

CONFERENCEBOOK



ANKARA
29 EKİM 2024

CUMHURİYET 13. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ



CUMHURİYET
13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
OCTOBER 29, 2024
ANKARA

ISBN : 978-625-6283-92-3

Academy Global Conferences & Journals



www.cumhuriyetkongresi.org



*CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES
OCTOBER 29, 2024 – ANKARA*

CONGRESS ORGANIZING BOARD

Head of Conference: Assoc. Prof. Dr. Feran Aşur

*Prof. Dr. Hülya Çiçek
Prof. Dr. Ali Bilgili
Prof. Dr. Naile Bilgili
Prof. Dr. Başak Hanedan
Prof. Dr. Mehmet Özbaş
Prof. Dr. Hajar Huseynova
Prof. Dr. Dwi Sulisworo
Prof. Zain Musa
Prof. Dr. Sameer Jain
Prof. Yakup Babayev
Prof. Dr. Suyatno
Assoc. Prof. Dr. Dhési Ari Astuti
Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran
Assoc. Prof. Dody Hartanto
Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn
Assoc. Prof. Nazile Abdullazade
Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti
Assoc. Prof. Ivaylo Staykov
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş
Assoc. Prof. Dr. Yegana Qəhrəmanova
Assist. Prof. Ihwan Ghazali
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərifxan oğlu
Assist. Prof. Dr. Mahrukhı Dovlatzade
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Dr. Dadash Mehravari
Dr. Gültekin Gürçay
Aynur Əliyeva
Khorram Manafidizaji*

All rights of this book belong to Academy Conferences Publishing House

Without permission can't be duplicate or copied.

Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.

Academy Global–2024 ©

CONFERENCE ID

**CUMHURIYET
13TH INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES**

**DATE – PLACE
OCTOBER 29, 2024
ANKARA**

**ORGANIZATION
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS**

**Edited By
ASSOC. PROF. DR. ABBAS GHAFARI**

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

**PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey – Iran- Colombia- China- Egypt- Australia.- Germany- Malaysia- Thailand-
Taiwan- Czech Republic- Indonesia- Russia- UK – India- Tunisia- Oman – Jordan-
Lebanon -**

**PRESENTATION
Oral presentation**

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :
- 27 Papers From Turkey And 42 Papers From Other Countries .
- Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an
"official assignment letter"

Issued: 30.11.2024
ISBN: 978-625-6283-92-3

Scientific & Review Committee

- Prof. Dr. Ali BILGILI – Turkiye
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Turkiye
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Turkiye
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Turkiye
Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Turkiye
Prof. Dr. Bülent KURTIŞOĞLU – Turkiye
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. Raihan YUSOPH – Philippines
Prof. Dr. Akbar VALADBIGI – Iran
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Turkiye
Prof. Dr. T.Venkat Narayana RAO – India
Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ – Turkiye
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM – Turkiye
Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN – Turkiye
Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Turkiye
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Eda BOZKURT – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TOPAL – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sandeep GUPTA – India
Assoc. Prof. Dr. Veysel PARLAK – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Turkiye
Assist. Prof. K. R. PADMA – India
Assist. Prof. Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia

- Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria
Assist. Prof. Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania
Assist. Prof. Dr. Gültekin GÜRÇAY – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Dody HARTANTO - Indonesia
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşılı JAYLIBAY - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan
Assist. Prof. Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria
Assist. Prof. Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bhumika SHARMA - India
Assist. Prof. Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam
Assist. Prof. Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Yang ZİTONG – China
Assist. Prof. Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa
Assist. Prof. Dr. Zohaib Hassan Sain – Pakistan
Assist. Prof. Dr. Murat GENÇ – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India
Assist. Prof. Dr. Vaiva BALCIUNIENE – Lithuania
Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN – Turkiye
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Sonali MALHOTRA - India



T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Dekanlığı



Sayı : E-99771277-100-422356
Konu : Eğitim - Öğretim İşleri (Genel)

26.09.2023

Sayın Doç. Dr. Feran AŞUR

İlgi : 20.09.2023 tarihli, 30097411-100-419400 sayılı yazınız.

