyor. Narin Sadıkoğlu'nun yapmış olduğu tez çalışmasında (Sadıkoğlu, 1998) Cumhuriyetten itibaren 2000 yılına kadar ülkemizde yapılmış 765 adet etnobotanik çalışmaya yer vermiştir. Bu çalışmanın içeriği incelendiğinde, en fazla araştırmaların insan sağlığı ile ilgili olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalar genelde Orta Anadolu ve Marmara bölgesine yoğunlaşmıştır. Özellikle Sivas, Konya ve İstanbul illerimiz ön plandadır. Daha sonra, 2000’li yıllardan sonra birçok şehrimizde üniversiteler kurulmuş ve etnobotanik ile ilgili araştırmalar da hız kazanmıştır. Özellikle Yüksek Lisans ve doktora tezlerinin yanı sıra, akademik dergilerde yayımlanan makaleler, etnobotanik adına yapılan kongre ve sempozyumlar, yarışmalar ve çalıştaylar da etnobotanik alanını daha da popüler hale getirmiştir. Böylece, ülkemizin doğal bitkilerinin kimyasal içerikleri ve tedavi yöntemlerinin araştırılmasına ivme katmıştır (Kendir ve Güvenç, 2010).

Tıbbi bitkilerin kullanımı ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılık gösterir. Özellikle az gelişmiş ülkelerde nerdeyse nüfusun büyük çoğunluğu halk hekimliğine

başvurmaktadır. Kısmen iyi gelişmiş ülkelerde ise bu oran ortalama %50 seviyesindedir (Titz, 2004). Ülkemizde ise 1000 kadar bitki türünden tedavi amaçlı yararlanılmaktadır. Yaklaşık 400 türün ise yurt dışına ihracatı yapıldığı görülmektedir (Arslan, 2014). FAO ve WHO gibi örgütlerin tahminlerine göre önümüzdeki yıllarda tıbbi bitkilerinin kullanımının önemli düzeyde artacağına yer verilmiştir (FAO, 2005).

Günümüzde, modern tıp konusunda yeterli düzeyde olmayan bazı ülkelerde hala etno tıp uygulamalarına başvurulmaktadır. Sentetik ilaçların hem maliyeti yüksek hem de yan etkilerin fazla olması sebeplerinden dolayı geleneksel tıp daha çok ön plana çıkmaktadır. Ülkemizde de halk hekimliği uygulamaları her geçen gün daha fazla devam etmektedir (Emre Bulut, 2003).

Bitkisel uygulamalarda, bitkilerin etken maddesi, miktarı, kullanımı, kişilerin bünyesi ve kullanım biçimlerine göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle önemli durum ve hastalıklarda bilinçsiz kullanılmamalıdır. Özellikle, hamile ve emziren bayanlar, sarılık geçiren hastalar, bebek ve çocuklar ile alkol kullananlar bu tarz tedavileri tercih etmeleri önerilmez. Ayrıca tıbbi bitkilerin uzun süreli kullanımı tavsiye edilmemektedir (Özbek, 2005; Demirezer, 2010; Genç, 2010).

Kadın hastalıkları denilince, kadınların adet sorunları, cinsel temasla bulaşan hastalıklar, kızkılık zarı problemleri ve gebeliğin önlenmesi gibi durumlar akla gelmektedir. Literatür bilgilerine göre, kadınların en çok şikâyetinde buldukları hastalıkların başında adet düzensizliği gelmekte olup bunun için de Aslanpençesi, Civanperçemi ve Hayıt tohumu kullanılmaktadır (Kara ve Aydın., 2002). Gebelikte en çok kullanılan bitkiler papatya, zencefil, yaban mersini, ekinezya ve frambuaz yaprağıdır (Adıgüzel ve Samur, 2012).

Ülkemizin çeşitli yörelerinde geleneksel halk ilacı olarak yararlanan bitkiler hakkında araştırmalar yapılmakta ve bu konuda çeşitli çalışmalar sürdürülmektedir: (Tuzlacı ve Tolon, 2000; Alparlan ve Tuzlacı, 2006; Emre Bulut, 2003; Koyuncu, 2005; Tuzlacı ve Sadıkoğlu, 2007; Şenkardeş ve Tuzlacı, 2016; Sağıroğlu ve ark., 2017; Uzun ve ark., 2004; Yazıcıoğlu ve Tuzlacı, 1996).

Bu çalışmanın amacı, kadın hastalıkları ve sağlığına yönelik yapılan bilimsel çalışmaların derlenmesidir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, Türkiye ve dünya genelinde kadın hastalıkları için geleneksel tedavide kullanılan bitkilerle ilgili bir literatür derlenmesi yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında yurt içi ve yurt dışı kaynaklı birçok literatür taranmıştır. Çalışmaların tespiti için Google Akademik, Web of Science, TR Dizin, DergiPark ve Ulusal

Tez Merkezi gibi çevrimiçi veri tabanlarından yararlanılmıştır. Konu ile ilgili tüm makale ve tezler incelenmiş ve çalışmada değerlendirilmeye esas alınmıştır.

Tartışma kısmında literatür analizi ve karşılaştırmaları yapılmıştır.

Konu ile ilgili derlenmiş çalışmalar çizelgelerde kronolojik olarak verilmiştir.

Çalışmanın bulgular kısmında 1990-2024 yılları arasındaki literatüre yer verilmiştir.

BULGULAR

Konu ile ilgili derlenmiş çalışmalar Çizelge 1’de kronolojik olarak verilmiştir.

Çizelge 1. Kadın hastalıklarının bitkisel tedavisi ile alakalı yayınlar

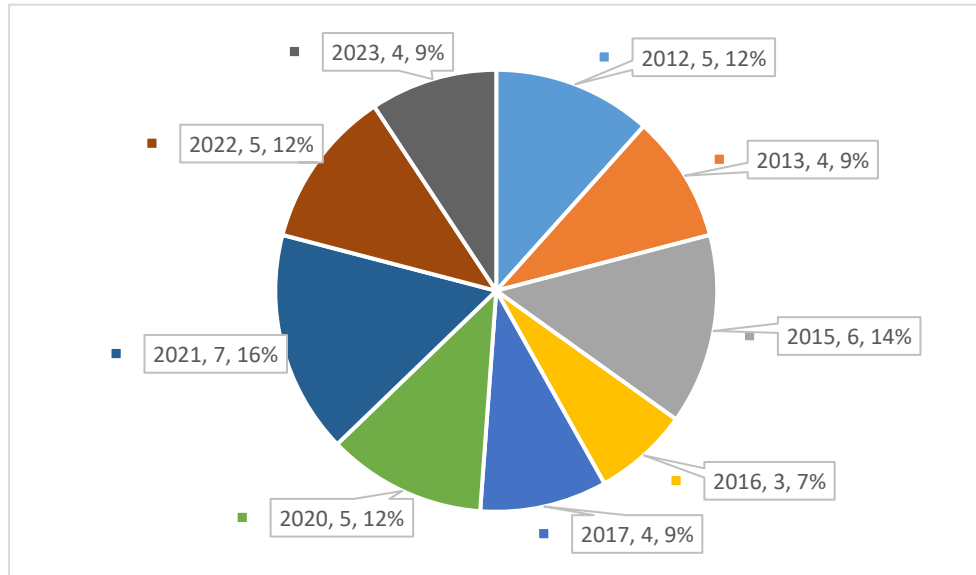
Çalışmanın yazarları ve yılı	Çalışmanın adı
Balick ve ark. (1996)	New York şehrinde Latin şifacıların kadın sağlığı sorunları için kullandıkları tıbbi bitkiler
Tesch (2003)	Kadınların sıklıkla kullandığı bitkiler: kanıta dayalı bir inceleme
Özbek (2005)	Cinsel ve jinekolojik sorunların tedavisinde bitkilerin kullanımı
Vidyaşagar ve Prashantkumar (2007)	Hindistan'da kadınlarda jinekolojik rahatsızlıklara yönelik geleneksel bitkisel ilaçlar
Edirne ve ark (2010)	Kısırlık tedavisi amacıyla Türk kadınlarında tamamlayıcı ve alternatif tıp yöntemlerinin kullanımı
Ayaz ve Yaman (2010)	Türkiye'de kısırlık sorunu yaşayan kadınların kullandığı geleneksel uygulamalar
Panduranga ve ark. (2011)	Kadın hastalıklarına yönelik halk hekimliğinde kullandığı tıbbi bitkiler
Duran ve ark. (2012)	Türk kadınlarının jinekolojik şikâyetlerine yönelik geleneksel uygulamalar
Shukla ve ark. (2012)	Karaikal'dayerel kadınların jinekolojik rahatsızlıklar için kullandıkları tıbbi bitkilere ilişkin bir vaka çalışması
Yassin (2012)	Adet düzensizliği yaşayan genç kızların kullandığı bitkisel ilaçlar
Adıgüzel ve Samur (2012)	Gebelikte Bitkisel Desteklerin Kullanımı ve Sağlıkla Etkileşimi
Srithi ve ark. (2012)	Kuzey Tayland'daki kadınların sağlık hizmetlerinde kullanılan tıbbi bitkiler
Ogenler ve ark. (2013)	Bir Mersin Aktarında Bulunan Kadın Hastalıklarında Kullanılan Bitkiler
Sofowora ve ark. (2013)	Hastalık önleme stratejilerinde tıbbi bitkilerin rolü ve yeri
Gupta ve Solanki (2013)	Simalwara Bölgesi, Dungarpur, Rajasthan kabileleri tarafından Jinekolojik rahatsızlıkların tedavisinde kullanılan bitkisel halk ilaçları
Kennedy ve ark. (2013)	Gebelikte bitkisel ilaç kullanımı: Çok uluslu bir çalışmanın sonuçları
Razafindraibe ve ark. (2013)	Agnalazaha kıyı ormanlarından (Güneydoğu Madagaskar) kadınların kullandığı tıbbi bitkiler
De Boer ve Cotingting (2014)	Güneydoğu Asya'da kadın sağlığı için tıbbi bitkiler: Geleneksel kullanımlarının, kimyasal bileşenlerinin ve farmakolojisinin bir meta analizi. <i>Ethnopharmacology Dergisi</i> , 155(2), 747-765.
Dongre ve ark. (2015)	Ashwagandha (<i>Withania somnifera</i>) kök ekstresinin kadınlarda cinsel işlevi iyileştirmedeki etkinliği ve güvenliği: bir pilot çalışma
Das ve ark. (2015)	Hindistan'ın doğu kesimlerinde jinekolojik rahatsızlıkların tedavisinde tıbbi bitkilerin kullanımı

Masullo ve ark. (2015)	Kadın hastalıklarının tedavisinde tıbbi bitkiler: Kalite, güvenlik ve etkinliği garanti altına almak için analitik stratejiler
Yi ve ark. (2015)	Beş kadın hastalığında biyoaktif doğal malzeme ürünlerin uygulanması
Raja, R. R. (2015).	Kadın sağlığında bitkisel ilaçların hayati rolü: Bir perspektif incelemesi
Idu ve ark. (2016)	Nijerya’da kadın kısırlığının tedavisinde kullanılan bitkilerin etnomedikal araştırması
Ahmed (2016)	Kuzey Irak Süleymaniye ilinde bitki uzmanları tarafından kullanılan tıbbi bitkiler üzerine etnofarmakobotanik çalışma
Ahmed (2016)	Irak'ta kadın sağlığı için geleneksel bitki kullanımları
Kolancı (2017)	Karahayıt'ta (Denizli) hayıt ağacının (<i>Vitex agnus-castus</i> L.) geleneksel kullanımı
Romm (2017)	Kadın Sağlığı İçin Bitkisel Tıp E-Kitabı
Ahmed ve ark. (2017)	Asya ülkelerinde hamile kadınlar arasında kullanılan bitkisel ilaçların güvenlik sınıflandırması
Kıssal ve ark. (2017)	Türkiye'de hamile kadınlarda bitkisel ürün kullanımı
Aygin ve ark. (2018)	Kadın cinsel fonksiyon bozukluklarında fitoterapi
Alay ve ark. (2018)	Jinekoloji polikliniğine başvuran hastalarda tamamlayıcı alternatif tıp uygulamalarının kullanımı
Balbontín ve ark. (2019)	Gebelik ve doğum sonrası dönemde bitkisel tıbbi ürün kullanımı
De Lima Pereira ve ark. (2019)	Jinekolojik hastalıkları olan kadınların bakımında tıbbi bitkilerin kullanımı: Bütünleyici inceleme
Kilci ve Ertem (2019)	Menopozda Semptom Yönetiminde Kullanılan Kanıta Dayalı Uygulamalar
Yılmaz ve ark. (2020)	Genç kadınların dismenore ile baş etme yöntemleri
Özcan ve ark. (2020)	Complementary and alternative medicine methods used for sleep disturbance in menopause
Uçak (2020)	Premenstrual sendrom yaşayan kadınların kullandıkları geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları”
Cumhur (2020)	İnfertilite tedavisi gören kadınlarda tamamlayıcı ve alternatif tedavi olarak bitkisel ürün kullanım sıklığının ve kullanımını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi
Kaygusuz (2020)	Gebe ve Emziren Kadınların Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Kullanım Sıklığı Ve Bu Konudaki Tutum ve Davranışları
Kapdan ve ark. (2021)	Bazı Tıbbi Aromatik Bitkilerin İnsan Sağlığına Etkileri Üzerine Güncel Bir Bakış
Bozkurt (2021)	Zorlu Köyü Kırsal Nüfusunun Jinekolojik Hastalıkların Tedavisinde Kullandığı Halk Tıbbi Bitkileri
Ünal (2021)	Gebelikte teratojenik etkiye sahip bitkiler
Tanrikulu (2021)	Ege yöresinde yetişen bazı önemli tıbbi bitkilerin kadim tıpta, halk tıbbında ve bugünkü araştırmalardaki yerinin karşılaştırmalı incelenmesi
Şen ve Dinç (2021)	Doğumda geleneksel uygulamalar: Fatma Ana eli bitkisi (<i>Anastatica hierochuntica</i>)
El-Ghazouani (2021)	Fas'ta tıbbi bitkiler ve kadın sağlığı
El-Ghazouani ve ark. (2021)	Fas'ın güneybatısındaki Agadir kentindeki kadınlar ve bitki uzmanları tarafından geleneksel tıpta kullanılan tıbbi bitkilere ilişkin bir araştırma.

Jiao ve ark. (2022)	Dünyanın farklı bölgelerinde kadınların adet hastalıkları için kullanılan bitkisel ilaçlar
Utaminigrumve ark. (2022)	Endonezya'nın Kuzey Banyumas bölgesinde geleneksel kadın sağlığı bakımı için tıbbi bitkilerin çeşitliliği ve kullanımı. Biodiversitas Biyolojik Çeşitlilik Dergisi
Kargar ve Kızıltan (2022)	Gebelikte Bitkisel Ürünlerin ve Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Kullanımı
Demirel ve ark. (2022)	Menopoz Semptomlarının Yönetiminde Fitoterapi
Meschino (2023)	Erkeklerde ve Kadınlarda Cinsel Performans Artışı İçin Doğal Destek
Çakır ve Akan (2023)	Anadolu'da kadın hastalıkları ve sağlığına yönelik kullanılan tıbbi bitkiler üzerine bir derleme
Ogunlakin ve ark. (2023)	Tıbbi bitkilerin kadın üreme sistemi üzerindeki etkisine ilişkin derleme
Magtalas ve ark. (2023)	Filipinler'de jinekolojik hastalıkların tedavisinde kullanılan tıbbi bitkilerin sistematik bir incelemesi.
Khadim ve ark. (2024)	Pakistan'da jinekolojik hastalıkların tedavisinde bitkilerin kullanımı

TARTIŞMA ve SONUÇ

1990-2024 yılları arasında toplam 57 çalışmaya rastlanmıştır. Çalışmaların en fazla 2021 yılında toplam 7 yayınlı yapıldığı görülmüştür. 2015 yılında 6 yayınlı ve 2020 yılında 5 çalışmanın olduğu görülmektedir (Görsel 1).



Görsel 1. Yıllara göre yapılmış çalışma sayısı ve yüzdesi

Literatürde adı geçen belli başlı kadın hastalıkları daha çok gebelik (5 yayınlı), Menopoz (4 yayınlı), Cinsel işlev (4 yayınlı), adet düzensizlikleri (4 yayınlı) ve doğum için (2)'dir (Görsel 2)



Görsel 2. Hastalık durumlarına göre atıf yapılan çalışma sayısı

Kadın hastalıkları ile en çok yayın yapan ülkeler arasında Türkiye, Fas, Pakistan, Nijerya, Amerika ve Hindistan gibi ülkeler yer almaktadır.

Yapılan literatür taramasında, kadın ve fitoterapi alanında yeterli çalışmaların ve araştırmaların olmadığı kanısına varıldı. Kadın hastalıkları ile bu derleme çalışmanın bu sahada çalışan ilgili kişilere temel veri sağlayacağı düşüncesindeyiz.

KAYNAKLAR

- Abdullahi, A.A. Trends and challenges of traditional medicine in Africa, *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 8(5S), 2011.
- Adıgüzel, K. T., & Samur, G., 2012. Gebelikte bitkisel desteklerin kullanımını ve sağlıkla etkileşimi, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 40(3), 239-244, 2012.
- Ahmed, H. M. (2016). Traditional uses of herbal plants for women's health in Iraq. *IOSR Journal of Pharmacy*, Volume 8 (8), 32-95, 2018.
- Ahmed, HM. Ethnopharmacobotanical study on the medicinal plants used by herbalists in Sulaymaniyah Province, Kurdistan, Iraq. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12:8, 2016.
- Ahmed, M., Hwang, J. H., Choi, S., & Han, D. Safety classification of herbal medicines used among pregnant women in Asian countries: a systematic review. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17 (1), 1-11, 2017.
- Alparslan, D. F., Tuzlacı, E., The folk medicinal plants of the european part of Turkey,

- Proceedings of the IVth International Congress of Ethnobotany (ICEB 2005), 129-132, 2006.
- Arslan, N. Endemik tıbbi bitkilerimiz. *II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 23–25 Eylül 2014 Yalova, Bildiriler Kitabı, s:9-21, 2014.
- Aygin, D., Gül, A., Yaman, Ö., & Cengiz, H. Kadın cinsel fonksiyon bozukluklarında fitoterapi. *Androloji Bülteni*, 20(4), 126-132, 2018.
- Ayaz, S., & Efe, S. Y. Traditional practices used by infertile women in Turkey. *International Nursing Review*, 57(3), 383-387, 2010.
- Alay, İ., Dagdeviren, H., Kanawati, A., Ecem, E., Kaya, C., & Cengiz, H. (2018). Jinekoloji polikliniğine başvuran hastalarda tamamlayıcı alternatif tıp uygulamalarının kullanımı. *Ahi Evran Medical Journal*, 2 (3), 53-57
- Balick, Michael J., et al. Medicinal plants used by Latino healers for women's health conditions in New York City. *Economic botany*, 344-357, 2000.
- Balbontín, Y. M., Stewart, D., Shetty, A., Fitton, C. A., & Mclay, J. Herbal medicinal product use during pregnancy and the postnatal period: a systematic review. *Obstetrics and gynecology*, 133(5), 920, 2019.
- Bozkurt, A. E. E. Folk Medicinal plants used for treatment of gynecological disorders by rural population of Zorlu village (in Turkey). *Ethnobotany Research and Applications*, 22, 1-17, 2021.
- Çakır, D., & Akan, H. A review on medicinal plants used for women's diseases and health in Anatolia (Turkey). *International Journal of Nature and Life Sciences*, 7, 2: 36-54, 2023.
- Çubukçu, B., Meriçli A.H., Mat, A., Sarıyar, G., Sütlüoğlu, N., Meriçli, F. *Fitoterapi*. İ.Ü. Eczacılık Fakültesi. İstanbul, Yayın No: 79, 2002.
- Cumhur, H. *İnfertilite tedavisi gören kadınlarda tamamlayıcı ve alternatif tedavi olarak bitkisel ürün kullanım sıklığının ve kullanımını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi*. Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Aile Hekimliği Ana Bilim Dalı, Tıpta uzmanlık tezi., 2020.
- De Boer, H. J., & Cotingting, C. Medicinal plants for women's healthcare in southeast Asia: a meta-analysis of their traditional use, chemical constituents, and pharmacology. *Journal of ethnopharmacology*, 151(2), 747-767, 2014.
- De Lima Pereira, M. C., Mariano, M. R., & Alcocer, J.C. Use of medicinal plants in care of women with gynecological diseases: Integrative review. *International Journal of Complementary & Alternative Medicine*, 9, 3, 26373-26380, 2019.
- Demirel, Ö. B., Tuğba, Ö. Z., & Gürkan, Ö. C. Menopoz Semptomlarının Yönetiminde Fitoterapi: Kanıt Temelli Uygulamalar Ne Söylüyor?. *Bütünleyici ve Anadolu Tıbbı Dergisi*, 3(3), 64-78, 2022.
- Demirezer, L.Ö. Bitkilerin tıpta kullanılması konusundaki sorumluluklarımız. *Bitkilerle Tedavi Sempozyumu*, 5(6), 87-88, 2010.
- Dongre, S., Langade, D., & Bhattacharyya, S. Efficacy and safety of Ashwagandha (*Withania somnifera*) root extract in improving sexual function in women: a pilot study. *BioMed research international*, 1, Article ID 284154, 2015.
- Duran, E. T., Atan, S. U., Kavlak, O., & Sirin, A. Traditional practices for Turkish

- women's Gynecologic complaints, 11(3), 414-419, 2012.
- Edirne, T., Arica, S. G., Gucuk, S., Yildizhan, R., Kolusari, A., Adali, E., & Can, M. Use of complementary and alternative medicines by a sample of Turkish women for infertility enhancement: a descriptive study. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10, 1-7., 2010.
- El-Ghazouani, F., El-Ouahmani, N., & Aissi, M. A survey of medicinal plants used in traditional medicine by women and herbalists from the city of Agadir, southwest of Morocco. *Journal of Integrative Medicine*, 42: 101284, 2021.
- Emre Bulut, G. *Ezine (Çanakkale) yöresinin geleneksel halk ilacı olarak kullanılan bitkileri*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003.
- Erdoğan Orhan, İ. *Akılcı Fitoterapi ve İlaç Etkileşimleri*. Klinik Biyokimya Uzmanları Derneği (KBUD) Uluslararası Katılımlı Kongre ve Lab Expo, 2017.
- Ersöz, T. Bitkisel ilaçlar ve gıda takviyeleri ile ilgili genel yaklaşım ve sorunlar. *Meslek İçi Sürekli Eğitim Dergisi Türk Eczacıları Birliği Yayını* 27-28, 2012.
- FAO. Trade in Medicinal Plants, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/af285e/af285e00.pdf>
Erişim Tarihi: 26.02.2025, 2005.
- Genç, F. *Türkiye Bitkisel Yağlar Ticaret Dengesi*. FOI 2010 –Fats&Oils, İstanbul, 2010.
- Gupta, U., & Solanki, H. Herbal Folk remedies used in treatment of Gynecological disorders by tribals of Simalwara Region, Dungarpur, Rajasthan. *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*, 17(1), 100, 2013.
- Idu, M., Oghale, O. U., & Hauwa, G. J. Ethnomedicinal survey of plants used in the treatment of female infertility in chanchaga local government area in Minna, Niger State, Nigeria. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 20(3), 269-274, 2016.
- Jiao, M., Liu, X., Ren, Y., Wang, Y. Comparison of herbal medicines used for women's menstruation diseases in different regions *Front. Pharmacol.* 12:751207, 2022.
- Kapdan, E., Kahya, M., e Sezgin, M. Bazı tıbbi aromatik bitkilerin insan sağlığına etkileri üzerine güncel bir bakış. *International Aegean Symposium on Natural & Medical Sciences-III*, March 12-13, Proceedings Book 99, 2021.
- Kara H, Aydın S. *Cinsel Sorunlar ve Çözüm Yolları*. Sen Yayınları 10, Ankara, 2002.
- Kargar, A., & Kızıltan, G. Use of herbal products and complementary and alternative medicine (CAM) during pregnancy. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(2), 323-333, 2022.
- Kaygusuz, M. Gebe ve emziren kadınların tamamlayıcı ve alternatif tıp kullanım sıklığı ve bu konudaki tutum ve davranışları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği Anabilim Dalı, Tıpta uzmanlık tezi*, 2020.
- Kendir, G., & Güvenç, A. Etnobotanik ve Türkiye'de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, (1), 49-80, 2010.
- Kennedy, D. A., Lupattelli, A., Koren, G., & Nordeng, H. Herbal medicine use in pregnancy: results of a multinational study. *BMC complementary and alternative medicine*, 13(1), 355, 2013.
- Khadim, S., Malik, K., Kazmi, A., Sultana, T., & Ali, A. Folklore use of medicinal plants

- for the treatment of gynecological diseases in Pakistan: A review. *Heliyon*, 10(3), 2024.
- Kilci, Ş., ve Ertem, G. Menopozda Semptom Yönetiminde Kullanılan Kanıta Dayalı Uygulamalar. *Sakarya Üniversitesi Holistik Sağlık Dergisi*; 3(2):36-54, 2019.
- Kırırcı, S. Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin genel durumu. *Türktob Türkiye, Tohumcular Birliği Dergisi* 15: 4-11, 2015.
- Kıssal, A., Güner, Ü. Ç., & Ertürk, D. B. Use of herbal product among pregnant women in Turkey. *Complementary therapies in medicine*, 30, 54-60, 2017.
- Kolancı, Y. B. Karahayıt’ta (Denizli) Hayıt Ağacının (*Vitex agnus-castus* L.) Geleneksel Kullanımı. *Phaselis III* 49-60. DOI: 10.18367/pha.17002, 2017.
- Koyuncu, O., Geyve (Sakarya) ve çevresinin floristik ve etnobotanik açıdan incelenmesi, Eskişehir Osman Gazi Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2005.
- Magtalas, M. C., Balbin, P. T., Cruz, E. C., Adizas, A. V., & Castillo, LM. A systematic review of medicinal plants used in the treatment of gynecologic diseases in the Philippines. *Phytomedicine Plus*, 3(3):100462, 2023.
- Meschino, J. Natural Support for Sexual Performance & Libido Enhancement in men and women. <https://adeeva.com/> (accessed 15 August, 2023).
- Masullo, M., Montoro, P., Mari, A., Pizza, C., & Piacente, S. Medicinal plants in the treatment of women's disorders: Analytical strategies to assure quality, safety and efficacy. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 113, 189-211, 2015.
- Ogenler, O., Ün, İ., & Uzel, İ., 2013. Bir mersin aktarında bulunan kadın hastalıklarında kullanılan bitkiler. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 87-87, 2013.
- Ogunlakin, A. D., Sonibare, M. A., & Ojo, OA. Review on effect of medicinal plants on female reproductive system. *Tropical Journal of Natural Products Research*, 2023.
- Özbek, H. Cinsel ve jinekolojik sorunların tedavisinde bitkilerin kullanımı. *Van Tıp Dergisi*, 12(2), 170-174, 2005.
- Özcan, H., Çakmak, S., & Salman, E. Complementary and alternative medicine methods used for sleep disturbance in menopause. *Journal of Turkish Sleep Medicine*, 3, 207-213, 2020.
- Panduranga, R. M., Prasanthi, S., & Reddi, S. T. Medicinal plants in folk medicine for women’s diseases in use by Konda Reddis, 2011.
- Raja, RR. Vital role of herbal medicines in women's health: A perspective review. *African Journal of Plant Science*, 2015.
- Razafindraibe, M., Kuhlman, A. R., Rabarison, H., Rakotoarimanana, V., Rajeriarison, C., Rakotoarivelo, N., ... & Bussmann, R. W. Medicinal plants used by women from Agnalazaha littoral forest (Southeastern Madagascar). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9, 1-13, 2013.
- Romm, A. *Botanical Medicine for Women's Health E-Book*. Elsevier, 2017.
- Sadıkoğlu N. *Cumhuriyet dönemi Türk etnobotanik araştırmalar arşivi*. İstanbul Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Farmasötik Botanik Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1998.
- Sağiroğlu, M., Turna, M. ve Köseoğlu, S.T. İkramiye vadisi (Sapanca/Sakarya/Türkiye)

- florasında bulunan tıbbi bitkiler. *Sakarya University Journal of Science*, 21 (3): 527-539, 2017.
- Shukla, M., Begum, Y. R., & Mishra, M. A Case study of medicinal plants used by local women for gynecological disorders in Karaikal (UT of Puducherry). *Journal of Phytology*, 4(5), 2012.
- Sofowora, A., Ogunbodede, E., & Onayade, A. The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. *African journal of traditional, complementary and alternative medicines*, 10(5), 210-229, 2013.
- Srithi, K., Trisonthi, C., Wangpakapattanawong, P., & Balslev, H. Medicinal plants used in Hmong women's healthcare in northern Thailand. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(1), 119-135, 2012.
- Şen, E., Dinç, H., 2021. Doğumda geleneksel uygulamalar: Fatma Ana eli bitkisi (*Anastatica hierochuntica* L.). *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 11(2), 223-229, 2021.
- El-Ghazouani, F., El-Ouahmani, N., Teixidor-Toneu, I., Yacoubi, B., & Zekhnini, A. A survey of medicinal plants used in traditional medicine by women and herbalists from the city of Agadir, southwest of Morocco. *European Journal of Integrative Medicine*, 42, 101284, 2021.
- Şenkardeş, İ. ve Tuzlacı, E. Nevşehir'in güney ilçelerindeki bitkilerin yöresel adları. *Avrasya Terim Dergisi*, 4 (1): 29 – 39, 2016.
- Tanrikulu, N. Ege yöresinde yetişen bazı önemli tıbbi bitkilerin kadim tıpta, halk tıbbında ve bugünkü araştırmalardaki yerinin karşılaştırmalı incelenmesi. *İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, 2021.
- Tesch, B.J. Herbs commonly used by women: an evidence-based review. *Am J Obstet Gynecol*;188(5 Suppl):S44–55, 2003.
- Tuzlacı, E., Sadıkoğlu, E., Turkish folk medicinal plants, Part VI: Koçarlı (Aydın), *J. Fac. Pharm. İstanbul* 39, 25-37, 2007.
- Tuzlacı, E., Tolon, E., Turkish Folk Medicinal Plants, Part III: Şile (İstanbul), *Fitoterapia*, 71, 673-685, 2000.
- Uçak, H., 2020. *Premenstrual sendrom yaşayan kadınların kullandıkları geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları*. Düzce Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tez, 2020.
- Utamingrum, W., Nofrianti, N., & Hartanti, D. Diversity and use of medicinal plants for traditional women's health care in Northern Banyumas, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23 (4), 2022.
- Uzun, E., Sarıyar, G., Adersen, A., Karakoç, B., Ötük, G., Oktayoğlu, G., Pırıldar, S., Traditional Medicine in Sakarya Province (Turkey) and Antimicrobial Activities of Selected Species, *Journal of Ethnopharmacology*, 95, 287-296, 2004.
- Ünal, D. B. Gebelikte teratojenik etkiye sahip bitkiler. *Bilim ve Diyet Beslenme ve Sağlık Dergisi*: Sayı-8, 31, 2021.
- Vidyasagar, G. M., & Prashantkumar, P., 2007. Traditional herbal remedies for gynecological disorders in women of Bidar district, Karnataka, India. *Fitoterapia*, 78(1), 48-51, 2007.

- WHO, 2014. Traditional Medicine Strategy 2014-2023, www.who.int/en/.
- Yılmaz, T., Nuraliyeva, Z., & Dinç, H. Genç kadınların dismenore ile baş etme yöntemleri. *Jaren*, 6(2), 294-9, 2020.
- Yi, S. S., Hwang, E., Baek, H. K., & Kim, T.H. Application of bioactive natural materials-based products on five women's diseases. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 21, 3, 121-125, 2015.
- Yassin, S. A. Herbal remedy used by rural adolescent girls with menstrual disorders. *Journal of American Science*, 8(1), 467-473, 2012.
- Yazıcıoğlu A, Tuzlacı E. Folk medicinal plants of Trabzon (Turkey). *Fitoterapia*, 67: 307-318, 1996.

DNA DATABASE APPLICATIONS IN FORENSIC SCIENCES

Assoc. Prof. İtir ERKAN

İstanbul Yeni Yüzyıl University

itir.erkani@yeniyuzuyil.edu.tr - 0000-0002-5902-1936

ABSTRACT

DNA databases are computer-based data systems consisting of DNA profiles that can be stored electronically for comparison obtained from the samples found at the scene of the perpetrator/victim. DNA profiles are recorded in a computer database, and genetic identification for forensic purposes is performed by comparing unknown profiles obtained from crime scene findings with known profiles in the computer database in this system. Standardized by the combined DNA index system are examined CSF1PO, FGA, TH01, TPOX, VWA, D3S1358, D5S818, D7S820, D8S1179, D13S317, D16S539, D18S51, D21S11 and Amelogenin locus in criminal laboratories. Developing technology in recent years, new loci have been added and the aim is to reduce the probability of matching with a close genetic profile. DNA database records are of great benefit in solving unidentified corpses, disaster victims, missing persons investigations and paternity determination cases. DNA database created in many countries around the world are still being discussed in our country. Although there are opposing views on the issue of causing problems such as misuse of analysis, violation of confidentiality and ethics, DNA database applications are very important in order to quickly reach criminals, acquit innocent people of crimes and provide deterrence in crimes. If solutions to ethical problems are found and examination is carried out in accredited forensic medicine and police criminal laboratories, a DNA database can be created in our country. In this way, analyzes will be made in a short time and at less cost, and it will be possible to increase social welfare.

Keywords : DNA database, genetic profile, crime scene, forensic sciences

KOLAJENİN CİLT SAĞLIĞINDA ÖNEMİ

Meral Ekim, MD. Bozok University School of Health, Department of Nursing, Yozgat, Turkey. <https://orcid.org/0000-0002-7146-5935>

Hasan Ekim, MD. Bozok University School of Medicine, Department of Cardiovascular Surgery, Yozgat, Turkey. e-mail: drhasanekim@yahoo.com. <https://orcid.org/0000-0002-7245-3872>

ÖZET

Mikroorganizmalara ve hastalıklara karşı birincil fiziksel bariyer görevini gören cildimiz insan vücudundaki en büyük organdır. Vücudumuzda en çok bulunan protein olan kolajen, tüm proteinlerin hemen hemen %30'unu oluşturur. Omurgalılarda en az 46 farklı polipeptit zincirinden oluşan yirmi sekiz farklı kolajen türü tanımlanmıştır. Mezenkimal hücreler ve türevleri (fibroblastlar, osteoblastlar, odontoblastlar, kondroblastlar ve sementoblastlar) kolajenin başlıca üreticileridir. Kolajen cilt sağlığında önemli bir rol oynar. Tip I ve III kolajen insan cildinde diğer tiplere göre daha yüksek oranda oluşur ve normal cilt dokusunda birbirlerine göre sabit bir oranda tutulur. Cildin yaşlanması, cildin fizyolojik işlevlerindeki azalmayla ilişkili devam eden bir süreçtir. Yaşlanma sürecinde cilt sarkmaya ve çizgiler ve kırışıklıklar oluşmaya başladığında kolajen eksikliği belirginleşir. Yaşlanma, hücre çoğalmasındaki, kollajen sentezindeki, hücre dışı matrisin yeniden şekillenmesindeki ve epidermal morfolojideki değişikliklerden kaynaklanır. Yaşlandıkça vücudumuz giderek daha az kolajen üretmeye başlar, ancak kolajen üretimi aşırı güneşe maruz kalma, sigara, aşırı alkol ve uyku ve egzersiz eksikliği nedeniyle en hızlı şekilde düşer. Son yıllarda yaşlanma karşıtı hedefli besin takviyelerinin kullanımı çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Kollajenin oral yoldan alınması, özellikle stratum korneum olmak üzere cildin nem içeriğini ve cildin elastikiyetini artırarak kırışıklıkları ve pürüzlülüğü azaltır. Genel olarak alınan kollajen, fibroblastlarda ve hücre dışı matris proteinlerinde bir artışa ve metaloproteinazda bir azalmaya neden olur. Kollajen üretiminde her yıl yaklaşık olarak %1'lik bir azalma cilt tonusunun bozulmasına sebep olur. Doğal kolajen içeren ilik suyu aslında sadece kolajen, kemik dokusu mineralleri, kıkırdak ve kolajen amino asitleri olan glisin, prolin ve hidroksprolin açısından değil ayrıca, kemik matrikste bulunan mineraller olan kalsiyum, magnezyum, fosfor, çinko, kükürt, silisyum ve demir gibi pek çok inorganik madde açısından da zengindir. Eğer yeterli uyuyorsak, alkol ve sigaradan uzak duruyorsak, stresi kontrol ediyorsak, dengeli bir diyetle yeterli proteinli gıdalar ve meyve, sebze, tam tahıllar tüketiyorsak doğal kolajen üretimimizi destekleyebiliriz.

Kolajenlerin biyolojik olarak parçalanabilirlik, düşük immünojenite ve büyük ölçekli izolasyon olanakları gibi bazı ek özelliklerinin, onları tıp, kozmetik veya gıda endüstrisinde yaygın bir endüstriyel kullanım için ilginç bileşikler haline getirdiği düşünülmelidir. Ancak, kolajen desteği hekim kontrolünde uygulanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Kolajen, Yaşlanma, Kolajen Takviyesi, Cilt

THE IMPORTANCE OF COLLAGEN IN SKIN HEALTH

ABSTRACT

Our skin, which acts as the primary physical barrier against microorganisms and diseases, is the largest organ in the human body. Collagen, the most abundant protein in our body, accounts for almost 30% of all proteins. Twenty-eight different types of collagen have been identified in vertebrates, consisting of at least 46 different polypeptide chains. Mesenchymal cells and their derivatives (fibroblasts, osteoblasts, odontoblasts, chondroblasts, and cementoblasts) are the primary producers of collagen. Collagen plays an important role in the health of our skin. Type I and III collagen occur in higher proportions in human skin than the others and are maintained at a constant ratio to each other in normal skin tissue. Skin aging is a continuing process associated with the decline in the physiological functions of the skin. Collagen deficiency becomes apparent as the skin begins to sag and lines and wrinkles begin to form during the aging process. Aging is caused by changes in cell proliferation, collagen synthesis, extracellular matrix remodeling, and epidermal morphology. As we age, our bodies begin to produce less and less collagen, but collagen production declines most rapidly due to excessive sun exposure, smoking, excessive alcohol, and lack of sleep and exercise. In recent years, the use of targeted anti-aging nutritional supplements has been rapidly increasing. Oral collagen intake increases the skin's moisture content, especially the stratum corneum, and skin elasticity, reducing wrinkles and roughness. In general, ingested collagen causes an increase in fibroblasts and extracellular matrix proteins and a decrease in metalloproteinases. A decrease in collagen production of approximately 1% per year leads to deterioration of skin tone. Marrow juice, which contains natural collagen, is actually rich not only in terms of collagen, bone tissue minerals, cartilage and collagen amino acids glycine, proline and hydroxyproline, but also in many inorganic substances such as calcium, magnesium, phosphorus, zinc, sulfur, silicon and iron, which are minerals found in the bone matrix. If we get enough sleep, stay away from alcohol and cigarettes, control stress, and consume enough protein foods, fruits, vegetables and whole grains with a balanced diet, we can support our natural collagen production.

It should be considered that some additional properties of collagens, such as biodegradability, low immunogenicity and large-scale isolation possibilities, make them interesting compounds for a widespread industrial use in the medical, cosmetic or food industry. However, collagen supplementation should be applied under physician supervision.

Keywords: Collagen, Aging, Collagen Supplement, Skin.

Giriş

Mikroorganizmalara ve hastalıklara karşı birincil fiziksel bariyer görevini gören cildimiz insan vücudundaki en büyük organdır. (Fisher vd 2002). Bağ dokularının hücre dışı matrisi (ekstrasellüler matriks) (ESM), yapısal bütünlüğü ve çeşitli fizyolojik fonksiyonları tanımlayan çeşitli protein ailelerinin değişken üyelerinden oluşan karmaşık bir yapıdır. Ekstrasellüler matrikste en bol bulunan proteinler kolajen ailesinin üyeleridir (Gelse vd 2003). Deri, kas, tendon ve ligamentlerin başlıca proteini olan ve vücudumuzda en çok bulunan protein olan kolajen, tüm proteinlerin hemen hemen %30'unu oluşturur (Yazıhan, 2024). Gly-X-Y yapısı esneklik, plastisite, reseptör bağlanması ile moleküler tanıma ve etki, gibi özellikleri sağlar. Bu sebeple kullanılan kolajen takviyesinin özellikle peptid yapısı ve amino asit dizilimleri hedeflenen etki açısından önemlidir (Yazıhan, 2024). X ve Y pozisyonu genellikle prolin ve hidroksoprolin tarafından inşa edilir. Kollajen tipine bağlı olarak spesifik prolin ve lizin kalıntıları translasyon sonrası enzimatik hidrosilasyonla modifiye edilir. 4-hidroksoprolin içeriği molekül içi hidrojen bağlarının oluşumu için gereklidir ve üçlü sarmal konformasyonun stabilitesine katkıda bulunur. Hidroksilizinlerin bir kısmı glikozilasyon yoluyla daha da modifiye edilir. C-propeptidin üçlü sarmal oluşumunun başlatılmasında temel bir rol oynadığı düşünülmektedir, N-propeptidin birincil fibril çaplarının düzenlenmesinde rol oynadığı düşünülmektedir (Bateman vd 1996). Omurgalılarda en az 46 farklı polipeptit zincirinden oluşan yirmi sekiz farklı kolajen türü tanımlanmıştır. Mezenkimal hücreler ve türevleri (fibroblastlar, osteoblastlar, odontoblastlar, kondroblastlar ve sementoblastlar) kolajenin başlıca üreticileridir. Kolajen sentezleyen diğer hücre tipleri epitel, endotel, kas ve Schwann hücreleridir (Sandhu vd 2015).

Kolajen cilt sağlığında önemli bir rol oynar. Tip I ve III kolajen insan cildinde diğer türlere göre daha yüksek oranda oluşur ve normal cilt dokusunda birbirlerine göre sabit bir oranda tutulur. Tip I kolajen ciltteki kolajenin yaklaşık %70'ini oluştururken, tip III %10'dur ve eser miktarda IV, V, VI ve VII kolajen tipleri bulunur. Kolajen cildin sıkılığını ve elastikiyetini korur. Yaşlanma sürecinde cilt sarkmaya ve çizgiler ve kırışıklıklar oluşmaya başladığında kolajen

eksikliği belirginleşir. Yaş veya yaralanma sonucu oluşan skar dokusu, tip I ve III kolajenlerin bolluğunda ve birbirlerine olan oranlarında değişiklik olur. Tip III kolajen sentezi yaşla birlikte azalarak cilt gerginliğinde, elastikiyetinde ve iyileşmesinde değişikliklere neden olur (Cheng, 2011). Farklı kolajen tipleri arasındaki yapısal çeşitlilik oldukça yüksek olmasına rağmen, kolajen ailesinin tüm üyelerinin ortak bir özelliği vardır: üç alfa zincirinden oluşan üçlü sarmaldır (Pietz, 1984).

Cildin yaşlanması, cildin fizyolojik işlevlerindeki azalmayla ilişkili devam eden bir süreçtir. Yaşlanma, hücre çoğalmasındaki, kollajen sentezindeki, hücre dışı matrisin yeniden şekillenmesindeki ve epidermal morfolojideki değişikliklerden kaynaklanan dermal ve epidermal cilt katmanlarının bozulmasıyla ilişkilidir (Fisher vd 2002). Yaşlanmanın cildin bağ dokusu üzerinde olumsuz bir etkisi vardır, elastin ve kolajen liflerinde azalmaya ve böylece ince çizgilere ve kırışıklıklara yol açar. Ayrıca yaşlanma, ciltte proteoglikanlar ve glikozaminoglikan (hiyaluronik asit gibi) üretimini ve kıkırdağı azaltır. Sonuç olarak, cilt dokusu zayıflar, bütünlüğünü kaybeder ve cilt kurur, yeterli nemi tutamaz (Hend Al-Atif, 2022). Yaşlanma sürecindeki cilt yapısında kolajenle ilgili olarak ortaya çıkan üç önemli değişiklik: 1. Fibroblastlarda kolajen biyosentezinin azalması, 2. Kolajen tip I ve III miktarında belirgin azalma ile ESM'de buna bağlı olarak ortaya çıkan incelme, 3. İplikli kolajen miktarının azalmasıyla cildin biyomekanik özelliklerini yitirmesi olarak sıralanabilmektedir (Yener ve Erdal, 2005). Yaşlandıkça vücudumuz giderek daha az kolajen üretmeye başlar, ancak kolajen üretimi aşırı güneşe maruz kalma, sigara, aşırı alkol ve uyku ve egzersiz eksikliği nedeniyle en hızlı şekilde azalır. Yaşlanmayla birlikte cildin derin katmanlarındaki kolajen, sıkı bir şekilde organize olmuş lif ağından düzensiz bir labirente dönüşür. Çevresel etkiler kolajen liflerine zarar vererek kalınlıklarını ve mukavemetlerini azaltabilir ve bu da cilt yüzeyinde kırışıklıklara yol açabilir (Source: <https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/collagen/>). Kolajen I ve III'ten gelen uzun kollajen fibrilleri iç içe geçerek, kollajen VII tarafından dermal-epidermal bağlantı noktasına sabitlenen bir intradermal ağ oluşturur. İçsel yaşlanma sürecinde kollajen ve elastik lifler sağlam kalır ancak birbirlerinden daha uzakta daha geniş bir püre haline gelmiş bir ağ oluştururlar (Naylor vd 2011). Güneş ışınlarının etkisi ile hasar oluşturulmuş ve güneşten korunmuş iki ayrı insan cildinde, tip I prokolajen üretiminin özellikleri araştırıldığında, hasarlı ciltte prokolajen üretiminde bariz azalma bulunmuştur. Kolajen iplikçikleri kısalmış, incelmış ve yerleşim düzenleri de bozulmuştur (Varani vd 2001).