Academy Global Conferens & Journals tarafından yapılan kongrelerin düzenleme kurulunda görevlendirilmeniz Dekanlığımızca uygun bulunmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Şevket ALP
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik İmza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu :BSRZ65ADS8 Pin Kodu :87362 Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=4575&eD=BSRZ65ADS8&eS=422356>

Adres: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Rektörlüğü Mimarlık ve Tasarım Fakültesi

Dekanlığı Zeve Kampüsü 65080 Tuşba/VAN

Telefon No: +90 432 2251701-04 / +90 4445065 Faks No: +90 432 4865413

e-Posta: rektorluk@yyu.edu.tr İnternet Adresi: <http://www.yyu.edu.tr>

Bilgi için: Fatma TUNÇER

Unvanı: Bilgisayar İşletmeni



Tel No: 21112

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
SOCIAL SCIENCES
CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
APPLIED SCIENCES
CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
OCTOBER 29, 2024
ANKARA

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,

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	Doç. Dr. Cumhur ŞAHİN	1	DO TERROR ATTACKS IMPACT FINANCIAL MARKETS? A GENERAL EVALUATION	Doç. Dr. Cumhur ŞAHİN
		2	AN INTEGRATED FUZZY SWARA-TOPSIS APPROACH FOR EXPORT MARKET ENTRY STRATEGY EVALUATION	Asst. Prof., Umut AYDIN
		3	PAZARLAMA ALANINDA Z KUŞAĞI ÜZERİNE YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Dr. Öğr. Üyesi, Ramazan ASLAN Yüksek Lisans Öğrencisi, Sibel ACARBAŞ
		4	A CONCEPTUAL EVALUATION ON INTERNAL CUSTOMER LOYALTY IN THE TRIADIC NETWORK OF RELATIONSHIPS IN THE SUPPLY CHAIN	Assoc. Prof. Dr. Hale Eda AKDURU
		5	ANALYSİS OF PUBLISHED STUDIES ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN FINANCE (2001-2024)	Doç. Dr., Nazan GÜNGÖR KARYAĞDI Doç. Dr., Mehmet ÖZÇALICI Doç. Dr., Ahmet KAYA
		6	ANALYSIS OF STUDIES ON DECISION MAKING IN ACCOUNTING AND AUDITING	Doç. Dr., Nazan GÜNGÖR KARYAĞDI Doç. Dr., Ahmet KAYA Doç. Dr., Mehmet ÖZÇALICI

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	Dr. Öğr. Üyesi Mesut YILMAZ	1	Decoding Gender and Religion in News	Sr. Asst. Prof. Monisa Qadri
		2	DO GENERATIONAL DIFFERENCES AFFECT ORGANISATIONAL SILENCE? A STUDY ON HOTEL EMPLOYEES	Master of Science, Batuhan KARAKOYUNLU Assoc. Prof. Dr., Erkan TAŞKIRAN
		3	AI INFLUENCERS IN SOCIAL MEDIA MARKETING: THE CASE OF @VIRTUALALIN IN LOCAL CUSTOMER PERCEPTION	Research Assistant Dr. Bilal KIR Dr. Ayça YILMAZ
		4	2023 CUMHURBAŞKANLIĞI SEÇİMİNDE 2. TUR SÜRECİNİN YAZILI BASINDA SUNUMU ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ: SABAH VE SÖZCÜ	Dr. Öğr. Üyesi Mesut YILMAZ
		5	İNTERNET TEKNOLOJİSİ İLE GELİŞTİRİLEN ARACI UYGULAMALARIN SOSYAL YANSIMALARI: SARI TAKSİ - UBER KAVGASI HABERLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Dr. Öğr. Üyesi Mesut YILMAZ

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 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 Cihan Necmi GÜNAL	1	Neoliberal Politikaların Gölgesinde İş Güvencesizliği; Fırsatlar Dünyasında Güvencesiz Yaşam	Dr. Öğretim Üyesi Erkan İNAN
		2	ÜRDÜN'DE HRİSTİYAN ARAPLAR VE GÜVENLİKLEŞTİRME SÜRECİNE ETKİLERİ	Asım Şemsi Alan
		3	GOVERNANCE IN WATER SERVICES: THE EXAMPLE OF CONSUMER COUNCIL FOR WATER FROM THE UNITED KINGDOM	Prof. Dr. Ramazan ŞENGÜL Dr. Öğr. Üyesi Cihan Necmi GÜNAL
		4	ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED DISASTER PREVENTION AND RESPONSE PROGRAMS	Dr. Öğr. Üyesi Cihan Necmi GÜNAL Prof. Dr. Ramazan ŞENGÜL
		5	Oil and Energy in the Middle East: A Comparative Study of the Energy Policies of Iraq and Iran	Shaymaa Nawzat Azzat Attar Doç. Dr, Leman Erdal
		6	Guarantee of Individual Rights and Freedoms Under the 1995 Constitution of Azerbaijan	Osman İBRAHİMOV
		7	Freedom of Expression and Digital Media	Ali VALIYEV