Son yıllarda yaşlanma karşıtı besin takviyelerinin kullanımı çok hızlı bir şekilde artmaktadır (Özmen 2024). Kollajenin oral yoldan alınması, özellikle stratum korneum olmak üzere cildin nem içeriğini ve cildin elastikiyetini artırarak kırışıklıkları ve pürüzlülüğü azaltır (Hend Al-Atif, 2022). Genel olarak alınan kollajen, fibroblastlarda ve hücre dışı matris proteinlerinde bir artışa ve metaloproteinazda bir azalmaya neden olur. İnsan dermisinin çeşitli katmanlarında bulunan bu artan fibroblastlar, cilt sağlığını iyileştiren ve böylece cilt yaşlanmasını yavaşlatan çok sayıda hücre dışı matris proteini üretir (Hend Al-Atif, 2022). Kollajen takviyeleri üzerine yapılan araştırmaların çoğu eklem ve cilt sağlığı ile ilgilidir. İnsan çalışmaları eksiktir, ancak bazı randomize kontrollü çalışmalar, kollajen takviyelerinin cilt elastikiyetini artırdığını bulmuştur. Proksch vd (2014) çalışmalarında, kollajen hidrosilat kullanımının cilt elastikiyetinde plaseboya kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme meydana geldiğini bildirmişlerdir. Dört haftalık tedavinin takibinden sonra, yaşlı kadınlarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bir cilt elastikiyeti seviyesi olduğu gösterilmiştir. Çalışma boyunca hiçbir yan etki bulunamadı. Yine Kim vd (2018) düşük moleküler ağırlıklı kollajen peptidin (LMWCP) insan cildi hidrasyonu, kırışması ve elastikiyeti üzerindeki etkisini klinik olarak değerlendirmek için çift kör, randomize, plasebo kontrollü bir çalışma yürüttüler. Çalışma sonucunda düşük moleküler ağırlıklı kollajen peptidinin oral alımı insan cildinde nemlendirmeyi, elastikliği ve kırışıklığı iyileştirdiği sonucuna varmışlardır.

C vitamini, A vitamini ve retinoidler, Beta glukanlar, Östrojen (östradiol), Asiatik asit, Glikolik asit, Lipozomal sistemler, MMP inhibitörleri cilt kollajeni sentezini düzenlediği veya uyardığı bilinen madde ve sistemlerin başlıcalarıdır (Yener ve Erdal, 2005).

Kollajen üretiminde her yıl yaklaşık olarak %1'lik bir azalma cilt tonusunun bozulmasına sebep olur (Özmen 2024). Kollajen eksikliği, artrit ve eklem ağrısı, kırışıklıklar, selülit ve sarkan cilt, daha sık cilt yaralanmaları ve iyileşme sürecinde gecikmeler, daha yavaş yara iyileşmesi, saç dökülmesi, kırılğan tırnaklar, daha küçük ve daha zayıf kaslar, azalmış kemik yoğunluğu, kronik inflamasyon, gıda duyarlılıkları, kalp problemleri gibi rahatsızlıkların oluşumunda rol oynamaktadır (Yazıhan 2024).

Mekanizmalar, kollajen biyoaktif peptitlerinin fibroblastları uyarması ve bu sayede kollajen liflerinin yapımını destekleyen serbest amino asitlerin ve yeni kollajen, elastin ve hyaluronik asit üretimini arttırabileceğini göstermiştir (Özmen, 2024).

Tip I kollajen en bol bulunan ve en iyi çalışılan kollajendir. Organik kemik kütlelerinin %90'ından fazlasını oluşturur ve hyalin kıkırdak, beyin ve vitreus gövdesi gibi çok az sayıda doku dışında

tendonların, derinin, bağların, korneanın ve birçok interstisyel bağ dokusunun ana kolajenidir (Gelse vd 2003). Kolajenler, bir organizmada en bol bulunan organik makro-molekül grubudur. İlk olarak, kolajenler vücutta, özellikle bağ dokularında önemli mekanik işlevler görür. Bu nedenle, kemik, tendon, fasya, eklem kıkırdağı vb.'de, fibriler kolajenler bu organ sistemlerinin işleyişi için gerekli olan biyomekanik özelliklerin çoğunu sağlar. İkinci olarak, kolajenler hücrel mikroyevrede de önemli işlevler görür ve büyüme faktörleri gibi hücrel medyatörlerin depolanması ve salınmasında rol oynar.

Kollajen takviyesinin tip 2 diyabet, yara iyileşmesi, osteoartrit ağrısı ve fonksiyon yönetimi, cilt yaşlanması ve egzersiz sonrası vücut kompozisyonu üzerindeki terapötik rolüne dair güçlü deliller vardır (Özmen, 2024). Kolajen desteğinin pek çok faydaları olduğu bilirse de bu kolajenin %100 güvenli olduğu anlamına gelmez. Kefee vd (1992) yaptıkları çalışmada kolajen verilen hastaların küçük bir yüzdesinde sığır kolajen bileşiklerine karşı daha öncesinde sindirim problemi yaşayan hastalarda gastrointestinal yan etkilerin ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Kolajen takviyeleri cilt, kemik, saç, tırnak, kas, bağırsak ve damar sağlığının güçlenmesinde hedef bölgeye göre uygun mineral ve vitaminlerle beraber kullanılabilir (Yazıhan, 2024). Ayrıca osteoartrit ve osteoporozun seyrinde kollajen yıkımı ve metabolizmanın bozulması önemlidir. Farklı kolajen türlerinin özelliklerinin derinlemesine bilinmesi, terapötik açıdan da faydalı olabilir. Bağlama kapasiteleri nedeniyle ilaçlar, büyüme faktörleri veya hücreler için iletim sistemleri olarak hizmet edebilirler ve belirli kolajen tiplerinin ağ oluşturma kapasitesi ve sabitleme işlevi, doku onarımını veya yenilenmesini destekleyen iskelelerin oluşumuna katkıda bulunabilir (Gelse vd 2003).

Doğal kolajen içeren ilik suyu aslında sadece kolajen, kemik dokusu mineralleri, kıkırdak ve kolajen amino asitleri olan glisin, prolin ve hidroksprolin açısından değil ayrıca, kemik matrikste bulunan mineraller olan kalsiyum, magnezyum, fosfor, çinko, kükürt, silisyum ve demir gibi pek çok inorganik madde açısından zengindir (Yazıhan, 2024). C vitamini gibi kemik ve cilt sağlığı için önemli olan çinko ve bakır mineralleri kolajen ve elastin çapraz bağlarının oluşmasında kofaktör olarak yer alırlar (Yazıhan, 2024). Eğer yeterli uyuyorsak, alkol ve sigaradan uzak duruyorsak, stresi kontrol ediyorsak, dengeli bir diyetle yeterli proteinli gıdalar ve meyve, sebze, tam tahıllar tüketiyorsak doğal kolajen üretimimizi destekleyebiliriz.

Yukarıda belirtilen tüm hususlar kolajenleri hem ilginç hedefler hem de farmakolojik müdahale araçları olarak tanımlamaktadır. Kolajenlerin biyolojik olarak parçalanabilirlik, düşük immünojenite ve büyük ölçekli izolasyon olanakları gibi bazı ek özelliklerinin, onları tıp,

kozmetik veya gıda endüstrisinde yaygın bir endüstriyel kullanım için ilginç bileşikler haline getirdiği düşünülmelidir (Gelse vd 2023). Ancak, tıpta hekim kontrolü dışında kesinlikle kullanılmamalıdır. Gıdalarla doğal kolajen almamız tercih eilmelidir.

Kaynaklar

1. Bateman JF, Lamande SR, Ramshaw JAM Collagen superfamily Comper WD (Ed.), Extracellular Matrix, Harwood Academic Press, Melbourne (1996), pp. 22-67
2. Cheng W, Yan-hua R, Fang-gang N, Guo-an Z. The content and ratio of type I and III collagen in skin differ with age and injury. African J Biotech 2011;10(13): 2524-29
3. Fisher GJ, Kang S, Varani J, Bata-Csorgo Z, Wan Y, Datta S, Voorhees JJ. Mechanisms of photoaging and chronological skin aging. Arch. Dermatol. 2002;138:1462–1470. doi: 10.1001/archderm.138.11.1462
4. Gelse K, Pöschl E and Aigner T. Collagens—structure, function, and biosynthesis. Advanced Drug Delivery Reviews Volume 55, Issue 12, 2003, Pages 1531-1546
5. Hend Al-Atif. Collagen Supplements for Aging and Wrinkles: A Paradigm Shift in the Fields of Dermatology and Cosmetics. Dermatol Pract Concept. 2022 Jan 1;12(1):e2022018. doi: 10.5826/dpc.1201a18.
6. Keefe J, Wauk L, Chu S, DeLustro F. Clinical use of injectable bovine collagen: a decade of experience. Clinical Materials. 1992;9(3-4):155-62.
7. Kim DU, Chung HC, Choi C et al. Oral Intake of Low-Molecular-Weight Collagen Peptide Improves Hydration, Elasticity, and Wrinkling in Human Skin: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. Nutrient. 2018 Jun 26;10(7):826. doi: 10.3390/nu10070826.
8. Naylor E.C., Watson R.E., Sherratt M.J. Molecular aspects of skin ageing. Maturitas. 2011;69:249–256. doi: 10.1016/j.maturitas.2011.04.011.
9. Özmen FB. Kolajen Desteğinin Güncel Kullanım Alanları. Bes Diy Derg 2024;52(2):113-120
10. Piez KA. Molecular and aggregate structure of the collagens Pietz KA, Reddi H (Eds.), Extracellular Matrix Biology, Elsevier, Amsterdam (1984), pp. 1-39.
11. Proksch E, Segger D, Degwert J et al. Oral supplementation of specific collagen peptides has beneficial effects on human skin physiology: a double-blind, placebo-controlled study. Skin Pharmacol Physiol. 2014;27(1):47-55. doi: 10.1159/000351376.
12. (Source: <https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/collagen/>)
13. Sandhu VS, Singla K, Gupta S et al. Collagen in Health and Disease. Journal of Orofacial Research, July-September 2012;2(3):153-159

14. Varani, J., Spearman, D., Perone, P., Fligel, S.E., Datta, S.C., Wang, Z.Q., Shao, Y., Kang, S., Fisher, G.J. ve Voorhees, J.J. (2001). Inhibition of type I procollagen synthesis by damaged collagen in photoaged skin and by collagenase degraded collagen in vitro. *Am. J. Pathol.* 158(3), 931- 942.
15. Yazıhan N. Her Yönü ile Kolajenler. *Türkiye Klinikleri*; 2024; p:41-8.
16. Yener G ve Erdal S. Kolajen Biyosentezini Aktive Eden Maddeler Ve Etki Mekanizmaları. *Anadolu University Journal Of Science And Technology* ; (2005) Cilt/Vol.: 6 Sayı/No: 1 : 3-13.

ROMATOİD ARTRİTTE BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Meral Ekim, MD. Bozok University School of Health, Department of Nursing, Yozgat,
Turkey. <https://orcid.org/0000-0002-7146-5935>

Hasan Ekim, MD. Bozok University School of Medicine, Department of Cardiovascular
Surgery, Yozgat, Turkey. e-mail: drhasanekim@yahoo.com. <https://orcid.org/0000-0002-7245-3872>

Özet

Romatoid Artrit, sanayileşmiş dünyada popülasyonların %0,5-1'ini etkileyen ve kadınları erkeklerden daha sık (2-3:1) etkileyen en yaygın kronik inflamatuvar eklem hastalığıdır. Vücut savunma mekanizmasının normal dokuyu antijen olarak tanımladığı ve yıkımla sonuçlanan bir inflamatuvar reaksiyon zincirinin tetiklendiği otoimmün sistemik bir hastalıktır. Kesin nedeni bilinmemekle birlikte kronik enfeksiyon (bakteriyel, fungal veya viral), çevresel faktörler (kirli atmosfer, sigara), genetik faktörler ve endokrin faktörlerin katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Esas olarak eklemleri, genellikle bilek, el, diz, ayak bileği ve ayağı tutar. Kemikleri ve eklemleri kapsadığından, serum kalsiyum, fosfor ve magnezyumun yanı sıra Alkalen Fosfataz düzeylerini değiştirmesi muhtemeldir ve bu da hastalığın teşhisinde veya tedavisinde yardımcı olabilir. Romatoid artritte tanıyı zamanında koymak ve hastalığın optimal yönetimini kolaylaştırmak için biyobelirteçlerin kullanılması ve tanımlanması aktif bir araştırma alanıdır. Romatoid artrit için erken teşhisi ve tedavisi, optimum hastalık kontrolü, daha yüksek remisyon şansı ve kalıcı klinik ve radyografik hasarın önlenmesi için zorunludur. Romatoid artrit klinik bir tanı olmaya devam etse de bu hedeflere yardımcı olacak biyobelirteçlerin kullanımı ve keşfi devam eden araştırmaların odak noktası olmaya devam etmektedir. Kronik inflamatuvar durumların magnezyum seviyelerini değiştirme olasılığı yüksektir ve diğer çalışmalarda romatoid artritte magnezyumun azalmasının olası mekanizması kronik inflamasyon ve otoimmün hasardan kaynaklanabilir. Romatoid artrit için en erken radyolojik belirtilerinden biri periartiküler osteoporozdur. Romatoid artrit tanısı için önemli bir kriteri temsil eder. Yapılan bir çalışmada hücre aracılı bağışıklığın bir belirteci olarak adenozin deaminazın arttığı bulunmuş, bu da bize romatoid artrit patogenezinde immünolojik ve inflamatuvar süreci düşündürmektedir. Buda kronik inflamasyonun invaziv olmayan bir belirteci olarak kullanılabilir ve hastalık prognozu hakkında ek bilgi sağlayabildiğini belirtmişlerdir. Romatoid faktör, romatoid artritli hastaların

%80 kadarında pozitifdir, ancak kronik antijenik uyarıyı tetikleyen ve özgüllüğünü sınırlayan sayısız diğer inflamatuvar durumlarda da ortaya çıkabilir.

Pek çok türden yeni romatoid artrit biyobelirteçleri (ör. serum, dokuya özgü, genetik faktörler), hem teşhis hem de hastalık aktivitesinin izlenmesi için aktif olarak araştırılmalıdır. Belirteçlerin fazla spesifik olmaması erken tanı, tedavi ve sonuçlarının elde edilmesinde kullanımını sınırlamaktadır. Hastalığın teşhisinde temel nedenlerin ele alınması ve daha uygun belirteçlerin bulunması maliyeti de göz önüne alınarak kullanıma sunulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Romatoid Artrit, Kronik İnflamasyon, Biyobelirteç, Romatoid Faktör

Evaluation of Biochemical Parameters in Rheumatoid Arthritis

Abstract

Rheumatoid Arthritis is the most common chronic inflammatory joint disease in the industrialized world, affecting 0.5-1% of the population and affecting women more frequently than men (2-3:1). It is an autoimmune systemic disease in which the body's defense mechanism identifies normal tissue as an antigen and triggers a chain of inflammatory reactions that result in destruction. Although the exact cause is unknown, chronic infection (bacterial, fungal or viral), environmental factors (air pollution, smoking), genetic factors and endocrine factors are thought to contribute. It mainly affects the joints, usually the wrist, hand, knee, ankle and foot. Since it involves bones and joints, it is likely to alter serum calcium, phosphorus and magnesium as well as Alkaline Phosphatase levels, which may aid in the diagnosis or treatment of the disease. The use and identification of biomarkers to facilitate timely diagnosis and optimal management of rheumatoid arthritis is an active area of research. Early diagnosis and treatment of rheumatoid arthritis is imperative for optimal disease control, increased chances of remission and prevention of permanent clinical and radiographic damage. Although rheumatoid arthritis remains a clinical diagnosis, the use and discovery of biomarkers to aid in these goals remains a focus of ongoing research. Chronic inflammatory conditions are likely to alter magnesium levels, and other studies have suggested that chronic inflammation and autoimmune damage may be the possible mechanisms for magnesium depletion in rheumatoid arthritis. One of the earliest radiographic manifestations of rheumatoid arthritis is periarticular osteoporosis. It represents an important criterion for the diagnosis of rheumatoid arthritis. In a study,

adenosine deaminase was found to be increased as a marker of cell-mediated immunity, which suggests an immunological and inflammatory process in the pathogenesis of rheumatoid arthritis. They stated that this can be used as a noninvasive marker of chronic inflammation and can provide additional information about the prognosis of the disease. Rheumatoid factor is positive in up to 80% of patients with rheumatoid arthritis, but it can also occur in numerous other inflammatory conditions that trigger chronic antigenic stimulation and limit its specificity.

New rheumatoid arthritis biomarkers of various types (e.g. serum, tissue-specific, genetic factors) should be actively investigated for both diagnosis and monitoring of disease activity. The lack of specificity of the markers limits their use in early diagnosis, treatment and outcome. The root causes of the disease should be addressed in the diagnosis and more appropriate markers should be made available, taking into account the cost.

Keywords: Rheumatoid arthritis, Chronic Inflammation, Biomarker, Rheumatoid Factor

Giriş

Romatoid Artrit, sanayileşmiş dünyada popülasyonların % 0,5-1'ini etkileyen ve kadınları erkeklerden daha sık (2-3:1) etkileyen kronik inflamatuvar eklem hastalığıdır. Vücut savunma mekanizmasının normal dokuyu antijen olarak tanımladığı ve yıkımla sonuçlanan bir inflamatuvar reaksiyon zincirinin tetiklendiği otoimmün sistemik bir hastalıktır. Kesin nedeni bilinmemekle birlikte kronik enfeksiyon (bakteriyel, fungal veya viral), çevresel faktörler (kirli atmosfer, sigara), genetik faktörler ve endokrin faktörlerin katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Esas olarak eklemleri, genellikle bilek, el, diz, ayak bileği ve ayağı tutar. Kemikleri ve eklemleri kapsadığından, serum kalsiyum, fosfor ve magnezyumun yanı sıra Alkalen Fosfataz düzeylerini değiştirmesi muhtemeldir ve bu da hastalığın teşhisinde veya tedavisinde yardımcı olabilir (Sadaf vd 2022).

Hastalık süreci sinovyumda inflamatuvar hücrelerin infiltrasyonu ile sinovit olarak ve monositlerin sinovyumda sızmasıyla başlar. Bunu daha sonra lenfositler takip eder. Sonuç olarak sinovyum kalınlaşır. Eklemde bir efüzyon gelişir ve hastalık ilerledikçe, süreçte salınan sitokinler, örneğin TNF α , interlekin-1 ve interlekin-6, histamin, vb. eklem kıkırdağını, kemiği, kapsülü, bağları, tendonları ve kasları tahrip eder (McInnes and Schett, 2011). Yıkım, sinovyum ve eklem kıkırdağının birleştiği yerde bir doku pannusunun oluşmasıyla meydana gelir. Bu pannus kıkırdağı ve kemiği aşındırır ve yok eder. Böylece artrit gelişir.

Romatoid artrit (RA) tanımı zamanında koymak ve hastalığın optimal tedavisinin sürdürülmesi için biyobelirteçlerin kullanılması ve tanımlanması aktif bir araştırma alanıdır. RA, düzenli tedavi edilmediğinde eklem deformitesine ve işlevsel engelliliğe yol açan kronik ve yaygın bir sistemik inflamatuvar hastalıktır. RA'nın erken teşhisi ve tedavisi, optimum hastalık kontrolü, daha yüksek remisyon şansı ve kalıcı klinik ve radyografik hasarın önlenmesi için zorunludur. RA klinik bir tanı olmaya devam etse de, bu hedeflere yardımcı olacak biyobelirteçlerin kullanımı ve keşfi devam eden araştırmaların odak noktası olmaya devam etmektedir. Amerikan Romatoloji Koleji ve Avrupa Romatizma Karşı Birliği (ACR/EULAR) tarafından geliştirilen 2010 RA Sınıflandırma Kriterleri, klinik deneme standardizasyonu amacıyla RA'lı hastaları tanımlayan geçmiş, fiziksel muayene ve biyobelirteç öğelerini içeren bir puanlama sistemi tanımlar. Kriterler, RA olarak sınıflandırma için %84 duyarlılığa ve %60 özgüllüğe sahiptir (Shapiro 2021).

Biyolojik belirteçler, yaygın olarak "biyobelirteçler" olarak adlandırılır, nesnel olarak ölçülebilen ve normal veya patolojik süreçlerin göstergeleri veya tedaviye yanıtın ölçütleri olarak hizmet eden biyolojik özelliklerdir (örneğin, kan veya eklem sıvısı) (Taylor ve Deleuran 2024).

Aktif romatoid hastalıkta karaciğer enzimlerinde anormallikler rapor edilmiştir. Kendall ve ark. (1970) romatoid hastaların %26'sında alkalen fosfatazın yükseldiğini ve daha aktif hastalıkta da daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Sathe vd (2016) yaptıkları çalışmada romatoid hastalarda kalsiyum düzeyleri anlamlı olarak azalırken, alkalen fosfataz düzeyleri kontrol grubuna göre anlamlı olarak artmıştır. Serum fosfor seviyeleri kontrollerden anlamlı olmayan bir şekilde artmıştır ($P>0,05$). Önceki çalışmalarda, serum kalsiyum ve fosfor konsantrasyonlarının genellikle azaldığı ve RA hastalarında serum alkalen fosfataz aktivitesinin yükseldiği bildirilmiştir (Menzes vd 2006). Diğer çalışmaların aksine, RA hastalarında serum magnezyum seviyelerinin önemli ölçüde arttığını bulmuşlardır. Kronik inflamatuvar durumların magnezyum seviyelerini değiştirme olasılığı yüksektir ve diğer çalışmalarda RA'da magnezyumun azalmasının olası mekanizması kronik inflamasyon ve otoimmün hasardan kaynaklanabilir (Lucia vd 2011). RA hastalarının hem serumunda hem de sinovyal sıvısında alkalen fosfataz düzeyleri yükselmiştir (Romagnoli vd 1998). Sinovyal dokudan türetilen kemik tipi alkalen fosfataz, RA hastalarında alkalen fosfatazın artan aktivitelerine katkıda bulunabilir (Nanke vd 2002). Stridl ve diğerleri (1990) kemik metabolizması bozuklukları olan hastalarda kırmızı hücre magnezyum ve kalsiyum

içeriğini inceledi. Sonuçlar, magnezyumun bu kemik metabolizması bozukluklarında önemli bir rol oynadığını göstermiştir.

Sambrook ve diğerleri (1995) RA'da osteoporozun büyüklüğünü ve dağılımını incelemiştir. Kemik mineral yoğunluğu (BMD) çift X-ışını absorpsiyometrisi ile ölçüldü. RA'da çoğu iskelet bölgesinde BMD'nin azaldığını buldular. RA'de osteoporoz yaygın olup kas kütlelerinin hareketliliğinin kaybıyla ilişkili olabilir. RA'nın en erken radyolojik belirtilerinden biri periartiküler osteoporozdur. RA tanısı için önemli bir kriteri temsil eder (Walwadkar and Suryakar 2006). Magaro ve ark. (1991) romatoid artrit (RA) hastalarında kemik demineralizasyonunun kortikosteroid tedavisi almayan hastalarda da görüldüğünü; eklem lezyonlarının ve buna bağlı olarak fiziksel aktivitenin azalmasının RA'daki aksiyel kemik kaybında önemli rol oynadığını belirtmişlerdir.

Romatoid Artrit'te hücre aracılı bağışıklığın bir belirteci olarak serum adenozin deaminazın (ADA) rolünü değerlendirmek ve Romatoid artritin prognostik belirteçleri olarak serum alkalin fosfataz, kalsiyum, fosfor ve magnezyumu tahmin etmek için Sadaf ve ark (2022) yaptıkları çalışmada hücre aracılı bağışıklığın bir belirteci olarak ADA'nın arttığını bu da RA patogeneğinde immünolojik ve inflamatuvar süreci düşündürmektedir. Buda kronik inflamasyonun invaziv olmayan bir belirteci olarak kullanılabilir ve hastalık prognozu hakkında ek bilgi sağlayabildiğini belirtmişlerdir. Düşük Kalsiyum ve Magnezyum ile ilişkili Alkalin Fosfataz ve Fosfor seviyelerinin arttığını bulmuşlardır buda, R.A'da artmış kemik rezorpsiyonunu düşündürmektedir ve hastalık aktivitesi belirteçleri olarak faydalı olduğuna karar vermişlerdir.

RA hastalarında düşük kalsiyum, yüksek fosfor ve artmış ALP gözlemleyen Sathe vd (2016) , hastaların kemik hastalığı olduğunu bu nedenle, RA hastalarında kalsiyum bifosfonatlar ve D vitamini takviyesi önermişlerdir.

(Romatoid Faktör) RF'ler immünoglobulin (Ig)G'nin Fc kısmındaki antijenik bölgelere karşı oluşan otoantikorlardır. Klinik uygulamada IgA ve IgG RF de mevcut olmasına rağmen en yaygın olarak IgM RF ölçülür. RF, RA hastalarının %80 kadarında pozitifdir, ancak kronik antijenik uyarıyı tetikleyen ve özgüllüğünü sınırlayan sayısız diğer inflamatuvar durumlarda da ortaya çıkabilir. Bunlara, diğer romatolojik durumlar (örn. sistemik lupus eritematozus, Sjogren sendromu), bulaşıcı hastalıklar (örn. hepatit C virüsü, subakut bakteriyel endokardit, Epstein-

Barr virüsü), malignite (örn. B hücreli neoplazmalar) ve sağlıklı bireyler dahildir, ancak bunlarla sınırlı değildir (Westwood vd 2006). Sigara içmek aynı zamanda artan RF prevalansı ile de ilişkilendirilmiştir (Padyukov vd 2004). Erken RA hastalarının yaklaşık %30 ile %45'inde RF yoktur, ancak bazılarında hastalığın ilerleyen dönemlerinde RF gelişebilir (Pincus 2006). RF pozitifliği RA gelişme riskini artırır; daha yüksek titreler daha yüksek risk sağlar (Halldórsdóttir vd 2000). Etkili RA tedavisiyle RF titreleri düşebilir ancak RF titresindeki bir dalgalanma hastalık aktivitesiyle güvenilir bir şekilde korelasyon göstermez (Bruns vd 2009).

Sitrülinlenmiş Proteinlere Karşı Otoantikorlar (ACPA)

Sitrülinlenmiş protein epitoplarına karşı otoantikorlar uzun yıllardan beri RA'da biyobelirteç araştırmalarının odak noktası olmuştur. Sitrülinasyon, bağışıklık sisteminin toleranslı olmadığı yeni epitoplar üretebilen ve yeni otoantikorların oluşmasına yol açan proteinlerin translasyon sonrası bir modifikasyonudur (Valesini vd 2015). ACPA'lar arasında anti-siklik sitrülinlenmiş peptit (anti-CCP2) testi klinik olarak yaygın olarak mevcuttur ve mükemmel teşhis ve prognostik değere sahiptir (Shapiro 2021). RF negatif olan RA hastalarının %20-30'unda anti-CCP2 pozitifdir (Gilliam and Moore 2012). Anti-CCP2 pozitif hastalarla ilgili 37 çalışmayı ve RF pozitif hastalarla ilgili 50 çalışmayı içeren sistemik bir inceleme ve meta-analiz, RF ve anti-CCP2'nin havuzlanmış hassasiyetlerinin sırasıyla %69 ve %67 ve %85 ve %95 olduğunu gösterdi (Nishimura vd 2007). Anti-CCP2 pozitifliği, minimal romatolojik semptomlarla da olsa aktif akciğer tüberkülozunda da ortaya çıkabilir (Elkayam vd 2006).

Eritrosit Sedimentasyon Hızı (ESR) ve C-reaktif Protein (CRP)

Eritrositlerin dikey bir tüpte asılı kaldığında plazmaya düşme hızı olan ESR, akut faz reaktanlarının (esas olarak fibrinojen) seviyelerinin dolaylı bir ölçümüdür. Yüksek ESR seviyeleri, sistemik veya lokal inflamatuvar süreçler, enfeksiyon, malignite, doku hasarı, son dönem böbrek hastalığı, nefrotik sendrom ve obeziteden kaynaklanabilir. Bu test çoğunlukla RA'in durumunu izlemek için kullanılır. Ayrıca anormal eritrosit şekli, aşırı lökositoz, kalp yetmezliği ve kaşeksi gibi sahte düşük ESR değerlerine pek çok faktör katkıda bulunabilir (Gabay and Kushner 1999).

CRP hem akut hem de kronik inflamatuvar durumlarda, enfeksiyöz ve enfeksiyöz olmayan durumlarda ortaya çıkar. Düşük dereceli CRP yükselmesi, ateroskleroz, obezite, tip 2 diyabet, hareketsiz yaşam tarzları, sağlıksız beslenme ve hatta evli olmamak gibi çeşitli metabolik stresörlerle ilişkilidir (Kushner vd 2006).

Çoklu Biyobelirteç Hastalık Aktivitesi (MBDA) Testi

MBDA testi, 12 serum protein biyobelirtecini ölçen ve bilgileri "RA inflamasyonu" seviyesini gösteren tek bir puanda özetleyen bir algoritma uygulayan, ticari olarak temin edilebilen bir testtir. Aşağıdaki biyobelirteçler test edilmektedir: vasküler hücre adezyon molekülü-1 (VCAM-1), epidermal büyüme faktörü (EGF), vasküler endotelial büyüme faktörü A (VEGF-A), interlökin 6 (IL-6), tümör nekroz faktörü reseptörü tip 1 (TNF-R1), matris metalloproteinaz-1 (MMP-1), matris metalloproteinaz-3 (MMP-3), insan kıkırdak glikoproteini 39 (YKL-40), leptin, resistin, serum amiloidi (SAA) ve CRP (Vectra 2021).

ACPA ailesindeki bir antikor olan anti-mutasyona uğramış sitrüline vimentin (anti-MCV), RA için anti-CCP2 ile benzer bir özgüllüğe sahiptir. Ancak literatürün sistematik incelemesi ve meta-analizi, anti-CCP2'ye göre üstün tanısal doğruluk ortaya koymamıştır ve bu da nihayetinde rutin klinik uygulamada anti-MCV testinin uyarlanmasını sınırlamıştır (Bartoloni vd 2012). Hücre içi bir şaperonin proteini olan serum 14-3-3eta, RA'da tanısal bir biyobelirteç olarak incelenmiştir, ancak bugüne kadarki veriler rutin klinik kullanımını savunmak için yeterince sağlam değildir (El-Sherif vd 2019). RA hastalarının serumunda karbamillenmiş proteinlere (anti-CarP) karşı antikorlar bulunmuştur (Shi vd 2015). Ancak yapılan çalışmalar yetersizdir ve yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

RA hastalığı aktivitesinin izlenmesi amacıyla serum akut faz reaktanları, genetik faktörler ve kıkırdak, kemik ve sinovyumdan dokuya özgü belirteçler gibi birden fazla biyobelirteç türü araştırılmaktadır: RA'da belirgin bir akut faz reaktanı olan IL-6 araştırılmaya devam edilmektedir ancak ne yazık ki hastalığın radyografik ilerlemesiyle ilişkili olduğu bulunamamıştır (van Leeuwen vd 1995). RA'nın belirli insan lökosit antijeni (HLA)-DR alelleri ile iyi bilinen ilişkisi göz önüne alındığında, genetik testler sonuçta prognozda ve tedavi seçiminde rol oynayabilir. Sinovyumda özgü belirteçler arasında serum hiyalüronan, MMP-1 ve MMP-3; bunların radyografik ilerlemeyle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bir vasküler belirteç olan serum VEGF, RA hastalarında yükselir ve radyografik ilerlemeyle ilişkilidir. Sinovyal sıvı biyobelirteçleri de tanımlanmıştır ancak testin gerçekleştirilmesi için artrosentez gerekliliği göz önüne alındığında bunların klinik kullanımı sınırlı olacaktır (Shapiro 2021).

Sentetik ilaçlar geliştirilmeden önce, insanlık belirli bir rahatsızlıktan kurtulmak için tıbbi bitkilere bağımlıydı. Romatoid eklem ağrısı için çok sayıda sentetik ilacın erişilebilirliğine rağmen, yan etkiler tedavinin kullanımını kısıtlanmaktadır ve tıbbi bitkilerin romatoid eklem

iltihabının tedavisi için kullanılma olasılığı artmıştır. Önemli sayıda bitkinin potansiyel anti-artritik bileşenleri vardır ve birkaç formülasyon da sentetik ilaçlar yerine profesyoneller tarafından onaylanmıştır (Kapoor vd. 2017). Bunlardan biri yüzlerce bitki, sebze ve meyvede bulunan kuarsetindir (QU). QU, anti-inflamasyon, anti-trombosit agregasyonu, koroner arterlerin genişlemesi, antitümör, kan basıncını düşürme, anti-alerji vb. gibi çok sayıda farmakolojik potansiyele sahiptir. Günde iki kez 4 g veya 500 mg'lık tek bir oral doz için, bir ay boyunca sürekli uygulama sonrasında hiçbir yan etki bildirilmemiştir (Haleagrahara vd. 2017). Bundan başka yeşil çayda bol miktarda bulunan Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) tedavi için etkili bir yardımcı tedavi olabilir. Yine piperin, sinomenin, Kardamonin, resveratrol üzerine yapılan çalışmalar vardır.

Romatoid artrit, kemik eklemlerini etkileyen ve çevredeki bağlarda hasara yol açan kalıcı iltihaplanma ile karakterize, kalıcı, dinamik ve zayıflatıcı bir otoimmün durum olarak ortaya çıkar. Bu hastalık, etkisini eklemlerin ötesine taşıyarak akciğerler, kalp ve gözler gibi iç organları etkiler. Romatoid artrit standart tedavisinde sentetik ilaçların yaygın olarak kullanılmasına rağmen, tedavi yolculuğu genellikle yan etkilerle gölgelenir. Ne yazık ki, romatoid artrit için kesin bir tedavi çözümü çağdaş tıpta hala belirsizliğini korumaktadır. Mevcut ilaçlar semptomları etkili bir şekilde yönetirken, ağrı ve eklem iltihabından kurtulma sağlarken, tam bir tedavi hala yoktur. Bitkisel ilaçlar, çeşitli masaj terapisi biçimleri, gen terapisi, yoga ve akupunktur gibi alternatif tedaviler, eklemlerdeki ağrı ve iltihabı hafifletmek için geleneksel yaklaşımlarla birlikte araştırılabilir (Kaur vd 2024).

Pek çok türden yeni RA biyobelirteçleri (ör. serum, dokuya özgü, genetik faktörler), hem teşhis hem de hastalık aktivitesinin izlenmesi için aktif olarak araştırılmalıdır. Belirteçlerin fazla spesifik olmaması erken tanı, tedavi ve sonuçlarının elde edilmesinde kullanımını sınırlamaktadır. Hastalığın teşhisinde temel nedenlerin ele alınması ve daha uygun belirteçlerin bulunması maliyeti de göz önüne alınarak kullanıma sunulmalıdır.

Kaynaklar:

1. Bartoloni E, Alunno A, Bistoni O, et al. Diagnostic value of anti-mutated citrullinated vimentin in comparison to anti-cyclic citrullinated peptide and anti-viral citrullinated peptide 2 antibodies in rheumatoid arthritis: an Italian multicentric study and review of the literature. *Autoimmun Rev.* 2012;11:815–820. doi: 10.1016/j.autrev.2012.02.015
2. Bruns A, Nicaise-Roland P, Hayem G, et al. Prospective cohort study of effects of infliximab on rheumatoid factor, anti-cyclic citrullinated peptide antibodies and

- antinuclear antibodies in patients with long-standing rheumatoid arthritis. *Joint Bone Spine*. 2009;76:248–253. doi: 10.1016/j.jbspin.2008.09.010.
3. Gabay C, Kushner I. Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *N Engl J Med*. 1999;340:448–454. doi: 10.1056/NEJM199902113400607
 4. Gilliam BE, Moore TL. The role of anti-cyclic citrullinated peptide (CCP) antibodies in early detection of rheumatoid arthritis: an overview of the INOVA Diagnostics, Inc. QUANTA Lite CCP assays. *Expert Opin Med Diagn*. 2012;6:359–369. doi: 10.1517/17530059.2012.694423.
 5. Haleagrahara N, Miranda-Hernandez S, Alim MA, Hayes L, Bird G, Ketheesan N (2017) Therapeutic effect of quercetin in collagen-induced arthritis. *Biomed Pharmacother* 90:38–46
 6. Halldórsdóttir HD, Jónsson T, Thorsteinsson J, Valdimarsson H. A prospective study on the incidence of rheumatoid arthritis among people with persistent increase of rheumatoid factor. *Ann Rheum Dis*. 2000;59:149–151. doi: 10.1136/ard.59.2.149.
 7. Elkayam O, Segal R, Lidgi M, Caspi D. Positive anti-cyclic citrullinated proteins and rheumatoid factor during active lung tuberculosis. *Ann Rheum Dis*. 2006;65:1110–1112. doi: 10.1136/ard.2005.045229.
 8. El-Sherif WT, Nigm DA, Abd-Elsamea MH, Kassem AM. Evaluation of serum protein 14-3-3 η (eta) as a novel biomarker for rheumatoid arthritis. *Egypt J Immunol*. 2019;26:163–175.
 9. Kapoor B, Gupta R, Gupta M (2017) Natural products in treatment of rheumatoid arthritis. *Int J Green Pharm* 11(03):S356–S363
 10. Kaur C, Mishra Y et al. Pathophysiology, diagnosis, and herbal medicine-based therapeutic implication of rheumatoid arthritis: an overview. *Inflammopharmacology* (2024) 32:1705–1720 <https://doi.org/10.1007/s10787-024-01445-8>
 11. Kushner I, Rzewnicki D, Samols D: What does minor elevation of C-reactive protein signify? *Am J Med*. 2006, 119:166.e17-28.
 12. Lucia M, Isabela S, Minervan G. Changes of serum magnesium level in patients with rheumatoid arthritis stage I-II, before treatment. *Med Con* 2011;6(2):9-16.
 13. Magaro M, Tricerri A, Piane D, Zoli A, Serra F, Altomonte L, Mirone L. Generalized osteoporosis in non-steroid rheumatoid arthritis. *Rheumat Interna* 1991;11(2):73-76.

14. Mcinnes IB, Schett G. The pathogenesis of rheumatoid arthritis. *N Engl J Med.* 2011;365(23):2205–19.
15. MJ Kendaill, Cockel R, Bccker J , Hawkins . Raised serum alkaline phosphatase in rheumatoid disease. *Ann Rheum Dis.* 1970;29:537–40.
16. Nishimura K, Sugiyama D, Kogata Y, et al. Meta-analysis: diagnostic accuracy of anti-cyclic citrullinated peptide antibody and rheumatoid factor for rheumatoid arthritis. *Ann Intern Med.* 2007;146:797–808. doi: 10.7326/0003-4819-146-11-200706050-00008.
17. Menzes F, Hamilton D, Castro LC, Damiani D. *Bras. Endocrinol. Metabol* 2006;50:802-813.
18. Nanke Y, Kotake S, Akama H, Kamatani N. Alkaline phosphatase in rheumatoid arthritis patients:possible contribution of bone-type alkaline phosphatase to theraised activities of alkaline phosphatase in rheumatoid arthritis patients.*Clin, Rheumatol* 2002;21(3):198-202.
19. Padyukov L, Silva C, Stolt P, Alfredsson L, Klareskog L. A gene-environment interaction between smoking and shared epitope genes in HLA-DR provides a high risk of seropositive rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum.* 2004;50:3085–3092. doi: 10.1002/art.20553.
20. Pincus T. Advantages and limitations of quantitative measures to assess rheumatoid arthritis: joint counts, radiographs, laboratory tests, and patient questionnaires. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17121487/> *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2006;64:32–39.
21. Romagnoli E, Minisola G, Carnevale V, Scillitani A, Frusciante V, Aliberti G, Minisola S. Assessment of serum total and bone alkaline phosphatase measurement in clinical practice. *Clin Chem LabMed* 1998;36(3):163-168.
22. Sadaf S, Kausar R, Anees S, Mahmood S. Role of biochemical markers in rheumatoid arthritis. *International Journal of Clinical Biochemistry and Research* 2022;9(1):86–89
23. Sambrook PN, Spector TD, Seemon E, Bellamy N, Buchanon RR, Duffy DL, et al. Osteoporosis in rheumatoid arthritis. *Arthritis and Rheumatism* 1995;38(6):806-809.
24. Sathe CA, Ghegadmal VD, Khamkar VP, Ninghot AD. Study Of Biochemical Parameters In Rheumatoid Arthritis And Systemic Lupus Erythematosus. *People’s Journal of Scientific Research* July 2016 ; Volume 9, Issue 2.

25. Shapiro CS. Biomarkers in Rheumatoid Arthritis. *Cureus*. 2021 May 16;13(5):e15063. doi: [10.7759/cureus.15063](https://doi.org/10.7759/cureus.15063)
26. Shi J, van Steenberg HW, van Nies JA, et al. The specificity of anti-carbamylated protein antibodies for rheumatoid arthritis in a setting of early arthritis. *Arthritis Res Ther*. 2015;17:339. doi: 10.1186/s13075-015-0860-6.
27. Steidl L, Ditmar R, Kubicek R. Biochemical findings in osteoporosis. The significance of magnesium. *Cas Lek Cesk* 1990;129(2):51-55.
28. Taylor PC, Deleuran B. Biologic markers in the assessment of rheumatoid arthritis. uptodate. <https://www.uptodate.com/contents/biologic-markers-in-the-assessment-of-rheumatoid-arthritis>
29. Valesini G, Gerardi MC, Iannuccelli C, Pacucci VA, Pendolino M, Shoenfeld Y. Citrullination and autoimmunity *Autoimmun Rev*. 2015;14:490–497. doi: 10.1016/j.autrev.2015.01.013
30. van Leeuwen MA, Westra J, Limburg PC, van Riel PL, van Rijswijk MH. Clinical significance of interleukin-6 measurement in early rheumatoid arthritis: relation with laboratory and clinical variables and radiological progression in a three year prospective study *Ann Rheum Dis*. 1995;54:674–677. doi: 10.1136/ard.54.8.674.
31. Vectra. [Apr;2021];<https://vectrascore.com/>)
32. Walwadkar SD, Suryakar A. Oxidative stress and calcium-phosphorus levels in rheumatoid arthritis *Indian J Clin Biochem* 2006 ;21 (2) 134-7.
33. Westwood OM, Nelson PN, Hay FC. Rheumatoid factors: what's new? *Rheumatology (Oxford)* 2006;45:379–385. doi: 10.1093/rheumatology/kei228.

SUSTAINABLE WASTE RECOVERY SYSTEMS IN ORNAMENTAL AQUACULTURE: AQUAPONICS, BIOFLOC, AND FLOC-PONIC APPROACHES

Mert MİNAZ¹

¹ Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Fisheries, 0000-0003-1894-9807

ABSTRACT

Ornamental aquaculture, beyond its aesthetic and commercial value, can provide ecological and economic benefits when integrated with sustainable production systems. Traditional ornamental aquaculture is often characterized by high water consumption and waste accumulation. However, waste recovery-oriented systems can mitigate the environmental impact of this process. This study evaluates the potential of aquaponic systems, biofloc technology, and floc-ponic applications in ornamental aquaculture.

Aquaponic systems optimize water and nutrient recycling by integrating fish farming with plant production, while biofloc technology enhances water quality through microorganism-based biological filtration. Floc-ponic is an advanced approach that combines biofloc systems with aquaponics, offering significant advantages for intensive ornamental aquaculture facilities by improving waste management and sustainability.

The feasibility of raising ornamental fish in sustainable systems will be assessed based on factors such as increasing consumer interest, low land requirements, recyclable water usage, and nutrient cycling benefits. This study will also discuss how these systems contribute to economic and environmental sustainability and provide recommendations for future applications. In conclusion, integrating ornamental aquaculture with sustainable waste recovery systems can enhance water resource conservation and profitability, making a significant contribution to the future of the industry.

Keywords: Ornamental fish, aquaponics, biofloc, floc-ponic, waste recovery, sustainable aquaculture.

1. INTRODUCTION

Ornamental aquaculture is a significant and rapidly expanding sector within the global aquaculture industry. It encompasses the breeding, rearing, and trade of ornamental fish species primarily for decorative and hobbyist purposes rather than food production [1]. The ornamental fish industry has witnessed substantial growth over the past decades, with an estimated market value exceeding USD 15 billion in 2022, driven by increasing consumer demand and advancements in breeding technologies [2].

One of the key factors contributing to the growth of ornamental aquaculture is its relatively low space requirement compared to food fish farming. This makes it an attractive option for small-scale farmers, particularly in urban settings [3]. Additionally, the sector plays a crucial role in global biodiversity conservation efforts, as captive breeding programs help

reduce pressure on wild populations of ornamental species, many of which are threatened due to overfishing and habitat destruction [1].

Despite its economic significance, the ornamental aquaculture sector faces several challenges that threaten its long-term sustainability. These challenges stem primarily from the industry's reliance on traditional farming methods, which often result in high water consumption, excessive waste production, and poor environmental management [4].

Traditional ornamental fish farming is largely dependent on open-water exchange systems, where large volumes of water are frequently replaced to maintain optimal water quality [5]. This practice, although effective in reducing waste accumulation, leads to significant water wastage, particularly in regions where freshwater resources are limited. In some ornamental aquaculture facilities, water exchange rates can be as high as 300–500% per day, resulting in considerable environmental concerns regarding wastewater discharge [6].

Another major issue is nutrient pollution, which occurs when uneaten feed, fish excreta, and other organic materials accumulate in the water, leading to increased levels of ammonia, nitrites, and nitrates [7]. If improperly managed, these pollutants can cause severe water quality degradation, contributing to algal blooms and eutrophication in natural water bodies. Furthermore, ornamental fish farms that rely on external water sources often struggle with disease transmission risks, as pathogens present in incoming water can spread rapidly within densely stocked systems [8].

In addition to environmental concerns, the high operational costs associated with continuous water replacement and waste management pose economic challenges for farmers. Many small-scale ornamental fish producers in developing countries face financial constraints that limit their ability to invest in advanced filtration and water treatment technologies [9]. Therefore, there is a growing need for innovative and sustainable waste recovery systems that can improve water efficiency and reduce environmental impacts in ornamental aquaculture.

To address the environmental and economic challenges of conventional ornamental fish farming, the adoption of sustainable waste recovery systems has become imperative. Waste recovery in aquaculture involves the recycling and reutilization of organic and inorganic waste materials within production systems, thereby reducing pollution and improving resource efficiency [5]. Sustainable aquaculture practices, such as aquaponics, biofloc technology, and floc-ponic systems, have gained increasing attention as viable alternatives to traditional ornamental fish farming.

Aquaponics integrates aquaculture with hydroponic plant production, allowing fish waste to be utilized as a nutrient source for plants. This system significantly reduces water exchange requirements while simultaneously producing additional agricultural outputs, such as leafy greens and herbs [10]. By leveraging nutrient recycling mechanisms, aquaponic systems can improve the sustainability of ornamental fish farming while generating additional revenue streams for producers [11].

Biofloc technology (BFT) is another promising approach that enhances water quality through the proliferation of beneficial microbial communities that convert toxic nitrogenous waste into microbial biomass, which can be consumed by fish as an additional feed source [12]. This not only reduces the need for frequent water exchanges but also enhances feed efficiency, leading to cost savings in feed expenses by up to 30% [13].

A relatively new and innovative system, floc-ponics, combines the principles of biofloc technology and aquaponics to create a hybrid model that maximizes nutrient utilization and minimizes waste output [14]. Floc-ponic systems are particularly suitable for high-density ornamental aquaculture operations, as they allow for efficient waste transformation while maintaining optimal water quality conditions for both fish and plants.

Given the increasing demand for sustainable aquaculture solutions, the integration of these waste recovery systems into ornamental fish farming holds significant potential for enhancing environmental sustainability, reducing water and feed costs, and improving overall farm productivity [15].

This study aims to evaluate the potential of aquaponics, biofloc technology, and floc-ponic systems as sustainable alternatives for ornamental aquaculture. Specifically, it will:

- Assess the environmental benefits of these systems in terms of water conservation and waste reduction.
- Analyze the economic feasibility of adopting waste recovery-based production models.
- Discuss the challenges and limitations of implementing these technologies in ornamental fish farming.
- Provide recommendations for future research and policy development to promote sustainability in the ornamental aquaculture industry.

By addressing these key aspects, this study seeks to contribute to the ongoing efforts to improve resource efficiency and environmental responsibility in ornamental aquaculture, ultimately ensuring the long-term viability of the industry.

2. OVERVIEW OF WASTE RECOVERY SYSTEMS IN AQUACULTURE

Waste recovery in aquaculture refers to the process of recycling and reutilizing organic and inorganic waste materials generated within aquaculture systems. This approach aims to minimize environmental pollution while enhancing resource efficiency in fish farming operations [5]. The waste produced in aquaculture primarily consists of uneaten feed, fish feces, and metabolic byproducts, which, if not properly managed, can lead to eutrophication, water pollution, and disease outbreaks [9].

Implementing waste recovery systems in aquaculture is crucial for sustainable production, as it helps reduce dependency on external water sources, optimizes nutrient cycling, and decreases waste discharge into natural ecosystems [12]. Conventional aquaculture methods often result in excessive nutrient loss, whereas integrated waste recovery approaches aim to capture, treat, and repurpose these nutrients to enhance system sustainability (Table 1).

One of the primary environmental benefits of waste recovery systems in aquaculture is water conservation. Traditional aquaculture methods require frequent water exchange to maintain optimal water quality, leading to excessive water consumption. Sustainable waste management techniques such as biofloc technology, aquaponics, and recirculating aquaculture systems (RAS) significantly reduce water exchange requirements by treating and reusing water within the system [15].

Another major environmental advantage is the reduction of nutrient pollution. By converting waste into useful byproducts—such as biofloc biomass for fish feed or nutrient-rich

water for hydroponic plant cultivation—waste recovery systems prevent the accumulation of harmful nitrogenous compounds like ammonia and nitrate, which are detrimental to aquatic ecosystems [7].

Economically, waste recovery systems can lead to cost savings and increased profitability. Biofloc technology, for example, not only enhances water quality but also provides an alternative protein source for fish, reducing feed costs by up to 30% [13]. Similarly, aquaponic systems generate additional revenue streams by allowing farmers to cultivate plants alongside fish, maximizing farm productivity and diversifying income sources [10].

Table 1. Comparison of conventional vs. sustainable aquaculture methods [16]

Aspect	Conventional aquaculture	Sustainable waste recovery systems
Water consumption	High; requires frequent water exchange	Low; recirculates and reuses water efficiently
Nutrient utilization	Nutrients are lost as waste	Nutrients are recycled for fish or plant growth
Environmental impact	Pollution due to waste discharge	Reduces pollution through waste transformation
Operational costs	High due to feed and water expenses	Lower costs due to reduced feed and water needs
Economic viability	Dependent on external inputs	Creates additional revenue streams through integrated systems

Unlike conventional aquaculture, which often relies on high resource inputs and generates significant waste, sustainable waste recovery systems optimize production efficiency while minimizing environmental impact. As the global demand for responsible and resource-efficient aquaculture practices continues to grow, the integration of waste recovery approaches will play a critical role in the future of the aquaculture industry [8].

2.1. Aquaponic Systems in Ornamental Aquaculture

Aquaponics is an integrated and sustainable aquaculture system that combines recirculating aquaculture with hydroponic plant production in a symbiotic environment (Goddek et al., 2019). In this system, fish waste serves as a natural fertilizer for plants, while plants contribute to water purification by removing excess nutrients, particularly nitrogen compounds such as ammonia, nitrites, and nitrates. Beneficial nitrifying bacteria play a critical role in converting toxic ammonia from fish waste into plant-available nitrates, thereby ensuring water quality maintenance without frequent water exchanges [17].

The working principles of aquaponics involve three primary components:

Fish Tank: The aquatic environment where fish are cultivated. Fish excrete waste, which is broken down by microbes into nutrients.

Biofilter (Nitrification Unit): A microbial system that facilitates nitrification, converting ammonia into nitrites and then into nitrates, which are utilized by plants [18].

Hydroponic Plant System: The plant-growing section where nutrient-rich water is delivered to crops, allowing them to absorb essential minerals before recirculating clean water back to the fish tank.

This closed-loop system minimizes water consumption, reduces waste discharge, and enhances overall resource efficiency, making it a sustainable alternative for ornamental aquaculture [19].

The integration of fish farming and hydroponics in aquaponics provides a natural nutrient cycle, reducing the need for external fertilizers and water changes [20]. Fish feed and excreta supply plants with essential macronutrients such as nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K), which are necessary for plant growth [21].

In ornamental aquaculture, aquaponics offers multiple benefits, including:

- **Water Reuse:** Compared to traditional aquaculture, aquaponics requires up to 90% less water, as the system continuously recirculates and purifies water [22].
- **Nutrient Recycling Efficiency:** The system converts waste into usable nutrients, reducing environmental discharge and eutrophication risks [19].
- **Diversified Revenue Streams:** Farmers can generate income not only from ornamental fish but also from edible and ornamental plants such as lettuce, basil, water spinach, and decorative aquatic plants [21].
- **Chemical-Free Operation:** Since aquaponic systems depend on biological filtration, they eliminate the need for synthetic fertilizers and pesticides, which is particularly beneficial for sensitive ornamental fish species [20].

By combining aquaculture with hydroponics, aquaponics maximizes productivity while reducing waste accumulation, making it an environmentally and economically viable system for ornamental aquaculture.

Aquaponic systems have been successfully applied in ornamental aquaculture across different settings. Some notable case studies include:

Case Study 1: Tilapia and Ornamental Plants – A study by Palm et al. (2018) [21] examined the use of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in an aquaponic system where nutrient-rich water was used to cultivate both edible crops and ornamental aquatic plants, such as water lilies and anubias. The study found that plant growth and water quality improved significantly when compared to conventional aquaculture and hydroponic systems operating separately.

Case Study 2: Koi and Aquaponic Filtration – Research by Delaide et al. (2016) [23] explored an aquaponic-based water treatment system for koi (*Cyprinus rubrofasciatus*) production. The results indicated that integrating aquaponics with koi farming enhanced water quality stability while reducing operational costs.

Case Study 3: Small-Scale Urban Aquaponics for Aquarium Fish – A trial conducted in Indonesia [24] demonstrated the feasibility of using biofloc-aquaponic hybrid systems for cultivating ornamental fish such as guppies (*Poecilia reticulata*) and bettas (*Betta splendens*). The system not only maintained high water quality but also yielded a secondary crop of organic herbs and flowers, making it an economically attractive model for urban fish farmers.

These case studies highlight the practical benefits of integrating aquaponics into ornamental fish farming, particularly in reducing environmental impact and improving production efficiency.

Despite its numerous benefits, aquaponics faces several challenges that limit its widespread adoption in ornamental aquaculture:

Initial Investment Costs – Setting up an aquaponic system requires significant capital investment in tanks, pumps, filters, and grow beds. This can be a barrier, particularly for small-scale farmers.

System Complexity – Aquaponics demands technical expertise in managing water quality, microbial balance, and nutrient cycling.

Species Selection Challenges – Not all ornamental fish species are suitable for aquaponic systems. Some species, such as discus (*Symphysodon* sp.), require specific water conditions that may not align with the needs of hydroponic plants.

Nutrient Deficiencies – Unlike conventional hydroponics, where nutrients can be precisely controlled, aquaponics relies on fish waste-derived nutrients, which may not always meet plant requirements, necessitating occasional supplementation.

The future of aquaponics in ornamental aquaculture looks promising, particularly with the development of automation technologies and hybrid systems:

IoT and Smart Aquaponics: The integration of sensor-based monitoring systems and automated nutrient dosing could improve system management and optimize production [19].

Expansion of Urban Aquaponics: Given the growing popularity of home aquaponics, small-scale ornamental aquaponic systems may become increasingly viable for hobbyists and urban fishkeepers, reducing reliance on traditional farming methods.

In conclusion, aquaponics represents a sustainable and innovative approach for ornamental aquaculture, offering environmental, economic, and operational benefits. However, further research is needed to optimize system design, improve nutrient management, and enhance species compatibility to fully realize its potential.

2.2. Biofloc Technology for Sustainable Ornamental Aquaculture

Biofloc technology (BFT) is an advanced microbial-based water management system in aquaculture that enhances water quality while reducing external feed and water exchange requirements. It operates on the principle of microbial biofilm formation, where heterotrophic and autotrophic bacteria convert organic waste and toxic nitrogen compounds (ammonia and nitrite) into microbial biomass that can be consumed by fish and shrimp [6].

The core microbial processes in biofloc systems involve:

Heterotrophic Bacteria Activity: These bacteria consume ammonia and organic matter while simultaneously producing microbial protein, which serves as a supplementary feed source [13].

Nitrification by Autotrophic Bacteria: Nitrosomonas bacteria oxidize ammonia (NH_3) into nitrite (NO_2^-), while Nitrobacter further converts nitrite into less toxic nitrate (NO_3^-), maintaining a stable aquatic environment [7].

Algal and Fungal Interactions: Biofloc aggregates can also harbor beneficial algae and fungi that contribute to nutrient cycling and overall system stability [8].

The microbial community in biofloc systems acts as a natural filtration mechanism, improving water quality without the need for costly mechanical filtration or frequent water exchanges [15].

Biofloc technology offers multiple environmental and economic advantages by minimizing water wastage, improving nutrient recycling, and enhancing feed efficiency:

Reduction in Water Exchange: Traditional aquaculture systems require frequent water replacement to maintain optimal water parameters, leading to high water consumption. Biofloc systems reduce water exchange requirements by up to 90%, making them ideal for closed-loop ornamental aquaculture operations [25].

Enhanced Water Quality: Biofloc naturally removes toxic nitrogenous compounds, stabilizing ammonia levels and preventing eutrophication. This leads to improved disease resistance and better overall fish health.

Cost Reduction: Since biofloc acts as an additional protein-rich feed source, it lowers commercial feed dependency by 20-30%, leading to significant economic savings in feed costs.

Lower Pathogen Risks: The dense microbial population in biofloc systems outcompetes harmful pathogens, reducing the need for antibiotics and chemical treatments.

Due to these advantages, biofloc technology is widely adopted in high-density aquaculture operations, including shrimp, tilapia, and ornamental fish production.

While biofloc technology has been extensively used in food fish aquaculture, its application in ornamental aquaculture is gaining interest. Some ornamental species exhibit high adaptability to biofloc conditions, making them suitable candidates for biofloc-based systems:

Guppy (*Poecilia reticulata*) and Molly (*Poecilia sphenops*): These livebearers have been successfully cultivated in high-density biofloc systems, benefiting from the microbial protein-rich environment.

Koi Carp (*Cyprinus rubrofuscus*) and Goldfish (*Carassius auratus*): Studies have shown that koi and goldfish demonstrate improved immune responses and growth rates when cultured in biofloc systems due to the high nutrient content of microbial flocs.

Bettas (*Betta splendens*) and Gouramis (*Trichogaster spp.*): Labyrinth fish such as bettas and gouramis, which can tolerate low dissolved oxygen levels, thrive in biofloc environments with minimal aeration requirements.

Discus (*Symphysodon sp.*): While discus require more precise water parameters, controlled biofloc systems with regulated salinity and microbial composition have shown promising results in maintaining their health and coloration.

Given its ability to maintain water quality, reduce disease risks, and lower production costs, biofloc is an emerging sustainable approach for high-density ornamental fish farming.

Despite its advantages, biofloc technology presents several challenges and operational complexities that must be addressed for successful implementation in ornamental aquaculture [26]:

Microbial Balance Management: The floc formation process requires careful control of the carbon-to-nitrogen (C/N) ratio. Improper ratios can lead to oxygen depletion and unwanted microbial growth.

Oxygen Demand: Biofloc systems require continuous aeration to keep microbial flocs suspended and prevent anaerobic zones, increasing energy consumption and operational costs.

Water Clarity Issues: Unlike traditional ornamental aquaculture, which prioritizes clear water for aesthetic purposes, biofloc systems create turbid water conditions, which may be unsuitable for certain visually appealing species.

Species-Specific Adaptability: Not all ornamental fish thrive in high-solid-content water. Species with sensitive gill structures, such as tetras (*Paracheirodon* spp.) or angelfish (*Pterophyllum scalare*), may experience stress and reduced growth in dense biofloc conditions.

Technical Expertise Required: The operation of biofloc systems demands knowledge of microbial dynamics, water chemistry, and system design, which can pose a challenge for small-scale or beginner fish farmers.

As research continues, several innovations and adaptations are being explored to improve the applicability of biofloc in ornamental fish farming:

Hybrid Biofloc-Aquaponic Systems: Combining biofloc technology with hydroponic plant production (Floc-Ponics) could offer a dual-benefit system where both ornamental fish and aquatic plants thrive in a self-sustaining environment.

Selective Microbial Optimization: Future research focuses on selecting beneficial microbial strains that enhance water clarity while maintaining the biological filtration benefits of biofloc.

Low-Solid Biofloc Techniques: Developing low-turbidity biofloc variants could improve visual aesthetics, making it more suitable for high-end ornamental fish markets.

2.3. Floc-Ponic Systems: A Hybrid Approach

Floc-ponic systems are an integrated aquaculture approach that combines the biological waste management of biofloc technology (BFT) with the nutrient recycling efficiency of aquaponics. This hybrid system is designed to maximize resource utilization, improve water quality, and enhance production efficiency in high-density ornamental aquaculture.

In a floc-ponic system, the microbial-driven nutrient conversion in biofloc technology reduces ammonia accumulation and enhances water quality, while the hydroponic plant component absorbs excess nitrogen and other dissolved nutrients, creating a balanced and self-sustaining ecosystem [21]. The key principles of floc-ponics include:

Biofloc Component: Heterotrophic bacteria convert excess nitrogenous waste into microbial biomass, which can be used as an additional protein source for fish [12].

Aquaponic Component: The remaining dissolved nutrients (nitrates, phosphates, potassium) are absorbed by hydroponic plants, preventing nutrient buildup and ensuring stable water parameters [27].

Synergistic Effect: The integration of both systems reduces water exchange requirements, enhances nutrient recycling, and minimizes waste discharge into the environment [19].

Floc-ponic systems aim to increase sustainability and productivity in ornamental fish farming, especially in urban and closed-loop aquaculture settings (Table 2).

Floc-ponic systems provide multiple advantages for intensive ornamental aquaculture, particularly in space-limited and resource-constrained environments [14]:

- **Optimized Water Quality Management:** The combined microbial and plant filtration systems enhance ammonia and nitrate removal efficiency, reducing the risk of water toxicity and disease outbreaks.

- **Reduction in Water Exchange:** Floc-ponic systems require 80–90% less water compared to conventional aquaculture, making them highly sustainable for water-scarce regions.
- **Lower Feed Costs:** The microbial biofloc serves as an additional nutrient source, reducing the reliance on commercial feeds and lowering operational expenses by up to 30%.
- **Improved Growth Rates and Survival:** Studies have shown that ornamental fish raised in floc-ponic environments exhibit higher growth rates and better immune responses, benefiting from the stable water conditions and microbial nutrition.
- **Diversified Income Streams:** The integrated plant production in floc-ponic systems allows farmers to generate revenue not only from ornamental fish but also from aquatic plants, herbs, and vegetables, making it a multi-functional production model.

Due to these advantages, floc-ponic systems are particularly suitable for urban aquaculture, research facilities, and commercial ornamental fish hatcheries that require sustainable, high-yield production methods.

Table 2. Comparative benefits over standalone aquaponic or biofloc systems [14]

Feature	Biofloc System (BFT)	Aquaponic System	Floc-Ponic System (Hybrid)
Water Exchange	Minimal	Moderate	Very Low
Nutrient Recycling Efficiency	High (microbial-based)	High (plant-based)	Maximized (microbial + plant absorption)
Feed Efficiency	High (microbial flocs as feed)	Moderate (external feed required)	Very High (microbial feed + plant filtration)
Water Clarity	Poor (turbid water)	Clear	Moderate (controlled turbidity)
Operational Complexity	Moderate (requires aeration and microbial balance)	Moderate (plant-fish nutrient balance required)	High (dual system management needed)
Species Suitability	Some ornamental fish thrive, others struggle	Suitable for most species	Wide range of species adaptable
Revenue Sources	Fish production	Fish + plant production	Fish + plant + biofloc feed production

While biofloc systems excel in nutrient recycling and reducing feed costs, they are limited by poor water clarity and high aeration requirements. On the other hand, aquaponic systems offer better water clarity but require external feed inputs and nutrient supplementation. Floc-ponic systems combine the best of both approaches, offering superior water management, feed efficiency, and multi-functional production [28].

Despite its potential, floc-ponic technology is still in its early research and development stages, and several challenges remain:

System Optimization for Different Ornamental Fish Species: Research is needed to determine the best microbial compositions for ornamental fish, as different species have varying tolerance levels for biofloc environments.

Maintaining Water Clarity Without Compromising Nutrient Efficiency: Many ornamental fish species require clear water for visual appeal. Developing low-turbidity floc-ponic systems could make this technology more suitable for high-end ornamental markets.

Automation and Monitoring Technologies: Implementing IoT-based sensors and automated nutrient dosing systems could improve system efficiency, ensuring real-time monitoring of microbial balance, oxygen levels, and nutrient cycling.

Economic Feasibility Studies for Commercial Implementation: While floc-ponics has shown promise in research trials, large-scale economic analyses are needed to assess investment costs, profitability, and return on investment (ROI) for commercial ornamental fish farms.

Integration With Urban and Vertical Farming Models: Future research could focus on integrating floc-ponic systems into urban aquaculture frameworks, including rooftop farming, vertical aquaponics, and indoor biofloc aquaculture.

3. ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF THESE SYSTEMS

The economic feasibility of sustainable aquaculture systems depends on factors such as initial investment, operational costs, productivity, and profitability. Below is a comparative cost-benefit analysis of aquaponic, biofloc, and floc-ponic systems in ornamental aquaculture (Table 3).

Table 3. Cost-benefit analysis of aquaponic, biofloc, and floc-ponic systems

Criteria	Aquaponic Systems	Biofloc Systems	Floc-Ponic Systems (Hybrid)
Initial Investment	High (infrastructure for plants & fish)	Moderate (biofilter, aeration setup)	High (combination of both systems)
Operational Costs	Moderate (water pumps, energy for plants)	Low to Moderate (high aeration needs)	Moderate (optimized energy and water use)
Feed Cost Reduction	None (100% commercial feed used)	20–30% (biofloc as supplementary feed)	30–40% (biofloc + plant-based filtration)
Water Consumption	Moderate (requires some water changes)	Very Low (90% water reuse)	Very Low (90%+ water reuse)
Production Efficiency	High (both fish & plants)	Moderate to High (fish growth + biofloc benefits)	Very High (fish, biofloc protein, and plants)
Return on Investment (ROI)	Medium-Long Term	Medium Term	Long Term (requires optimization)
Market Potential	Moderate (depends on ornamental fish & plants)	High (cost savings & sustainability benefits)	High (multi-product revenue streams)

Key Findings from Cost-Benefit Analysis

Aquaponic Systems: High initial costs due to the integration of hydroponic plant production, but dual-income streams (fish + plants) provide long-term profitability (Goddek et al., 2019).

Biofloc Systems: Lower investment and operational costs, with a 20–30% feed cost reduction due to microbial protein utilization. However, water turbidity can be a limitation for ornamental fish farming.

Floc-Ponic Systems: The most cost-effective system in the long term, offering feed cost savings (30–40%), minimal water consumption, and diverse revenue opportunities (fish, plants, and biofloc by-products).

Overall, floc-ponic systems provide the highest economic efficiency but require further research and optimization to reduce initial setup costs.

One of the primary motivations for adopting sustainable aquaculture systems is reducing the environmental footprint of ornamental fish farming.

Water Conservation:

- Traditional ornamental aquaculture requires frequent water exchanges, leading to excessive freshwater consumption.
- Biofloc and floc-ponic systems recycle 90%+ of the water, making them ideal for regions with water scarcity.
- Aquaponics still requires some water exchange, but it also utilizes waste nutrients for plant growth, increasing overall water-use efficiency.

Reduction in Waste Discharge and Eutrophication Risks:

- In conventional aquaculture, uneaten feed and fish waste accumulate, leading to nutrient pollution in surrounding water bodies.
- Biofloc systems reduce nitrogenous waste buildup by converting ammonia into microbial biomass.
- Floc-ponic systems further improve waste management by utilizing excess nutrients for hydroponic plants, reducing nitrate pollution and greenhouse gas emissions.

Carbon Footprint Reduction:

- Floc-ponic systems integrate natural nutrient cycling, reducing dependency on commercial fertilizers, synthetic feeds, and water-intensive operations.
- Compared to conventional aquaculture, these systems reduce CO₂ emissions by up to 50%, making them a key solution for sustainable fish farming.

Sustainable aquaculture systems significantly reduce water usage, waste discharge, and carbon emissions, making them environmentally superior to conventional fish farming.

The ornamental aquaculture market is experiencing growing consumer demand for eco-friendly and sustainable fish production. Several factors contribute to this trend:

Increased Awareness of Environmental Sustainability

- Consumers are becoming more aware of the environmental impact of ornamental fish farming, including habitat destruction, water pollution, and overfishing of wild stocks [1].
- Sustainability certifications (e.g., Global Aquaculture Alliance (GAA), Aquaculture Stewardship Council (ASC)) are gaining popularity, boosting the market appeal of eco-friendly ornamental fish [2].

Rising Demand for Ethically Bred and Disease-Free Fish

- Biofloc and floc-ponic systems improve fish health, immune response, and survival rates, reducing the need for antibiotics and chemical treatments.
- Hobbyists and retailers prefer sustainably farmed fish due to higher disease resistance, better coloration, and stress-free transport conditions.

Market Expansion for Sustainable Ornamental Fish Species

- Species such as koi, guppies, mollies, and bettas raised in biofloc and aquaponic systems are gaining market recognition for their improved health, vibrant coloration, and eco-friendly production.
- Demand for aquaponically grown aquatic plants (e.g., anubias, java fern, water lettuce) is also increasing, creating additional revenue streams for fish farmers.

Premium Pricing for Sustainable Fish Production

- Sustainably farmed ornamental fish can be sold at 10-30% higher prices, as consumers are willing to pay a premium for eco-friendly and ethically sourced fish.
- Aquaponically grown organic aquatic plants and decorative species can further increase profitability by targeting green-conscious consumers and aquarium enthusiasts.

The global ornamental fish market is expected to grow at a CAGR of 8.5% from 2023 to 2030, driven by increasing urbanization, rising disposable income, and growing interest in home aquariums.

Sustainable aquaculture methods (biofloc, aquaponics, and floc-ponics) will capture a larger market share as regulations on environmental sustainability and water conservation tighten.

Companies investing in eco-friendly certification and marketing sustainable fish products will likely see higher consumer engagement and brand loyalty.

4. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The integration of aquaponic, biofloc, and floc-ponic systems in ornamental aquaculture offers significant economic, environmental, and operational advantages compared to conventional fish farming. The key findings of this study include:

- Aquaponic systems provide a dual-production model, allowing farmers to cultivate both ornamental fish and aquatic plants, thereby improving nutrient recycling and diversifying income sources. However, they require high initial investment and complex nutrient management.
- Biofloc technology (BFT) significantly reduces water exchange requirements and enhances feed efficiency by utilizing microbial biofloc as a natural protein source. Despite its cost-saving potential, the system faces challenges related to water turbidity and high aeration needs.
- Floc-ponic systems, a hybrid approach combining biofloc and aquaponics, maximize nutrient recycling, minimize waste discharge, and improve feed conversion rates, making them the most resource-efficient system for high-density

ornamental aquaculture. However, further research is needed to optimize system automation and reduce initial setup costs.

These systems contribute to the sustainability of ornamental aquaculture by:

- Reducing water consumption by up to 90%, making them ideal for water-scarce regions.
- Lowering nutrient pollution and waste discharge, thereby minimizing environmental impact.
- Enhancing fish health and growth rates, leading to higher-quality ornamental fish production.
- Providing additional revenue streams, including the sale of ornamental aquatic plants, organic fertilizers, and biofloc-derived feed.
- Overall, adopting sustainable aquaculture technologies aligns with the growing market demand for eco-friendly ornamental fish farming, offering both economic and ecological benefits for producers and consumers.

The feasibility of implementing aquaponic, biofloc, and floc-ponic systems in the ornamental aquaculture industry depends on factors such as cost, technological accessibility, and market incentives.

Economic Viability: While initial investment costs may be higher, long-term cost savings in feed and water usage make these systems financially sustainable. Additionally, the premium pricing potential for sustainably farmed ornamental fish increases profitability.

Scalability: Floc-ponic and biofloc systems are highly scalable, making them suitable for both small-scale urban aquaculture and large commercial operations. The increasing urbanization and demand for indoor aquaculture solutions further support their integration.

Consumer Preferences: There is a growing market for ethically and sustainably farmed ornamental fish, with consumers willing to pay 10-30% more for fish raised in eco-friendly systems. Certification programs such as the Aquaculture Stewardship Council (ASC) and GlobalGAP can further enhance the credibility and commercial success of these systems.

Environmental Benefits: Governments and regulatory bodies are increasingly promoting sustainable aquaculture through water conservation policies and carbon footprint reduction initiatives. Implementing low-impact fish farming technologies can help the industry comply with future environmental regulations. With continuous advancements in sensor-based monitoring, artificial intelligence, and automation, the efficiency of these systems is expected to improve significantly, making them more accessible and cost-effective for ornamental fish farmers.

To promote the widespread adoption of sustainable ornamental aquaculture, policymakers and industry stakeholders should focus on the following recommendations:

A. Policy Recommendations

Government Incentives and Subsidies: Provide financial support for farmers adopting aquaponic, biofloc, and floc-ponic systems through grants, low-interest loans, and tax incentives. Implement water conservation policies that encourage the use of recirculating and low-discharge aquaculture systems.

Regulatory Frameworks and Sustainability Standards: Establish certification programs for sustainably farmed ornamental fish to differentiate eco-friendly products in the

market. Develop water quality regulations to ensure responsible nutrient management and waste reduction in ornamental aquaculture.

Research and Development Funding: Allocate funding for research on optimizing flocc-ponic system efficiency, improving automation, and reducing operational costs. Support the development of species-specific guidelines for sustainable ornamental fish production.

B. Industry Recommendations

Integration of Advanced Technologies: Encourage the use of automated monitoring systems, AI-driven feed management, and IoT-based water quality sensors to optimize production efficiency. Promote low-energy aeration and filtration technologies to reduce operational costs in biofloc and flocc-ponic systems.

Training and Capacity Building for Farmers: Establish workshops and training programs on sustainable fish farming techniques, focusing on aquaponics, biofloc, and flocc-ponic applications. Create digital knowledge-sharing platforms to facilitate the exchange of best practices among ornamental fish farmers.

Market Expansion Strategies: Develop eco-labeling initiatives to highlight the environmental benefits of sustainably farmed ornamental fish and attract eco-conscious consumers. Strengthen collaborations between aquaculture enterprises, retailers, and aquarium hobbyist communities to increase the visibility of sustainable ornamental fish products.

Encouraging Urban and Vertical Aquaculture: Promote the integration of flocc-ponic systems into urban settings, including rooftop fish farms, indoor aquaponics, and modular aquaculture units. Support the adoption of zero-waste ornamental aquaculture through innovative circular economy models.

The ornamental aquaculture industry is at a critical juncture, where environmental concerns, economic efficiency, and consumer demand are driving the need for sustainable solutions.

Aquaponic, biofloc, and flocc-ponic systems present economically viable and environmentally responsible alternatives to conventional fish farming.

These systems conserve water, reduce waste discharge, and improve fish health, aligning with global sustainability goals.

Policymakers, researchers, and industry leaders must collaborate to scale up adoption through regulatory support, financial incentives, and technological innovation.

With increasing advancements in sustainable aquaculture technologies, the ornamental fish industry has the opportunity to lead the global transition toward resource-efficient, eco-friendly fish farming practices.

By investing in circular aquaculture models and waste recovery technologies, ornamental aquaculture can achieve long-term environmental sustainability and economic resilience.

REFERENCES

- [1] A.L. Rhyne, M.F. Tlustý, L. Kaufman, Is sustainable exploitation of coral reefs possible?

- A view from the standpoint of the marine aquarium trade, *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 7 (2014) 101–107. <https://doi.org/10.1016/J.COSUST.2013.12.001>.
- [2] FAO, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*, FAO, Rome, 2022. <https://doi.org/10.4060/CC0461EN>.
- [3] R.J. Whittington, R. Chong, Global trade in ornamental fish from an Australian perspective: The case for revised import risk analysis and management strategies, *Prev. Vet. Med.* 81 (2007) 92–116. <https://doi.org/10.1016/J.PREVETMED.2007.04.007>.
- [4] J. Ekasari, D.R. Rivandi, A.P. Firdausi, E.H. Surawidjaja, M. Zairin, P. Bossier, P. De Schryver, Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance, *Aquaculture*. 441 (2015) 72–77. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.019>.
- [5] C.I.M. Martins, E.H. Eding, M.C.J. Verdegem, L.T.N. Heinsbroek, O. Schneider, J.P. Blancheton, E.R. d’Orbcastel, J.A.J. Verreth, New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability, *Aquac. Eng.* 43 (2010) 83–93. <https://doi.org/10.1016/J.AQUAENG.2010.09.002>.
- [6] C.L.. Browdy, A.J.. Ray, J.W.. Leffler, Y. Avnimelech, Biofloc based aquaculture systems, in: J.H. Tidwell (Ed.), *Aquac. Prod. Syst.*, Wiley-Blackwell, Oxford, 2012: pp. 278–307. https://www.academia.edu/36260785/Aquaculture_Production_Systems (accessed July 12, 2020).
- [7] M. Emerenciano, E.L.C. Ballester, R.O. Cavalli, W. Wasielesky, Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), *Aquac. Res.* 43 (2012) 447–457. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2109.2011.02848.X>.
- [8] P. Bossier, J. Ekasari, Biofloc technology application in aquaculture to support sustainable development goals, *Microb. Biotechnol.* 10 (2017) 1012–1016. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12836>.
- [9] C.E. Boyd, L.R. D’Abramo, B.D. Glencross, D.C. Huyben, L.M. Juarez, G.S. Lockwood, A.A. McNevin, A.G.J. Tacon, F. Teletchea, J.R. Tomasso, C.S. Tucker, W.C. Valenti, Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges, *J. World Aquac. Soc.* 51 (2020) 578–633. <https://doi.org/10.1111/JWAS.12714>.
- [10] S. Goddek, B. Delaide, U. Mankasingh, K.V. Ragnarsdottir, H. Jijakli, R. Thorarinsdottir, Challenges of Sustainable and Commercial Aquaponics, *Sustain.* 2015,

- Vol. 7, Pages 4199-4224. 7 (2015) 4199–4224. <https://doi.org/10.3390/SU7044199>.
- [11] R. V. Tyson, E.H. Simonne, J.M. White, E.M. Lamb, Reconciling Water Quality Parameters Impacting Nitrification in Aquaponics: The pH Levels, Proc. Florida State Hortic. Soc. 117 (2004) 79–83. <http://fshs8813.wpengine.com/proceedings-o/2004-vol-117/079-083.pdf%5Cnhttp://fshs.org/category/proceedings/>.
- [12] Y. Avnimelech, Biofloc technology : a practical guide book, The World Aquaculture Society, LA, 2009. <https://lib.ugent.be/en/catalog/rug01:002180973> (accessed July 12, 2020).
- [13] J. Ekasari, R. Setiawati, F.R. Ritonga, M. Setiawati, M.A. Suprayudi, Growth and health performance of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) juvenile fed with graded levels of biofloc meal, Aquac. Res. 50 (2019) 1802–1811. <https://doi.org/10.1111/ARE.14059>.
- [14] S.M. Pinho, J.P. de Lima, L.H. David, M.G.C. Emerenciano, S. Goddek, M.C.J. Verdegem, K.J. Keesman, M.C. Portella, FLOCponics: The integration of biofloc technology with plant production, Rev. Aquac. 14 (2022) 647–675. <https://doi.org/10.1111/RAQ.12617>.
- [15] R. Crab, T. Defoirdt, P. Bossier, W. Verstraete, Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges, Aquaculture. 356–357 (2012) 351–356. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>.
- [16] E.R. d’Orbecastel, J.P. Blancheton, J. Aubin, Towards environmentally sustainable aquaculture: Comparison between two trout farming systems using Life Cycle Assessment, Aquac. Eng. 40 (2009) 113–119. <https://doi.org/10.1016/J.AQUAENG.2008.12.002>.
- [17] K. Mahmud, D. Panday, A. Mergoum, A. Missaoui, Nitrogen Losses and Potential Mitigation Strategies for a Sustainable Agroecosystem, Sustain. 2021, Vol. 13, Page 2400. 13 (2021) 2400. <https://doi.org/10.3390/SU13042400>.
- [18] B. Delaide, G. Delhayé, M. Dermience, J. Gott, H. Soyeurt, M.H. Jijakli, Plant and fish production performance, nutrient mass balances, energy and water use of the PAFF Box, a small-scale aquaponic system, Aquac. Eng. 78 (2017) 130–139. <https://doi.org/10.1016/J.AQUAENG.2017.06.002>.
- [19] S. Goddek, A. Joyce, B. Kotzen, G.M. Burnell, Correction to: Aquaponics Food Production Systems (Aquaponics Food Production Systems, (2019), (1-620), 10.1007/978-3-030-15943-6), 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_25.

- [20] D.C. Love, J.P. Fry, L. Genello, E.S. Hill, J.A. Frederick, X. Li, K. Semmens, An International Survey of Aquaponics Practitioners, *PLoS One*. 9 (2014) e102662. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0102662>.
- [21] H.W. Palm, S. Theisen, E. Pikalov, S. Kleinertz, An Update: Manipulation of Fish Phenotype by Parasites, *Ref. Modul. Life Sci.* (2018). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.20713-9>.
- [22] B. Adeleke, S. Cassim, S. Taylor, Pathways to low-cost aquaponic systems for sustainable livelihoods and economic development in poor communities: defining critical success factors, *Aquac. Int.* 30 (2022) 1575–1591. <https://doi.org/10.1007/S10499-022-00865-Z/TABLES/1>.
- [23] B. Delaide, S. Goddek, J. Gott, H. Soyeurt, M.H. Jijakli, Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *Sucrino*) Growth Performance in Complemented Aquaponic Solution Outperforms Hydroponics, *Water* 2016, Vol. 8, Page 467. 8 (2016) 467. <https://doi.org/10.3390/W8100467>.
- [24] J. Ekasari, M.A. Suprayudi, W. Wiyoto, R.F. Hazanah, G.S. Lenggara, R. Sulistiani, M. Alkahfi, M. Zairin, Biofloc technology application in African catfish fingerling production: The effects on the reproductive performance of broodstock and the quality of eggs and larvae, *Aquaculture*. 464 (2016) 349–356. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2016.07.013>.
- [25] M. Minaz, A. Kubilay, Operating parameters affecting biofloc technology: carbon source, carbon/nitrogen ratio, feeding regime, stocking density, salinity, aeration, and microbial community manipulation, *Aquac. Int.* 2021 293. 29 (2021) 1121–1140. <https://doi.org/10.1007/S10499-021-00681-X>.
- [26] M. Minaz, İ.S. Yazıcı, H. Sevgili, İ. Aydın, Biofloc technology in aquaculture: Advantages and disadvantages from social and applicability perspectives, *Ann. Anim. Sci.* (2023). <https://doi.org/10.2478/AOAS-2023-0043>.
- [27] S. Diver, Aquaponic-integration hydroponic with aquaculture, *ATTRA-National Sustain. Agric. Inf. Serv.* (2010). <http://ecobase21.mytinkuy.com/publication/file/86/aquaponic.pdf>.
- [28] J. Ekasari, M. Hanif Azhar, E.H. Surawidjaja, S. Nuryati, P. De Schryver, P. Bossier, Immune response and disease resistance of shrimp fed biofloc grown on different carbon sources, *Fish Shellfish Immunol.* 41 (2014) 332–339. <https://doi.org/10.1016/J.FSI.2014.09.004>.

KUŞBURNUDA POMOLOJİK VE KİMYASAL PARAMETRELER ARASINDAKİ KORELASYONLAR

Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu, Türkiye

szbostan@hotmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6398-1916>

ÖZET

Bu çalışma Akıncılar (Sivas) ilçesinde doğada kendiliğinden yetişen 55 kuşburnu genotipi üzerinde yürütülmüştür. Araştırmada 13 pomolojik özellik (verim, dikenlilik, meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, şekil indeksi, meyve eti oranı, çekirdek sayısı, çekirdek ağırlığı, aroma, kabuk rengi, kabuk tüylülüğü, iç tüylülüğü) ile 5 kimyasal özellik (C vitamini, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, titredilebilir asitlik, pH) belirlenmiştir. İncelenen özellikler arasındaki karşılıklı ilişkiler korelasyon ve temel bileşen analizi ile belirlenmiştir. Analizler SAS JMP 13.2.0 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Analiz sonucunda, toplam 153 karşılıklı ilişkiden 21 tanesi önemli çıkmıştır. Bu ilişkilerden 13 tanesi pozitif yönlü, 8 tanesi negatif yönlü bulunmuştur. Özellikle meyve ağırlığı ve boyutları arasında yüksek ilişkiler belirlenmiş olup sırasıyla meyve eni-meyve ağırlığı (0.807), meyve boyu-meyve ağırlığı (0.591), şekil indeksi- meyve boyu (0.548), meyve boyu-meyve eni (0.498) ve çekirdek sayısı-meyve eni (0.438) %1 düzeyinde ilişkili bulunmuştur. Diğer taraftan, meyvenin pH değerinin artmasıyla azalan meyve aroması, toplam kuru maddenin artmasıyla artan C vitamini, bitkide dikenliliğin artmasıyla azalan suda çözünür kuru madde oranı, çekirdek sayısı ve ağırlığının artmasıyla azalan meyve eti oranı ve titredilebilir asitliğin artmasıyla artan suda çözünür kuru madde oranı %1 düzeyinde önemli ilişki ortaya koymuştur. Temel bileşen analizinde özdeğeri 1'den büyük ilk yedi bileşen gözlemlenen toplam varyasyonun %71.39'una katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur. Birinci temel bileşenle sırasıyla meyve eni, meyve ağırlığı ve meyve boyu arasındaki ilişkiler önemli düzeyde pozitif ilişkili bulunmuştur. Bu bilgilerin ileride gerek doğal populasyonda gerek oluşturulacak olan çöğür ve melezleme populasyonlarında yapılacak seçimlerde yararlı olacağı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: *Rosa canina*, Duyusal, Görsel, Fiziksel, C vitamini, İlişki

CORRELATIONS BETWEEN POMOLOGICAL AND CHEMICAL PARAMETERS IN ROSE HIPS

ABSTRACT

This study was carried out on 55 rosehip genotypes growing spontaneously in Akıncılar (Sivas) district. In the study, 13 pomological traits (yield, spiness, fruit weight, fruit width, fruit length, shape index, fruit flesh ratio, seed number, seed weight, aroma, skin color, skin hairiness, inner hairiness) and 5 chemical traits (vitamin C, total dry matter, water soluble dry matter, titratable acidity, pH) were determined. Interrelationships among the traits were determined by correlation and principal component analysis. The analyses were performed using SAS JMP 13.2.0 statistical program. As a result of the analysis, 21 of the total 153 interrelationships were significant. Of these relationships, 13 were positive and 8 were negative. Especially high correlations were found between fruit weight and fruit size, fruit width-fruit weight (0.807), fruit length-fruit weight (0.591), shape index-fruit length (0.548), fruit length-fruit width (0.498) and number of seeds-fruit width (0.438) at %1 level. On the other hand, decreasing fruit flavor with increasing fruit pH, increasing vitamin C with increasing total dry matter, decreasing water soluble dry matter with increasing plant spiness, decreasing fruit flesh ratio with increasing seed number and weight, and increasing water soluble dry matter with increasing titratable acidity showed significant relationship at 1% level. Principal component analysis revealed that the first seven components with eigenvalues greater than 1 contributed 71.39% of the total variation observed. The relationships between the first principal component and fruit width, fruit weight and fruit length, respectively, were significantly positively correlated. It can be concluded that this information will be useful for future selection in both natural populations and in the selection of seedlings and hybridization populations.

Keywords: *Rosa canina*, Sensory, Visual, Physical, Vitamin C, Relationship

GİRİŞ

Kuşburnu (*Rosa canina* L.) Rosaceae familyasına ait çok yıllık bir çalıdır. Orman kenarlarında, su birikintilerinde, çalılıklarda ve meralarda yabani olarak yetişir. *Rosa canina* L. uzun yıllardır tüm dünyada vitamin, tıbbi takviye ve gıda kaynağı olarak kullanılmaktadır. Çeşitli vitaminler (özellikle C vitamini) ve polifenoller, karotenoidler, karbonhidratlar ve yağ asitleri gibi diğer değerli bileşikleri içerir. Son bulgulara dayanan inceleme, kuşburnunun 'fonksiyonel gıda' olarak gecikmeden gıda tabağına entegre edilmesi gerektiğini ve çoğu yenilebilir meyveden daha yüksek C vitamini içeriğine sahip olduğunu bildirmektedir (Fan ve ark., 2014; Patel, 2017;

Selahvarzian ve ark., 2018).

Kuşburnunun en önemli germplazm merkezlerinden birisi Türkiye'dir. Tüm gül türlerinin yaklaşık %25'i Türkiye'ye özgüdür. *Rosa gallica* ve *R. damascena* gibi bazı gül türlerinin çiçekleri Anadolu'da uzun süredir gül yağı ve gül suyu üretiminde kullanılmaktadır. Diğer bazı türlerin meyveleri (kuşburnu) de ekonomik değere sahiptir ve tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır. Kuşburnu için hasat edilen gül çalılarının çoğu tohumdan elde edilir ve habitüsü, meyve şekli, ağırlığı, uzunluğu, rengi ve çapı gibi bitki ve meyve özellikleri açısından büyük değişkenlik gösterir. Şu anda Türkiye, farklı agro-iklimsel bölgelerde zengin bir gül bitkisi gen havuzuna sahiptir, ancak bu kaynaklar insan nüfusundaki ciddi artış nedeniyle genetik erozyon tehdidi altındadır. Sonuç olarak, Türkiye'deki gül germplazmının korunmasına şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır (Ercişli, 2005; Ercişli ve Gülerüz, 2005). Türkiye'de çeşitli meyve ağacı türleri bulunan kuşburnu doğrudan gıda olarak değerlendirilebilir veya değerli doğal bileşik ve türevlerin elde edilmesinde kullanılabilir (Celik ve ark., 2009).

Meyve kalite parametreleri birbirinden bağımsız olmayabilir ve bu nedenle meyve kalitesi için üretim hedeflerinin seçimini ıslah etmek ve sınırlı sayıda bağımsız parametre kullanarak meyve kalitesinin karakterizasyonunu geliştirmek için aralarındaki ilişkiler incelenmelidir. Meyve kalite parametreleri arasındaki ilişkilerin bilinmesi, çalışılacak pomolojik özelliklerin sayısının azaltılmasını mümkün kılacağından, bu durum ıslah programlarında ve meyve bahçesi yönetiminde kullanılabilir (Ruiz and Egea, 2008). Korelasyon çalışmaları yoluyla bu ilişkinin derecesinin bilinmesi, verim için de dolaylı seçim kriterleri veya ikincil özellikler olarak kullanılacak özellikleri belirleyebilir ve seçim sürecinin verimliliğini artırabilir. Parametreler arasındaki korelasyonların bilinmesi, çeşitli bitki özellikleri arasındaki ilişkinin büyüklüğünü ölçebilir ve biyokütle verimindeki kazançlar için hangi özelliklerin seçilebileceğini belirleyebilir (Neder ve ark., 2013).

Varyanslar, kalıtım dereceleri ve seleksiyondaki karakterler arasındaki korelasyonlar gibi genetik parametrelerin bilinmesi, özellikle ebeveyn genotipleri kendi performanslarına göre seçildiğinde, döller arasındaki genetik ilerlemenin tahmininde çok yararlıdır (Falconer, 1989). Kuşburnuda meyvenin sağlık ve beslenme yönünden yararlarına ve biyoaktif bileşenlerine dair çalışmalar çok sayıda bulunmasına rağmen ıslahta kullanılacak olan meyve kalite parametreleri arasındaki ilişkileri ortaya koyan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.

Bu araştırma da kuşburnuda ıslah programlarının geliştirilmesinde yararlı olabilecek kantitatif özellikler arasındaki ilişkilerin ortaya koyulması, bir özellikle bağlantılı olabilecek diğer özelliğin belirlenmesi ve seçimlere yardımcı olunması, zamandan ve iş yükünden tasarruf

edilmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma çalışma önceden yapılan bir çalışma sonucunda Akıncılar (Sivas) ilçesinde belirlenen doğada kendiliğinden yetişen 55 kuşburnu genotipi (Karakuş ve Bostan, 2017) üzerinde yürütülmüştür.

Genotiplerin pomolojik özellikleri (verim, dikenlilik, meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, şekil indeksi, meyve eti oranı, çekirdek sayısı, çekirdek ağırlığı, aroma, kabuk rengi, kabuk tüylülüğü, iç tüylülüğü) ile kimyasal özelliklerine (C vitamini, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, titredilebilir asitlik, pH) ait değerler arasındaki ilişkiler korelasyon ve temel bileşen analizleriyle ortaya koyulmuştur.

İstatistiksel analiz SAS JMP 13.2.0 istatistik programında yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Korelasyon analizi

Kuşburnuda 13 pomolojik ve 5 kimyasal özellik için yapılan korelasyon analizi toplam 153 karşılıklı ilişkiden 21 tanesinin önemli, bu ilişkilerden de 13 tanesinin pozitif yönlü, 8 tanesinin negatif yönlü olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 1).

En fazla sayıda önemli ilişkiyi fiziksel özelliklerden sırasıyla, çekirdek sayısı (5 adet), çekirdek ağırlığı, meyve ağırlığı, meyve eni ve meyve boyu (5'er adet), kimyasal özelliklerden de toplam kuru madde, suda çözünür kur madde ve titredilebilir asitlik (3'er adet) göstermiştir. Özellikle meyve ağırlığı ve boyutları arasında yüksek ilişkiler belirlenmiş olup sırasıyla meyve eni-meyve ağırlığı (0.807), meyve boyu-meyve ağırlığı (0.591), şekil indeksi-meyve boyu (0.548), meyve boyu-meyve eni (0.498) ve çekirdek sayısı-meyve eni (0.438) %1 düzeyinde ilişkili bulunmuştur (Çizelge 2).

Çalışmamızdaki sonuçlar önceki çalışmalardaki meyve eni-meyve ağırlığı (Cheikh-Affene ve ark., 2013; Acarsoy Bilgin ve ark., 2020; Güler ve ark., 2021; Stoenescu ve Cosmulescu, 2021; Sulusoglu Durul ve ark., 2023; Stamin ve Cosmulescu, 2024), meyve boyu-meyve ağırlığı (Cheikh-Affene ve ark., 2013; Acarsoy Bilgin ve ark., 2020; Stoenescu ve Cosmulescu, 2021; Sulusoglu Durul ve ark., 2023; Stamin ve Cosmulescu, 2024), meyve boyu-meyve eni (Cheikh-Affene ve ark., 2013; Singh ve ark., 2020; Stoenescu ve Cosmulescu, 2021; Sulusoglu Durul ve ark., 2023; Stamin ve Cosmulescu, 2024), çekirdek sayısı-meyve eni (Cheikh-Affene ve ark., 2013), çekirdek ağırlığı-meyve ağırlığı (Cheikh-Affene ve ark., 2013; Acarsoy Bilgin ve ark.,

2020), çekirdek sayısı-meyve ağırlığı (Cheikh-Affene ve ark., 2013), çekirdek ağırlığı-çekirdek sayısı (Cheikh-Affene ve ark., 2013) ilişkileriyle benzerlik göstermiştir.

Kuşburnu meyveleri daha ziyade reçel, jöle, marmelat, şurup ve meşrubat üretmek için işlenmekte (Ercişli 1996) ve bu durumda da daha yüksek C vitamini (askorbik asit), SÇKM ve toplam kuru ağırlık özellikleri kuşburnu için arzu edilen ve önemli özellikler olarak dikkate alınmaktadır (Ercişli ve Eşitken, 2004). Bu çalışmada meyvelerin kimyasal özellikleri ile diğer özellikleri arasındaki ilişki katsayıları her ne kadar fiziksel özellikler arasındakilere göre biraz daha düşük olmuşsa da bazı önemli ilişkiler bulunmuştur. Kimyasal özelliklerde en yüksek ilişkiler sırasıyla, aroma-pH (-0.431), toplam kuru madde-C vitamini (0.411), dikenlilik-suda çözünür kuru madde (-0.377), titredilebilir asitlik-suda çözünür kuru madde (0.361), meyve iç tıylülüğü- toplam kuru madde (-0.328), titredilebilir asitlik-pH (-0.309), kabuk rengi- toplam kuru madde (0.298), çekirdek sayısı- suda çözünür kuru madde (0.277) ve titredilebilir asitlik- toplam kuru madde (0.269) arasında belirlenmiştir.

Çalışmamızdaki toplam kuru madde-C vitamini ilişkisi önceki bir çalışmayla benzerlik göstermiştir (Stamin ve ark., 2024).

Kuşburnuda meyve kabuk rengi koyu kırmızıdan kırmızı-turuncuya kadar türlere ve bölgelere göre değişmekte olup bir çalışmada koyu kırmızı renkli ve iyi aromalı genotiplerin aynı kümede bulunduğu belirtilmiştir (Cheikh-Affene ve ark., 2013). Çalışmamızda da meyvede kırmızı renk arttıkça toplam kuru madde oranı da artış göstermiş olup bunun doğrusal olarak aromayı da etkileyebileceği söylenebilir.

Çizelge 1. İncelenen özelliklere ait çok değişkenli korelasyonlar

	VE	DK	MA	ME	MB	MŞİ	MEO	ÇS	ÇA	AR	KR	KTÜ	İTÜ	CV	TKM	SÇKM	pH
DK	0.074																
MA	0.042	0.009															
ME	0.143	0.128	0.807														
MB	0.133	-0.067	0.591	0.498													
MŞİ	0.059	-0.139	-0.075	-0.319	0.548												
MEO	0.108	-0.160	0.138	0.082	0.156	0.019											
ÇS	0.145	0.120	0.278	0.438	0.217	-0.038	-0.362										
ÇA	-0.111	0.012	0.335	0.234	0.269	0.015	-0.319	-0.353									
AR	0.208	0.161	-0.107	-0.089	-0.179	-0.066	0.095	-0.068	-0.168								
KR	0.046	-0.128	0.068	-0.041	-0.082	-0.118	-0.007	-0.164	0.056	-0.039							
KTÜ	-0.020	-0.008	0.006	-0.114	-0.090	0.019	0.142	-0.011	-0.079	0.000	0.120						
İTÜ	-0.216	-0.151	-0.098	-0.007	0.078	0.070	0.102	0.136	-0.127	-0.240	-0.261	0.085					
CV	0.088	-0.051	0.073	0.133	0.053	-0.045	-0.047	0.178	0.049	0.109	-0.075	0.052	-0.042				
TKM	0.038	-0.076	-0.191	-0.200	-0.222	0.034	-0.166	0.150	-0.176	0.105	0.298	0.080	-0.328	0.411			
SÇKM	0.007	-0.377	0.166	0.082	0.194	0.119	-0.028	0.277	-0.137	-0.261	0.200	0.139	-0.039	0.079	0.239		
pH	-0.144	0.058	0.027	0.096	0.095	-0.028	-0.187	0.163	0.004	-0.431	-0.124	-0.057	0.133	0.198	-0.037	0.110	
TA	0.140	-0.238	0.026	-0.129	0.058	0.144	0.170	-0.081	-0.039	0.095	0.197	0.047	-0.187	0.014	0.269	0.361	-0.309

*Mavi renkliler pozitif, kırmızı renkliler negatif ilişkilerdir

Pomolojik özellikler

VE	Verim
DK	Dikenlilik
MA	Meyve ağırlığı
ME	Meyve eni
MB	Meyve boyu
Şİ	Şekil indeksi
MEO	Meyve eti oranı

ÇS	Çekirdek sayısı
ÇA	Çekirdek ağırlığı
AR	Aroma
KR	Kabuk rengi
KTÜ	Kabuk tüylülüğü
İTÜ	İç tüylülüğü

Kimyasal özellikler

CV	C vitamini
TKM	Toplam kuru madde
SÇKM	Suda çözünür kuru madde
TA	Titredilebilir asitlik
pH	pH

Çizelge 2. Pairwise korelasyon analizinde önemli düzeydeki ilişkiler

1. Değişken	2. Değişken	Korelasyon katsayısı	Önemlilik düzeyi
Meyve eni	Meyve ağırlığı	0.807	<.0001*
Meyve boyu	Meyve ağırlığı	0.591	<.0001*
Meyve şekil indeksi	Meyve boyu	0.548	<.0001*
Meyve boyu	Meyve eni	0.498	0.0001*
Çekirdek sayısı	Meyve eni	0.438	0.0008*
Aroma	pH	-0.431	0.0010*
Toplam kuru madde	C vitamini	0.411	0.0018*
Dikenlilik	Suda çözünür kuru madde	-0.377	0.0045*
Çekirdek sayısı	Meyve eti oranı	-0.362	0.0067*
Titredilebilir asitlik	Suda çözünür kuru madde	0.361	0.0068*
Çekirdek ağırlığı	Çekirdek sayısı	-0.353	0.0082*
Çekirdek ağırlığı	Meyve ağırlığı	0.335	0.0124*
İç tüylülüğü	Toplam kuru madde	-0.328	0.0144*
Çekirdek ağırlığı	Meyve eti oranı	-0.319	0.0176*
Meyve şekil indeksi	Meyve eni	-0.319	0.0177*
Titredilebilir asitlik	pH	-0.309	0.0215*
Kabuk rengi	Toplam kuru madde	0.298	0.0269*
Çekirdek sayısı	Meyve ağırlığı	0.278	0.0397*
Çekirdek sayısı	Suda çözünür kuru madde	0.277	0.0403*
Titredilebilir asitlik	Toplam kuru madde	0.269	0.0473*
Çekirdek ağırlığı	Meyve boyu	0.269	0.0473*

Temel bileşen analizi

Temel bileşen analizi özdeğeri 1'den büyük ilk yedi bileşen gözlemlenen toplam varyasyonun %71.39'una katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur. Birinci temel bileşen toplam varyasyonun %15.54'ünü açıklarken, ikinci ve üçüncü bileşen sırasıyla %12.43 ve %10.54'ünü açıklamıştır (Çizelge 3).

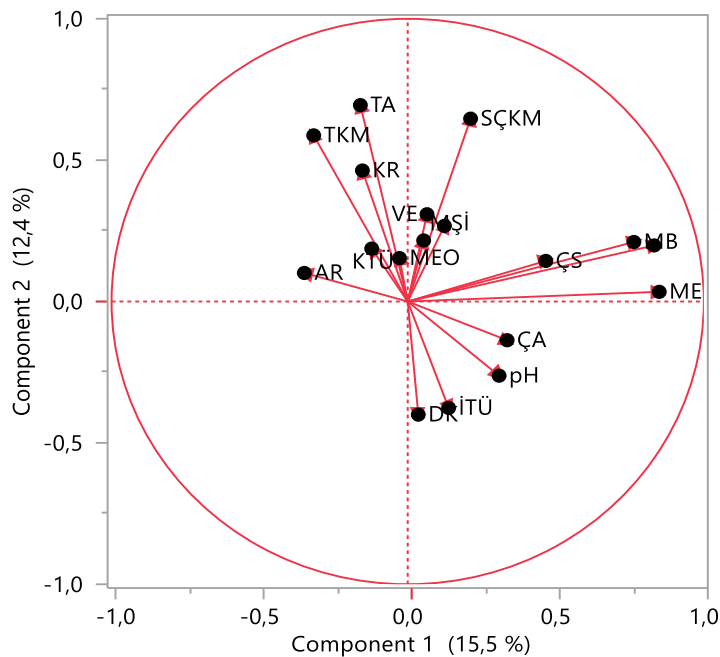
Birinci temel bileşenle sırasıyla meyve eni, meyve ağırlığı ve meyve boyu arasındaki ilişkiler önemli düzeyde pozitif ilişkili bulunmuştur. Diğer taraftan, ikinci temel bileşenle sırasıyla, pozitif yönde titredilebilir asitlik, suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde ve kabuk rengi; 3. temel bileşenle de pozitif yönde aroma ve dikenlilik önemli ilişki ortaya koymuştur (Çizelge 3).

Temel bileşen analizi kuşburnu genotiplerini daha büyük meyveli ve daha yüksek kuru maddeye sahip olanlar olarak açıkça gruplandırmıştır (Şekil 1). Önceki çalışmalar da temel bileşen analizi kullanarak yabani ve kültür bitkilerinde ekotipler arasında büyük çeşitlilik olduğunu göstermiştir (Cheikh-Affene ve ark., 2013; Singh ve ark., 2020; Bozhuyuk ve ark., 2021; Güler ve ark., 2021; Oargă (PORUMB) ve ark., 2023; Peña ve ark., 2023; Sulusoglu

Durul ve ark., 2023; Mertoğlu ve ark., 2024).

Çizelge 3. Değişkenlerle ilgili ilk altı temel bileşenin özvektörlerinde yer alan katsayılar (temel bileşen yükleri), özdeğer, varyans ve toplam varyans değerleri

Değişkenler	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	TB6	TB7
ME	0.849	0.034	0.375	0.002	0.045	-0.262	0.005
MA	0.832	0.198	0.238	-0.196	-0.097	-0.193	0.050
MB	0.764	0.210	-0.176	-0.324	0.096	0.356	0.047
ÇA	0.336	-0.137	0.109	-0.259	-0.740	0.236	0.204
TA	-0.160	0.694	-0.058	-0.241	-0.015	0.027	-0.113
SÇKM	0.212	0.647	-0.397	0.231	-0.024	-0.169	-0.208
TKM	-0.317	0.587	0.120	0.500	-0.112	0.135	0.173
AR	-0.349	0.101	0.595	-0.182	0.329	0.156	0.135
DK	0.036	-0.400	0.529	0.142	0.087	0.172	-0.104
ÇS	0.466	0.143	0.082	0.604	0.435	0.030	-0.316
pH	0.309	-0.262	-0.326	0.517	-0.129	0.016	0.170
MEO	-0.028	0.153	-0.072	-0.585	0.409	-0.390	0.326
MŞİ	0.054	0.216	-0.479	-0.267	0.151	0.709	0.010
CV	0.124	0.267	0.151	0.445	0.058	0.160	0.734
KTÜ	-0.122	0.187	-0.137	0.006	0.113	-0.345	0.320
VE	0.065	0.309	0.386	-0.106	0.356	0.216	-0.118
KR	-0.153	0.463	0.103	-0.036	-0.462	-0.309	-0.171
İTÜ	0.138	-0.376	-0.546	0.009	0.355	-0.196	0.103
Özdeğer	2.80	2.24	1.90	1.88	1.58	1.37	1.09
Varyans (%)	15.54	12.43	10.54	10.45	8.75	7.62	6.06
Toplam varyans (%)	15.54	27.97	38.51	48.96	57.71	65.33	71.39



Şekil 1. Temel bileşenler analizine göre incelenen özellikler arasındaki ilişkilerin özet grafiği

Değişkenlerin temel bileşenlere (TB) kısmi katkıları farklı oranlarda bulunmuş olup sırasıyla MA, ME ve MB'nin fazla katkı oranı 1.TB'ye; TKM, SÇKM ve TA'nın 2.TB'ye; DK, AR ve İTÜ'nün 3. TB'ye; MEO, ÇS ve pH'nın 4.TB'ye; ÇA, KR ve VE'nin 5.TB'ye; MŞİ'nin 6.TB'ye ve CV ile KTÜ'nün de 7.TB'ye olmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Değişkenlerin temel bileşenlere kısmi katkı oranları (%)

Değişken	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	TB6	TB7
VE	0.15	4.26	7.86	0.60	8.03	3.39	1.27
DK	0.05	7.15	14.73	1.08	0.48	2.17	1.00
MA	24.74	1.76	2.98	2.04	0.60	2.72	0.23
ME	25.79	0.05	7.43	0.00	0.13	5.02	0.00
MB	20.85	1.98	1.64	5.57	0.58	9.25	0.20
MŞİ	0.10	2.08	12.07	3.78	1.44	36.70	0.01
MEO	0.03	1.05	0.28	18.21	10.63	11.10	9.73
ÇS	7.78	0.92	0.36	19.41	12.02	0.06	9.14
ÇA	4.03	0.84	0.63	3.57	34.72	4.05	3.80
AR	4.35	0.46	18.68	1.77	6.85	1.76	1.66
KR	0.84	9.59	0.56	0.07	13.58	6.96	2.68
KTÜ	0.53	1.57	0.98	0.00	0.81	8.66	9.38
İTÜ	0.68	6.33	15.74	0.00	8.02	2.80	0.98
CV	0.55	3.20	1.21	10.52	0.22	1.87	49.39
TKM	3.60	15.43	0.76	13.27	0.80	1.33	2.73
SÇKM	1.61	18.69	8.33	2.84	0.04	2.08	3.96
pH	3.40	3.08	5.61	14.19	1.05	0.02	2.66
TA	0.91	21.56	0.18	3.08	0.01	0.05	1.17

SONUÇ

Meyveleri taze olarak tüketimden ziyade işlenerek değerlendirilen bir tür olan kuşburnuda meyvenin kimyasal özellikleri ve besin değeri daha çok dikkate alınmaktadır. Bu çalışmada da meyvenin pomolojik özellikleri ile kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

Sonuç olarak, kimyasal özelliklerden pH'nın azalmasıyla aromanın ve titre edilebilir asitliğin arttığı; meyvelerde kırmızılık arttıkça toplam kuru maddenin arttığı; titre edilebilir asitlik arttıkça suda çözünür kuru madde ve toplam kuru maddenin, toplam kuru madde arttıkça da C vitamininin arttığı; az dikenli ve çok çekirdekli genotiplerde suda çözünür kuru maddenin daha fazla olduğu; meyve iç tıylülüğü azaldıkça da toplam kuru maddenin arttığı söylenebilir.

Diğer taraftan, en yüksek ilişkilerin meyvenin büyüklük parametreleri arasında ve pozitif yönlü

olduğu da söylenebilir.

Sonuç olarak, yukarıda belirtilen korelasyonlar kuşburnu ıslah programlarında ve meyve bahçesi yönetiminde çalışılması gereken pomolojik ve kimyasal özelliklerin sayısını azaltmaya yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

- Acarsoy Bilgin, N., Mısırlı, A., Şen, F., Türk, B., & Yağmur, B. (2020). Fruit pomological, phytochemical characteristic and mineral content of rosehip genotypes. *Int. J. Food Eng*, 6(1), 18-23. doi: 10.18178/ijfe.6.1.18-23
- Bozhuyuk, M. R., Ercisli, S., Karatas, N., Ekiert, H., Elansary, H. O., & Szopa, A. (2021). Morphological and biochemical diversity in fruits of unsprayed *Rosa canina* and *Rosa dumalis* ecotypes found in different agroecological conditions. *Sustainability*, 13(14), 8060. <https://doi.org/10.3390/su13148060>
- Cheikh-Affene, Z. B., Haouala, F., Trabelsi, N., Boulaaba, M., Ksouri, R., & Harzallah-Skhiri, F. (2013). Pomological description and chemical composition of rose hips gathered on four *Rosa* species section *Caninae* growing wild in Tunisia. *International Journal of Agricultural Science and Technology*, 1(3), 43-50.
- Celik, F., Kazankaya, A., & Ercisli, S. (2009). Fruit characteristics of some selected promising rose hip (*Rosa* spp.) genotypes from Van region of Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 4(3), 236-240.
- Ercisli, S. (2005). Rose (*Rosa* spp.) germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52, 787-795. DOI 10.1007/s10722-003-3467-8
- Ercisli, S., & Güteryüz, M. (2005). Rose hip utilization in Turkey. *Acta Horticulturae*, 690, 77-82. DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.690.10
- Ercişli, S. (1996). Gümüşhane ili ve ilçelerinde doğal olarak yetişen (*Rosa* spp) kuşburnuların seleksiyon yoluyla ıslahı ve çelikle çoğaltma imkanları üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Ercişli, S., & Eşitken, A. (2004): Fruit characteristics of native rose hip (*Rosa* spp.) selections from the Erzurum province of Turkey. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.*, 32: 51-53. <https://doi.org/10.1080/01140671.2004.9514279>
- Falconer, D. S. (1996). *Introduction to quantitative genetics*. 3rd ed. Longman, London.
- Fan, C., Pacier, C., & Martirosyan, D. M. (2014). Rose hip (*Rosa canina* L): A functional food perspective. *Functional Foods in Health and Disease*, 4(12), 493-509.

- Güler, E., Bak, T., Karadeniz, T., & Muradoğlu, F. (2021). Relationships of fruit characteristics of rosehips (*Rosa canina* L.) grown in Bolu city center. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(2), 831-838. <https://doi.org/10.21597/jist.824742>
- Karakuş, S., & Bostan, S. Z. (2017). Akıncılar (Sivas) yöresinde doğal olarak yetişen kuşburnu genotiplerinin (*Rosa* spp.) seleksiyon yoluyla ıslahı. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, 215-225. <http://dx.doi.org/10.17100/nevbiltek.333743>
- Mertoğlu, K., Durul, M. S., Korkmaz, N., Polat, M., Bulduk, I., & Esatbeyoglu, T. (2024). Screening and classification of rosehip (*Rosa canina* L.) genotypes based on horticultural characteristics. *BMC Plant Biology*, 24(1), 345. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05031-6>
- Neder, D. G., Costa, F. R. D., Edvan, R. L., & Souto Filho, L. T. (2013). Correlations and path analysis of morphological and yield traits of cactus pear accessions. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 13, 203-207. <https://doi.org/10.1590/S1984-70332013000300009>
- Oargă (Porumb), D. P., Hârța, M., Cornea-Cıpcıgan, M., Pui, D. A., Roman, G., & Cordea, M. I. (2023). Characterization and identification of genetic diversity among rose genotypes using morphological and molecular markers. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*, 67(2). *Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LXVII, No. 2, 2023*
- Patel, S. (2017). Rose hip as an underutilized functional food: Evidence-based review. *Trends in Food Science & Technology*, 63, 29-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.001>
- Peña, F., Valencia, S., Tereucán, G., Nahuelcura, J., Jiménez-Aspee, F., Cornejo, P., & Ruiz, A. (2023). Bioactive compounds and antioxidant activity in the fruit of rosehip (*Rosa canina* L. and *Rosa rubiginosa* L.). *Molecules*, 28(8), 3544. <https://doi.org/10.3390/molecules28083544>
- Ruiz, D., & Egea, J. (2008). Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in apricot (*Prunus armeniaca* L.) germplasm. *Euphytica*, 163, 143-158. DOI 10.1007/s10681-007-9640-y
- Selahvarzian, A., Alizadeh, A., Baharvand, P. A., Eldahshan, O. A., & Rasoulia, B. (2018). Medicinal properties of *Rosa canina* L. *Herbal Medicines Journal (Herb Med J)*, 77-84. <https://doi.org/10.22087/hmj.v0i0.615>
- Singh, K., Sharma, Y. P., & Gairola, S. (2020). Morphological characterization of wild *Rosa* L. germplasm from the Western Himalaya, India. *Euphytica*, 216(3), 41. <https://doi.org/10.1007/s10681-020-2567-2>

- Stamin, F. D., & Cosmulescu, S. N. (2024). Morphological variability of some rosehip fruits (*Rosa canina* L.) from the spontaneous flora of olt county, Romania. Scientific Papers. Series B. Horticulture, 68(1).
- Stamin, F. D., Vijan, L. E., Topală, C. M., & Cosmulescu, S. N. (2024). The influence of genotype, environmental factors, and location on the nutraceutical profile of *Rosa canina* L. Fruits. Agronomy, 14(12), 2847. <https://doi.org/10.3390/agronomy14122847>
- Stoenescu, A. M., & Cosmulescu, S. N. (2021). Variability of some *Rosa canina* L. genotypes from southern area of Oltenia. Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LXV, No. 1, 2021
- Sulusoglu Durul, M., Mertoglu, K., Korkmaz, N., Esatbeyoglu, T., & Bulduk, I. (2023). Classification of rosehip (*Rosa canina* L.) genotypes according to different usage purposes and further breeding objectives. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3174428/v1>

ARMUTLARDA MEYVE KALİTESİNİ ETKİLEYEN DEĞİŞKENLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu, Türkiye

szbostan@hotmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6398-1916>

ÖZET

Bu araştırma, Trabzon ili ve çevresinde önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalar sonucunda doğal popülasyonda belirlenmiş yabancı armutlar ile yerel çeşitler arasından meyve özellikleri yönünden birbirlerinden farklı olan 244 armut genotipi üzerinde yürütülmüştür. Araştırmada pomolojik özelliklere ait 18 kantitatif parametre (meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve uzunluğu, meyve eti sertliği, şekil indeksi, meyve hacmi, meyve yoğunluğu, meyve sapı uzunluğu, meyve sapı kalınlığı, çiçek çukuru genişliği, çiçek çukuru derinliği, çekirdek evi boyu, çekirdek evi eni, çekirdek sayısı, çekirdek ağırlığı, suda çözünür kuru madde oranı, titredilebilir asitlik ve pH) değerlendirilmiştir. İncelenen özellikler arasındaki karşılıklı ilişkiler korelasyon ve temel bileşen analizi ile belirlenmiştir. Analizler SAS JMP 13.2.0 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Analiz sonucunda, toplam 153 karşılıklı ilişkiden 46 tanesi önemli çıkmıştır. Bu ilişkilerden 37 tanesi pozitif yönlü, 9 tanesi negatif yönlü bulunmuştur. Özellikle meyve ağırlığı, meyve boyutları, meyve hacmi ve çekirdek evi büyüklüğü arasında yüksek ilişkiler belirlenmiş olup sırasıyla meyve hacmi-meyve ağırlığı (0.947), meyve çapı-meyve ağırlığı (0.898), meyve hacmi-meyve çapı (0.841), meyve hacmi-meyve uzunluğu (0.675), meyve uzunluğu-meyve ağırlığı (0.672), çekirdek evi eni-çekirdek evi boyu (0.972), çekirdek evi boyu-meyve hacmi (0.633), çekirdek evi boyu-meyve ağırlığı (0.621) ve çekirdek evi boyu-meyve uzunluğu (0.604) %60'ın üzerinde ve %1 düzeyinde doğrusal ilişkili bulunmuştur. Diğer taraftan, çekirdek sayısının artmasıyla azalan çekirdek ağırlığı, pH'nın artmasıyla azalan SÇKM, çekirdek sayısının ve meyve sapı kalınlığının artmasıyla azalan titredilebilir asitlik, çekirdek evi eni ve çekirdek sayısının artmasıyla azalan SÇKM oranı, çekirdek ağırlığının artmasıyla azalan şekil indeksi ve çekirdek sayısının artmasıyla azalan meyve hacmi önemli düzeyde ters ilişki ortaya koymuştur. Temel bileşen analizinde özdeğeri 1'den büyük ilk altı bileşen gözlemlenen toplam varyasyonun %62.89'una katkıda bulunmuştur. Toplam varyasyonun %25.54'ünün açıklayana birinci temel bileşene meyve ağırlığı, meyve hacmi, meyve çapı, çekirdek evi boyu, meyve uzunluğu, çekirdek evi eni ve çiçek çukuru derinliği

pozitif yönde katkı yapmıştır. Bu bilgilerin ileride gerek doğal populasyonda gerek oluşturulacak olan çöğür ve melezleme populasyonlarında yapılacak seçimlerde yararlı olacağı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: *Pyrus communis*, Islah, Kimyasal, Fiziksel, Pomoloji, Korelasyon

RELATIONSHIPS BETWEEN VARIABLES AFFECTING FRUIT QUALITY IN PEARS

ABSTRACT

This study was carried out on 244 pear genotypes which differed from each other in terms of fruit characteristics among the wild pears and local cultivars identified in the natural population as a result of the studies carried out in previous years in and around Trabzon province (Türkiye). In the study, 18 quantitative parameters of pomological traits (fruit weight, fruit diameter, fruit length, fruit flesh firmness, shape index, fruit volume, fruit density, fruit stalk length, fruit stalk thickness, flower pit width, flower pit depth, core length, core width, number of seeds, seed weight, total soluble solids content, titratable acidity and pH) were evaluated. Interrelationships among the traits were determined by correlation and principal component analysis. The analyses were performed using SAS JMP 13.2.0 statistical program. As a result of the analysis, 46 out of 153 interrelationships were significant. Of these relationships, 37 were positive and 9 were negative. Especially high correlations were determined between fruit weight, fruit size, fruit volume and core size; fruit volume-fruit weight (0.947), fruit diameter-fruit weight (0.898), fruit volume-fruit diameter (0.841), fruit volume-fruit length (0.675), fruit length-fruit weight (0.672), core width-core length (0.972), core length-fruit volume (0.633), core length-fruit weight (0.621) and core length-fruit length (0.604) were found to be linearly correlated above 60% and at %1 level. On the other hand, seed weight decreased with increasing number of seeds, total soluble solids decreased with increasing pH, titratable acidity decreased with increasing number of seeds and fruit stalk thickness, core width and total soluble solids decreased with increasing number of seeds, shape index decreased with increasing seed weight and fruit volume decreased with increasing number of seeds showed significant inverse relationship. In principal component analysis, the first six components with eigenvalues greater than 1 contributed 62.89% of the total variation observed. Fruit weight, fruit volume, fruit diameter, core length, fruit length, core width and flower pit depth contributed positively to the first principal component which explained 25.54% of the total

variation. It can be said that this information will be useful for future selection in both natural populations and in seedling and hybridization populations.

Keywords: *Pyrus communis*, Breeding, Chemical, Physical, Pomology, Correlation

GİRİŞ

Armut, ılıman bölgelerinde yetiştirilen önemli bir meyve ürünüdür. Kültürü yapılan çeşitli armut türleri arasında en yaygın olarak yetiştirilen Avrupa armudu, *Pyrus communis* L.'dir. Avrupa armudu birçok kişi tarafından tüm meyveler arasında en lezzetli olanı olarak kabul edilir. Tereyağlı, sulu bir dokuyu hassas bir lezzet ve aroma ile birleştirir. Armutlar sadece taze meyve olarak yenmez, aynı zamanda yarım, küp şeklinde meyve karışımları ve püre olarak konserve edilir. Bazı çeşitleri kurutulmuş ve şaraba katkı maddesi olarak da değerlendirilir. Tüm bu işleme prosedürleri meyve kalitesini etkiler, ancak işlenmiş ürünün kalitesi genellikle ham ürünün kalitesine bağlıdır (Quamme ve Gray, 1985).

Meyve kalite parametreleri birbirinden bağımsız olmayabilir ve bu nedenle meyve kalitesi için üretim hedeflerinin seçimini ıslah etmek ve sınırlı sayıda bağımsız parametre kullanarak meyve kalitesinin karakterizasyonunu geliştirmek için aralarındaki ilişkiler incelenmelidir. Meyve kalite parametreleri arasındaki ilişkilerin bilinmesi, çalışılacak pomolojik özelliklerin sayısının azaltılmasını mümkün kılacağından, bu durum ıslah programlarında ve meyve bahçesi yönetiminde kullanılabilir (Ruiz and Egea, 2008). Korelasyon çalışmaları yoluyla bu ilişkinin derecesinin bilinmesi, verim için de dolaylı seçim kriterleri veya ikincil özellikler olarak kullanılacak özellikleri belirleyebilir ve seçim sürecinin verimliliğini artırabilir. Parametreler arasındaki korelasyonların bilinmesi, çeşitli bitki özellikleri arasındaki ilişkinin büyüklüğünü ölçebilir ve biyokütle verimindeki kazançlar için hangi özelliklerin seçilebileceğini belirleyebilir (Neder ve ark., 2013).

Varyanslar, kalıtım dereceleri ve seleksiyondaki karakterler arasındaki korelasyonlar gibi genetik parametrelerin bilinmesi, özellikle ebeveyn genotipleri kendi performanslarına göre seçildiğinde, dölleri arasındaki genetik ilerlemenin tahmin edilmesinde çok yararlıdır (Falconer, 1989). Diğer taraftan, çeşitli özellikler arasındaki ilişkinin derecesini ve büyüklüğünü ölçen önemli biyometrik araçlardan birisi olan (Sharma, 2003) korelasyon katsayılarının tahminleri, dolaylı ile doğrudan seçimin karşılaştırılmasına da izin verir (Falconer ve Mackay, 1996).

Armutta meyve özellikleri arasındaki korelasyonları inceleyen çalışmalar hem ülkemizde hem de diğer ülkelerde çok az sayıdadır. Halbuki seleksiyon ıslahı çalışmaları da gün geçtikçe artmaktadır. Bu araştırma da armutta ıslah programlarının geliştirilmesinde yararlı olabilecek

kantitatif özellikler arasındaki ilişkilerin ortaya koyulması, bir özellikle bağlantılı olabilecek diğer özelliğin belirlenmesi ve seçimlere yardımcı olunması, zamandan ve iş yükünden tasarruf edilmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, Trabzon ili ve çevresinde önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalar (Bostan, 2008; Çelikel Çubukçu ve Bostan, 2019) sonucunda doğal popülasyonda belirlenmiş yabani armutlar ile yerel çeşitler arasından meyve özellikleri yönünden birbirlerinden farklı olan 244 armut genotipi üzerinde yürütülmüştür.

Genotiplerin meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve uzunluğu, meyve eti sertliği, şekil indeksi, meyve hacmi, meyve yoğunluğu, meyve sapı uzunluğu, meyve sapı kalınlığı, çiçek çukuru eni, çiçek çukuru derinliği, çekirdek evi boyu, çekirdek evi eni, çekirdek sayısı, çekirdek ağırlığı, suda çözünür kuru madde, titredilebilir asitlik ve pH değerleri arasında ilişkiler korelasyon ve temel bileşen analizleriyle ortaya koyulmuştur.

İstatistiksel analizler SAS JMP 13.2.0 istatistik programında yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Korelasyon analizi

Korelasyon analizi ile incelenen 18 özellik arasında en fazla karşılıklı ilişki titredilebilir asitlik (10), çekirdek evi eni (9), meyve hacmi (9), meyve ağırlığı (8), meyve çapı (8) ve çekirdek evi boyunun (8) diğer özelliklerle olan ilişkilerinde ortaya çıkmıştır (Çizelge 1). Toplam 153 karşılıklı ilişkiden 46 tanesi (%30.07) önemli bulunmuştur. Bunların 37 tanesi (%80.43) pozitif ve 9 tanesi (%19.57) negatif yönlü olmuştur. Diğer taraftan, bu ilişkilerden 35 tanesi %1, 5 tanesi %1 ve 6 tanesi %5 düzeyinde önemliliğe sahip olmuştur (Çizelge 2).

0.5'in üzerindeki en yüksek ilişkiler, sırasıyla, meyve ağırlığı-meyve hacmi, meyve ağırlığı-meyve çapı, meyve çapı-meyve hacmi, meyve uzunluğu-meyve hacmi, meyve ağırlığı-meyve uzunluğu, çekirdek evi boyu-çekirdek evi eni, meyve hacmi-çekirdek evi boyu, meyve ağırlığı-çekirdek evi boyu, meyve uzunluğu-çekirdek evi boyu, meyve çapı-meyve uzunluğu ve meyve çapı-çekirdek evi boyu arasında görülmüştür.

Meyvelerin kimyasal özellikleri ile diğer özellikler arasındaki önemli ilişki katsayıları her ne kadar düşük olmuşsa özellikle titredilebilir asitlikle 10 parametre önemli düzeyde ilişkili bulunmuştur. Titredilebilir asitlikle sırasıyla, meyve ağırlığı, meyve hacmi, SÇKM, meyve çapı, çekirdek evi boyu, çekirdek ağırlığı ve meyve eti sertliği pozitif, pH, çekirdek sayısı ve

meyve sapı kalınlığı negatif önemli ilişki göstermiştir. SÇKM ile sadece pH, çekirdek evi eni ve çekirdek sayısı negatif; pH ile SÇKM ve titredilebilir asitlik negatif ve çekirdek sayısı pozitif önemli ilişki ortaya koymuştur.

Çalışmamızdaki sonuçlar önceki çalışmalarda meyve çapı, meyve boyu ve meyve ağırlığı arasında yüksek düzeydeki pozitif karşılıklı ilişkileriyle (de Souza ve ark., 1998; Matsumura ve ark., 2011; Babic ve ark., 2012; Alizadeh ve ark., 2015; Najafzadeh ve Arzani, 2015; Rana ve ark., 2015; Heidari ve ark., 2019; Zarei ve ark., 2019; Mu ve ark., 2022; Bostan, 2023; Vidaković ve ark., 2024; Sharma ve ark., 2025) benzerlik göstermiştir.

Diğer taraftan, önceki çalışmalarda meyvelerin organik asit, organik şeker, fenolik bileşikler, flavonoller, flavonlar, antosiyaninler ve antioksidan kapasite gibi biyoaktif bileşenleri arasında yüksek düzeyde önemli ilişkilerin olduğu bildirilmiştir (Kolniak-Ostek, 2016; Kolniak-Ostek ve ark., 2020; Wu ve ark., 2022). Çalışmamızdaki sonuçlar önceki çalışma sonuçlarıyla titredilebilir asitlik-suda çözünür kuru madde (de Souza ve ark., 1998; Solonkin ve ark., 2022), titredilebilir asitlik-pH (Najafzadeh ve Arzani, 2015; Bostan, 2023) ile titredilebilir asitlik-meyve ağırlığı, titredilebilir asitlik-meyve çapı ve suda çözünür kuru madde-çekirdek sayısı ilişkileri yönüyle (Bostan, 2023) benzerlik göstermiştir.

Çizelge 1. İncelenen özelliklere ait çok değişkenli korelasyonlar

	MA	MÇ	MU	MES	Şİ	MH	MY	MSU	MSK	ÇÇE	ÇÇD	ÇEB	ÇEE	ÇS	ÇA	SÇKM	TA
MÇ	0.898																
MU	0.672	0.558															
MES	0.069	0.074	-0.023														
Şİ	0.006	0.042	-0.016	-0.028													
MH	0.947	0.841	0.675	0.064	-0.002												
MY	0.121	0.109	0.030	0.007	-0.003	0.002											
MSU	-0.019	-0.028	0.036	-0.074	0.071	-0.016	0.001										
MSK	0.327	0.323	0.347	-0.082	-0.044	0.322	0.022	-0.109									
ÇÇE	0.064	0.051	0.083	-0.012	-0.005	0.051	0.000	0.002	0.044								
ÇÇD	0.392	0.403	0.264	0.028	0.039	0.364	0.022	0.002	0.215	0.008							
ÇEB	0.621	0.515	0.604	0.071	-0.003	0.633	0.004	0.079	0.177	0.092	0.382						
ÇEE	0.433	0.446	0.278	0.129	-0.004	0.433	-0.023	0.032	0.106	0.057	0.207	0.672					
ÇS	-0.095	-0.027	-0.121	0.046	0.042	-0.128	0.011	0.082	-0.014	-0.001	0.071	0.054	0.240				
ÇA	0.113	0.123	-0.036	-0.076	-0.142	0.089	-0.023	-0.101	-0.037	0.041	-0.012	0.024	0.058	-0.415			
SÇKM	-0.046	-0.060	-0.074	-0.028	0.032	-0.068	-0.048	0.007	-0.119	-0.016	0.009	-0.022	-0.200	-0.146	0.082		
TA	0.343	0.263	0.123	0.127	-0.010	0.328	-0.027	-0.059	-0.216	0.007	0.072	0.219	0.022	-0.240	0.135	0.285	
pH	-0.083	-0.076	-0.100	0.091	0.016	-0.065	-0.103	0.024	0.083	-0.116	0.017	-0.035	0.095	0.210	-0.051	-0.248	-0.208

*Mavi renkliler pozitif, kırmızı renkliler negatif ilişkilerdir

MA	Meyve ağırlığı	MY	Meyve yoğunluğu	ÇEE	Çekirdek evi eni
MÇ	Meyve çapı	MSU	Meyve sapı uzunluğu	ÇS	Çekirdek sayısı
MU	Meyve uzunluğu	MSK	Meyve sapı kalınlığı	ÇA	Çekirdek ağırlığı
MES	Meyve eti sertliği	ÇÇE	Çiçek çukuru eni	SÇKM	Suda çözünür kuru madde
Şİ	Şekil indeksi	ÇÇD	Çiçek çukuru derinliği	TA	Titredilebilir asitlik
MH	Meyve hacmi	ÇEB	Çekirdek evi boyu	pH	pH

Çizelge 2. Pairwise korelasyon analizinde önemli düzeydeki ilişkiler

1. Değişken	2. Değişken	Korelasyon katsayısı	Önemlilik düzeyi
Meyve hacmi	Meyve ağırlığı	0.947	<.0001*
Meyve çapı	Meyve ağırlığı	0.898	<.0001*
Meyve hacmi	Meyve çapı	0.841	<.0001*
Meyve hacmi	Meyve uzunluğu	0.675	<.0001*
Meyve uzunluğu	Meyve ağırlığı	0.672	<.0001*
Çekirdek evi eni	Çekirdek evi boyu	0.672	<.0001*
Çekirdek evi boyu	Meyve hacmi	0.633	<.0001*
Çekirdek evi boyu	Meyve ağırlığı	0.621	<.0001*
Çekirdek evi boyu	Meyve uzunluğu	0.604	<.0001*
Meyve uzunluğu	Meyve çapı	0.558	<.0001*
Çekirdek evi boyu	Meyve çapı	0.515	<.0001*
Çekirdek evi eni	Meyve çapı	0.446	<.0001*
Çekirdek evi eni	Meyve ağırlığı	0.433	<.0001*
Çekirdek evi eni	Meyve hacmi	0.433	<.0001*
Çekirdek ağırlığı	Çekirdek sayısı	-0.415	<.0001*
Çiçek çukuru derinliği	Meyve çapı	0.403	<.0001*
Çiçek çukuru derinliği	Meyve ağırlığı	0.392	<.0001*
Çekirdek evi boyu	Çiçek çukuru derinliği	0.382	<.0001*
Çiçek çukuru derinliği	Meyve hacmi	0.364	<.0001*
Meyve sapı kalınlığı	Meyve uzunluğu	0.347	<.0001*
Titredilebilir asitlik	Meyve ağırlığı	0.343	<.0001*
Titredilebilir asitlik	Meyve hacmi	0.328	<.0001*
Meyve sapı kalınlığı	Meyve ağırlığı	0.327	<.0001*
Meyve sapı kalınlığı	Meyve çapı	0.323	<.0001*
Meyve sapı kalınlığı	Meyve hacmi	0.322	<.0001*
Titredilebilir asitlik	Suda çözünür kuru madde	0.285	<.0001*
Çekirdek evi eni	Meyve uzunluğu	0.278	<.0001*
Çiçek çukuru derinliği	Meyve uzunluğu	0.264	<.0001*
Titredilebilir asitlik	Meyve çapı	0.263	<.0001*
pH	Suda çözünür kuru madde	-0.248	<.0001*
Çekirdek sayısı	Çekirdek evi eni	0.240	0.0002*
Titredilebilir asitlik	Çekirdek sayısı	-0.240	0.0002*
Titredilebilir asitlik	Çekirdek evi boyu	0.219	0.0006*
Titredilebilir asitlik	Meyve sapı kalınlığı	-0.216	0.0007*
Çiçek çukuru derinliği	Meyve sapı kalınlığı	0.215	0.0007*
pH	Çekirdek sayısı	0.210	0.0010*
pH	Titredilebilir asitlik	-0.208	0.0011*
Çekirdek evi eni	Çiçek çukuru derinliği	0.207	0.0011*
Suda çözünür kuru madde	Çekirdek evi eni	-0.200	0.0017*
Çekirdek evi boyu	Meyve sapı kalınlığı	0.177	0.0055*
Suda çözünür kuru madde	Çekirdek sayısı	-0.146	0.0228*
Çekirdek ağırlığı	Şekil indeksi	-0.142	0.0270*
Titredilebilir asitlik	Çekirdek ağırlığı	0.135	0.0357*
Çekirdek evi eni	Meyve eti sertliği	0.129	0.0438*
Çekirdek sayısı	Meyve hacmi	-0.128	0.0455*
Titredilebilir asitlik	Meyve eti sertliği	0.127	0.0476*

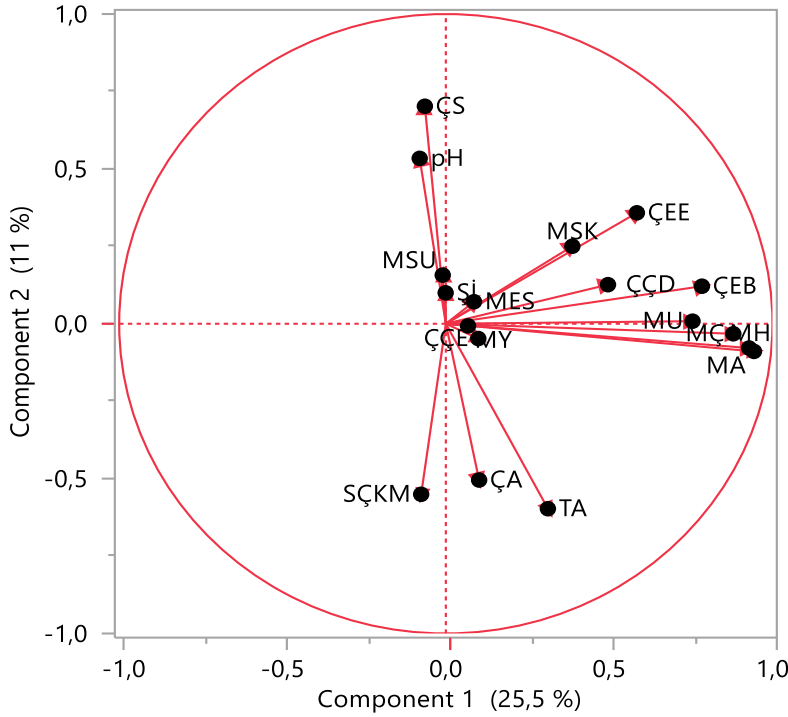
Temel bileşen analizi

Temel bileşen analizi 18 temel bileşenin tamamının genotipler arasındaki fenotipik varyasyonun %100'ünü açıkladığını, özdeğeri 1'den büyük ilk altı bileşenin ise gözlemlenen toplam varyasyonun %62.89'una katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur. Birinci temel bileşen toplam varyasyonun %25.54'ünü açıklarken, ikinci ve üçüncü bileşen sırasıyla %10.95 ve %7.56'sını açıklamıştır (Çizelge 3).

Birinci temel bileşenle meyve ağırlığı, meyve hacmi, meyve çapı, çekirdek evi boyu, meyve uzunluğu, çekirdek evi eni ve çiçek çukuru derinliği arasındaki ilişkilerin pozitif yönde olduğu ve 1. temel bileşenin bu özellikleri temsil ettiği söylenebilir. Diğer taraftan, ikinci temel bileşene en fazla katkıyı, sırasıyla, pozitif yönde çekirdek sayısı ve pH, negatif yönde titredilebilir asitlik, çekirdek ağırlığı ve SÇKM yapmıştır (Çizelge 3 ve Şekil 1).

Çizelge 3. Değişkenlerle ilgili ilk altı temel bileşenin özvektörlerinde yer alan katsayılar (temel bileşen yükleri), özdeğer, varyans ve toplam varyans değerleri

Değişkenler	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	TB6
MA	0.943	-0.089	-0.022	0.021	-0.099	-0.005
MH	0.928	-0.078	-0.027	-0.013	-0.039	-0.077
MÇ	0.880	-0.032	-0.028	0.013	-0.124	-0.009
ÇEB	0.784	0.121	0.220	-0.045	0.236	0.041
MU	0.755	0.008	-0.138	0.201	0.043	-0.027
ÇEE	0.585	0.358	0.221	-0.292	0.290	0.137
ÇÇD	0.496	0.126	0.044	0.112	-0.140	-0.185
MSK	0.387	0.250	-0.601	0.182	-0.163	-0.121
ÇS	-0.064	0.702	0.342	0.072	-0.044	0.143
pH	-0.080	0.534	-0.093	-0.410	-0.011	-0.339
TA	0.313	-0.597	0.437	-0.148	-0.104	-0.039
MES	0.086	0.071	0.390	-0.513	-0.375	0.213
MY	0.068	-0.007	-0.084	0.267	-0.445	0.575
ÇÇE	0.099	-0.048	-0.055	0.156	0.437	0.569
MSU	-0.009	0.157	0.319	0.369	0.459	-0.119
Şİ	-0.001	0.100	0.295	0.401	-0.135	-0.322
ÇA	0.102	-0.505	-0.334	-0.401	0.316	-0.037
SÇKM	-0.076	-0.551	0.315	0.225	-0.054	-0.180
Özdeğer	4.60	1.97	1.36	1.24	1.09	1.07
Varyans (%)	25.54	10.95	7.56	6.88	6.05	5.916
Toplam varyans (%)	25.54	36.49	44.05	50.93	56.98	62.89



Şekil 1. Temel bileşenler analizine göre incelenen özellikler arasındaki ilişkilerin özet grafiği

Değişkenlerin temel bileşenlere (TB) kısmi katkıları farklı oranlarda bulunmuş olup sırasıyla MA, MH, MÇ, ÇEB, MU ve ÇÇD'nin en fazla katkı oranı 1.TB'ye; ÇS, TA, SÇKM ve pH'nın 2.TB'ye; MSK'nın 3. TB'ye; MES, TA ve Şİ'nin 4.TB'ye; MSU ve ÇEE'nin 5.TB'ye ve MY ve ÇÇE'nin de 6.TB'ye olmuştur (Çizelge 4).

Çalışmamızda önceki araştırma sonuçlarına benzer şekilde, fiziksel özelliklerden meyve ağırlığı ve meyve boyutlarının (Pereira-Lorenzo ve ark., 2012; Najafzadeh ve Arzani, 2015; Rana ve ark., 2015; Heidari ve ark., 2019; Zarei ve ark., 2019; Asadolahi ve ark., 2021; Mu ve ark., 2022; Bostan, 2023; Vidaković ve ark., 2024; Sharma ve ark., 2025), kimyasal özelliklerden de titredilebilir asitlik, suda çözünür kuru made ve pH'nın (Najafzadeh ve Arzani, 2015; Rana ve ark., 2015; Bostan, 2023) ayırt edici özellikler olduğu belirlenmiştir

Cizelge 4. Değişkenlerin temel bileşenlere kısmi katkı oranları (%)

Değişken	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	TB6
MA	19.36	0.40	0.04	0.04	0.91	0.00
MÇ	16.85	0.05	0.06	0.01	1.41	0.01
MU	12.41	0.00	1.40	3.26	0.17	0.07
MES	0.16	0.26	11.16	21.28	12.94	4.27
Şİ	0.00	0.51	6.38	12.99	1.67	9.77
MH	18.75	0.31	0.05	0.01	0.14	0.55
MY	0.10	0.00	0.52	5.78	18.17	31.04
MSU	0.00	1.25	7.46	11.02	19.33	1.33
MSK	3.26	3.18	26.60	2.68	2.43	1.38
ÇÇE	0.22	0.12	0.22	1.98	17.56	30.40
ÇÇD	5.36	0.81	0.14	1.01	1.79	3.21
ÇEB	13.38	0.75	3.56	0.17	5.12	0.16
ÇEE	7.44	6.51	3.60	6.91	7.72	1.76
ÇS	0.09	25.01	8.62	0.41	0.18	1.92
ÇA	0.23	12.91	8.20	13.00	9.19	0.13
SÇKM	0.12	15.38	7.29	4.09	0.27	3.05
TA	2.13	18.09	14.05	1.76	1.00	0.14
pH	0.14	14.46	0.63	13.60	0.01	10.81

SONUÇ

Armutta meyvenin fiziksel özelliklerinden olan meyve büyüklüğü önemli bir kalite kriteridir. Çalışmamızda da meyve büyüklüğünü oluşturan ağırlık, çap, uzunluk ve hacim gibi değişkenler arasında karşılıklı olarak yüksek düzeyde pozitif korelasyonlar bulunmuştur.

Diğer taraftan, kaliteyi kimyasal özellikler yönünden etkileyen suda çözünür kuru madde ve titredilebilir asitlikle diğer parametreler arasında, fiziksel özelliklerdeki kadar yüksek düzeyde de olmasa da bazı önemli ilişkiler bulunmuştur. Bunlardan özellikle titredilebilir asitliğin meyve ağırlığı, meyve hacmi, meyve çapı, SÇKM ve çekirdek evi boyu ile gösterdiği pozitif ilişkiler ve meyve sapı ile olan negatif ilişkisi; SÇKM'nin de çekirdek evi eni ve çekirdek sayısı olan negatif ilişkileri önemli bulunmuştur.

Sonuç olarak, yukarıda belirtilen korelasyonlar armut ıslah programlarında ve meyve bahçesi yönetiminde çalışılması gereken pomolojik özelliklerin sayısını azaltmaya yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

- Alizadeh, K., Fatholahi, S., & Teixeira da Silva, J. A. (2015). Variation in the fruit characteristics of local pear (*Pyrus* spp.) in the Northwest of Iran. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 62, 635-641. DOI 10.1007/s10722-015-0241-7
- Asadolahi, O., Ehtesham Nia, A., Hejazi, S. H., & Abdollahi, H. (2021). Multivariate analyses of phenotypic traits in some species of Pear (*Pyrus* spp.). *Journal of Plant Production Research*, 28(4), 177-194. DOI: 10.22069/jopp.2021.18266.2701
- Babic, L., Matic-Kecic, S., Dedovic, N., Babic, M., & Pavkov, I. (2012). Surface area and volume modeling of the Williams pear (*Pyrus communis*). *International Journal of Food Properties*, 15(4), 880-890. <https://doi.org/10.1080/10942912.2010.506020>
- Bostan, S. Z. (2009). Pomological traits of local apple and pear cultivars and types grown in Trabzon province (Eastern Black Sea Region of Turkey). *Acta Horticulturae*, 825, 293-298. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.825.47>
- Bostan, S. Z. (2023). Ordu ilindeki armut genotiplerinin fenotipik değişkenliği. 4. International Anatolian Scientific Research Congress, February 17-20, 2023 / Kars, Türkiye. *Proceedings Book*: 186-211. https://www.discoveranatolia.org/_files/ugd/614b1f_7b7ab94bda254e3babe1e04dc4e56765.pdf
- Çelikel Çubukçu, G., & Bostan, S. Z. (2018). Çaykara İlçesinde Yetiştirilen Yerel Armut (*Pyrus* spp.) Genotiplerinin Seleksiyon Yoluyla Islahı: I-Meyve Özellikleri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 35(Ek Sayı), 75-88. doi: 10.13002/jafag4511
- de Souza, V. A., Byrne, D. H., & Taylor, J. F. (1998). Heritability, genetic and phenotypic correlations, and predicted selection response of quantitative traits in peach: II. An analysis of several fruit traits. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123(4), 604-611.
- Falconer, D.S. (1989). *Introduction to quantitative genetics*. 3rd ed. Longman Sci. and Techn., London.
- Falconer, D.S., & Mackay, T.F.C. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*, 4th edn. Addison-Wesley Longman Ltd, London.
- Heidari, P., Rezaei, M., Sahebi, M., & Khadivi, A. (2019). Phenotypic variability of *Pyrus boissieriana* Buhse: Implications for conservation and breeding. *Scientia Horticulturae*, 247, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.075>
- Kolniak-Ostek, J. (2016). Chemical composition and antioxidant capacity of different anatomical parts of pear (*Pyrus communis* L.). *Food chemistry*, 203, 491-497. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.103>
- Kolniak-Ostek, J., Kłopotowska, D., Rutkowski, K. P., Skorupińska, A., & Kruczyńska, D. E. (2020). Bioactive compounds and health-promoting properties of pear (*Pyrus communis* L.) fruits. *Molecules*, 25(19), 4444. doi:10.3390/molecules25194444
- Matsumura, Y., Kakehi, S., Masaki, K., Miyake, M., Katayama, H., & Uematsu, C. (2011). Pear (*Pyrus* L.) genetic resources from northern Japan: Evaluation of threatened landraces for morphological and agronomical traits. *Acta Horticulturae*, 918, 971-982. DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.918.128

- Mu, H., Zhang, S., Geng, Q., Maimaiti, A., Du, X., Li, Y., & Ci, Z. (2022). Variability of *Pyrus communis* accessions in China assessed using multivariate analysis. *Eur J Hort Sci*, 87, 1-11. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2022/019>
- Najafzadeh, R., & Arzani, K. (2015). Superior growth characteristics, yield, and fruit quality in promising european pear (*Pyrus communis* L.) chance seedlings in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(2), 427-442.
- Neder, D. G., Costa, F. R. D., Edvan, R. L., & Souto Filho, L. T. (2013). Correlations and path analysis of morphological and yield traits of cactus pear accessions. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 13, 203-207. <https://doi.org/10.1590/S1984-70332013000300009>
- Pereira-Lorenzo, S., dos Santos, A. R. F., Ramos-Cabrer, A. M., Sau, F., & Díaz-Hernández, M. B. (2012). Morphological variation in local pears from north-western Spain. *Scientia Horticulturae*, 138, 176-182. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.02.007>
- Quamme, H. A., & Gray, J. I. (1985). Pear fruit quality and factors that condition it. *Evaluation of quality of fruits and vegetables*, 47-61.
- Rana, J. C., Chahota, R. K., Sharma, V., Rana, M., Verma, N., Verma, B., & Sharma, T. R. (2015). Genetic diversity and structure of *Pyrus* accessions of Indian Himalayan region based on morphological and SSR markers. *Tree genetics & genomes*, 11, 1-14. DOI 10.1007/s11295-014-0821-2
- Ruiz, D., & Egea, J. (2008). Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in apricot (*Prunus armeniaca* L.) germplasm. *Euphytica*, 163, 143-158. DOI 10.1007/s10681-007-9640-y
- Sharma, V. K. (2003). Studies on variability and selection in hazelnut in Himachal Pradesh (Doctoral dissertation, Dr Yashwant Singh Parmar University of Horticulture and Forestry; Solan).
- Sharma, A., Thakur, D. S., Dangi, G., Chauhan, N., & Verma, P. (2025). Qualitative and Quantitative Analysis of Pear (*Pyrus communis* L.) Germplasm for Morphological and Pomological Traits Using Multivariate Analysis. *Applied Fruit Science*, 67(1), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s10341-024-01250-1>
- Solonkin, A. V., Nikolskaya, O. A., Kikteva, E. N., & Semichenko, E. V. (2022). Creation of High-Quality Varieties of Common Pear (*Pyrus Communis* L.) in the Lower Volga Region. *Agricultural Biology*, 57(5), 981-991. 10.15389/agrobiol.2022.5.981eng
- Vidaković, A., & Poljak, I. (2024). Fruit morphological variability and chemical composition in European wild pear (*Pyrus pyrastrer* (L.) Burgsd.) natural populations. *Genetic resources and crop evolution*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10722-024-01912-9>
- Wu, J., Fan, J., Li, Q., Jia, L., Xu, L., Wu, X., ... & Yin, H. (2022). Variation of organic acids in mature fruits of 193 pear (*Pyrus* spp.) cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 109, 104483. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104483>
- Zarei, A., Erfani-Moghadam, J., & Jalilian, H. (2019). Assessment of variability within and among four *Pyrus* species using multivariate analysis. *Flora*, 250, 27-36. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.11.016>

SU KISITI KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN KARNABAHAH BİTKİLERİNDE CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS ENFEKSİYONUNUN BİTKİ GELİŞİM PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Tuğba BOZÇELİK¹

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, t_bozcelik@hotmail.com, ORCID ID: 0009-0001-4959-8723

Mehmet Ali ŞEVİK^{1*}

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, malis@omu.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-8895-7944

Nazlı Dide Kutluk YILMAZ¹

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, nazlik@omu.edu.tr - ORCID:0000-0001-7331-9109

ÖZET

Karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) Brassicaceae familyası içerisinde yer almakta olup çiçek ve çiçek tablası tüketilen sebzeler grubundan bir kışlık sebze türüdür. Bu kültür bitkisinde cauliflower mosaic virus (CaMV) sorun oluşturan virüsler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, kontrollü şartlarda kum: torf: toprak (3:2:1) ortamında kısıtlı (%30) ve tam (%60) sulama rejimleri altında yetiştirilen karnabahar bitkilerine CaMV enfeksiyonu ve bazı bitki gelişim parametrelerine (bitki boyu, bitki ve kök ağırlığı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı) etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, karnabahar bitkileri CaMV ile inokule edilmiş ve iki farklı sulama rejimi altında 60 gün süre ile yetiştirilmiştir. Ardından, CaMV'ye spesifik antiserum kullanılarak denemeye ait bitkiler enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) yöntemi ile test edilmiştir. Bu çalışmada, kısıtlı sulanan CaMV ile enfekteli bitkilerin, tam sulanan enfekteli bitkilere göre daha yüksek ortalama absorbans değerine (%20.1) sahip olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, çalışmada, tam ya da kısıtlı sulama koşullarında yetiştirilen enfekteli ve sağlıklı bitkilerin gelişim parametreleri yönünden kıyaslanması sonucu ise istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak tam sulama koşullarında sağlıklı ve CaMV-enfekteli bitkilerin toplam evapotranspirasyon (ET) değerleri, kısıtlı sulanan sağlıklı ve enfekteli bitkilere göre önemli düzeyde ($P<0.01$) artış göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kısıtlı sulama, karnabahar, CaMV, büyüme parametreleri

RELATIONSHIPS BETWEEN CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS AND YIELD PARAMETERS OF CAULIFLOWER GROWN IN DIFFERENT IRRIGATION AMOUNTS

ABSTRACT

Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) belongs to the Brassicaceae family and is a winter vegetable species classified among vegetables whose flowers and flower heads are consumed. Cauliflower mosaic virus (CaMV) is one of most important viruses in cauliflower plants. In this study, the infection of CaMV and its effects on some plant growth parameters (plant and root length, plant and root weight, fresh and dry leaf weight) were investigated in

cauliflower plants grown under controlled conditions in a sand:peat:soil (3:2:1) medium with limited (30%) and full (60%) irrigation regimes. For this purpose, cauliflower plants were inoculated with CaMV and grown under two different irrigation regimes for 60 days. Subsequently, the plants in the experiment were tested using the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) method with a CaMV-specific antiserum. In this study, it was determined that CaMV-infected plants under limited irrigation had a higher average absorbance value (20.1%) compared to infected plants under full irrigation. On the other hand, when the growth parameters of infected and healthy plants grown under full or limited irrigation conditions were compared, no statistically significant difference was found. However, under full irrigated conditions, the total evapotranspiration (ET) values of healthy and CaMV-infected plants increased significantly ($P<0.01$) when compared with those of deficient water condition plants.

Keywords: Deficit irrigation, cauliflower, CaMV, growth parameters

1. GİRİŞ

Ülkemizde sebze yetiştiriciliğinde son yıllarda kışlık sebze türlerine ve özellikle lahanagil grubu sebzelere olan ilgi ve talep her geçen gün giderek artmaktadır (Balkaya ve ark., 2023). Bunun sonucu olarak bu türlerin, tarımsal üretimde ekiliş alanları ve üretim miktarları hızlı bir şekilde yükseliş göstermektedir. Geleneksel sebze yetiştiriciliğinde yüksek verim ve ürün kalitesinin artırılması; kaliteli tohum ve fide kullanımı ile kültürel uygulamaların ve tarımsal mücadelenin zamanında yeterli, düzenli ve kontrollü bir şekilde yapılması ile mümkün olur (Ekinci ve ark. 2023).

Önemli Brassica grubu sebzeler; baş lahanaya (var. *capitata*), yaprak lahanaya (var. *acephala*), karnabahar (var. *botrytis*), brokoli (var. *italica*), Brüksel lahanası (var. *gemmifera*), alabaş (var. *gongylodes*), Çin yaprak lahanası (var. *alboglabra*) olarak sıralanabilir (Song et al., 1990; Balkaya ve Karaağaç, 2021). Kışlık sebze türleri arasında yer alan karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), çiçek ve çiçek tablası tüketilen sebzeler grubunda bulunmaktadır. Çiçek tablası beyaz, sarı ve mor renkte olabilmektedir. Ancak, ülkemizde en fazla beyaz renkli çiçek tablasına sahip olan karnabahar yetiştiriciliği yapılmaktadır (Balkaya ve Doğru, 2016).

Türkiye’de toplam 86.771 dekar alanda 239.857 ton karnabahar üretimi yapılmaktadır (TÜİK, 2022). Karadeniz Bölgesi’nde karnabahar üretimi 1980’li yıllardan itibaren başlamış ve hızla yaygınlaşmıştır (Günay, 1984).

Lahanagil grubuna ait sebze üretimini olumsuz etkileyen çok sayıda viral etmen bulunmaktadır (Wilson et al., 2012). Cauliflower mosaic virus (CaMV) bunlardan birisidir. CaMV, Caulimoviridae familyasının, Caulimovirus cinsinin bir üyesi olup doğada yaklaşık 27 yaprak biti türü tarafından non-persistent olarak taşınmaktadır (Bak and Emerson, 2020; Kennedy et al., 1962). Bu virüs türü genellikle karnabahar, turp, şalgam, kolza, hardal, brokoli ve lahanaya gibi Brassicaceae familyasından bitkilerde enfeksiyon oluşturmaktadır.

Türkiye’de karnabaharda enfeksiyon oluşturan viral etmenler üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. İzmir’de yürütülen bir çalışmada, bu bitkide cauliflower mosaic virus (CaMV), turnip mosaic virus (TuMV) ve radish mosaic virus (RaMV) belirlenmiştir (Erkan ve ark., 2013). Doğu Akdeniz Bölgesi’nde yetiştirilen kışlık sebzelerdeki virüs hastalıklarının tespiti amacı ile 2007-2010 yılları arasında yürütülen çalışmada, 137 karnabahar örneğinden sadece bir tanesinde CaMV’nin varlığını belirlenmiştir (Alan, 2012). Öte yandan, Çanakkale

ilinde 2010-2011 yıllarında srvey çalışması yürütülerek karnabahar bitkilerinden örnekler alınmış ve DAS-ELISA testlemeleri sonucunda CaMV'nin varlığı saptanmıştır (Tuzlalı ve Korkmaz, 2014). Yine, Ankara ilinde 2016 ve 2017 yılı şubat-Ekim ayları arasında karnabahar bitkilerinden toplanan örneklerde, DAS-ELISA yöntemi ile CaMV tespit edilmiştir (Kashtiban ve Ertunç, 2020).

Lahanagil grubu sebze türleri bitkisel üretimde iklim seçiciliği yüksek olan türler arasında yer almaktadır (Balkaya ve Karaağaç, 2021; Balkaya ve ark., 2023). Yetiştiricilikte genel olarak serin iklim koşulları tercih edilmektedir. Son yıllarda yaşanan iklim değişiklikleri ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kuraklık, tuzluluk, su basması gibi abiyotik stres faktörleri (Atasoy ve ark., 2023) ve bitki hastalık ve zararlıları lahanagil sebze türlerinde büyüme, gelişme ve buna bağlı olarak verim ve ürün kalite unsurlarını olumsuz yönde etkilemektedir (Sevik, 2020)

Lahanagil grubu sebze türlerinin yetiştiriciliğinde bitki büyümesi ve gelişimi üzerine etkili olan diğer önemli bir faktör, bitkilerin kök mimarileri ve ortaya çıkan stres faktörleri altında köklenme yetenekleri ile köklerin topraktan aldığı su ve besin maddesi miktarlarıdır (Atasoy ve ark., 2023).

Bu alışmada; CaMV'un su kısıtı koşullarda yetiştirilen karnabahar bitkilerinin bazı bitki gelişim parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırmanın yetiştiricilik kısmı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ne ait sıcaklık kontrollü ($24^{\circ}\text{C} \pm 2$) iklim adasında gerçekleştirilmiştir. Bitki analizleri ise Bitki Koruma Bölümü Viroloji laboratuvarında 2024 yılı Kasım-2025 yılı Ocak ayı arasında yrtlmştir.

Araştırmada, bitki materyali olarak ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan karnabahar çeşiti kullanılmıştır. Araştırma plastik saksılarda tesadüf parselleri deneme desenine göre her tekerrürde 4 bitki olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada saksılara yetiştirme ortamı olarak 3:2:1 oranında kum: torf: toprak karışımı hassas terazide tartılarak hazırlanmıştır. Denemede kullanılan bitki yetiştirme ortamına uygulanacak su kısıtı seviyelerinin belirlenmesi amacıyla; gravimetrik yönteme göre toprağın su tutuma kapasitesi (STK) hesaplanmıştır. Yetiştirme ortamında maksimum su tutma kapasitesinin %60'ını sağlayan sulama uygulaması tam sulama, %30'unu sağlayan sulama uygulaması ise kısıtlı sulama uygulaması olarak seçilmiştir.

Çalışmada karnabahar bitkilerinden elde edilen CaMV izolatu kullanılmıştır. CaMV ile enfekteli karnabahar yaprakları 0.01 M phosphate buffer (pH 7.0) ortamında ezilmiş, mekaniksel olarak karnabahar fidelerine inokule edilmiştir (Sevik, 2020). Aynı bitkilere mekaniksel inokulasyon işlemi 15 gün sonra tekrar edilmiştir.

Bu süreç içerisinde bitkiler 2 gün ara ile tartılarak eksilen su miktarı bitki gelişme ortamının tuttuğu maksimum su seviyesinin %60'ı (tam sulama) ve %30'u (kısıtlı sulama)

olacak şekilde sulanmıştır. 60 günlük yetiştirme periyodu sonunda, bitkilerde belirtilen semptomlar kaydedilmiş, fotoğrafları çekilmiş ve takiben her bir saksıdaki bitkiler ayrı ayrı hasat edilerek bitki kökleri musluk suyunda yıkanıp topraktan arındırılmıştır. Hasat sonrasında her bir saksıdaki bitkilere ait yaprak ve kök ağırlıkları hassas terazi yardımı ile tartılarak kaydedilmiştir. Bitkilerin yaprak bölgeleri alınarak; ELISA testinde kullanılmak üzere etiketlenerek -20°C'deki derin dondurucuda saklanmıştır.

Bitki yapraklarında oransal doygunluğun belirlenmesi için her bir saksıdan 1 cm çapında 10 adet yaprak diski kesilerek orijinal ağırlıkları tartılmış, ardından saf su ile doldurulmuş falcon tüp içerisinde 24 saat süreyle bekletilerek doygun duruma gelmeleri sağlanmıştır. Tamamen doygun (turgit) hale gelmiş olan örneklerin ağırlıkları yaprak diskleri üzerindeki fazla su damlaları kâğıt havluyla kurutulduktan sonra tartılarak belirlenmiştir. Ardından bu diskler etüvde 70°C'de 24 saat bekletilerek fırında kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bitkilerin oransal doygunluk değerleri hesaplanmıştır (Turner, 1981).

Yürütülen serolojik çalışmada; CaMV (Bioreba)'e spesifik poliklonal antiserum kullanılmıştır. Bu yöntem Clark ve Adams (1977) ve antiserumların temin edildiği firmanın açıklamaları göz önüne alınarak uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar ELISA mikroyokuyucusunda (Tecan Spectra II) 405 nm dalga boyunda absorbans değerlerinin alınmasıyla sağlanmıştır. Negatif kontrollerin absorbans değerlerinden üç katı ve daha fazla değer veren örnekler pozitif olarak değerlendirilmiştir (Şevik 2020).

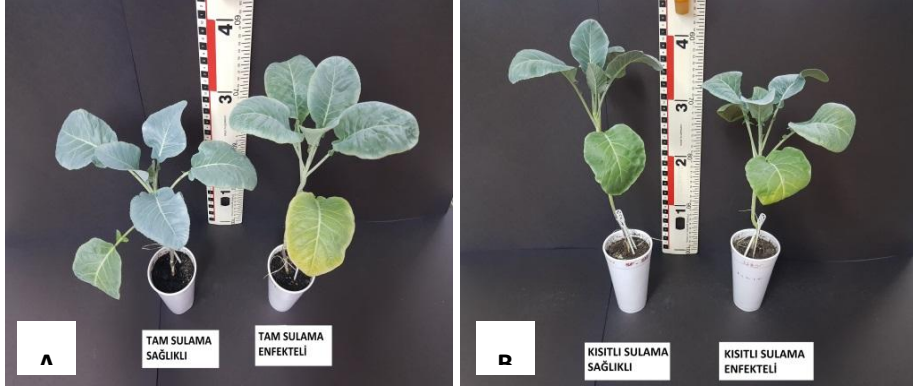
Araştırmadan elde edilen ortalama ELISA Absorbans değerleri, bitki boyu (cm), bitki ve yaprak kök ağırlıkları (gr), yaprak yaş ve kuru ağırlıkları (gr) verileri bilgisayar ortamında SPSS 21.0 istatistik paket programında değerlendirilmiş, uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Karnabahar Bitkilerinde Abiyotik (Su kısıtı) ve Biyotik (Virüs) Stres Faktörlerinin Etkilerinin Fenotipik Olarak Değerlendirilmesi

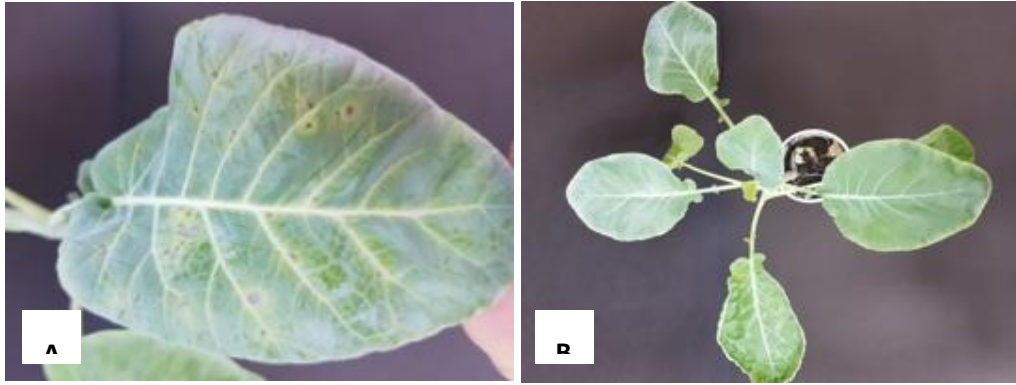
60 günlük yetiştirme periyodu sonrasında, iki farklı (%30 ve %60) sulama rejimi kullanılarak, virüs stresi altında olan ve olmayan karnabahar bitkileri fenotipik olarak karşılaştırılmıştır.

Tam (%60) sulama uygulanan sağlıklı bitkilerin boyu, CaMV enfekteli bitkilerin boylarına oranla daha kısa olduğu gözlemlenmiştir (Görsel 1A). Kısıtlı sulama (%30) koşullarında ise CaMV enfekteli bitkilerin boyu sağlıklı bitkilere oranla daha kısa olduğu gözlemlenmiştir (Görsel 1B).



Görsel 1. Tam ve kısıtlı sulama koşullarında yetiştirilen CaMV-enfekteli (A) ve sağlıklı (B) karnabahar bitkilerinin görünüşleri

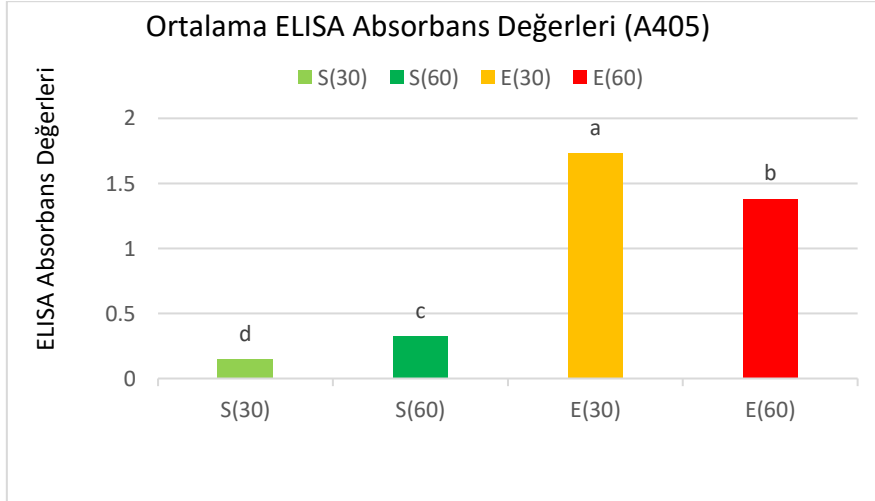
Öte yandan tam sulanan CaMV inokule edilen bitkilerde nekrotik lekeler (A) ve yapraklarda şekil bozukluğu (B) gözlenmiştir (Görsel 2).



Görsel 2. CaMV enfekteli karnabahar bitkilerinin yapraklarında gözlenen nekrotik lekeler (A) ve şekil bozuklukları (B)

3.2. Karnabahar Bitkilerinde Abiyotik ve Biyotik Stres Faktörlerinin Etkilerinin Serolojik Olarak Değerlendirilmesi

Kısıtlı (%30) ve tam (%60) sulama şartları altında yetiştirilen karnabahar fideleri, 60 gün sonra DAS-ELISA yöntemiyle test edilmiştir. İstatiksel olarak aynı grupta yer almasına rağmen; kısıtlı sulama uygulamasında (%30) CaMV ile enfekteli bitkilerin, tam sulanan enfekteli bitkilere (%60) göre daha yüksek ortalama absorbans değerine (%20.1) sahip olduğu belirlenmiştir. Farklı sulama koşullarında yetiştirilen bitkilerin ELISA absorbans değerlerinin karşılaştırılması sonucu uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Görsel 3).



Görsel 3. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında sağlıklı ve CaMV-enfekteli karnabahar bitkilerinin ortalama ELISA absorbans değerleri

3.3. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı bitkilerin ortalama bitki boyu

Sekiz hafta süre ile kısıtlı (%30) ve tam (%60) sulama şartları altında yetiştirilen karnabahar bitkilerin boyları karşılaştırıldığında, uygulamalar arasında bitki boylarında önemli bir farklılık olmadığı (31.25-32 cm) saptanmıştır (Görsel 4).



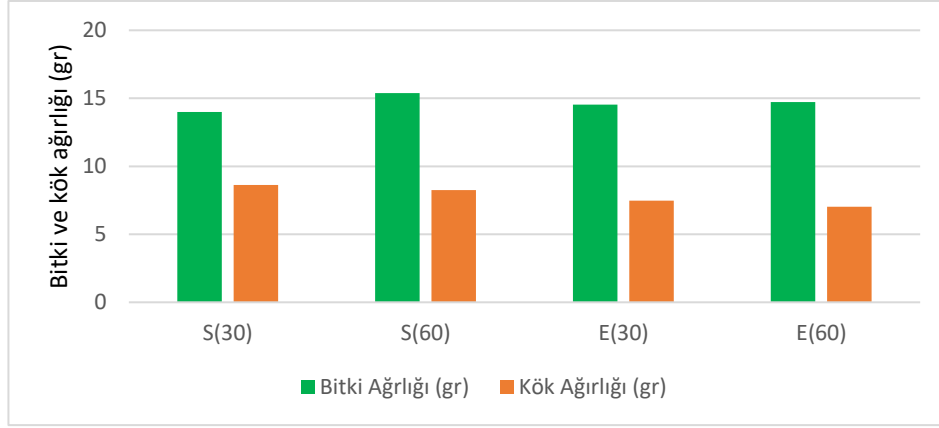
Görsel 4. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı karnabahar bitkilerinin ortalama bitki boyları (cm)

Bitki boyları ortalaması (cm), sırası ile sağlıklı kısıtlı su uygulamasında (S30) 32 cm, sağlıklı tam su uygulamasında (S60) ve enfekteli kısıtlı su uygulamasında E(30) 31.25 cm, enfekteli tam sulama (E60) ise 31.5 cm olarak ölçülmüştür.

3.4. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı bitkilerin ortalama bitki ağırlıkları

En yüksek ortalama bitki ağırlığı (BA); tam sulanan (%60) sağlıklı bitkilerde 15.38 g olarak elde edilirken, en düşük BA değeri ise 14 g ile kısıtlı sulanan (%30) sağlıklı karnabahar bitkilerinde belirlenmiştir.

Bitki kök ağırlık (BKA) ortalaması en yüksek olan uygulama ise kısıtlı sulanan (%30) sağlıklı bitkilerde 8.62 g olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada; virüs ile enfekteli bitkilerde %14 oranında BKA'da düşüş olduğu saptanmıştır (Görsel 5)

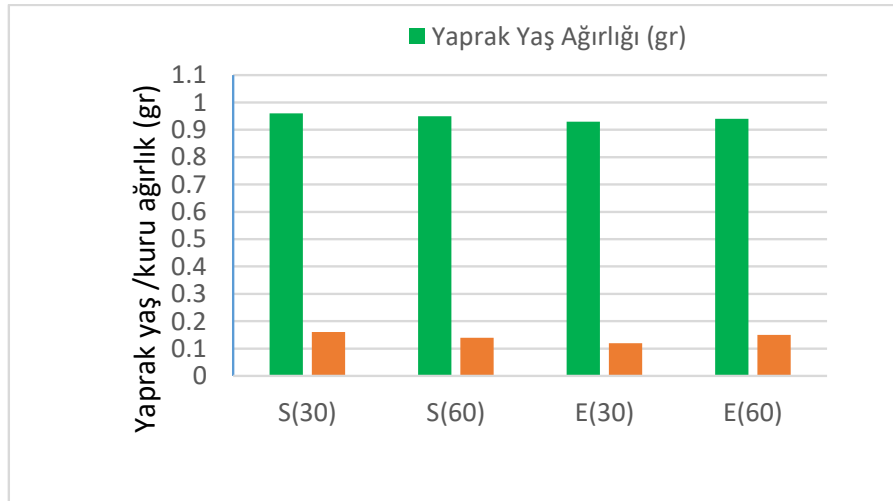


Görsel 5. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı karnabahar bitkilerinin ortalama bitki ve kök ağırlıkları (gr)

3.5. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında enfekteli (CaMV) ve sağlıklı bitkilerin ortalama kuru bitki ağırlıkları

En yüksek ortalama yaş yaprak ağırlığı (YYA); kısıtlı sulanan (%30) sağlıklı bitkilerde 0.96 g olarak elde edilirken, en düşük YYA değeri ise 0,93 g ile kısıtlı sulanan (%30) CaMV-enfekteli karnabahar bitkilerinde belirlenmiştir.

Uygulamalar arasında yaprak kuru ağırlık (YKA) karşılaştırılması sonucunda; yine aynı şekilde en düşük ortalama değer kısıtlı sulanan (%30) CaMV-enfekteli karnabahar bitkilerinde saptanmıştır (Görsel 6).



Görsel 6. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı karnabahar bitkilerinin ortalama yaprak yaş ve kuru ağırlıkları (gr)

Daha önce yapılan benzer çalışmada, (Rezaei et al., 2014) beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) ile bulaşık ve bulaşık olmayan şeker pancarı alanlarında yürüttükleri deneme sonucu virüs ile enfekteli bitkilerde kuru bitki ağırlığında %57'ye varan oranlarda düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da benzer şekilde; virüs enfekteli bitkilerde %14 oranında yaprak kuru ağırlığında düşüş olduğu saptanmıştır.

3.6. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında enfekteli ve sağlıklı bitkilerde oransal doygunluk (Turgidite) yüzdesinin belirlenmesi

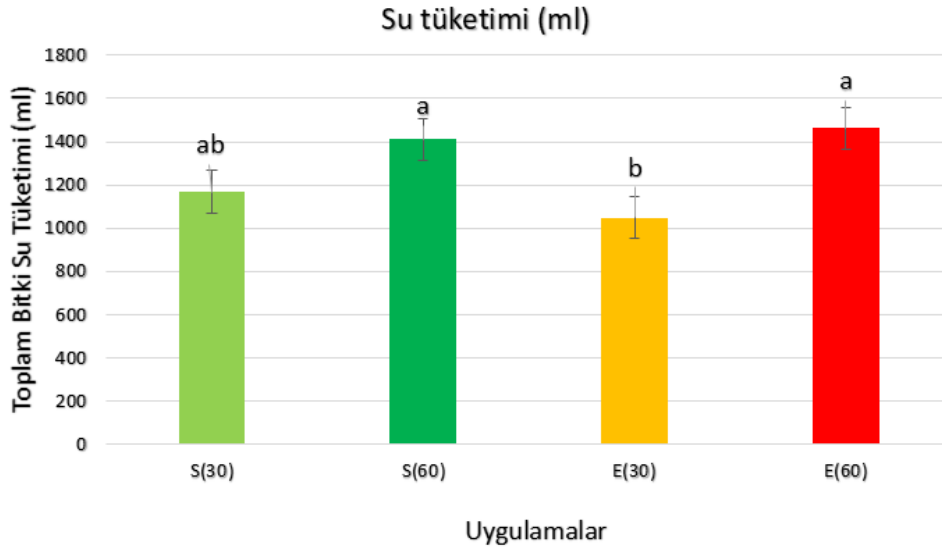
Yaprakların oransal turgidite yüzde değerleri incelendiğinde, bütün uygulamalarda tam sulama (%60) koşullarında yetiştirilen sağlıklı ve enfekteli bitkilerde yaprakların turgor durumu daha yüksek çıkmıştır. Su kısıtı koşullarındaki (%30) enfekteli bitkilerde turgor durumu, buna bağlı olarak turgidite yüzdesi (%78,15), tam sulanan (%60) enfekteli bitkilere göre daha düşük çıkmıştır. Su kısıtı (%30) koşullarında yetiştirilen sağlıklı bitkilerin oransal doygunluk (turgidite) değerleri tam sulama koşuluna göre daha düşük (%75,15) bulunmuştur (Görsel 7).



Görsel 7. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı bitkilerin oransal turgidite değerleri

3.7. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı bitkilerin toplam su tüketimlerinin (ET) karşılaştırılması

Sekiz haftalık deneme süresince bitkiler iki gün ara ile tartılmış ve eksilen su miktarı bitki gelişme ortamının tuttuğu maksimum su seviyesinin %60'ı (tam sulama) ve %30'u (kısıtlı sulama) olacak şekilde sulama yapılmış ve bitkinin sekiz hafta boyunca tükettiği su miktarı belirlenmiştir (Görsel 8).



Görsel 8. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı bitkilerin toplam evapotranspirasyon (ET) değerleri

Görsel 8.'deki grafik incelendiğinde; en çok su tüketimi tam sulanan hastalıklı (E60) ve tam sulanan sağlıklı (S60) bitkilerde görülmüştür. Ayrı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Yapılan benzer bir çalışmada ise; iki farklı (kısıtlı ve tam) sulama rejimi altında yetiştirilen biber bitkilerine 5 farklı besin maddesi üç tekerrürlü olarak uygulanmış ve uygulamadan 2 hafta sonra bitkiler TSWV ile inokule edilmiştir. Su kısıtlı koşullarında sağlıklı ve TSWV-enfekteli bitkilerin toplam evapotranspirasyon (ET) değerlerinin, tam sulanan bitkilere göre önemli düzeyde azaldığı, bu azalmanın NH_4SO_4 ve MgSO_4 uygulananlarda daha belirgin olduğu saptanmıştır. Çalışma sonuçları, tam sulama koşullarında enfekteli bitkilerdeki biyokütle kaybının %23, kısıtlı su koşullarındaki kaybın ise %12 olduğunu göstermiştir (Aslan, 2023).

Son yıllarda yürütülen bazı çalışmalar, virüs kaynaklı bazı enfeksiyonların bitkilerin abiyotik stres koşullarına karşı toleransının artmasına neden olabileceğini göstermiştir (Anfoka vd., 2016; Aguilar vd., 2017; Aguilar ve Lozano-Duran, 2022). Bununla birlikte, bazı durumlarda virüs enfeksiyonunun kuraklık toleransını azalttığı da gözlemlenmiş, yapılan bir çalışmada, *Arabidopsis thaliana* bitkisi CaMV ile enfekte olduğunda kuraklık toleransının azaldığı bildirilmiştir (Berges et al., 2018 and 2021).

Bu çalışmada, kısıtlı sulama (%30) ve tam sulama (%60) koşullarında karnabahar bitkilerinde CaMV enfeksiyonu oluşumu ve bu viral enfeksiyonun bazı bitki gelişim parametreleri (bitki boyu, bitki ve kök ağırlığı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı) üzerine etkileri araştırılmıştır.

Yürütülen çalışmada; ELISA absorbans değerleri incelendiğinde; kısıtlı sulama uygulamasında (%30) CaMV ile enfekteli bitkilerin, tam sulanan enfekteli bitkilere (%60) göre daha yüksek ortalama absorbans değerine (%20,11) sahip olduğu belirlenmiştir.

Bitki boyları ortalaması en yüksek sağlıklı kısıtlı su uygulamasında (S30) 32 cm ölçülürken, virüs enfekteli kısıtlı sulama uygulamasında (E30) CaMV'nin bitki boyunda kısalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

Bitki kök ağırlık (BKA) ortalaması en yüksek olan uygulama kısıtlı sulanan (%30) sağlıklı karnabahar bitkilerinde (8.62 gr) olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada; virüs ile enfekteli bitkilerde %14 oranında BKA'da düşüş olduğu saptanmıştır.

En yüksek ortalama yaş yaprak ağırlığı (YYA); kısıtlı sulanan (%30) sağlıklı bitkilerde elde edilirken, en düşük YYA değeri ise kısıtlı sulanan (%30) CaMV-enfekteli karnabahar bitkilerinde belirlenmiştir. Uygulamalar arasında yaprak kuru ağırlık (YKA) karşılaştırılması sonucunda; yine aynı şekilde en yüksek ortalama değer (0.16 gr) kısıtlı sulanan (%30) CaMV-enfekteli karnabahar bitkilerinde saptanmıştır.

Yapılan benzer bir çalışmada, CaMV enfeksiyonunun yaprak lahanası bitkilerinde, bitki (%14.6) ve yaprak (%16.9) boy, yaprak (%3.4) genişlik, sap yüksekliği (%8.0), kök (%15.8) boy, bitki taze (%17.7), kuru ağırlık (%13.1), kök yaş (%18.4), kuru ağırlık (%7.1) ve yaprak klorofil (%32.4) içeriğinde azalmalara neden olduğu tespit edilmiştir (Cansız ve Sevik, 2019). Sevik (2020) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, CaMV enfeksiyonunun turp bitkilerinin birçok bitki gelişim parametrelerine değişen oranlarda (%7.6 - 38.1) olumsuz etki yaptığı saptanmıştır.

Sonuç olarak, karnabahar bitkilerinde abiyotik (su kısıtı) ve biyotik (CaMV) stres faktörlerinin etkilerinin fenotipik olarak değerlendirilmesi sonucunda karnabahar bitkilerinin bazı bitki gelişim parametreleri üzerine farklı koşullarda (kısıtlı (%30)/tam(%60) sulama, sağlıklı/enfekteli) farklı etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Ancak, bitkilerde su kısıtı uygulamalarının (az, orta, tam) bitki savunma sistemindeki etkilerinin daha net anlaşılabilmesi için, arazi koşullarında farklı su kısıtları altında bitki-virüs-çevre şartları etkileşimi üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

4. KAYNAKÇA

- [1] Alan, B. (2012). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Kışlık Sebzelerde Hastalık Yapan Virüslerin Tanınması ve Karakterizasyonu., Çukurova Ünv. Fen Bil. Ens. Bitki Koruma ABD, Adana, Türkiye.
- [2] Aguilar, E., Cutrona, C., Del Toro, F. J., Vallarino, J. G., Osorio, S., Pérez - Bueno, M. L., ... & Tenllado, F. (2017). Virulence determines beneficial trade - offs in the response of virus - infected plants to drought via induction of salicylic acid. *Plant, Cell & Environment*, 40(12), 2909-2930.
- [3] Aguilar, E., & Lozano-Duran, R. (2022). Plant viruses as probes to engineer tolerance to abiotic stress in crops. *Stress Biology*, 2(1), 20.
- [4] Anfoka, G., Moshe, A., Fridman, L., Amrani, L., Rotem, O. R., Kolot, M., ... & Gorovits, R. (2016). Tomato yellow leaf curl virus infection mitigates the heat stress response of plants grown at high temperatures. *Scientific Reports*, 6(1), 19715.

- [5] Aslan Z., (2023). Su kısıtı koşullarında yetiştirilen biber bitkilerinde farklı azot formlarının domates lekeli solgunluk virüsü (tomato spotted wilt virus) enfeksiyonuna ve bitki gelişim parametrelerine etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 103s.
- [6] Atasoy S, Şahin GT, Balkaya A. 2023. Lahanagil Sebze Türlerinin Kök Sistemi Mimarileri Yönünden Karşılaştırılması. Inter J Life Sci Biotech, 6: 193-207.
- [71] Bak, A., Emerson, J.B., 2020. Cauliflower mosaic virus (CaMV) Biology, Management, and Relevance to GM plant detection for Sustainable organic agriculture. Front. Sustain. Food Syst., 4, 21.
- [8] Balkaya ve Doğru (2016). Türkiye'de karnabahar yetiştiriciliğinin mevcut durumu, sorunlar ve çözüm yolları. Tarım Türk dergisi 11: s 120-124.
- [9] Balkaya A, Karaağaç O. 2021. Lahanagiller (Brassicaceae) ıslahı, Bölüm:1 lahanana Islahı, Gece Kitaplığı, s. 149-198.
- [10] Balkaya, A., O. Karaağaç, and S. Atasoy, 2023. Geçmişten Geleceğe Türkiye'de Lahanagil Sebzelerinin Üretimi, Sorunları ve Çözüm Önerileri, in Farklı Yönleriyle Lahanagiller Üzerine Bilimsel Çalışmalar, F. Yaşar and Ö. Üzal, Editors. İksad Publishing House. Türkiye. p. 3-36.
- [11] Berge`s, S.E. & Vile, D., Vazquez-Rovere, C., Blanc, S., Yvon, M., Bediee, A., Rolland, G., Dauzat, M., van Munster, M. (2018). Interactions between drought and plant genotype change epidemiological traits of Cauliflower mosaic virus. Front. Plant Sci. 9, 703.
- [12] Berge`s, S.E., Vile, D., Yvon, M., Masclef, D., Dauzat, M.. & van Munster, M. (2021). Water deficit changes the relationships between epidemiological traits of Cauliflower mosaic virus across diverse Arabidopsis thaliana accessions. Sci. Rep. 11, 24103.
- [13] Cansız N., Sevik M.A., 2019. Effects of *Cauliflower mosaic virus* on morphological parameters of kale. 2nd International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences, 28-29 June 2019, Ankara, Turkey. p. 529-531.
- [14] Clark M.F. and Adams A.N. (1977). Characteristics of the microplate method of enzyme linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. Journal of General Virology, n. 34: 475-483.
- [15] Ekinci, M., S. Örs and E. Yıldırım, Lahanagil Sebze Türlerinde Sulama ve Su Stresi, in Farklı Yönleriyle Lahanagiller Üzerine Bilimsel Çalışmalar, F. Yaşar and Ö. Üzal, Editors. 2023, İksad Publishing House. Türkiye. p. 181-214.
- [16] Erkan, S., Gümüş, M., Paylan, İ. C., Duman, İ., & Ergün, M. (2013). İzmir ili ve çevresindeki bazı kışlık sebzelerde görülen viral etmenlerin saptanması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2013, 50 (3): 311-322.
- [17] Günay, A., (1984). Sebzeçilik. Özel Sebze Yetiştiriciliği Cilt III. Ankara.

- [18] Kashtiban, A.H, Ertunç, F. (2020). Serological and molecular detection of Cauliflower mosaic virus and its vectors infecting cold-season vegetables in Ankara province. *Plant Protection Bulletin*, 60 (3) : 65-71.
- [19] Rezaei J, Bannayan M, Nezami A, Mehrvar M and Mahmoodi B, 2014. Growth analysis of rhizomania infected and healthy sugar beet. *J Crop Sci Biotechnol*, 17, 59–69.
- [20] Şevik, M.A, 2020. Impact of Cauliflower mosaic virus infection on morphological parameters of radish plants. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 35(2): 27-29.
- [21] Song K, Osborn TC., Williams P.H. 1990. Brassica taxonomy based on nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs): 3. Genome relationships in Brassica and related genera and the origin of *B. oleracea* and *B. rapa* (syn. *campestris*). *Theoretical and Applied Genetics*. 79: 497–506.
- [22] Turner CN. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant Soil*. 1981;58: 339-66.
- [23] Tuzlalı, H.T., Korkmaz, S. (2014). Çanakkale ilinde Karnabahar mozaik virüsü (Cauliflower mosaic virus; CaMV) izolatlarının tanılanması ve karakterizasyonu . *Akdeniz Univ. Journal of the Faculty of Agriculture*, 27(1): 1-7.
- [24] Wilson, C. R., Lambert, S. J., Dann, A. L., Cross, P., & Hay, F. S. (2012). Occurrence of viruses within Tasmanian vegetable crops and identification of a novel Polerovirus infecting pea. *Australasian Plant Pathology*, 41, 311-319.

CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS ENFEKSİYONUNUN SU KISITI KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN BEYAZ BAŞ LAHANA BİTKİLERİNDE BİTKİ GELİŞİM PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Tuğba BOZÇELİK¹

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, t_bozcelik@hotmail.com, ORCID ID: 0009-0001-4959-8723

Mehmet Ali ŞEVİK^{1*}

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, malis@omu.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-8895-7944

Nazlı Dide Kutluk YILMAZ¹

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, nazlik@omu.edu.tr - ORCID:0000-0001-7331-9109

ÖZET

Beyaz baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata*. L) Brassicaceae (lahanagiller) familyası içerisinde yer alan ve ekonomik olarak üretimi yapılan önemli bir kışlık sebze türüdür. Bu sebze türünde biyotik ve abiyotik stres faktörleri büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu çalışmada, kontrollü şartlarda kum: torf: toprak (3:2:1) ortamında kısıtlı (%30) ve tam (%60) sulama rejimleri altında yetiştirilen “Yalova-1” beyaz baş lahana çeşidinde cauliflower mosaic virus (CaMV)’un enfeksiyonu ve bitki gelişim parametrelerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, lahana bitkileri CaMV ile inokule edilmiş ve iki farklı sulama rejimi altında sekiz hafta süre ile yetiştirilmiştir. Bu yetiştirme periyodu sonunda, denemeye ait tüm bitkiler ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) yöntemi ile test edilmiştir. Tam sulama uygulamasında (%60) yetiştirilen enfekteli bitkilerin ortalama ELISA absorbans değerlerinin, kısıtlı sulananlara göre nispeten daha yüksek olduğu (%8.86) belirlenmiştir. Çalışmada, tam (%60) ve kısıtlı (%30) sulama koşullarında yetiştirilen CaMV-enfekteli ve sağlıklı lahana bitkilerinin su tüketimi ve gelişim parametreleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Uygulamalar arasında istatistiksel olarak ($P<0.01$) önemli bir fark bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Su stresi, CaMV, ELISA, büyüme parametreleri

EFFECTS OF CAULIFLOWER MOSAIC VIRUS INFECTION ON PLANT GROWTH PARAMETERS IN WHITE HEAD CABBAGE GROWN UNDER WATER-DEFICIENT CONDITIONS

ABSTRACT

White head cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), belonging to the Brassicaceae, is an economically important winter vegetable crop. In this vegetable species, biotic and abiotic

stress factors negatively affect growth and development. In this study, the infection of cauliflower mosaic virus (CaMV) and its effects on plant growth parameters were investigated in the Yalova-1 white head cabbage variety, grown under controlled conditions in a sand:peat:soil (3:2:1) medium with limited (30%) and full (60%) irrigation regimes. Cabbage plants were inoculated with CaMV and cultivated for eight weeks under two different irrigation regimes. At the end of this cultivation period, all plants in the experiment were tested using the ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) method. The average ELISA absorbance values of infected plants grown under full irrigation (60%) were found to be relatively higher (8.86%) compared to those under limited irrigation. Additionally, water use efficiency and the growth parameters of CaMV-infected and healthy cabbage plants grown under full (60%) and limited (30%) irrigation conditions were statistically compared and there were not a statistically significant ($P<0.01$) difference among the treatments.

Keywords: Water stress, CaMV, ELISA, growth parameters

1. GİRİŞ

Ülkemizde son yıllarda kışlık sebze türlerine ve özellikle lahanagil grubu sebzelere olan ilgi ve talep her geçen gün giderek artmaktadır (Balkaya ve ark., 2023). Türkiye’de ılıman iklim türlerinden tropik iklim türlerine kadar uzanan yazlık ve kışlık 50 kadar sebze türü yetiştirilmekte olup, Brassicaceae familyasına ait türlerden olan beyaz baş lahanaya (*Brassica oleracea* var. *capitata* subvar. *alba*) yetiştiriciliği yapılan sebzeler içerisinde önemli bir yere sahiptir (Balkaya ve Karaağaç, 2021).

Tarımsal üretimde elde edilen ürünün miktarı ve kalitesi üzerine etki yapan birçok faktör arasında viral kaynaklı etmenlerin ayrı bir önemi vardır. Cauliflower mosaic virüs (CaMV) Dünya’da kışlık sebzelerde yaygın olarak görülen önemli bir viral etmendendir ve Brassicaceae familyasına ait bitkilerde önemli kayıplara neden olabilmektedir (Lathan et al., 2003). Ülkemizin diğer bazı bölgelerinde ve Karadeniz Bölgesi’nde Samsun ilinde daha önce yapılan çalışmalar ile birçok Brassicaceae familyasına ait kültür bitkilerinde tespit edilmiştir (Sevik, 2016).

CaMV karakteristik olarak Caulimovirus grubu üyesi ve çift sarmal DNA içeren bir virüstür. CaMV 50 nm çapında izometrik partiküllere sahiptir ve alt birimi 420 kapsid proteinden oluşmaktadır; CaMV’nin dairesel çift sarmal genomu 8 kb’dir (Cheng et al., 1992).

Lahanagil grubu sebze türleri bitkisel üretimde iklim seçiciliği yüksek olan türler arasında yer almaktadır (Balkaya, 2016; Balkaya ve ark., 2023). Yetiştiricilikte genel olarak serin iklim koşulları tercih edilmektedir. Son yıllarda yaşanan iklim değişiklikleri ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kuraklık, tuzluluk, su basması gibi abiyotik stres faktörleri (Atasoy ve ark., 2023) ve bitki hastalık ve zararlıları lahanagil sebze türlerinde büyüme, gelişme ve buna bağlı olarak verim ve ürün kalite unsurlarını olumsuz yönde etkilemektedir (Sevik, 2020). Dünyada mevcut su kaynaklarının da tükenmesine bağlı olarak kuraklık stresi tarımsal üretimi güçleştirmekte, özellikle bu durum stres koşullarının yaygın olarak görüldüğü gelişmekte olan yarı kurak ya da kurak ülkelerde sebze üretimini sınırlandırmaktadır (Samancıoğlu ve ark., 2016).

Bu çalışmada; Cauliflower mosaic virüs (CaMV)’un su kısıtı koşullarında yetiştirilen beyaz baş lahanaya bitkilerinin bazı bitki gelişim parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmanın yetiştiricilik kısmı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ne ait sıcaklık kontrollü ($24^{\circ}\text{C} \pm 2$) iklim adasında gerçekleştirilmiştir. 2024 yılı Kasım-2025 yılı Ocak ayı arasında ise bitki analizleri Bitki Koruma Bölümü Viroloji laboratuvarında yürütülmüştür.

Araştırmada, bitki materyali olarak ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan beyaz baş lahana çeşidi (Yalova-1) kullanılmıştır. Çalışma plastik saksılarda tesadüf parselleri deneme desenine göre her tekerrürde 4 bitki olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme ortamı olarak 3:2:1 oranında kum: torf: toprak karışımı hassas terazide tartılarak araştırmada kullanılmıştır. Denemede kullanılan bitki yetiştirme ortamına uygulanacak su kısıtı seviyelerinin belirlenmesi amacıyla; gravimetrik yöntemle göre toprağın su tutuma kapasitesi (STK) hesaplanmıştır.

Yürütülen bu çalışmada karnabahar bitkilerinden elde edilen CaMV izolatı kullanılmıştır. CaMV-enfekteli karnabahar yaprakları 0.01 M phosphate buffer (pH 7.0) kullanılarak ezilmiş ve beyaz baş lahana bitkilerine inokule edilmiştir (Sevik, 2020). İnokulasyondan iki hafta sonra aynı işlem tekrar edilmiş, veriler kaydedilmiştir.

Yetiştirme ortamında maksimum su tutma kapasitesinin %60'ını sağlayan sulama uygulaması tam sulama %30'unu sağlayan sulama uygulaması ise kısıtlı sulama uygulaması olarak seçilmiştir. Bitkiler iki gün ara ile tartılarak eksilen su miktarı bitki gelişme ortamının tuttuğu maksimum su seviyesinin %60'ı (tam sulama) ve %30'u (kısıtlı sulama) olacak şekilde sulanmıştır. Sekiz haftalık yetiştirme periyodu sonunda, bitkilerde belirtilen semptomlar kaydedilmiş, fotoğrafları çekilmiş ve takiben her bir saksıdaki bitkiler ayrı ayrı hasat edilerek bitki kökleri musluk suyunda yıkanıp topraktan arındırılmıştır. Hasat sonrasında her bir saksıdaki bitkilere ait yaprak ve kök ağırlıkları hassas terazi yardımı ile tartılarak kaydedilmiştir. Bitkilerin yaprak bölgeleri alınarak; ELISA testinde kullanılmak üzere etiketlenerek -20°C 'deki derin dondurucuda saklanmıştır.

Bitki yapraklarında oransal doyunluğun belirlenmesi için her bir saksıdan 1 cm çapında 10 adet yaprak diski kesilerek orijinal ağırlıkları tartılmış, ardından saf su ile doldurulmuş tüp içerisinde 24 saat süreyle bekletilerek doyun duruma gelmeleri sağlanmıştır. Tamamen doyun hale gelmiş olan örneklerin ağırlıkları yaprak diskleri üzerindeki fazla su damlaları kâğıt havluyla kurutulduktan sonra tartılarak belirlenmiştir. Ardından bu diskler etüvde 70°C 'de 24 saat bekletilerek fırında kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bitkilerin oransal doyunluk değerleri hesaplanmıştır (Turner, 1981).

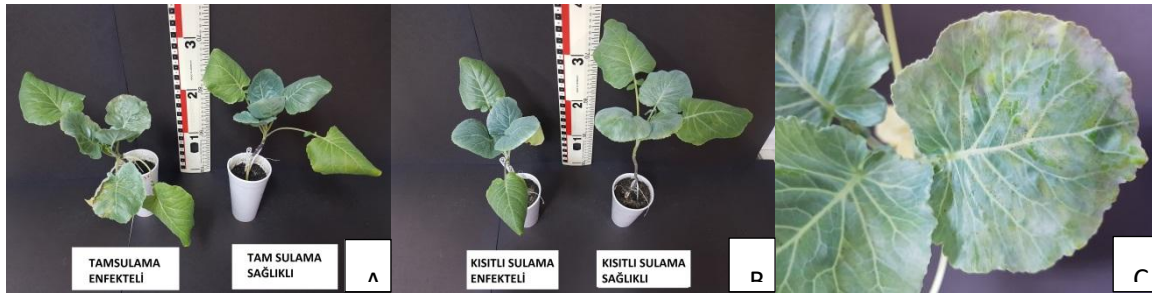
Serolojik çalışmalarda; CaMV (Bioreba) spesifik poliklonal antiserum kullanılmıştır. DAS-ELISA yöntemi Clark and Adams (1977) ve antiserumun temin edildiği firmanın açıklamaları göz önüne alınarak uygulanmıştır. Sonuçlar, ELISA mikroyuvarı okuyucusunda (Tecan Spectra II) 405 nm dalga boyunda absorpsiyon değerlerinin alınmasıyla sağlanmıştır. Negatif kontrollerin absorpsiyon değerlerinden üç katı ve daha fazla değer veren örnekler pozitif olarak değerlendirilmiştir (Şevik 2020).

Araştırmadan elde edilen ortalama ELISA Absorpsiyon değerleri, bitki boyu (cm), bitki ve yaprak kök ağırlıkları (gr), yaprak yaş ve kuru ağırlıkları (gr) verileri bilgisayar ortamında SPSS 21.0 istatistik paket programında değerlendirilmiş, uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Beyaz Baş Lahana Bitkilerinde Abiyotik (Su kısıtı) ve Biyotik (Virüs) Stres Faktörlerinin Etkilerinin Fenotipik Olarak Değerlendirilmesi

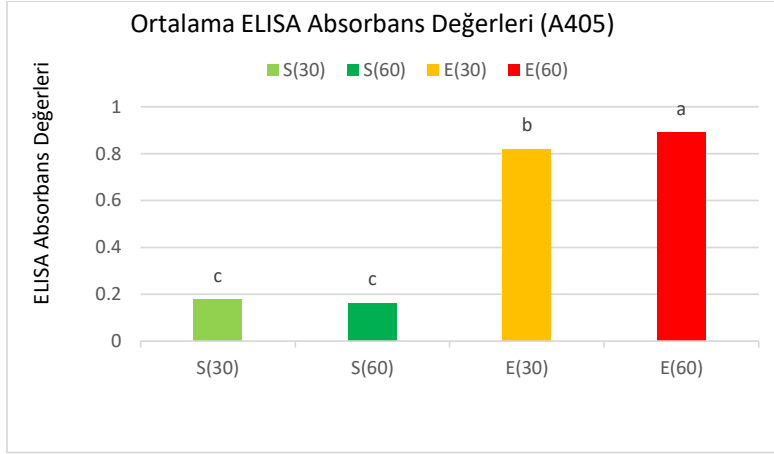
Sekiz haftalık yetiştirme periyodu sonrasında, iki farklı (%30 ve %60) sulama rejimi kullanılarak, virüs stresi altında olan ve olmayan lahana bitkileri fenotipik olarak karşılaştırılmıştır. Tam ve kısıtlı (%30 ve %60) sulanan bitkilerde, CaMV enfekteli olan bitkiler sağlıklı bitkilere kıyasla daha zayıf gelişim göstermiş, tam sulanan CaMV enfekteli bitkilerin yapraklarında klorotik lekeler gözlemlenmiştir (Görsel 1).



Görsel 1. Tam sulama ve kısıtlı sulama şartlarında bitki boylarındaki değişimler (Görsel 1A,1B), yapraklarda meydana gelen klorotik lekeler (Görsel 1C).

3.2. Beyaz Baş Lahana Bitkilerinde Abiyotik ve Biyotik Stres Faktörlerinin Etkilerinin Serolojik Olarak Değerlendirilmesi

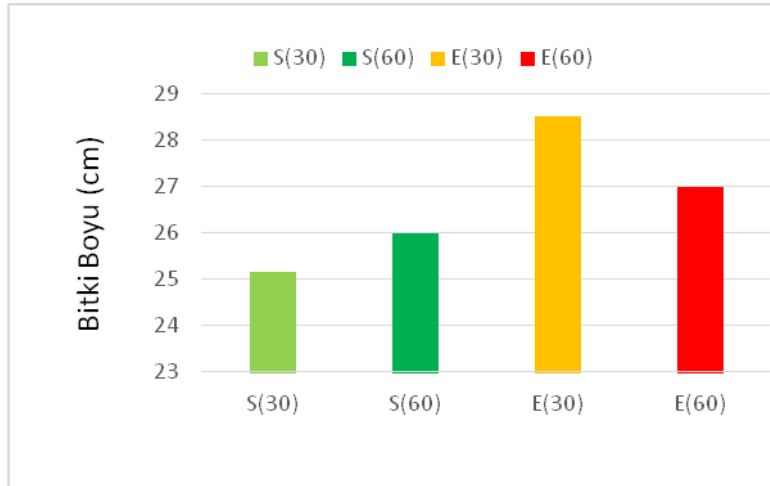
Kısıtlı (%30) ve tam (%60) sulama şartları altında yetiştirilen lahana fideleri, 60 gün sonra DAS-ELISA yöntemiyle test edilmiştir. Tam sulama uygulamasında (%60) CaMV ile enfekteli bitkilerin, kısıtlı sulanan enfekteli bitkilere (%30) göre nispeten daha yüksek ortalama absorbans değerine (%8.86) sahip olduğu belirlenmiştir. Farklı sulama koşullarında yetiştirilen bitkilerin ELISA absorbans değerlerinin karşılaştırılması sonucu uygulamalar (virüslü ve virüssüz) arasındaki fark istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. CaMV enfekteli lahana bitkilerinde ELISA absorbans değerleri 0.820-0.890 arasında belirlenirken sağlıklı bitkilerde bu değerler 0.163-0.178 arasında saptanmıştır (Görsel 2).



Görsel 2. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı beyaz baş lahanaya bitkilerin ortalama ELISA absorbans değerleri

3.3. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı bitkilerin ortalama bitki boyu

60 gün boyunca kısıtlı (%30) ve tam (%60) sulama şartları altında yetiştirilen lahanaya bitkilerin boyları karşılaştırıldığında, uygulamalar arasında bitki boylarında farklılıklar (25.17-28.5 cm) olduğu belirlenmiştir (Görsel 3). Kısıtlı sulama (%30) yapılan bitkilere kıyasla, tam sulama yapılan (%60) enfekteli bitkilerde, virüsün bitki boyunda %7.92 oranında azalmaya neden olduğu saptanmıştır (Görsel 3).

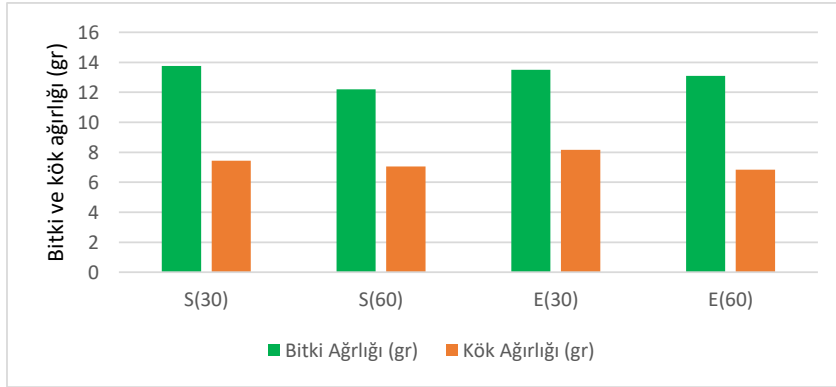


Görsel 3. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı bitkilerin ortalama bitki boyları (cm)

3.4. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı bitkilerin ortalama bitki ağırlıkları

En yüksek ortalama bitki ağırlığı (BA); tam sulanan (%60) sağlıklı bitkilerde 13.75 g olarak elde edilirken, en düşük BA değeri ise 6.84 g ile tam sulanan (%60) CaMV enfekteli beyaz baş lahanaya bitkilerinde belirlenmiştir.

Bitki kök ağırlık (BKA) ortalaması en yüksek olan uygulama ise kısıtlı sulanan (%30) enfekteli bitkilerde 8.16 g olarak ölçülmüştür, en düşük kök ağırlığı ise kısıtlı sulama yapılan sağlıklı bitkilerde elde edilmiştir (Görsel 4).

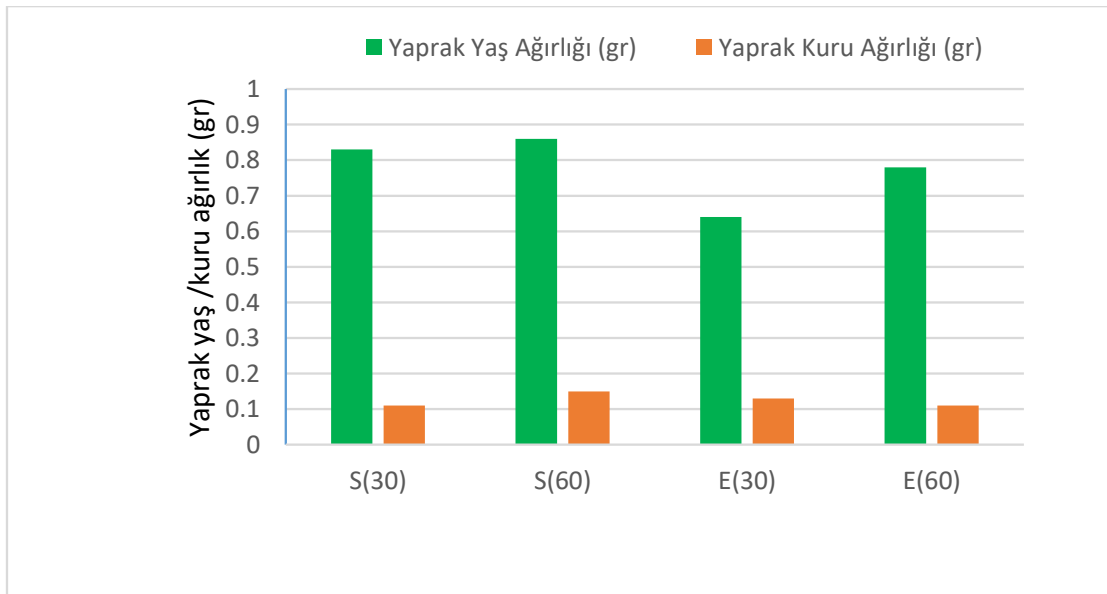


Görsel 4. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı bitkilerin ortalama bitki ve kök ağırlıkları (gr)

3.5. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında enfekteli ve sağlıklı bitkilerin ortalama kuru bitki ağırlıkları

En yüksek ortalama yaş yaprak ağırlığı (YYA); tam sulanan (%60) sağlıklı bitkilerde 0.86 g olarak elde edilirken, en düşük YYA değeri ise 0,64 g ile kısıtlı sulanan (%30) CaMV-enfekteli lahana bitkilerinde belirlenmiştir.

Uygulamalar arasında yaprak kuru ağırlık (YKA) karşılaştırılması sonucunda; yine aynı şekilde en yüksek ortalama değer (0.15 gr) tam sulanan (%60) CaMV-enfekteli lahana bitkilerinde saptanmıştır. Bu çalışmada; virüs ile enfekteli bitkilerde %6.02 oranında YKA'da düşüş olduğu saptanmıştır (Görsel 5)



Görsel 5. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı bitkilerin ortalama yaprak yaş ve kuru ağırlıkları (gr)

3.6. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında enfekteli ve sağlıklı bitkilerde oransal doygunluk (Turgidite) yüzdesinin belirlenmesi

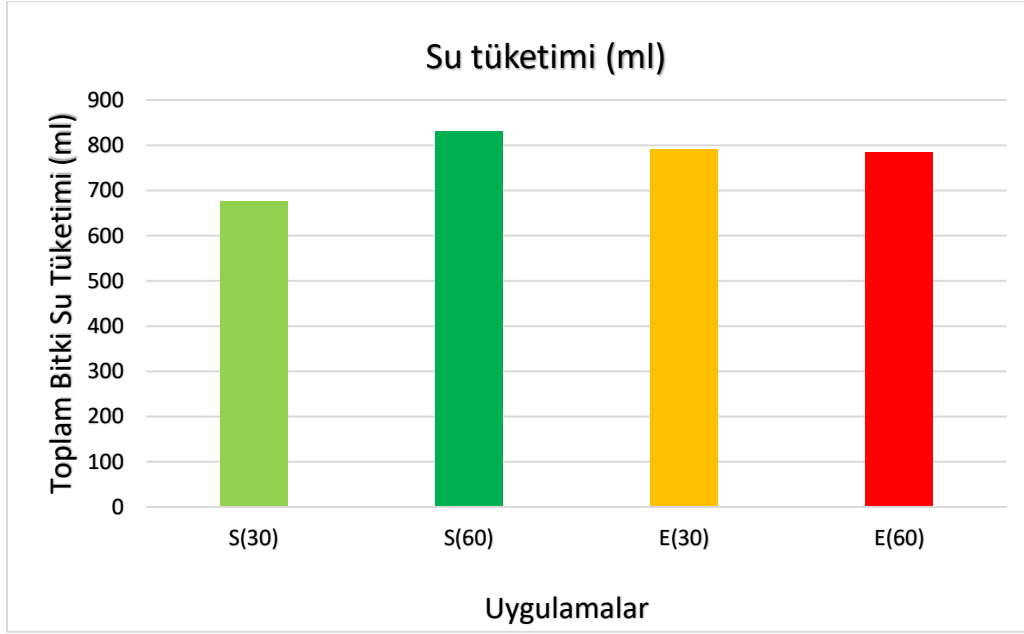
Beyaz baş lahana bitkilerin yaprakların oransal turgidite yüzde değerleri incelendiğinde, bütün uygulamalarda kısıtlı sulama(%30) koşullarında yetiştirilen sağlıklı bitkilerde yaprakların turgor durumu (%86,55) daha diğer tüm uygulamalardan daha yüksek çıkmıştır. Su kısıtı (%30) koşullarında yetiştirilen CaMV enfekteli bitkilerin oransal doygunluk (turgidite) değerleri tam sulama koşuluna göre daha yüksek bulunmuştur (Görsel 6).



Görsel 6. Kısıtlı ve tam sulama koşullarında CaMV-enfekteli ve sağlıklı bitkilerin oransal turgidite değerleri

3.7. farklı su uygulamalarını altında CaMV enfeksiyonunun ve bitki toplam evapotranspirasyonu (ET) üzerine etkisinin belirlenmesi

Evapotranspirasyon (ET), bitkinin terleme (transpirasyon) ve buharlaşma (evaporasyon) yoluyla kaybettiği su miktarıdır. Bu amaçla; 60 günlük deneme süresince bitkiler 2 gün ara ile tartılmış ve eksilen su miktarı bitki gelişme ortamının tuttuğu maksimum su seviyesinin %60'ı (tam sulama), ve %30'u (kısıtlı sulama) olacak şekilde sulama yapılmış ve bitkilerin 60 gün boyunca tükettiği toplam su miktarı (ET) hesaplanmıştır (Görsel 7).



Görsel 7. Farklı sulama koşullarında yetiştirilen enfekteli ve sağlıklı bitkilerin toplam su tüketimlerinin (ET) karşılaştırılması

Yapılan bu çalışmada yapılan ölçümler ve analizler sonucunda; uygulamalar (S30, S60, E30, E60) arasında istatistiksel olarak toplam su tüketimi bakımından fark bulunmamıştır. Ancak daha önce yapılan bir çalışmada ise, su kısıtı koşullarında sağlıklı ve TSWV-enfekteli biber bitkilerin toplam evapotranspirasyon (ET) değerlerinin, tam sulanan biber bitkilere göre önemli düzeyde azaldığı saptanmıştır (Aslan, 2023).

Daha önce yapılan diğer bazı çalışmalar, virüs kaynaklı bazı enfeksiyonların bitkilerin abiyotik stres koşullarına karşı toleransının artmasına neden olabileceğini göstermiştir (Anfoka et al., 2016; Aguilar et al., 2017). Bununla birlikte, bazı durumlarda virüs enfeksiyonunun kuraklık toleransını azalttığı da gözlemlenmiş, örneğin yapılan bir çalışmada, *Arabidopsis thaliana* bitkisi CaMV ile enfekte olduğunda kuraklık toleransının azaldığı saptanmıştır (Berges et al., 2018 and 2021).

Bu çalışmada, kısıtlı sulama (%30) ve tam sulama (%60) koşullarında lahana bitkilerinde CaMV enfeksiyonu ve bu viral enfeksiyonun bazı bitki büyüme özellikleri (bitki boyu, bitki ve kök ağırlığı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı) üzerine etkileri araştırılmıştır.

Yürütülen çalışmada; ELISA absorbans değerleri incelendiğinde; tam sulama uygulamasında (%60) CaMV ile enfekteli bitkilerin, kısıtlı sulanan enfekteli bitkilere (%30) göre nispeten daha yüksek ortalama absorbans değerine (%8.86) sahip olduğu belirlenmiştir. 60 gün boyunca kısıtlı (%30) ve tam (%60) sulama şartları altında yetiştirilen lahana bitkilerin boyları karşılaştırıldığında, virüsün bitki boyunda ise %7.92 oranında azalmaya neden olduğu saptanmıştır.

Bitki kök ağırlık (BKA) ortalaması en yüksek olan uygulama ise kısıtlı sulanan (%30) enfekteli bitkilerde 8.16 g olarak ölçülmüştür, en düşük kök ağırlığı ise kısıtlı sulama yapılan sağlıklı bitkilerde elde edilmiştir. En yüksek ortalama yaş yaprak ağırlığı tam sulanan (%60) sağlıklı bitkilerde 0.86 g olarak elde edilirken, en düşük YYA değeri ise 0.64 g ile kısıtlı sulanan (%30) CaMV-enfekteli lahana bitkilerinde belirlenmiştir. Uygulamalar arasında yaprak kuru ağırlık karşılaştırılması sonucunda; yine aynı şekilde en yüksek ortalama değer (0.15 gr) tam sulanan (%60) CaMV-enfekteli lahana bitkilerinde saptanmıştır.

Bu çalışmada; virüs ile enfekteli bitkilerde %6.02 oranında BKA'da düşüş olduğu saptanmıştır. Daha önce yapılan benzer çalışmada (Rezaei et al., 2014) BNYVV ile enfekteli bitkilerde kuru bitki ağırlığında düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da benzer şekilde; virüs enfekteli bitkilerde %14 oranında yaprak kuru ağırlığında düşüş olduğu saptanmıştır.

Yapılan benzer bir çalışmada, CaMV enfeksiyonunun yaprak lahanası bitkilerinde, bitki (%14.6) ve yaprak (%16.9) boy, yaprak (%3.4) genişlik, sap yüksekliği (%8.0), kök (%15.8) boy, bitki taze (%17.7), kuru ağırlık (%13.1), kök yaş (%18.4), kuru ağırlık (%7.1) ve yaprak klorofil (%32.4) içeriğinde azalmalara neden olduğu tespit edilmiştir (Cansız ve Sevik, 2019). Sevik (2020) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, CaMV enfeksiyonunun turp bitkilerinin birçok bitki gelişim parametrelerine değişen oranlarda (%7.6 - 38.1) olumsuz etki yaptığı saptanmıştır.

Sonuç olarak, kontrollü şartlar altında beyaz baş lahanası bitkilerinde abiyotik (su kısıtı) ve biyotik (CaMV) stres faktörlerinin etkilerinin fenotipik olarak değerlendirilmesi sonucunda bazı bitki gelişim parametreleri üzerine farklı koşullarda (kısıtlı (%30)/tam(%60) sulama, sağlıklı/CaMV enfekteli) farklı etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Ancak, bitkilerde su kısıtı uygulamalarının (az, orta, tam) bitki savunma sistemindeki etkilerinin daha net anlaşılabilmesi için, arazi koşullarında da farklı su kısıtları altında bitki-virüs-çevre şartları etkileşimi üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

4. KAYNAKLAR

- [1] Aguilar, E., Cutrona, C., Del Toro, F. J., Vallarino, J. G., Osorio, S., Pérez-Bueno, M. L., ... & Tenllado, F. (2017). Virulence determines beneficial trade-offs in the response of virus-infected plants to drought via induction of salicylic acid. *Plant, Cell & Environment*, 40(12), 2909-2930.
- [2] Anfoka, G., Moshe, A., Fridman, L., Amrani, L., Rotem, O. R., Kolot, M., ... & Gorovits, R. (2016). Tomato yellow leaf curl virus infection mitigates the heat stress response of plants grown at high temperatures. *Scientific Reports*, 6(1), 19715.
- [3] Aslan Z., (2023). Su kısıtı koşullarında yetiştirilen biber bitkilerinde farklı azot formlarının domates lekeli solgunluk virüsü (tomato spotted wilt virus) enfeksiyonuna ve bitki gelişim parametrelerine etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 103s.
- [4] Atasoy S, Şahin GT, Balkaya A. 2023. Lahanagil Sebze Türlerinin Kök Sistemi Mimarileri Yönünden Karşılaştırılması. *Inter J Life Sci Biotech*, 6: 193-207.
- [5] Balkaya A. 2016. Lahana, Karnabahar, Brokoli, Yetiştiriciliği. Anadolu Üniversitesi Yayını No:2358. Açık Öğretim Fakültesi Yayını No:1355.
- [6] Balkaya A, Karaağaç O. 2021. Lahanagiller (Brassicaceae) ıslahı, Bölüm:1 lahanası Islahı, Gece Kitaplığı, s. 149-198.
- [7] Balkaya, A., O. Karaağaç, and S. Atasoy, Geçmişten Geleceğe Türkiye'de Lahanagil Sebzelerinin Üretimi, Sorunları ve Çözüm Önerileri, in Farklı Yönleriyle Lahanagiller Üzerine Bilimsel Çalışmalar, F. Yaşar and Ö. Üzal, Editors. 2023, İksad Publishing House. Türkiye. p. 3-36.

- [8] Berge`s, S.E. & Vile, D., Vazquez-Rovere, C., Blanc, S., Yvon, M., Bediee, A., Rolland, G., Dautat, M., van Munster, M. (2018). Interactions between drought and plant genotype change epidemiological traits of Cauliflower mosaic virus. *Front. Plant Sci.* 9, 703.
- [9] Berge`s, S.E., Vile, D., Yvon, M., Masclef, D., Dautat, M.. & van Munster, M. (2021). Water deficit changes the relationships between epidemiological traits of Cauliflower mosaic virus across diverse *Arabidopsis thaliana* accessions. *Sci. Rep.* 11, 24103.
- [10] Cheng RH, Olson NH, Baker TS (1992) Cauliflower Mosaic Virus: A 420 subunit (T=7), multilayer structure. *Virology* 186: 655-668.
- [11] Clark M.F. and Adams A.N. (1977). Characteristics of the microplate method of enzyme linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, n. 34: 475-483.
- [12] Lathan LJ, Smith LJ, Jones RAC. 2003. Incidence of three viruses in vegetable brassica plantings and associated wild radish weeds in southwest Australia. *Australian Journal of plant Pathology* 32, 387-391.
- [13] Rezaei J, Bannayan M, Nezami A, Mehrvar M and Mahmoodi B, 2014. Growth analysis of rhizomania infected and healthy sugar beet. *J Crop Sci Biotechnol*, 17, 59–69.
- [14] Sevik M.A., Viruses infecting Brassica crops in the Black Sea Region of Turkey. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 66 (7): 553-557.
- [15] Şevik, M.A, 2020. Impact of Cauliflower mosaic virus infection on morphological parameters of radish plants. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 35(2): 27-29.
- [16] Samancıoğlu, A., Yıldırım, E., & Şahin, Ü. (2016). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri uygulamalarının farklı sulama seviyelerinde yetiştirilen lahanada fide gelişimi, bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(3), 332-338.
- [17] Turner CN. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant Soil.* 1981;58: 339-66

INTEGRATED APPROACHES TO SMART MANUFACTURING AND MECHATRONICS DESIGN

Dr. Taro Nakamura, Department of Mechanical Engineering, Kyushu Institute of Technology,
Japan

Dr. Sophia Akintola, Department of Mechatronics, Federal University of Technology, Nigeria

Abstract:

This paper investigates the interplay between smart manufacturing technologies and innovative mechatronic systems, highlighting advanced methodologies and applications. It comprehensively examines the role of intelligent control algorithms, sustainable materials, and the integration of AI-driven systems into traditional engineering frameworks. The study provides insights into the transformation of industries such as robotics, precision agriculture, and renewable energy by adopting cutting-edge technologies. Detailed case studies and experimental evaluations underscore the practical implications of these developments, offering a roadmap for future innovations in the field. The findings emphasize the pivotal role of smart systems in enhancing efficiency, reducing costs, and driving industrial sustainability.

Keywords : Smart manufacturing, mechatronics, AI-driven systems, industrial automation.

ADVANCED SIMULATION TECHNIQUES FOR ELECTRIC SKID-STEERING VEHICLES

Dr. Amara Diouf, Dr. Pieter van der Meer,

Department of Robotics, Eindhoven University of Technology, Netherlands

Abstract:

This research presents a dynamic simulation framework for analyzing the behavior of 6×6 electric skid-steering vehicles using a synergy of Trucksim and Simulink platforms. By replacing traditional steering mechanisms with advanced electric skid-steering systems, the study validates control algorithms for vehicle speed and yaw rate through closed-loop modeling. Comparative analyses reveal strong alignment between theoretical predictions and simulation outcomes, verifying the model's robustness. Additionally, a novel feedforward control strategy is implemented, significantly improving maneuverability by achieving precise yaw rate targets. The findings provide valuable tools for optimizing control algorithms and expanding applications in autonomous vehicle technology.

Keywords : Skid-steering, dynamic simulation, control algorithms, autonomous vehicles.

ANALYSIS OF EXPANSION-INDUCED IRONING IN ADVANCED WELL CASING TECHNOLOGIES

Dr. Rodrigo Souza, Dr. Aisha El-Sayed,

Department of Mechanical Engineering, Ain Shams University, Egypt

Abstract:

This study delves into the mechanics of ironing in mono-diameter well casing expansions, offering a detailed exploration of the pressures and forces involved. The mono-diameter well design, with its consistent inner diameter, addresses critical industry needs for increased production capacity and environmental sustainability. Employing a physical model, the study calculates stresses, strains, and expansion dimensions under varying conditions, focusing on free casing and overlap expansion scenarios. Key parameters, including cement layer properties and casing material characteristics, are analyzed to predict axial strain and ironing onset. Validated by Finite Element simulations and experimental data, the model sheds light on the challenges and solutions in casing expansion technologies, paving the way for future advancements.

Keywords: Well casing, mono-diameter expansion, finite element analysis, petroleum engineering.

DEVELOPMENT OF INDOOR DRONE SYSTEMS FOR CREATIVE INDUSTRY INNOVATIONS

Dr. Musa Khan, Dr. Laura Ricci,

Department of Computer Vision, University of Florence, Italy

Abstract:

This paper explores the application of innovative drone technologies tailored to indoor use within the creative industries. Focusing on the AiRT system, the study addresses challenges such as stable flight and accurate positioning in confined spaces. A novel integration of ultra-wide band (UWB) positioning systems and RGB-D cameras enables advanced 3D environmental mapping and pre-programmed automated flights. User-friendly designs ensure accessibility for non-expert operators. Initial findings demonstrate the potential of these drones to revolutionize creative workflows, from cinematography to virtual production, highlighting their role in unlocking new economic opportunities within the sector.

Keyword: Indoor drones, UWB positioning, 3D mapping, automation in creative industries.

EMOTIONALLY INTELLIGENT ROBOTS FOR SOCIAL INTERACTION

Dr. Sarah Kim, Department of Robotics, Seoul National University of Science and
Technology, South Korea

Dr. João Silva, Department of Cognitive Science, University of Porto, Portugal

Abstract:

This study focuses on enhancing the emotional intelligence of humanoid robots to enable more intuitive human-robot interactions. By leveraging Affective Computing, the research integrates techniques from psychology and artificial intelligence to improve emotion recognition capabilities. The humanoid robot Pepper was evaluated for its ability to interpret basic emotional expressions through facial analysis, comparing its performance with state-of-the-art methods. Experiments using both controlled databases and real-world interactions reveal critical insights into detection accuracy and system limitations. These findings lay the groundwork for developing emotionally aware robots capable of adapting to human behaviors and fostering meaningful social engagement.

Key words: Humanoid robots, affective computing, emotion recognition, human-robot interaction.

ADVANCING EMOTION-SENSITIVE AI IN ROBOTIC SYSTEMS: A STUDY OF MULTIMODAL EMOTION RECOGNITION APPROACHES

Adebayo Okoro, Li Wei, Maria Nunes

University: Federal University of Technology Akure, Nigeria

Abstract:

The integration of emotional intelligence in humanoid robots has become a cornerstone in enhancing human-robot interaction. This study focuses on developing and evaluating multimodal emotion recognition techniques to improve the adaptability of robots in social contexts. By analyzing emotional cues from facial expressions, vocal tones, gestures, and textual content, the research bridges the interdisciplinary fields of affective computing, cognitive science, and robotics. The experiments involve assessing the humanoid robot Nao's ability to recognize basic emotions and comparing its performance with advanced emotion recognition algorithms across diverse datasets and real-world interactions. The findings reveal that techniques leveraging real emotional responses outperform those relying solely on theoretical datasets. The research further emphasizes the importance of incorporating genuine emotional data in model training to achieve accurate and empathetic robot responses.

Keywords: Emotional Intelligence, Multimodal Emotion Recognition, Affective Computing, Humanoid Robots, Human-Robot Interaction

IMPACT ASSESSMENT OF LEAN MANUFACTURING ON ORGANIZATIONAL SUCCESS: A STRUCTURAL ANALYSIS FRAMEWORK

Tariro Chikafu,

University: Midlands State University, Zimbabwe

Abstract:

This study presents a novel structural framework for evaluating the impacts of Lean manufacturing on organizational efficiency and performance. By reviewing existing literature and utilizing Pareto analysis, the research identifies critical Lean constructs integral to effective performance measurement. Employing Structural Equation Modeling (SEM), the framework elucidates latent variables associated with Lean practices, offering an adaptable tool for diverse industries. The proposed model facilitates the quantification of Lean benefits, addressing common challenges faced by organizations in adopting and evaluating Lean methodologies. The findings underscore the significance of tailored measurement systems aligned with specific industrial requirements, ensuring sustainable improvement in organizational practices.

Keywords: Lean Manufacturing, Structural Equation Modeling, Performance Measurement, Organizational Efficiency

DESIGN AND ANALYSIS OF A DUAL-ACTUATED MICROGRIPPER FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Mariam Sow, Javier Rodríguez, Wei Zhang

University: Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana

Abstract:

This research details the design, simulation, and evaluation of a dual-actuated electro-thermal microgripper optimized for micro-assembly and biomedical cell manipulation. The design integrates advanced geometrical configurations and material properties to enhance precision and reliability. Using Finite Element Methods via COMSOL Multiphysics, the study analyzes temperature distribution, displacement control, and operational efficiency under various conditions. The results highlight the microgripper's suitability for industrial and biomedical applications, showcasing superior performance in handling delicate tasks with high precision. The incorporation of optical measurement tools further refines the microgripper's operational accuracy, ensuring its adaptability in diverse fields.

Keywords: Microgripper, Electro-Thermal Actuation, Finite Element Analysis, Biomedical Engineeri

ROBUST CONTROL STRATEGIES FOR 3-DOF HELICOPTER DYNAMICS USING LQR-PID TECHNIQUES

**Manuel Silva,
Sophia Kim**

Department of Aerospace Engineering, National University of Portugal, Lisbon, Portugal

Abstrakt

Helicopter control presents significant challenges due to its inherently unstable dynamics and strong coupling between degrees of freedom. This study explores the application of a hybrid Linear Quadratic Regulator (LQR) and Proportional-Integral-Derivative (PID) control strategy for a three-degree-of-freedom (3-DOF) helicopter system. The LQR approach ensures optimal state feedback control by minimizing a predefined quadratic cost function, while the PID component provides robust disturbance rejection and adaptability in uncertain environments. The integration of these methods is tested through both simulation and experimental setups to evaluate their effectiveness in maintaining stability and improving trajectory tracking under external perturbations. Results indicate that the combined LQR-PID controller significantly enhances dynamic performance compared to conventional PID and LQR-only strategies. The proposed approach demonstrates improved transient response, reduced steady-state error, and greater robustness against model uncertainties. These findings suggest that hybrid control methodologies can be effectively applied to advanced aerospace control systems, providing a foundation for future research in autonomous flight and aerial vehicle stabilization.

Keywords: Helicopter dynamics, LQR-PID control, robust control, trajectory tracking, aerospace systems

IMPROVING POWER QUALITY WITH ADAPTIVE FUZZY LOGIC-BASED PID CONTROL IN ACTIVE FILTERS

**Fatou Ndiaye,
Dr. Elias Moreno**

Department of Electrical Engineering, Dakar Institute of Technology, Dakar, Senegal

Abstract

Power quality is a critical concern in modern electrical networks, particularly with the increasing integration of renewable energy sources and nonlinear loads. This research presents an adaptive fuzzy logic-based PID control approach for enhancing power quality through active filtering. Traditional PID controllers, while widely used, often struggle with system parameter variations and dynamic disturbances. By integrating fuzzy logic, the proposed controller dynamically adjusts PID gains in real-time, improving response adaptability and robustness. Simulations and experimental validation confirm that the adaptive fuzzy PID controller outperforms conventional fixed-gain PID controllers in mitigating harmonic distortions, compensating reactive power, and stabilizing voltage fluctuations. The study also examines the impact of different membership functions and rule sets on control performance, ensuring optimal parameter tuning for various grid conditions. The results demonstrate that adaptive fuzzy logic-PID control significantly improves total harmonic distortion (THD) levels and enhances overall power system reliability. The findings provide a promising solution for smart grid applications and power quality management in industrial and commercial sectors.

Keywords: Power quality, adaptive fuzzy logic, PID control, active filters, harmonic mitigation

ADVANCED EYE-TRACKING SYSTEM FOR WHEELCHAIR NAVIGATION USING EOG SIGNALS

**Diana Oliveira,
Ahmed Khan**

Affiliation: Department of Biomedical Engineering, University of Porto, Portugal

Abstract:

The ability to navigate independently is a fundamental aspect of mobility, particularly for individuals with severe motor disabilities. Traditional wheelchair control systems often rely on hand movements, which are not feasible for users with limited or no limb function. In this study, we propose an advanced eye-tracking system based on electrooculography (EOG) signals to enable hands-free wheelchair navigation. The system consists of non-invasive electrodes placed around the eyes to capture EOG signals, which are processed using a machine learning algorithm to classify different eye movement patterns corresponding to directional commands. The proposed system was tested on a group of participants with varying levels of motor impairments, and the results demonstrated high accuracy in detecting eye movements and translating them into navigation commands. Compared to existing eye-tracking technologies, the EOG-based system offers a low-cost and reliable alternative, reducing dependency on complex camera-based systems. Additionally, the system was integrated with a real-time control interface for smooth and responsive wheelchair movement. The findings suggest that EOG-based eye-tracking technology can significantly improve the independence and quality of life of individuals with severe disabilities by providing an intuitive and efficient method of wheelchair control. Future research will focus on enhancing the adaptability of the system by incorporating artificial intelligence techniques to refine movement classification.

Keywords: Eye-tracking, Electrooculography, Assistive Technology, Wheelchair Navigation

DESIGN OF LOW-COST EMG SIGNAL AMPLIFIERS FOR WEARABLE TECHNOLOGIES

**Ahmed O. Ibrahim,
Chike N. Okeke,
Sophia Mensah**

Affiliation: Department of Electrical and Electronic Engineering, University of Lagos, Nigeria

Abstract:

Electromyography (EMG) has emerged as a crucial tool in biomedical and wearable technologies, particularly in prosthetic control, rehabilitation, and human-computer interaction. However, the high cost of EMG acquisition and signal amplification systems remains a significant barrier to accessibility and widespread adoption. This study presents the design and development of a low-cost EMG signal amplifier optimized for wearable applications. The amplifier is based on a high-gain, low-noise instrumentation amplifier integrated with active filtering circuits to enhance signal quality while minimizing power consumption. The device was fabricated using affordable components and tested with various muscle activation scenarios to evaluate its performance in real-world conditions. Results showed that the proposed amplifier could reliably detect and amplify EMG signals with a high signal-to-noise ratio, making it suitable for applications such as prosthetics and gesture recognition. The cost analysis indicated that the developed system is significantly more affordable than commercially available alternatives, making it a viable option for use in resource-limited settings. Further improvements, including wireless data transmission and machine learning-based signal processing, will be explored to enhance the usability and effectiveness of the amplifier in real-world applications.

Keywords: Electromyography, Wearable Technology, Biomedical Signal Processing, Low-Cost Amplifier

PERFORMANCE ENHANCEMENT OF SINGLE-PHASE INVERTERS USING PWM CONTROL METHODS

Dr. João P. Silva, Maria C. Costa

University of Lisbon, Portugal

Single-phase inverters play a crucial role in various power electronic applications, including renewable energy systems and uninterruptible power supplies. The performance of these inverters significantly depends on the applied control techniques. Pulse Width Modulation (PWM) control methods have emerged as an effective approach to improve the efficiency and output quality of single-phase inverters. This study investigates the impact of different PWM control strategies, including sinusoidal PWM (SPWM), space vector PWM (SVPWM), and hysteresis current control, on the overall performance of single-phase inverters. A comparative analysis is conducted to evaluate key parameters such as total harmonic distortion (THD), voltage regulation, and dynamic response under various load conditions. The research findings indicate that advanced PWM techniques, particularly SVPWM, can substantially reduce harmonic distortion and enhance the power conversion efficiency. Moreover, the implementation of adaptive PWM schemes is explored to optimize inverter performance under varying load conditions. The experimental setup includes a hardware prototype developed to validate the theoretical analysis. The results confirm that employing optimized PWM control methods leads to improved inverter operation, making them more suitable for integration into modern power systems. This study contributes to the ongoing advancements in inverter technology by providing insights into the optimal selection and implementation of PWM control methods for enhanced performance and reliability.

Keywords: Single-phase inverter, PWM control, total harmonic distortion, space vector modulation, power electronics.

LOAD FREQUENCY CONTROL OPTIMIZATION VIA GENETIC ALGORITHM APPROACHES

Dr. Wanjiku N. Mwangi, Dr. Joseph A. Otieno

University of Nairobi, Kenya

Load Frequency Control (LFC) is a critical aspect of power system stability, ensuring that frequency deviations are minimized to maintain a reliable electrical grid. Traditional control strategies, such as proportional-integral-derivative (PID) controllers, have been widely employed; however, their performance is often limited under dynamic operating conditions. This study explores the application of Genetic Algorithm (GA)-based optimization techniques to enhance LFC performance in multi-area power systems. The proposed approach involves tuning the controller parameters using GA to minimize frequency deviations and improve transient response characteristics. A comparative analysis is conducted between conventional PID controllers and GA-optimized controllers under different load disturbance scenarios. Simulation results demonstrate that the GA-optimized controller exhibits superior performance in terms of settling time, overshoot reduction, and robustness against system uncertainties. Additionally, the study investigates the feasibility of integrating GA with other intelligent optimization techniques, such as particle swarm optimization (PSO) and fuzzy logic control, to further enhance system reliability. The findings indicate that AI-driven optimization techniques can significantly improve LFC performance, making them viable for real-world power system applications. The research provides valuable insights into the development of advanced control strategies for modern power networks, particularly in regions experiencing rapid grid expansion and renewable energy integration.

Keywords: Load frequency control, genetic algorithm, power system stability, intelligent optimization, PID controller.

SECURE ADS-B SYSTEMS USING HYBRID MODULATION TECHNIQUES

Jia L. Wong, Mei C. Huang, Thuy T. Nguyen
School of Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam

Abstract:

To address the security vulnerabilities of Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) systems, this study proposes a hybrid modulation approach combining Pulse Amplitude Modulation (PAM) and Phase Shift Keying (PSK). Termed Secure ADS-B (SADS-B), this technique enhances security while maintaining compatibility with existing infrastructure. Hardware-in-the-loop simulations reveal a fivefold increase in data payload, improved authentication through digital signatures, and robust system efficiency. This method represents a significant step forward in aviation safety and data security within the NextGen framework.

Keywords: ADS-B Security, Hybrid Modulation, PAM-PSK, Aviation Safety, Data Authentication

PERFORMANCE ANALYSIS OF AIR COOLING SYSTEMS WITH VARIABLE GENERATOR PRESSURE

Lamia M. Hussein, Kenji T. Yamada

Department of Mechanical Engineering, Cairo University, Egypt

Abstract:

This research investigates the performance of air cooling systems incorporating thermal ejectors activated by variable generator pressures. A comprehensive theoretical model, developed using conservation laws and gas dynamics principles, evaluates the system's efficiency under varying conditions. The model, integrated with refrigerant R134a properties, highlights the impact of generator pressure on cooling performance. Higher pressures induce shock waves within the ejector, enhancing overall cooling capacity. The findings underscore the potential of thermal ejectors as energy-efficient alternatives in sustainable cooling technologies.

Keywords: Air Cooling, Thermal Ejectors, Generator Pressure, Energy Efficiency, Sustainable Technologies

IMPACT OF VARIABLE PRIMARY STREAM CONDITIONS ON THE PERFORMANCE OF EJECTOR COOLING SYSTEMS

Rafael Moreira, Jie Zhang, Ahmed Saleh, Samuel Okoro

Department of Thermal Sciences, Zhejiang Sci-Tech University, China

Abstract:

This study investigates the influence of varying primary stream pressures on the operational efficiency of ejector cooling systems (ECS) through detailed numerical analysis. Employing advanced computational models validated against experimental data, the research analyzes heat exchanger behaviors using the moving boundary method. The primary focus is to understand how pressure fluctuations in the primary stream impact the system's coefficient of performance (COP) and exergy efficiency, with the working fluid being R245fa. The findings reveal that an increase in primary stream pressure causes a slight reduction in COP but initially enhances exergy efficiency, which peaks before declining at higher pressures. These insights provide valuable guidelines for optimizing ECS designs for enhanced energy performance.

Keywords: Coefficient of Performance, Ejector Cooling Systems, Exergy Efficiency, Numerical Modeling

TIME-DOMAIN ANALYSIS OF FLOATING WAVE ENERGY CONVERTER PERFORMANCE

Yuki Nakamura, Mei Lin, Peter Mensah

Department of Marine Engineering, Kyoto Institute of Technology, Japan

Abstract:

The dynamic performance of a floating wave energy converter (WEC) is analyzed using time-domain simulations to evaluate its suitability for harnessing wave energy. The study emphasizes structural stability and energy capture efficiency under variable sea conditions. A novel design involving surface-floating mechanics enhances the WEC's adaptability to wave movements while maintaining energy generation even in low-energy wave scenarios. Simulation results, corroborated with experimental testing, show substantial potential for optimization in structural integrity and energy output. This work underscores the role of advanced numerical tools in advancing renewable energy technology.

Keywords: Time-Domain Simulation, Floating Wave Energy Converter, Renewable Energy, Numerical Analysis

EVALUATION OF A HIGH-VOLTAGE GAIN DC/DC CONVERTER FOR SOLAR ENERGY APPLICATIONS

Chen Wei, Fatima Haddad, Marco dos Santos

- Chen Wei, School of Electrical Engineering, Sichuan University of Technology, China
- Fatima Haddad, Department of Electrical Systems, University of Tlemcen, Algeria
- Marco dos Santos, Faculty of Renewable Energy, Federal University of Minas Gerais, Brazil

Abstract:

This study introduces a novel high step-up DC/DC converter tailored for solar energy systems, focusing on efficiency improvements through innovative design. The converter employs coupled inductors to achieve significant voltage gain while minimizing energy loss via zero-current switching (ZCS). Theoretical and experimental validation of a 100W prototype demonstrates its capability to convert 20V input to a 220V output with high efficiency. By leveraging the inherent leakage inductance of coupled inductors, the system operates under ZCS, enhancing its performance and reducing heat dissipation. This work contributes to the advancement of sustainable energy technologies by providing an efficient power conversion solution.

Keywords: DC/DC Converter, High Voltage Gain, Solar Energy, Zero Current Switching

ANALYSIS OF CHILDHOOD POISONING ADMISSIONS IN LIBYA: THREE-YEAR RETROSPECTIVE STUDY

Fatima Al-Bakri, Mohamed Hassan, Elena Petrov

Institute of Medical Sciences, Plovdiv Medical University, Bulgaria

Abstract:

This retrospective study reviews childhood poisoning cases admitted to Benghazi Children's Hospital, Libya, from 2008 to 2010, encompassing 244 cases. The analysis highlights that most admissions were accidental, with a significant prevalence among boys aged 1–3 years (50.8%). The study identifies ingestion of medications as the leading cause (53.69%), followed by household product exposure (26.64%) and food poisoning (19.67%). Seasonal trends show a peak in poisoning incidents during summer. Despite mild symptoms in most cases, the findings emphasize the need for preventive measures, including improved storage of toxic agents, to mitigate pediatric poisoning risks.

Keywords: Pediatric Poisoning, Retrospective Study, Libya, Public Health

EFFECTS OF PROLACTIN ALTERATIONS ON MALE REPRODUCTIVE FUNCTION IN WHITE RATS

Hassan Ali, Luka Novak, Samuel Kofi

Department of Biomedical Sciences, Cairo University, Egypt

Abstract:

This research examines the impact of prolactin variations on male reproductive function using 200 white rats in a controlled study. Rats were categorized into a control group and groups with induced hypo- and hyperprolactinemia via pharmacological methods. Serum prolactin levels and seminal fluid parameters were analyzed after 100 days. Findings show significant differences in prolactin concentrations and seminal fluid characteristics between the experimental and control groups, with more pronounced effects correlating with higher prolactin levels. This study underscores the role of prolactin in male fertility, providing a foundation for exploring therapeutic approaches for endocrine-related infertility.

Keywords: Prolactin, Male Fertility, Seminal Fluid Analysis, Endocrine Studies

IMPACT OF DEXAMETHASONE ON REPRODUCTIVE HEALTH IN JUVENILE RATS

A. Rahimi, M. Amara

Institute of Biological Sciences, Universitas Lampung – Indonesia

Abstract:

Dexamethasone (Dex), a widely used synthetic glucocorticoid, is known for its therapeutic benefits but poses significant risks to endocrine health, particularly when administered in high doses over extended periods. This study investigates the impact of Dex on the testicular function of prepubertal Wistar rats. Newborn rats received intraperitoneal injections of Dex (1 μg per 5 g body weight) for 20 days, followed by assessment at 40 days of age. The control group was administered saline (NaCl 0.9%). Key metrics, including body weight, testis weight, and plasma levels of testosterone, LH, and FSH, were analyzed alongside histological examinations of testicular tissue. Dex-treated rats exhibited significant reductions in body weight, testicular mass, and hormone levels, with notable disruptions in seminiferous tubule structure and spermatogenesis. These findings underscore the long-term adverse effects of neonatal Dex exposure on male reproductive health, raising concerns about its clinical use in pediatric populations.

Keywords: Dexamethasone, testosterone, LH, FSH, testis, Wistar rats

COMPARATIVE ANALYSIS OF VMAT AND IMRT FOR OPTIMIZED CANCER TREATMENT

M. Taqi, Z. Kambarov

Department of Radiation Oncology, University of Karachi, Pakistan

Abstract

Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) and Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT) are two advanced radiation therapy techniques used in cancer treatment. This study aims to compare these two methodologies in terms of dose distribution, treatment time, and overall efficiency in managing various cancer types. While both VMAT and IMRT provide highly conformal dose delivery, VMAT has been noted for its faster treatment times due to continuous arc-based radiation delivery. In contrast, IMRT, which relies on multiple fixed radiation beams, allows for a more precise modulation of dose intensity. Our comparative analysis focuses on key parameters, including tumor coverage, radiation exposure to surrounding healthy tissues, and patient outcomes. We conducted a retrospective study involving 100 patients who received either VMAT or IMRT for different malignancies, such as head and neck, prostate, and breast cancers. The findings indicate that VMAT significantly reduces treatment duration without compromising the quality of radiation dose conformity. Additionally, VMAT demonstrated superior efficiency in reducing radiation exposure to adjacent organs, particularly in complex anatomical regions. However, IMRT exhibited advantages in certain cases requiring highly precise dose escalation. This study underscores the importance of patient-specific treatment planning and highlights the necessity for continued research to refine these radiation therapy techniques for optimal patient outcomes.

Keywords: VMAT, IMRT, radiation therapy, cancer treatment, dose modulation

UNDERSTANDING AUTISM IN THE MIDDLE EAST: CHALLENGES AND INTERVENTIONS

R. Ali, H. Karim, S. Farooq

Department of Psychology, King Saud University, Saudi Arabia

Abstract

Autism Spectrum Disorder (ASD) presents unique challenges in the Middle East due to cultural perceptions, diagnostic limitations, and accessibility to specialized interventions. This study explores the current understanding of autism in Middle Eastern societies and the barriers faced by individuals with ASD and their families. One of the primary concerns in the region is the late diagnosis of autism, which often stems from social stigma and limited awareness among both the public and healthcare professionals. Additionally, a shortage of trained specialists and limited access to evidence-based therapies further hinder effective intervention. Through qualitative and quantitative analyses of data collected from autism centers and families across Saudi Arabia, Oman, and Kuwait, this research examines the effectiveness of existing intervention programs and highlights areas requiring improvement. The findings indicate that while behavioral therapy and speech-language interventions are gaining traction, there remains a gap in inclusive education and social integration. The study advocates for enhanced governmental policies, increased public awareness campaigns, and the development of region-specific intervention models tailored to cultural and linguistic contexts. By addressing these challenges, the Middle East can move towards a more inclusive approach to autism care, ensuring better support for individuals on the spectrum and their families.

Keywords: Autism, Middle East, intervention strategies, cultural perception, special education

VALIDATING IGG ELISA FOR DIET-RELATED ALLERGIES IN DOGS

A. Van Zyl

Tshwane University of Technology – South Africa

Abstract:

Canine food allergies and intolerances are common but challenging to diagnose and manage. This study evaluates the efficacy of the Medisynx IgG Dog Screening Test ELISA, adapted from human testing methodologies, for diagnosing alimentary-induced conditions in dogs. A randomized, double-blind study involving 47 dogs with Canine Atopic Dermatitis (CAD) tested the diagnostic accuracy of IgG ELISA over a 12-month period. Results showed 93.6% of dogs achieved complete recovery within 70 days on individualized elimination diets. Sensitivity and specificity rates of 95.7% and 100%, respectively, were achieved. The study also observed correlations between IgG reactions to *Candida albicans* and recovery duration. These findings affirm IgG ELISA as a reliable, cost-effective diagnostic tool for managing food-induced conditions in dogs.

Keywords: Canine allergy, IgG ELISA, atopic dermatitis, food intolerance

GENETIC DIVERSITY OF OCT1 IN ZULU POPULATIONS: IMPLICATIONS FOR DRUG RESPONSE

N. Maseko, L. Dlomo, T. Buthelezi
University of Nairobi – Kenya

Abstract:

The genetic variability of Organic Cation Transporter 1 (OCT1) significantly impacts drug efficacy and susceptibility to diseases. This study investigates 19 non-synonymous and one intronic SNP in 101 Zulu participants using SNaPshot® multiplex assays. Allelic frequencies were compared to African, Asian, and European populations. Notably, MAFs for S14F, V519F, and P341L were 2.0%, 6.0%, and 1.0%, respectively, while 16 SNPs were monomorphic. The CGTCGCCGCGCAAGAGGTGA haplotype was predominant at 81.23%. These findings suggest unique OCT1 genetic patterns in the Zulu population, warranting further research to explore their implications for therapeutic strategies and disease susceptibility.

Keywords: OCT1, genetic variability, Zulu population, SNPs, drug response

EFFECTIVENESS OF ANTIGRAVITY TRAINING IN REDUCING OBESITY IN CHILDREN

B. El-Naggar, M. Hussein

Kigali Institute of Health Sciences – Rwanda

Abstract:

Obesity in children poses significant health and socioeconomic challenges globally. This study evaluates the impact of lower body positive pressure treadmill training combined with a hypocaloric diet on body composition in obese children. Thirty participants aged 8–14 years were divided into intervention and control groups. The intervention group engaged in treadmill training thrice weekly for two months, alongside dietary modifications. Both groups exhibited reductions in body mass and BMI; however, the intervention group achieved significant improvements in body fat percentage ($p = 0.043$), muscle mass ($p = 0.049$), and basal metabolic rate (BMR) ($p = 0.042$). These findings highlight the superior effectiveness of antigravity treadmill training in improving obesity-related parameters, emphasizing its potential as a non-invasive intervention for childhood obesity.

Keywords: Obesity, children, antigravity treadmill, body composition, hypocaloric diet

ENHANCEMENT OF PHOTOVOLTAIC OUTPUT PREDICTION USING ADVANCED SOLAR DATA DECOMPOSITION METHODS

Arjun Singh, Kavya Nair, Ramesh K. Yadav

Indian Institute of Technology Patna, India

Abstract:

Accurately predicting photovoltaic (PV) energy output is essential for optimizing solar energy systems. This study introduces a comparative analysis of solar data decomposition techniques to enhance the reliability of PV output predictions. Two methodologies were explored: the use of PVsyst software and a MATLAB algorithm built on the PVlib package. The study utilized measured and database-derived solar radiation data to decompose global irradiance into direct and diffuse components. Detailed modeling of PV components, including panels and inverters, facilitated precise simulation of energy outputs. Validation was conducted against experimental data, revealing that the MATLAB approach demonstrated estimation errors below 25%, whereas PVsyst exhibited errors under 15%. This research underscores the importance of robust data analysis techniques in maximizing the efficiency of PV systems.

Keywords: Solar radiation, photovoltaic modeling, energy estimation, PV systems.

OPTIMIZATION OF ENERGY STORAGE IN SOLAR-INTEGRATED DISTRIBUTION NETWORKS

Chiamaka Okafor, Adewale Oladipo, Esther Ngozi
University of Lagos, Nigeria

Abstract:

The incorporation of renewable energy sources into power distribution networks demands innovative energy storage solutions to mitigate their intermittent nature. This study investigates the synergistic integration of photovoltaic (PV) generators and battery storage systems within an urban power distribution framework. Employing a consumption profile reflective of typical residential patterns, alongside solar generation data, the research applies IEEE-standard power summation methods to analyze voltage behavior across critical busbars. Results indicate that the integration of battery storage enhances voltage stability during peak load times, reducing fluctuations and ensuring compliance with power quality standards. The findings advocate for optimized energy storage deployment to align renewable generation with consumption demands effectively.

Keywords: Renewable energy, battery storage, voltage stability, power quality.

TRANSFORMING LEBANON'S ENERGY LANDSCAPE THROUGH HYBRID MICROGRIDS

Nada Abdallah, Fouad El Hassan

Beirut Arab University, Lebanon

Abstract:

Lebanon's power crisis necessitates a transition toward sustainable energy solutions. This study explores the feasibility of hybrid microgrids (MGs) that integrate diesel generators with renewable energy sources such as solar photovoltaics (PV). By enhancing existing decentralized MGs, this approach aims to alleviate energy shortages and reduce reliance on non-renewable energy. A rural case study employing HOMER software highlights the benefits of hybrid systems, demonstrating cost-efficiency and environmental advantages. Policy recommendations are provided to guide the transformation of Lebanon's fragmented MGs into reliable, renewable-based energy networks.

Keywords: Hybrid microgrids, energy crisis, renewable integration, Lebanon.

LEAKAGE IMPACT ON THE DURABILITY OF SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELLS

Fatima Al-Hassan, Khaled Saleh, Aisha Khalil
King Abdulaziz University, Saudi Arabia

Abstract:

This study investigates the effects of leakage on the durability of solid oxide electrolysis cells (SOECs) under co-electrolysis conditions. Various cell configurations, including Ni-YSZ fuel electrodes and CGO barriers, were analyzed using impedance spectroscopy and microscopy techniques. Leakage-induced variations in gas concentration impedances were identified as critical factors affecting performance. Pressurized testing highlighted the relationship between leak rates and cell stability. These findings contribute to developing more robust SOEC systems for sustainable syngas production.

Keywords: SOEC, durability, leakage analysis, syngas production.

INNOVATIVE THERMOCHEMICAL ENERGY STORAGE FOR SUSTAINABLE TRANSPORTATION

Daniel Owusu, Grace Agyeman
Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana

Abstract:

Thermochemical energy storage (TCES) systems offer a promising solution for sustainable energy storage in transportation. This study presents a novel TCES prototype based on reversible LiBr-methanol sorption reactions. Detailed evaluations of material properties, heat exchanger designs, and environmental impacts were conducted. The prototype demonstrated cycle stability and operational efficiency under various conditions, indicating its potential for integration into vehicle systems. These advancements contribute to reducing greenhouse gas emissions in transportation applications.

Keywords: Thermochemical energy storage, sustainable transportation, LiBr, energy systems.

ENHANCING ENERGY EFFICIENCY THROUGH SMART MICRO-GRID INTEGRATION: CASE STUDIES FROM SOUTHEAST ASIA

N. T. Vu, L. H. Pham, J. W. Han, Priya Kumari, Ahmed Nasir

School of Electrical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam

Abstract:

The integration of smart micro-grids has emerged as a pivotal strategy for enhancing energy efficiency and addressing the growing demand for renewable energy solutions in Southeast Asia. This study investigates the optimization of smart micro-grid components, focusing on economic and environmental performance metrics. Utilizing a case study of two manufacturing facilities, the proposed system incorporates photovoltaic panels, wind turbines, a diesel backup generator, and a battery storage system, meeting a peak load demand of 80 kW. Simulations conducted using MATLAB/Simulink and the HOMER software provide insights into the technical and economic feasibility of various configurations. Findings reveal that a Wind/Photovoltaic (W/PV) hybrid system yields a lower Levelized Cost of Electricity (LCOE) of \$0.250/kWh compared to a Wind/Photovoltaic/Diesel/Battery (W/PV/D/B) system at \$0.290/kWh. Incorporating carbon emission costs further aligns the off-grid system with on-grid alternatives. These results highlight the potential of hybrid renewable systems to meet the region's energy needs while supporting sustainability goals.

Keywords: Smart micro-grids, energy optimization, renewable energy, Southeast Asia, economic performance.

EMPOWERING CLINICAL PRECEPTORS: STRATEGIES FOR IMPROVING NURSING EDUCATION IN EAST AFRICA

Fatima Mwangi, Samuel Otieno

Faculty of Nursing and Health Sciences, Kigali University, Rwanda

Abstract:

Clinical preceptors play a crucial role in bridging theoretical knowledge with practical application in nursing education. This study explores the experiences and challenges of clinical preceptors in East Africa, focusing on their contributions to undergraduate nursing programs. Using a qualitative approach, data were gathered from in-depth interviews with four clinical preceptors at Kigali University. The findings highlight the preceptors' dedication to mentoring despite encountering obstacles such as limited resources, unclear role expectations, and difficulty in theory-practice integration. Their clinical expertise was identified as a core strength in supporting student learning. Recommendations include implementing structured preceptor training programs, fostering collaboration between academic institutions and clinical sites, and introducing advanced modules for clinical practice. Addressing these issues can enhance the preceptorship experience and improve the overall quality of nursing education in the region.

Keywords: Nursing education, clinical preceptorship, challenges, Rwanda, East Africa.

ADVANCING NUTRITIONAL CARE FOR PEDIATRIC CANCER PATIENTS: A NURSING PERSPECTIVE

Dr. R. Choudhury, Dr. A. Das

Department of Nursing, Dhaka Medical College, Bangladesh

Abstract:

Pediatric cancer patients face unique nutritional challenges, often exacerbated by the effects of their illness and treatment. This study evaluates the role of nursing interventions in addressing these challenges, emphasizing their significance in achieving holistic care. A review of current practices identified key issues such as anorexia, mucositis, altered taste perception, and gastrointestinal disturbances. These complications, coupled with psychological stress, contribute to malnutrition, undermining treatment efficacy. Nurses, as primary caregivers, are instrumental in implementing tailored nutritional strategies, including dietary counseling, regular monitoring, and the management of side effects. The study calls for integrating comprehensive nutritional assessments and interventions into pediatric oncology protocols, highlighting their role in improving patient outcomes and quality of life.

Keywords: Pediatric oncology, malnutrition, nursing care, nutritional interventions, Bangladesh.

IMPROVING HEALTH OUTCOMES FOR FEMALE INMATES: NURSING INTERVENTIONS IN NIGERIA

Maryam Bello, Nkechi Nwosu, Zhang Ming

Faculty of Public Health, University of Ibadan, Nigeria

Abstract:

Female inmates represent a vulnerable population with unique health care needs. This study examines the impact of nursing services on the physical health and health behaviors of incarcerated women in a correctional facility in Nigeria. A quasi-experimental design was employed, involving pre- and post-intervention assessments of 35 inmates using standardized tools, including the Omaha System (OS). Nursing interventions focused on health education, lifestyle modifications, and disease prevention strategies. Post-intervention results revealed significant improvements in inmates' health knowledge, behaviors, and physical well-being ($p < 0.05$). These findings underscore the critical role of nursing in addressing the health disparities faced by incarcerated women and advocate for expanded healthcare services in correctional settings.

Keywords: Nursing care, correctional health, female inmates, health behavior, Nigeria.

DEVELOPING NURSE LEADERSHIP IN CHALLENGING ENVIRONMENTS: INSIGHTS FROM IRAQ

Assoc. Prof. Dr. F. Mahmoud, Dr. A. Ibrahim
Faculty of Nursing, University of Basra, Iraq

Abstract:

This study explores the perceptions of ward nurses regarding the essential attributes of effective nurse leadership in Iraq's healthcare sector. Using a descriptive quantitative methodology, surveys were conducted among 250 ward nurses in public hospitals in Basra. Results indicate that participants associate effective leadership with attributes such as strong clinical expertise, advanced communication skills, and ethical conduct. However, challenges persist, including inadequate leadership training and limited access to professional development opportunities. Interviews with senior nurse leaders further highlight the need for adopting transformational leadership models and tailored training programs to nurture future nurse leaders. These findings provide actionable insights for improving leadership capacity within the healthcare system in developing nations.

Keywords: Nurse leadership, healthcare management, Iraq, transformational leadership, nursing education.

EXPLORING RESILIENCE IN HEMODIALYSIS PATIENTS: A STUDY FROM BRAZIL

Ana P. Ferreira, João M. Oliveira, Camila R. Mendes

Department of Clinical Medicine, University of Rio de Janeiro, Brazil

Abstract:

Chronic Kidney Disease (CKD) significantly impacts patients' quality of life, with resilience playing a critical role in coping with its challenges. This cross-sectional study investigates resilience levels among 120 hemodialysis patients in rural communities near Rio de Janeiro, Brazil. Data were collected using the Resilience Scale and analyzed for correlations with demographic and clinical variables. Results show an average resilience score of 135.2 (± 18.4), indicating moderate to high resilience levels. Factors such as social support, education, and duration of treatment were positively associated with higher resilience. The findings emphasize the importance of psychological support programs and resilience-building interventions to enhance patient well-being and treatment adherence.

Keywords: Chronic Kidney Disease, hemodialysis, resilience, patient care, Brazil.

EFFECTS OF ENZYMATIC TREATMENT ON THE FUNCTIONALITY OF RICE FLOUR: A FOCUS ON RESISTANT STARCH

Nadia Mwenda, Rui Li, Ahmed Farouk
Department of Food Science, University of Kigali, Rwanda

Abstract:

This study investigates the influence of enzymatic hydrolysis using α -amylase on the functional properties of rice flour, particularly its resistant starch content. Rice flour samples were subjected to varying concentrations of α -amylase (60 and 300 U/g) over different hydrolysis durations (1, 24, and 48 hours). The findings reveal a significant reduction in lightness (L^*) and an increase in redness (a^*) and yellowness (b^*) as hydrolysis progresses. Resistant starch content showed a positive correlation with the duration of enzymatic treatment, while pasting properties such as trough viscosity and setback remained stable ($p > 0.05$). Morphological analysis revealed a transition from smooth, non-porous granules in native flour to rough, porous structures in hydrolyzed samples. Additionally, X-ray diffraction analysis indicated a loss of crystallinity, transitioning from an A-type crystalline structure to near-zero crystallinity in treated samples. These changes suggest that α -amylase effectively alters both the amorphous and crystalline regions of rice starch, making it a potential tool for improving the nutritional and functional profile of rice flour.

Keywords: α -Amylase, rice flour, resistant starch, enzymatic hydrolysis, starch functionality

THE ROLE OF PEER INTERVENTION IN ENHANCING COMMUNICATION SKILLS AMONG HEALTHCARE STUDENTS

Chukwudi Okafor, Mei Ling Tan, Sipho Mokoena
Department of Nursing Education, Obafemi Awolowo University, Nigeria

Abstract:

This study examines the impact of structured peer intervention programs on the communication and interpersonal skills of healthcare students. A total of 245 nursing and medical students from two universities in Lagos, Nigeria, participated in this research. Through a combination of pre- and post-intervention assessments, the study found that peer intervention significantly improved students' active listening and conflict resolution abilities. Third-year students demonstrated more substantial progress compared to their junior counterparts. Furthermore, the data indicated that age positively influenced the ability to implement advanced communication strategies, while gender and living environment showed no significant effect. Correlation analysis revealed a strong positive relationship ($r = 0.68$, $p < 0.05$) between the extent of peer interaction and communication skill enhancement. These findings suggest that incorporating peer-led programs into healthcare curricula could effectively prepare students for collaborative professional environments.

Keywords: Peer intervention, communication skills, healthcare students, interpersonal skills

EVALUATING THE COMPETENCIES OF MID-CAREER NURSES IN MALAYSIAN HOSPITALS

Dr. Fatimah Ismail, Yara B. Hassan, Tien Vu Tran

School of Nursing and Health Sciences, Universiti Teknologi MARA, Malaysia

Abstract:

The competency of mid-career nurses is essential for maintaining high standards of patient care and addressing complex healthcare challenges. This study assesses the competencies of mid-career nurses working in urban and rural hospitals in Malaysia. Using a mixed-methods approach, the research gathered data from 72 nurses via structured interviews, clinical simulations, and self-assessment questionnaires. Analysis identified five core competencies: clinical knowledge, patient-centered care, ethical practice, leadership skills, and cultural sensitivity. Competency levels varied significantly based on workplace location, with urban nurses demonstrating stronger clinical skills and rural nurses excelling in patient relationships and adaptability. Recommendations include the development of targeted training programs to bridge competency gaps and enhance cross-regional collaboration. The findings aim to support policy reforms in nursing education and professional development.

Keywords: Nursing competency, healthcare education, Malaysia, mid-career nurses

AWARENESS AND UTILIZATION OF MATERNAL HEALTH SERVICES AMONG WOMEN IN ACCRA, GHANA

Esi Mensah, Thuy Anh Pham, Olukemi Adebayo

**Department of Public Health, Kwame Nkrumah University of Science and Technology,
Ghana**

Abstract:

This study examines the level of awareness and utilization of maternal health services among women attending antenatal care (ANC) in public hospitals in Accra, Ghana. A total of 400 participants completed a structured survey assessing knowledge, attitudes, and utilization patterns of ANC services. Results indicate that 85% of women were knowledgeable about the importance of routine ANC visits, yet only 62% adhered to the recommended visit schedule. Socioeconomic factors such as education level and household income significantly influenced service utilization. Additionally, cultural beliefs and lack of transportation were identified as barriers to full participation in ANC programs. These findings emphasize the need for tailored educational initiatives and infrastructural improvements to enhance access and encourage adherence to ANC guidelines.

Keywords: Maternal health, antenatal care, Ghana, healthcare utilization

BARRIERS TO CHILDHOOD IMMUNIZATION AMONG MIGRANT POPULATIONS IN CAMEROON

Fola Adeyemi, Isabelle A. Kouma, Tatenda Chidzero
Faculty of Public Health, University of Buea, Cameroon

Abstract:

This study explores the barriers to childhood immunization among undocumented migrant caregivers in Cameroon and identifies facilitators that could improve vaccination rates. Data were collected through semi-structured interviews with 45 caregivers of undocumented migrant children. Major barriers included financial constraints, language barriers, distrust of healthcare systems, and limited access to health facilities. Additionally, stigma and fear of deportation deterred caregivers from seeking vaccination services. Conversely, facilitators such as community-driven health outreach programs, mobile clinics, and peer advocacy were highlighted as effective strategies to increase vaccine uptake. The findings underscore the urgent need for inclusive policies and community-based interventions to address the immunization gap in migrant populations.

Keywords: Childhood immunization, migrant caregivers, vaccination barriers, Cameroon

IMPROVING RURAL PALLIATIVE CARE NETWORKS THROUGH DIGITAL INTEGRATION: A STUDY IN UGANDA

**Dr. James Okello, Ruth Nyangoma, Assis. Prof. Dr. Francis Mulumba
School of Public Health, Makerere University, Uganda**

Abstract:

This research examines the role of digital tools in enhancing collaboration among palliative care providers in rural Uganda. Using a survey of 112 palliative care professionals, the study evaluated the impact of telecommunication platforms on network efficiency and patient outcomes. Findings indicate that mobile and internet-based applications improved communication frequency and allowed for better coordination of care delivery. Rural practitioners reported a 40% increase in patient follow-up rates due to digital support systems. However, limited internet access and digital literacy remain challenges in some areas. The study recommends government investment in rural ICT infrastructure and targeted training programs to strengthen the capacity of palliative care networks.

Keywords: Palliative care, digital tools, Uganda, rural healthcare networks

KÜRESEL İKLİM KRİZİ İLE MÜCADELEDE BİR PLANLAMA SORUNALI: KENTSEL YEŞİLLENDİRME VE YEŞİL SOYLULAŞTIRMA

Şehir Plancısı, EVŞEN YAMAN

Yıldız Teknik Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama
evsenaf199@gmail.com - 0009-0007-4132-3059

Prof. Dr. ZEYNEP ŞİRİN ENLİL

Yıldız Teknik Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama
zeynepenlil@gmail.com - 0000-0002-6328-7665

ÖZET

Küresel iklim değişikliği, kent planlamanın karşılaştığı önemli kriz alanlarından biridir. İklim kriziyle mücadelede temel yaklaşımlar arasında sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliğine uyum stratejileri yer almaktadır. Bu bağlamda planlama alanında kentsel yeşillendirme çalışmaları önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentsel yeşillendirme çalışmaları çevresel açıdan çeşitli faydalar sunmaktadır. Ancak çevresel sürdürülebilirlikle beraber sosyal sürdürülebilirlik sağlanamadığında beklenmedik olumsuzluklara yol açmaktadır. Kentsel işlevler ve etki alanındaki kent sakinlerini dikkate alan politikalar geliştirilmediğinde süreç, dezavantajlı grupların yerinden edildiği yeşil soylulaştırmayla sonuçlanmaktadır. Kentsel yeşillendirme, parklar, yeşil koridorlar ve kent ağaçlandırmaları gibi uygulamalarla iklim değişikliğinin kentler üzerindeki etkilerini azaltmayı amaçlarken, emlak değerlerini artırarak düşük gelirli grupların yerinden edilmesine sebep olmaktadır. Bu çalışmada, "Kentsel yeşil dönüşüm, vaat edilen ekolojik, ekonomik, sosyal faydaların herkes için erişilebilir olmasını sağlayabiliyor mu yoksa mevcut eşitsizlikleri mi derinleştiriyor?" sorusu çerçevesinde kentsel yeşillendirme yaklaşımları değerlendirilmektedir. Araştırmada, yeşil koridorlar, kentsel parklar ve kentsel ağaçlandırma projelerinin soylulaştırma etkileri farklı ülkelerden seçilen örnekler üzerinden ekolojik ve sosyal açılardan incelenmektedir. Sonuç olarak bu çalışmayla kent planlamanın iklim kriziyle mücadelesinde karşılaştığı paradoksal duruma dikkat çekilmektedir. İklim, ekoloji, çevre kalitesi ve insan sağlığı açısından öneme sahip kenti yeşillendirme, kent içinde yeni yeşil alanlar yaratma çabalarının aynı zamanda kentteki kırılgan grupların haklarını da gözetmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar kelimeler: İklim Krizi, Çevresel Adalet, Yeşil Alan Planlaması, Soylulaştırma, Yeşil Aklama

1. KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KRİZİYLE MÜCADELEYE YÖNELİK YEŞİL ALTYAPI PLANLAMASI

Son yüzyılda dünya büyük çevresel sorunlarla mücadele etmektedir. Bu sorunların başında küresel ısınmaya ve afetlere sebep olan iklim değişikliği krizi yer almaktadır. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün bir raporu, son 50 yılda (1970'ten 2019'a) sel ve sıcak hava dalgaları gibi iklim değişikliği kaynaklı afetlerde yaklaşık 5 kat artış olduğunu ve bu durumun 3,64 trilyon dolarlık ekonomik kayba neden olduğunu ortaya koymaktadır (Yang ve diğ, 2024).

Uzun süredir küresel gündemin sorunları arasında yer alan iklim değişikliğinin önemli bir sebebi kentsel alanlarda yüzey sıcaklıklarının artışı olarak bilinmektedir. Sanayi Devrimi'nden bugüne çeşitli insan faaliyetleri atmosferdeki sera gazlarının konsantrasyonunu artırarak dünyanın giderek ısınmasına yol açmaktadır. İklim değişikliğinin özellikle sanayi devrimi sonrasında pekiştirilmesinin sebebi endüstriyel faaliyetler için kullanılan fosil yakıtların sebep olduğu emisyonlar olarak bilinmektedir. Aynı zamanda kent nüfusundaki artışlarla beraber gelen kentleşme ve kirlilikler de iklim değişikliğini destekleyen unsurlardır. Tarım, sanayi, konut gibi endüstrilerde fosil yakıt kullanımı sonucu salınan karbon ağırlıklı gazlar artmaktadır. Özellikle 1970'den beri fosil yakıtların kullanımı sonucunda atmosferdeki CO₂ konsantrasyonlarının %40' tan fazla arttığı, küresel ortalama yüzey sıcaklığının ise yaklaşık 1 °C arttığı belgelenmektedir (McNutt ve diğ, 2020). Bu artışlara okyanusların ısınması, deniz seviyelerindeki artış, sıcak hava dalgalarının sıklaşması ve bunlara bağlı diğer birçok iklim etkisi eşlik etmektedir. Kentler genel olarak insan kaynaklı ısınmanın yoğunlaştığı alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentleşmenin fazla olduğu yerlerde kentsel ısı artmaktadır. Aynı zamanda yoğun yağış dönemlerinde yağışın akışını artırıcı alanlarıyla sel ve taşkın gibi felaketlerden daha fazla etkilenmeye neden olmaktadır (IPCC,2021). Bunun yanında Fosil yakıt sonucu açığa çıkan gazların devam eden emisyonları, ortalama yüzey sıcaklığında önemli artışlar ve bundan kaynaklı daha fazla iklim değişikliğine neden olmaya devam etmektedir. Bu değişikliklerin büyüklüğü ve zamanlaması birçok faktöre bağlı olduğu için ısınmada on yıl veya daha uzun süren yavaşlamalar ve hızlanmalar meydana geleceği öngörülmektedir. 1900'den beri gözlemlenen atmosferik sera gazları artışında Dünya üzerindeki etkilerinin ayrıntılı hesaplamaları yapılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bilim insanları iklim değişikliğinin büyük ölçüde insan faaliyetlerinden kaynaklandığını söylemektedir. Gözlemlenen yüzey ısınma modelleri, atmosferdeki sıcaklık değişimleri, okyanus ısı içeriğindeki artışlar, atmosferik nemdeki artışlar, deniz seviyesinin yükselmesi ve kara ve deniz buzunun artan erimesi insan faaliyetleri nedeniyle görmeyi bekledikleri modellerle eşleşmektedir (Chausali ve diğ, 2023; McNutt ve diğ, 2020; IPCC,2021).

Dünya üzerinde tüm ülkelerin problemi olan iklim değişikliğiyle mücadele konusunda Batı Avrupa'nın önemli birtakım girişimleri bulunmaktadır. Bu bölümde tarihsel süreç içerisinde Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması ve Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı iklim değişikliğiyle mücadele konusunda ele alınmaktadır. Aynı zamanda dünya ülkelerinin bu anlaşmalardaki tutumlarına, yükümlülüklerine değinilmektedir. Tüm bu anlaşmaların ortaklaştığı nokta insan faaliyetleri sonucu dünyanın

kötüleşen çevresel durumunu iyileştirmek, çevresel sürdürülebilirliği sağlayarak yaşam kalitesinin artırıldığı yeni bir düzen kurmaktır. Yeni dünya düzeninde ihtiyaç duyulan gereksinimleri karşılarken doğaya verilecek tahribatların önüne geçmek konusunda büyük bir çaba verildiği görülmektedir. Çünkü doğaya karşı yapılan müdahalelerin sonuçlarının eninde sonunda insan yaşamını olumsuz yönde etkileyeceği deneyimlenmektedir. Hal böyleyken anlaşmalarda bahsedilen yükümlülüklerin yerine getirilmesi konusunda yeşil alan planlaması önemli bir konuma gelmektedir. Bir yandan kentleşmeyle kaybedilen doğal yüzey alanların geri kazanılması ve bu yolla kentsel ısı adası etkisinin azaltılması söz konusu olmaktadır. Bir yandan da ekolojik katkılarıyla karbon emisyonuna karşı sağladığı tampon alanlarıyla gündeme gelmektedir.

Kentsel yeşil alanların, çevresel kaliteyi iyileştirmedeki rolü ekolojik anlamda kentler için önemli bir altyapı sistemi niteliğindedir. Özellikle ekolojik katkılarıyla iklim değişikliğiyle mücadele süreçlerine konu olmaktadır. Yeşil alanların sahip olduğu bitki örtülerinin sunmuş olduğu en önemli ekolojik katkılar; atmosferdeki karbondioksitin tutulması, oksijen üreterek hava kalitesinin iyileştirilmesi, taşkın kontrolünün sağlanması, gölgelik alanlarla kentsel sıcaklıkların düşürülmesi olarak sıralanmaktadır. Kentlerdeki bitki örtüsünün kent sıcaklıklarını yaklaşık olarak 4 °C azalttığı bilinmektedir (Sakar ve diğ, 2024). Hava kalitesini iyileştirme yönünde özellikle kirletici konsantrasyonların azaltılmasını sağlamaktadır. Bu açıdan değerlendirildiği zaman yeşil alanların planlaması iklim değişikliğiyle mücadele için bir araç haline gelmektedir (Sakar ve diğ, 2024; Diener ve Mudu, 2021).

Küresel iklim değişikliğinin etkileri, tüm dünyada insanlar için bir sağlık riski olarak kabul edilmektedir. Muazzam bir nüfus artışı ve hızlı kentleşme ile karşı karşıya kalan dünya kentlerinde yaşam kalitesi üzerinde olumsuz etkileri azaltmak adına yeşil alanların önemli bir çözüm noktası olarak kullanıldığı görülmektedir. Hızlı kentleşme kaçınılmaz olarak kentsel iklimi büyük ölçüde etkileyerek kentsel ısı adası etkisine, zayıf rüzgâr koşullarına ve kötü hava gibi ciddi iklim sorunlarına neden olmaktadır. Aynı zamanda hızlı kentleşme birçok kentte açık yeşil alan eksikliğine neden olan nüfus yoğunluğu artışlarına yol açmaktadır. Tüm bu değişiklikler kentlerin çevresini ve ekolojisini korumak için güçlü bir gerekçe sunmaktadır. Yaşanabilir bir yeşil alan sisteminin, kent sakinlerinin yaşam kalitesini iyileştirerek iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini minimize edecek etkilerinden faydalanmak günümüzün ekolojik tabanlı planlama trendlerine dikkat çekmektedir (Nouri ve diğ, 2018).

2.İKLİM KRİZİ VE YEŞİL SOYLULAŞTIRMA BAĞLAMINDA VAKA ÖRNEKLERİ

Bu bölümde, iklim krizi ve yeşil soylulaştırma kavramı çerçevesinde çeşitli kentsel dönüşüm projeleri ele alınmaktadır. Yeşil koridorlar, kent parkları ve kent ağaçlandırma çalışmaları sınıflandırılmasına tabi tutulan yurt dışı örnekleriyle yeşil dönüşüm uygulamaları incelenmiştir. Bu projelerin ekolojik, sosyal ve ekonomik etkileri değerlendirilmektedir. Özellikle Güney Kore, ABD, Çin, Japonya ve İspanya gibi farklı ülkelerden örnekler verilerek, yeşil alanların çevresel faydalarının yanı sıra mülk değerleri ve demografik yapılar üzerindeki etkileri incelenmektedir.

2.1. Yeşil Koridorlar

Güney Kore'nin başkenti Seul'de yer alan ‘‘Cheonghecheon Akarsuyu’’ restorasyon projesiyle oluşturulan yeşil koridor planlama açısından önemli bir örnektir. Günümüzde dinlenme ve

rekreasyon alanı olarak kullanılan 10.9 km uzunluğunda bir akarsudur (Tunçer, 2023). Cheonggyecheon Akarsu Restorasyon Projesi, Güney Kore'nin Seul şehrinde, doğal bir su yolunun yeniden canlandırılması amacıyla yapılmış kapsamlı bir yenileme girişimidir. Seul'un şehir merkezinden geçen ve mevcutta otobanla kapatılmış olan Cheonggyecheon Akarsuyunun yeniden canlandırılmasıyla öncelikle çevre sorunlarının çözülmesi hedeflenmiştir (Roxas ve Santiago, 2016; Lee, 2006).

2003-2005 yılları arasında tamamlanan projeye, eski otoban yıkılmış ve şekilde görüldüğü gibi altında yer alan akarsuyun doğal akışı yeniden sağlanmıştır. Yaklaşık 5,4 km'lik alanda yapılan inşaat faaliyetlerinde sürdürülebilirlik ön planda tutulmuştur. Beton ve asfalt atıkların %96'sı geri dönüştürülmüştür. Dere tasarımı, taşkınlara karşı 200 yıllık bir güvenliğin sağlanması için planlanmıştır. Sonuç olarak hava kalitesi ve su kalitesi iyileştirilmiştir. Canlandırılan dere etrafında sıcaklık ortalaması 3,6°C düşüş göstermiştir. Ekolojik çeşitlilik; balık, kuş ve böcek türlerinde önemli bir artış kaydedilmiştir. Kentin tarihi kimliği ve ekonomik canlılığı geri kazandırılmıştır. Tarihi ve kültürel miraslar yeniden canlandırılarak turizm önemli ölçüde arttırılmıştır. 19 milyon ziyaretçinin yoğunlaştığı bölge, popüler bir turistik nokta haline gelmiştir. Bu göstergeler planlanan yeşil alanın kente olan kültürel ve çevresel katkılarını ortaya koymaktadır (Roxas ve Santiago, 2016; Lee, 2006).



Görsel 1. Cheonggyecheon Akarsuyu Restorasyon Öncesi ve Sonrası

Tüm bu kültürel ve ekolojik katkıların yanı sıra ekonomik etkiler altında da gelişmeler yaşanmıştır. Geliştirilen projeye aynı zamanda merkezi iş bölgesinin canlandırılması da planlanmıştır. Bunun sonucunda yakın çevredeki emlak değerlerinin %30-50 oranında arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum mevcutta barınan yerel sakinlerin burada kalmasını zorlaştırmıştır. Konut alanları dışında ticari alanlarda da önemli bir değişim söz konusudur. Proje, şehir merkezinde ekonomik faaliyetleri teşvik ettiği için ticari alanların değer kazanmasına sebep olmuştur. Özellikle küçük işletmelerin kira artışları nedeniyle yer değiştirmek zorunda kalmasıyla sonuçlanmıştır (Tunçer, 2023; Roxas ve Santiago, 2016).

Bir diğer yeşil koridor örneği New York'ta yer alan "High Line" restorasyon projesidir. High Line, 1930'larda New York'un Manhattan bölgesinde inşa edilmiş ve yük taşımacılığında kullanılmış bir tren hattıdır. 1950'lerde taşımacılığın azalmasıyla tren hattı atıl durumda kalmıştır. Takip eden yıllarda hattın yıkılması gündeme gelmiş fakat son olarak alanın korunup dönüştürülmesi kararı alınmıştır. 2012 yılında "The Rail to Trail" konseptiyle gerçekleştirilen projede eski tren hattı yükseltilmiş bir yeşil yaya aksına dönüştürülmüştür. Hem rekreasyonel amaçlara hizmet eden yeşil bir aks hem de turistik cazibe merkezi haline getirilmiştir (Aydemir ve diğ., 2018; Aksümer ve Ezme, 2014).

Görsel 2.'de görüldüğü gibi daha önce beton ve demirle kaplı bir alanın yeşil bir koridora dönüştürülmesiyle bitki örtüsü ve biyoçeşitlilik arttırılmıştır. Yerel ekosisteme uyumlu şekilde

seçilen bitki türleriyle, canlılar için yeni yaşam alanları sunulmuştur. Ayrıca, parkın peyzaj örtüsü karbon tutulması açısından da önemli çevresel faydalar sağlamıştır. Etrafında yükselen yoğun kentsel dokunun neden olduğu kentsel ısı adası etkisini azaltmada önemli bir rol oynamıştır. Geçirimsiz bir kentsel dokunun yeniden doğayla bütünleşmesini sağlamıştır. Çevresel ve ekolojik anlamda olumlu bir dönüşüm gerçekleştirilmiştir. Kentsel yeşil alan ihtiyacını karşılamanın yanı sıra, sürdürülebilirlik ilkelerine uygun tasarımı sayesinde hem doğaya hem de insanlara hizmet eden bir model sunmuştur. Bu proje, ekolojik katkıları yönüyle başarılı bir örnek olarak dünya çapında benzer dönüşümlere ilham olmuştur (Aksümer ve Ezme, 2014).



Görsel 2. High Line Restorasyon Öncesi ve Sonrası

Bu dönüşümü sosyal ve ekonomik açıdan değerlendirdiğimizde temel soylulaştırma göstergeleriyle karşılaşılmaktadır. Kentsel turizmi ve beraberinde konut değerlerini ciddi oranda arttırdığı görülmektedir. Bu artış, bölgedeki düşük gelirli sakinlerin yerinden edilmesine neden olmuş ve çevresel eşitsizliği derinleştirmiştir. High Line için yapılan en büyük eleştirilerden biri yerel yönetimin bu alanı yüksek gelirli gruplara hitap eden bir prestij alanı yaratmak için araçsallaştırmasıdır (Lettau, 2021). Özellikle High Line manzarasına sahip ve erişim anlamında avantajlı konutlarda değerlendirme daha çok görülmektedir. High Line'a 80 metre mesafede bulunan konutların değeri, proje sonrası %35,3 oranında yükselmiştir. Bu değerlendirmeler High Line'dan uzaklaştıkça azalmaktadır (Black ve Richards, 2020).

New York'ta yapılan High Line dönüşümünün dünya çapında bir ilham kaynağı olduğundan bahsedilmişti. Bunlardan biri Tokyo'da planlanan ve henüz tamamlanmayan "Tokyo Sky Corridor" projesidir. Expressway olarak bilinen 2 km'lik bir kentsel otoyolun halkın kullanımı için tıpkı High Line'da olduğu gibi bir yaya aksına dönüştürülmesi planlanmaktadır. Linear bir park olarak planlanan bu koridorun 2030'larda tamamlanacağı öngörülmektedir (GCR, 2021; Kreuzer, 2024).

Bu projedeki yeşil dönüşüm vizyonuyla da tıpkı diğer örneklerde olduğu gibi kente ekolojik katkılar sunması hedeflenmektedir. Bununla beraber, yeşil alanlar ve panoramik şehir manzaralarıyla çevrili, dinlenmek için oturma alanları ve egzersiz aktiviteleri için geniş alanlar sunulacaktır. Kentin diğer bölümlerinde geliştirilen yeşil alanlarla bir bütün olarak sürdürülebilir kentsel alanlar yaratma konusunda geliştirilen önemli bir çalışmadır (Kreuzer, 2024; Glass, 2024).



Görsel 3. Sky Corridor Projesi

Ancak bir diğer açıdan değerlendirdiğimiz zaman Tokyo Sky Corridor'un da High Line gibi bir sürece girmesi muhtemeldir. Sky Corridor, High Line gibi lüks bir turistik cazibe merkezine dönüşerek çevredeki mülk, vergi ve kira gibi parametrelerin artışına neden olabilir. Bu durum da daha yüksek gelirli kesimlerin etrafa yerleşmesini tetikleyerek yerel halkın dışlanmasıyla sonuçlanabilir.

2.2. Kent Parkları

Kent parklarına yönelik incelen örneklerden ilki ABD'nin New York eyaletinde yer alan ve kentin en büyük peyzaj alanı olan "Central Park" örneğidir. Central Park'ın bulunduğu yer, 1825'te Seneca Village adlı ağırlıklı olarak siyahi topluluğun yaşadığı bir yerleşmeydi. O zamanlar bu yerli halkın tarım ve hayvancılıkla uğraştığı bilinmektedir. 1850 yıllarında, kentin sağlıksız ortam koşullarının iyileştirilmek, halka rekreasyon alanı sağlamak amacıyla büyük bir kent parkı yapılması planlanmıştır. 1857 yılında Seneca yerleşmesindeki 700 dönümlük arazi kamulaştırılarak satın alınmıştır (Derevensky, 2017). Bu projeye ülkenin ilk büyük ölçekli peyzaj projesi gerçekleştirilmiştir. New York'un büyüyen şehirleşmesine ve artan çevresel problemlerine karşı bir çözüm olarak tasarlanmıştır (Central Park Conservancy, 2018).

Central Park içerisine entegre edilen birçok mimari unsurla beraber ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel anlamlarda kent için vaad edilen hedefler yerine getirilmiştir. İnsanı doğayla birleştirmesi, ekolojik ve sosyal getirilerin yanı sıra Frederick Law Olmsted ile oluşan Amerikan kent parkı hareketinin öncü örneklerinden biri olmuştur. Bu projeye, doğal peyzajlar ve rekreasyon alanları vurgulanmıştır (Başaran, 2020; Central Park Conservancy, 2021).



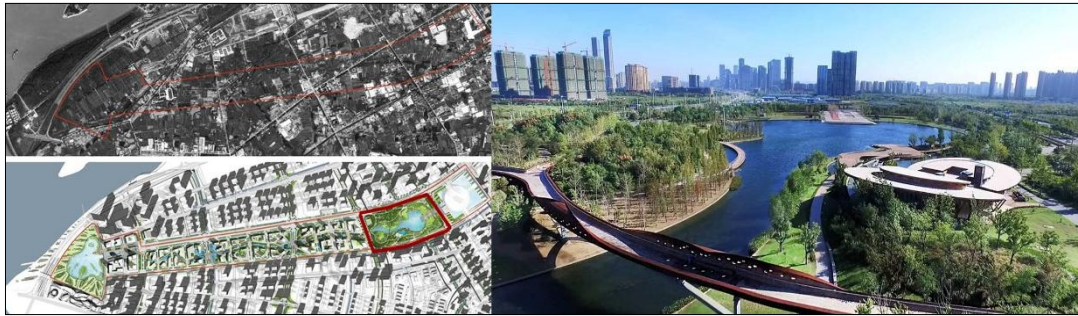
Görsel 4. Seneca Yerleşmesi - Central Park

Fiziksel dönüşümle beraber alanda büyük bir sosyal dönüşümünde gerçekleştiği görülmektedir. Kamulaştırma sonrası eski yerleşmede yaklaşık 1600 kişi yerinden edilmiştir (Central Park Conservancy, 2021). Bir zamanlar siyahilerin yaşadığı, tarım ve hayvancılıkla geçimini

sağladığı bu yerleşme zamanla beyaz elitistlerin yaşadığı, boş vakitlerini değerlendirdikleri bir kamusal alana evrilmiştir. Eski yerleşme sakinlerinin tahliyesi, yerleşik topluluğun fiziksel ve sosyal dokusunu parçalamıştır. Bölgedeki üç kilise, bir okul ve diğer önemli sosyal yapılar yıkılmıştır. Bu süreç, yalnızca bir yerleşim alanının ortadan kaldırılmasıyla sınırlı kalmamıştır. Aynı zamanda toplumsal bir aidiyetin ve kültürel bir hafızanın yok edilmesine de neden olmuştur. Seneca örneği, kentsel gelişim adına yapılan müdahalelerin, çoğunlukla dezavantajlı gruplar üzerinde orantısız bir etkiye sahip olduğunu ve bu süreçlerin derin sosyal, irksal eşitsizliklere yol açtığını göstermektedir (Winston, 2022).

Bir başka kent parkı Çin'de yer 'Hexi Kentsel Eko Park' örneğidir. Çin'in Jiangsu eyaletinin başkenti olan Nanjing'de yeni inşa edilen parklarla beraber kent içerisindeki yeşil alanlar artırılmıştır. Yeni inşa edilen parklar, kent içindeki ve çevresindeki mavi-yeşil alanları etkili bir şekilde birbirine bağlamakta ve ekosistemin bütünlüğünü geliştirmektedir. Hexi Kentsel Eko Parkı'nda bu parklardan biridir. Bu proje, yeşil eksenin ilk aşamasıdır ve ilçenin merkezinde 21,7 hektarlık bir alanı kaplamaktadır (Aecom, 2018). Yeni parklar, yaklaşık 5772 hektarlık bir alan aralığındaki sakinlere daha iyi ekosistem hizmetleri sağlamaktadır. (Huang ve diğ, 2024)

Parka kentsel işlevlerle beraber kentsel taşkın koruması da entegre edilmektedir. Suyla olan bağımlı yeniden canlandırması nedeniyle ilgi görmüş, ekolojik kıyı alanlarının entegrasyonu gibi önemli katkılarından ötürü ödüle layık görülmüştür. Park içerisindeki gölün üzerinden geçen köprü, burada oluşturulan kentsel ekolojiyi gözlemlemeye olanak sağlamaktadır. Nanjing'in iklim ve toprak koşulları dikkate alınarak, park içerisinde yaprak döken ve herdem yeşil kalan geniş yapraklı ağaçlar tercih edilmiştir. Yerel bitki türlerinin kullanımına önem verilmiştir. Bu şekilde düşük maliyetle yüksek ekolojik değer sağlayan bir bitki paleti ortaya koyulmuştur. Parkın gölleri için, su arıtımı ve ekolojik yaşam alanlarının yeniden inşasını sağlayan çeşitli su bitkileri kullanılmıştır. Ekolojik dengeyi sağlamak amacıyla balık ve amfibiler uygun şekilde yerleştirilmiştir. Böylece, su tasarrufu artırılmış, biyolojik çeşitlilik desteklenmiş ve ekolojik tamponlama sağlanmıştır. Ayrıca, kara kuşları için daha güçlü yaşam alanları oluşturularak parkın doğal dengesine katkıda bulunulmuştur (Aecom, 2018).

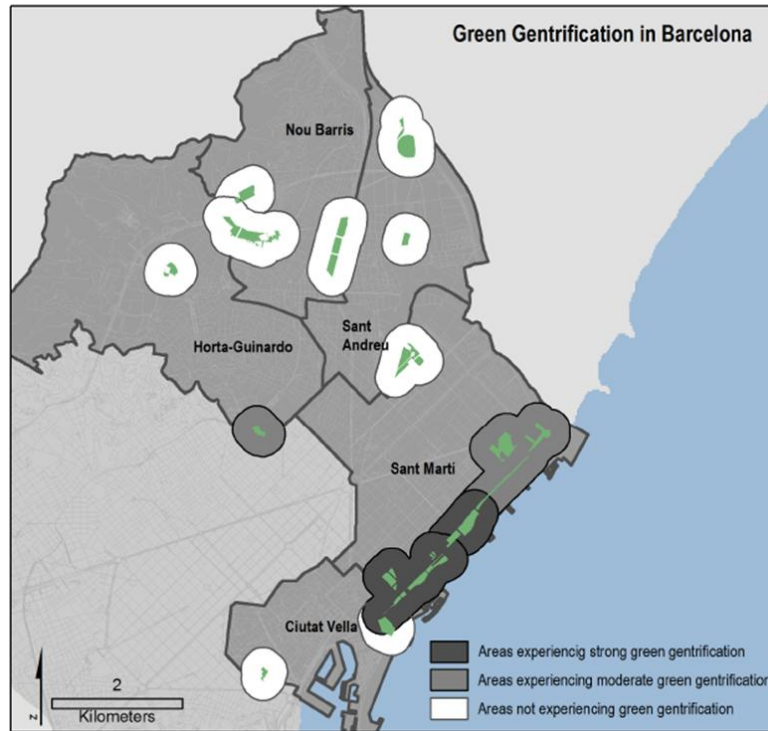


Görsel 5. Hexi Eko Park Öncesi ve Sonrası

Tüm bu ekolojik yararların yanı sıra Hexi Eko park ve beraberindeki diğer parkların etrafında bir takım sosyo-ekonomik değişimler tespit edilmiştir. Yeni inşa edilen parkların çevresinde yeşil soylulaştırmayı gösteren üç temel gösterge mevcuttur. İlk olarak, parkların hizmet alanlarındaki konut fiyatları %15,32'lik bir artışla sonuçlanmıştır. İkinci olarak, bu sistemdeki üst düzey ticari mekanların oranında %49'luk bir artış görülmüştür. Son olarak, parkların hizmet alanlarındaki yaşlı nüfusunun azaldığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, parkların ekonomik sosyo-ekonomik dönüşümlerinin yaşandığını ortaya koymaktadır (Huang ve diğ, 2024). Bu parklar, kentleşme sırasında arazi değişikliklerinin neden olduğu ekolojik hasarı hafifletmekle beraber daha iyi ekonomik koşullara sahip orta ve yüksek gelirli grupları da cezbetmiştir. Bu durum savunmasız nüfusların parklara erişimini sınırlandırmıştır. Süreçten anlaşılacağı üzere

tasarımın arkasındaki itici güç dışarıdaki insanları bu alana çekmektir. Kent parkları üzerine incelenen son örnek Barselona'da inşa edilen kent parklarıdır. Barselona'da 1979'da yeni şehir planlarının uygulanmasıyla yeşil alan üzerine gelişimlerle park ve bahçelerin sayısını artırmaya yönelik çalışmalara öncelik verildiği görülmektedir. Bu süre zarfında, yeşil alanlar öncelikle çocuklar ve yaşlılar için mahalle buluşma yerleri ve oyun alanları sağlamak için tasarlanmıştır. 1990'ların başlarında ise, halka açık parkların tasarımı ve inşası, ekonomik kalkınmayla güçlü bir şekilde ilişkili görülmüştür. Sıklıkla özel fonlar kullanarak eski endüstriyel alanlarda geliştirilen konut projeleri buna örnektir (Anguelovski ve diğ, 2018). Barselona parkları üzerine yapılan bir araştırmaya göre kalkınma odaklı yeşillenme vizyonunu bir takım sosyal gruplar üzerinde eşitsizlikler yarattığı görülmektedir. Bu gruplar; düşük gelirli sakinler, daha düşük eğitim düzeyine sahip sakinler, yalnız yaşayan yaşlı sakinler, küresel güney'deki ülkelerden gelen düşük gelirli sakinler olarak sıralanmaktadır (Connolly ve diğ, 2017).

Görsel 6.'da görüldüğü gibi koyu gri alanlar yüksek soylulaştırma bağlantısıyla ilişkilendirilmiştir. Açık gri alanlar orta derece soylulaştırmayla ilişkilendirilirken beyaz alanlar soylulaştırmayla ilişkilendirilmemiştir. Yeşil soylulaştırma, Sant Marti semtinde inşa edilen parkların çoğunun etrafında meydana gelmiş görünmektedir. 1992'de Ciutat Vella'da ve Horta-Guinardó bölgesinde birtakım parklar inşa edilmiştir. Bu parkların etrafındaki alanlarda yüksek eğitim dereceli sakinler grubunda ortalamanın üzerinde bir artış yaşanmıştır. Bunun yanında Düşük Gelirli Sakinler, Yalnız Yaşayan Yaşlı Sakinler ve Küresel Güney'deki Ülkelerden Gelen Düşük Gelirli Sakinlerin nüfusunda ise azalmalar yaşanmıştır. Bu tür sosyo-demografik değişikliklere, aynı zaman diliminde bölgede Barselona Belediyesi ve özel müteahhitler tarafından teşvik edilen ve sponsor olunan yeniden canlandırma projeleri de gerçekleştirilmiştir. Örneğin, Sant Martí semtinde ve özellikle birçok yeni parkın bulunduğu mahallelerde büyük kentsel dönüşüm projeleri uygulanmıştır (Anguelovski ve diğ, 2018, Connolly ve diğ, 2017).



Görsel 6. Barselona'da Yeşil Soylulaştırma Mekansal Analizi, Kaynak: Anguelovski ve diğ, 2018

2.3. Kent Ağaçlandırma

Kenti yeşillendirme konusunda yapılan önemli çalışmalarından biri ağaçlandırma çalışmalarıdır. Bu anlamda Amerika’da yürütülen MillionTrees programı iyi bir örnektir. Proje kapsamında belirlenen kent genelinde 1 milyon ağaç dikilmesi hedeflenmektedir. Dikim yapılan kentlerden biri New York’tur. Proje, 10 yıl sürecek şekilde planlanmıştır fakat planlanan süreçten 2 yıl önce 2015 yılında tamamlanmıştır (NYC Global Partners, 2013). Burada ağaçlar, halk sağlığı açısından önem taşıyan düşük ağaç yoğunluklu bölgelerde yoğunlaştırılmıştır. Parklarda, sokak kenarlarında, trafik refüjlerinde, okullar, dini kurumlarda, hastane kampüslerinde ağaç dikimleri yapılmıştır. Program, küresel ölçekte birçok girişim için olumlu bir model olmuştur. MillionTreesNYC, yalnızca bir çevre projesi değil, aynı zamanda kentsel sürdürülebilirlik, toplum katılımı ve çevresel adalet alanında örnek bir girişimdir. (Cambel ve diğ., 2024).

Ağaçların dikimi ekolojik stratejilere de hizmet etmiştir. Sokak ağaçları kenti daha serin, temiz ve dayanıklı hale getirmiştir. Sıcaklıkları ortalama 3 derece düşürerek ısı adası etkisini azaltmıştır. Enerji tasarrufu sağlamış, önemli bir miktarda karbondioksit tutumunu sağlayarak hava kalitesini iyileştirmiştir. Yağmur suyunu emerek kanalizasyon sisteminin yükünü azaltmıştır. İnsan sağlığına olan olumlu katkıları ağaç dikimi yapılacak bölgelerin önceliğinde etkili olmuştur. İlk olarak astım gibi sağlık sorunlarının yüksek oranda görüldüğü mahallelerde (ör. Bronx, East Harlem) uygulamalar yapılmıştır. Bu bölgeler için “Sağlık İçin Ağaçlar” girişimi başlatılmıştır (Cambel ve diğ., 2024; NYC Street Tree Care Guide, 2022).



Görsel 7. Millon Trees Kapsamında Barselona’da Sokak Ağaçlandırma

Program kapsamında ağaç dikilen alanların etrafında konut fiyatlarını %1.1 oranında arttığı tespit edilmiştir. Bu artış, bir konutun değerine yaklaşık 6000 dolar eklenmesi anlamına gelmektedir (Li, 2023). Bu artış, yüksek gelirli grupların bu alanlara taşınma olasılığını artırmıştır. Özellikle yıllık geliri 150.000 \$ üzerinde olan hanelerin oranı artmıştır. Fakat bu artış, diğer çevresel iyileştirme projelerine göre (ör. High Line gibi projeler, %35'e varan fiyat artışları gözlemlenmiştir) daha mütevazı kalmıştır. Mahallelerin demografik yapısında küçük değişiklikler gözlemlenmiştir: Daha genç, eğitilmiş ve varlıklı bireylerin bu alanlara taşınma oranı artmıştır. Bu değişim, düşük gelirli ve etnik azınlık gruplarını tamamen yerinden etmeyecek kadar sınırlı kalmıştır. Beyaz nüfusun oranında küçük bir artış (%0.17) gözlemlenmiştir. Bunun yanında siyahi ve Asyalı nüfus oranlarında sırasıyla %0.07 ve %0.06'lık düşüşler yaşanmıştır (Li, 2023).

Amerika’da yürütülen bir diğer ağaçlandırma programı Los Angeles’ta 2006 yılında başlatılan "Million Trees LA" kampanyasıdır. Programın amacı, şehre 1 milyon yeni ağaç dikerek

ekosistem hizmetlerini artırmaktır. Los Angeles'ta gerçekleştirilen ağaçlandırma çalışmaları tıpkı New York'ta olduğu gibi hava kalitesinin iyileştirilmesi, karbon yakalama, sıcaklık düşürme, su yönetimi, biyoçeşitliliğin artırılması gibi ekolojik amaçlara hizmet etmektedir (Pincetl ve diğ, 2012).



Görsel 8. Millon Trees Kapsamında Los Angeles'da Sokak Ağaçlandırma

Ancak, kentsel ağaçlandırmanın tüm bu faydalarına rağmen, ekonomik olarak yerel sakinleri zorladığı durumlar da olmuştur. Araştırmalar, özel mülk sahiplerinin kendi arazilerinde ağaç dikmeye pek istekli olmadığını göstermiştir. Ağaçlar, bazı durumlarda mülk değerlerinin değişimine neden olmakta veya sakinler için ekstra bakım yükü oluşturmaktadır. Yeşil alanların artışı kira bedellerinin yükselmesine yol açarak düşük gelirli grupların bölgedeki yaşam koşullarını zorlaştırmaktadır. Bu durum dolaylı olarak yerinden edilmelere sebep olarak soylulaştırmaya zemin hazırlamaktadır (Pincetl ve diğ, 2012; Donovan ve Butry, 2011).

Bir başka kentsel ağaçlandırma çalışması örneği Portland'ın kentsel ormanlarını güçlendirmeye yönelik Oregon'da yapılan "Eşitlikçi Ağaç Gölgeği (ETC)" programıdır. Program, yeşil altyapıyı kullanarak dayanıklı ve sağlıklı topluluklar oluşturmayı hedeflemektedir. Bu kapsamda, kamu ve özel mülklere yaklaşık 15.000 ağaç dikilmesi, mevcut ağaçların korunması, topluluk katılımının artırılması ve ağaç bakımı sektöründe iş gücü gelişiminin desteklenmesi planlanmaktadır. Bu projeye aynı zamanda çevresel eşitliği sağlamak, kentsel ısı adalarını azaltmak ve sürdürülebilir şehir ortamları oluşturmak amaçlanmaktadır (Donovan ve Butry, 2011).



Şekil 9. Eşitlikçi Ağaç Gölgeği Programı Kapsamında Portland'da Sokak Ağaçlandırma

Yapılan incelemeler ağaçların kente estetik, ekolojik değerlerle beraber ekonomik bir değer de kattığını göstermektedir. Bir sokağa dikilen ağacı, bir evin aylık kira fiyatını ortalama 21 dolar artırmaktadır. Bir arsaya dikilen ağaç ise aylık kira fiyatını 5,62 dolar artırmaktadır (Donovan ve diğ., 2021). Bu etkiler mahalle düzeyinde de gözlemlenmiştir. Ağaç yoğunluğu daha fazla olan mahallelerde kira fiyatlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sokak ağaçlarının varlığı, ev fiyatlarını artırarak, bölgenin cazibesini ve ekonomik değerini yükseltmektedir. Bu durum, düşük gelirli ailelerin yaşadığı mahallelerdeki konutların değerinin artmasına ve mevcut sakinlerin kira veya emlak vergisi maliyetlerini karşılayamamasına neden olabilir. Demografik açıdan değerlendirmek gerekirse yükselen konut fiyatları, yeni ve genellikle daha yüksek gelirli sakinleri çekebilir. Bu da, mevcut topluluk yapısının bozulmasına ve mahalle demografisinin değişmesine yol açabilir. Portland gibi şehirlerde sokak ağaçlarının bakımının bireysel ev sahiplerine bırakıldığı göz önüne alındığında, bu bakımın maliyetleri düşük gelirli haneler için ekonomik bir yük oluşturabilir. Bu da, kentsel yeşil alan yatırımlarının sosyal eşitsizlikleri artırma potansiyelini göstermektedir. Ağaçların mahalledeki yaşam kalitesini artırması, çevredeki ticari faaliyetlerin ve sosyal olanakların artmasını teşvik edebilir. Ancak bu tür değişiklikler, genellikle mevcut sakinlerin değil, mahalleye yeni taşınan daha yüksek gelirli grupların faydalanacağı şekilde gelişebilir (Donovan ve Butry, 2011; Donovan ve diğ., 2021).

3. SONUÇLAR

Küresel iklim kriziyle mücadelede kentsel yeşillendirme önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Yeşil altyapı projeleri, çevresel sürdürülebilirliği desteklerken, sosyal ve ekonomik sonuçları açısından dikkatle ele alınmalıdır. Çalışmada incelenen çeşitli kentsel yeşillendirme projeleri, çevresel faydalarının yanı sıra mülk değerlerini artırarak düşük gelirli grupların yerinden edilmesine yol açabilen soylulaştırma etkileriyle de öne çıkmaktadır.

Örnek olay analizleri, kentsel yeşillendirmenin kent sıcaklıklarını düşürme, hava kalitesini iyileştirme ve biyolojik çeşitliliği artırma gibi ekolojik kazanımlar sunduğunu göstermektedir. Ancak, Seul'deki Cheonggyecheon Akarsuyu, New York'taki High Line ve Central Park gibi projeler, emlak değerlerini artırarak sosyal eşitsizlikleri derinleştirmektedir. Benzer şekilde, Barcelona ve Nanjing gibi şehirlerde gerçekleştirilen kent parkı ve ağaçlandırma çalışmaları, ekolojik faydalar sağlarken aynı zamanda kent sakinlerinin demografik yapısını değiştirebilecek ekonomik dinamikleri de beraberinde getirmiştir.

Bu nedenle, iklim kriziyle mücadelede kentsel yeşillendirme stratejileri planlanırken, yalnızca ekolojik faydalar değil, sosyal adalet ilkeleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Kentsel dönüşüm ve yeşil altyapı projeleri, herkes için erişilebilir ve kapsayıcı olacak şekilde tasarlanmalı, dezavantajlı grupların korunmasını sağlayacak önlemler alınmalıdır. Aksi takdirde, çevresel sürdürülebilirliği sağlarken, sosyal sürdürülebilirliği göz ardı eden politikalar, mevcut eşitsizlikleri daha da derinleştirebilir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME

Aktarılan literatüre göre yeşil dönüşüm projelerinin, çevresel sürdürülebilirliği artırma hedefiyle uygulamaya konulduğu görülmektedir. Ancak sosyal ve ekonomik etkiler göz ardı edildiğinde yeşil soylulaştırmaya yol açabilmektedir. İncelenen örneklerdeki projelerde, olumlu çevresel etkilerinin yanı sıra emlak fiyatlarının arttığı, bölgenin turistik hale geldiği ve düşük gelirli sakinlerin yerinden edildiği durumlar tespit edilmiştir. Bu örnekler, yeşil alan projelerinin sosyal eşitsizlik yaratmadan nasıl yönetilmesi gerektiğini göstermesi açısından önemli birer vaka çalışmasıdır.

Planlama açısından değerlendirildiği zaman yapılabilecek uygulamalar için dikkate alınması gereken belli başlı konular vardır. Bunlardan ilki “çevresel adalet” konusudur. Sürdürülebilir kentleşme süreçlerinde çevresel adaletin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Yeşil alanların yalnızca belirli bir kesimin faydalanabileceği ayrıcalıklı alanlar olmasından ziyade, tüm toplumsal grupların erişebileceği kamusal alanlar olarak planlanması gerekmektedir. Bunun için uygulamalar öncesinde mevcut sosyal ve mekânsal eşitsizlikler dikkate alınmalıdır.

Daha adil bir yeşil alan planlaması için karşımıza çıkan bir diğer konu “yeterince yeşil” yaklaşımıdır. Yeterince yeşil (Just Green Enough) yaklaşımı, şehirlerde çevresel sürdürülebilirliği artırırken aynı zamanda sosyal adaleti korumayı amaçlayan bir planlama stratejisidir. Lüksleşmeyi değil, toplumsal faydayı hedeflemek gerekmektedir. Büyük ölçekli, yüksek maliyetli yeşil projeler yerine, yerel halkın ihtiyaçlarına uygun, küçük ölçekli projeler tercih edilmelidir. Bu kapsamda çevresel iyileştirme ile sosyal adaletin dengelenmesi, yerel halkın katılımının sağlanması, Ekonomik ve sosyal destek mekanizmalarının oluşturulması gerekmektedir.

Fiziksel dönüşümlerle beraber yerel sakinlerin mevcut yaşamını güvence altına alacak “sosyal politikalar” geliştirmek gerekmektedir. Özellikle düşük gelirli kesimlerin yerinde kalmasını sağlayacak sosyal politikaların geliştirilmesi bu konu kapsamında değerlendirilmelidir. Konut politikaları aracılığıyla kira kontrolleri yapılmalıdır. Gerekli bölgelerde kira tavanı uygulanmalı, devlet destekli uygun fiyatlı konut projeleri artırılarak düşük gelirli gruplara konut sağlanmalıdır. Vergi ve teşviklerle düşük gelirli haneler için vergi muafiyeti, kiracılar için mali destek programları uygulanmalıdır. Yerel halk güçlendirilmesiyle topluluk katılımı sağlanmalı ve karar süreçlerine dahil edilmelidir. Mahalle sakinlerinin görüşleri alınarak, onların ihtiyaçlarına uygun projeler geliştirilmelidir. İstihdam olanakları yaratılmalı, toplumsal dayanışma mekanizmaları güçlendirilmelidir. Bu kapsamda küçük esnafın kira artışları nedeniyle bölgeden ayrılmasını önlemek için teşvikler sağlanmalı ve yerel işletmelere destek olunmalıdır.

Gelecekteki yeşil dönüşüm projelerinin başarılı olabilmesi için yerel halkın sürece dahil edilmesi, çevresel adalet perspektifinin planlamanın merkezine alınması kritik öneme sahiptir. Böylece hem ekolojik hem de sosyal sürdürülebilirlik birlikte sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- AECOM. (2018). AECOM tarafından üretilen Nanjing Hexi Kentsel Eko Parkı. 3 Ocak 2025 tarihinde <https://landezine-award.com/nanjing-hexi-urban-eco-park/> adresinden erişildi.
- Aksümer, G. (2014). Kentsel Dönüşüm Çıkmazında “İyi Örnek” Arayışları. Güney Mimarlık Dergisi, 15, 29-35.
- Anguelovski, I. Connolly, J. Brand, A. (2018). From Landscapes Of Utopia To The Margins Of The Green Urban Life: For Whom Is The New Green City?. City, v.2(3), 417-436
- Aydemir, PK, Yılmazsoy, BK ve Turgay, T. (2018). Sürdürülebilir Mimari ve Yeşil Tasarım ile Yenileme. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 7 (1), 30-41.
- Başaran, M. A. (2020). Central Park’ın tarihsel süreci, kent ve kentleşme üzerindeki etkileri. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 1(1), 124-150.
- Black, KJ ve Richards, M. (2020). Eko-Soylulaştırma Ve Kentsel Yeşil Olanaklardan Kimler Yararlanıyor: NYC'nin High Line'ı . Peyzaj ve Şehir Planlama, 204, <https://doi.org/10.1016/j.landu>
- Central Park Conservancy. (2018 Ocak 18). Central Park'tan Önce: Seneca Köyü'nün Hikayesi. 3 Ocak 2025 tarihinde <https://www.centralparknyc.org/articles/seneca-village> adresinden erişildi.
- Campbell, L. K. (2024). Constructing New York City’s urban forest: The politics and governance of the MillionTreesNYC campaign. New York, NY: NYC Parks & Recreation
- Central Park Conservancy. (2021). Central Park: A research guide. Central Park Conservancy. <https://www.centralparknyc.org/>

- Chausali, N., Saxena, J., & Prasad, R. (2023). Nanotechnology as a sustainable approach for combating the environmental effects of climate change. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, 100541.
- Connolly, J. Masip, L. Pearsall, H. (2017). Assessing Green Gentrification In Historically Disenfranchised Neighborhoods: A Longitudinal And Spatial Analysis Of Barcelona. *Urban Geography*, v.39(3), 458-491
- Diener, A., & Mudu, P. (2021). How can vegetation protect us from air pollution? A critical review on green spaces' mitigation abilities for air-borne particles from a public health perspective - with implications for urban planning. *Science of the Total Environment*, 796, 148605.
- Derevensky, A. (2017 Mart 22). Central Park'ın Yaratılması Bir Tür Soylulaştırma Mıydı?. 3 Ocak 2025 tarihinde <https://eportfolios.macaulay.cuny.edu/alonso2017/2017/03/22/was-the-creation-of-central-park-a-form-of-gentrification/> adresinden erişildi.
- GCR Personeli. (2021 Nisan 6). Tokyo Otoyolu Doğrusal Bir Parka Dönüştürmeyi Planlıyor. 20 Aralık 2024 tarihinde <https://www.globalconstructionreview.com/tokyo-plans-turn-motorway-linear-park/> adresinden erişildi.
- Glass, M. (2024 Mayıs 28). New York Tarzı High Line Tokyo'ya Geliyor. 20 Aralık 2024 tarihinde <https://www.bloomberg.com/news/features/2024-05-27/new-york-style-high-line-in-tokyo-set-to-open-in-2029> adresinden erişildi.
- Huang, Y., Hong, X., Yao, X., & Yin, M. (2024). Which characteristics represent the gentrification affected by parks? A study case in Nanjing, China. *Ecological Indicators*, 160, 111862. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111862>
- Hummingbird, N., & Lewis-Smith, B. (n.d.). Native Los Angeles (Ch. 7).
- Kreuzer, A. (2024 Mart 21). Ginza Gökyüzü Yürüyüşü. 20 Aralık 2024 tarihinde <https://metropolisjapan.com/ginza-sky-walk-2024/> adresinden erişildi.
- Lee, I. K. (2006). Cheonggyecheon Restorasyon Projesi-Seul'de Bir Devrim. ICLEI.
- Li, Q. (2023). Environmental goods provision and gentrification: Evidence from MillionTreesNYC. *Journal of Environmental Economics and Management*, 120, 102828.
- McNutt, M. (2020). *Climate Change: Evidence & Causes 2020*. Royal Society and US National Academy of Sciences.
- Nouri, H., Sutton, P. C., & Li, F. (2018). Planning green space for climate change adaptation and mitigation: A review of green space in the central city of Beijing. *Urban and Regional Planning*, 3(2), 55-63.
- NYC Global Partners. (2013). Best Practice: Planting One Million Trees to Develop the Urban Forest. Retrieved from
- NYC Parks & Recreation. (n.d.). Street Tree Care Guide. Funded by MillerKnoll Foundation
- Pincetl, S., Gillespie, T. W., Pataki, D. E., Saatchi, S., & Saphores, J.-D. (2012). Urban tree planting programs, function or fashion? Los Angeles and urban tree planting campaigns. *GeoJournal*. <https://doi.org/10.1007/s10708-012-9446-x>
- Portland Parks & Recreation. (2018). Growing a more equitable urban forest: Portland's citywide tree planting strategy. Portland, OR.
- Roxas, F. M., & Santiago, A. (2016). Bir Şehrin Yeşillendirilmesi: Cheonggyecheon Restorasyon Projesi. Asian Development Bank, 1-11

- Sakar, İ. M. Ö., Kart Aktaş, N., Emeksiz, B. E., & Özkırım, S. (2024). Küresel iklim değişikliği bağlamında çim alanlarının karbon döngüsüne etkisi: İstanbul ili örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 25(2), 184-195.
- Tunçer, M. (2023). Seul kent içinden geçen bir otoyolu yıktı ve şehir tekrar nefes alabilir: Cheonggyecheon restorasyon projesi. *Şehir ve Bölge Planlama Dergisi*.
<https://doi.org/10.53463/splandes.202300241>
- Yang, G., Zhang, G., Cao, D., Zha, D., Gao, X., & Su, B. (2024). China's provincial-level sustainable energy transition requires accelerating renewable energy technological innovation. *Energy*, 288, 129672.
- Wall, D. D., Rothschild, N. A., Linn, M. B., & Copeland, C. R. (2018). Seneca Village, a forgotten community: Report on the 2011 excavations. Institute for the Exploration of Seneca Village History.
- Winston, A. (2022 Ekim 27). Central Park: New York'un Irkçı Tarihinin Doğru Bir Yansıması. 3 Ocak 2025 tarihinde
<https://fordhamobserver.com/70690/opinions/central-park-an-accurate-reflection-of-new-yorks-racist-history/> adresinden erişildi.