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	Prof. Dr. Süheyla SARITAŞ	1	REFLECTION OF WOMEN'S LABOR IN FAMILY RELATIONSHIP IN THE CONTEXT OF PATRIARCHY AND GENDER	Prof. Dr. Süheyla SARITAŞ
		2	THE IMPORTANCE OF MONOGRAPHS IN RURAL SOCIOLOGY	Prof. Dr. Süheyla SARITAŞ
		3	BÜYÜK BALIK-KÜÇÜK GÖLET ETKİSİ: ÜSTÜN ZEKALI/YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN AKADEMİK BENLİK ALGISI	Dr. Asil DERİN KILIÇ
		4	PSYCHOLOGICAL MODELS OF NARCISSISM	PhD student Vusal İntiqam oğlu Alquliyev
		5	İKLİM ADALETİ VE ZORUNLU GÖÇ: İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE ADALET PERSPEKTİFİNDEN BİR BAKIŞ	Dr., CUMHUR HAVAN
		6	FREİRE ELEŞTİREL PEDAGOJİ KİTABININ EĞİTİM AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	Seda YURTSEVEN

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Prof. Dr. Mevlüt ÇELEBİ	1	HEYBELIADA SEMINARY FROM THE BYZANTINE MIDDLE AGES TO THE PRESENT: A PERSPECTIVE IN THE CONTEXT OF THE HISTORY OF EDUCATION	Dr. Hayati DOKDEMİR Prof. Dr. Mehmet ÖZBAŞ
		2	THE DEVELOPMENT OF LOCAL PRESS IN THE REPUBLICAN ERA: THE CASE OF ISPARTA (1923-1960)	Dr. Research Assistant Elif AŞCI
		3	MALTA SÜRGÜNLERİNİN BİR ŞİKÂYET MEKTUBU	Prof. Dr. Mevlüt ÇELEBİ
		4	1938 MUSSOLINI ALTIN KUPASINI KAZANAN TÜRK BİNİCİLER	Prof. Dr. Mevlüt ÇELEBİ
		5	HADİSLER IŞIĞINDA FİLİBELİ AHMED HİLMİ'NİN DÜŞÜNCE DÜNYASI: "BEŞERİYETİN FAHR-İ EDEBİSİ" VE "CİHÂD-I EKBER'E"	Arş. Gör. Dr., Ayşegül TOPRAK ŞAHİN

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	Doç Dr. Aysel ARSLAN	1	ÖĞRETMEN ADAYLARININ DERS DIŞI ÇALIŞMA ALIŞKANLIKLARI	Doç. Dr. Fatıma Firdevs ADAM Doç Dr. Aysel ARSLAN Dr. Öğr. Üyesi Mehtap ÇİFÇİ
		2	ÖĞRETMEN ADAYLARININ DÖNÜT VE DÜZELTME ALGILARI	Dr. Öğr. Üyesi Mehtap ÇİFÇİ Doç Dr. Aysel ARSLAN Doç. Dr. Fatıma Firdevs ADAM
		3	10. SINIF “KARIŞIMLAR” ÜNİTESİ DENEYLERİNİN BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ GELİŞTİRME DÜZEYLERİNE GÖRE ANALİZİ VE YENİDEN DÜZENLENMESİ	Gamze ÖZATEŞ Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU
		4	A STUDY ON THE PROFESSIONAL BELIEFS OF PHYSICAL EDUCATION TEACHERS	Doçent Doktor, Yahya DOĞAR Araştırma Görevlisi, Mehmet AKARSU
		5	EXAMINATION OF THE SPIRITUAL INTELLIGENCE STATUS OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS TEACHERS	Doçent Doktor, Yahya DOĞAR Araştırma Görevlisi, Mehmet AKARSU
		6	ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ OLAN ÇOCUKLAR VE EĞİTİMLERİ	Prof. Dr. Güneş SALI
		7	ÇOCUKLARDA RESİM GELİŞİMİNİN EVRELERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Prof. Dr. Güneş SALI

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	Assistant Professor Dr. Noor A. Hossain	1	A CONTRASTING EXAMINATION OF ZOTERO AND MENDELEY REFERENCE MANAGEMENT SOFTWARE	Sujit K. Basak
		2	EXPLORING THE BENEFITS, RISKS, AND ETHICAL ISSUES IN SOCIAL MEDIA UTILIZATION AND COUNSELING	<i>Dr. Eleni P. Georgiou Lecturer: Markos K. Dimitriadis</i>
		3	META-ANALYSIS OF MATERNAL SMOKING AND ITS LINK TO CHILDHOOD OBESITY AND OVERWEIGHT	<i>Sophia Liu John H. Mitchell Kevin R. Smith</i>
		4	EFFECTS OF A PARENT TRAINING PROGRAM ON IMPROVING HEALTH BEHAVIORS AMONG SCHOOL-AGED CHILDREN WITH OBESITY	Assistant Professor Amina Khan
		5	UNDERSTANDING PRIMARY SCHOOL CHILDREN'S PERCEPTIONS ON EMBRACING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRACTICES	Dr. Mia O. Anderson Dr. Samuel R. Turner
		6	PRELIMINARY RESEARCH ON THE CONNECTION BETWEEN SENSORY PROCESSING AND COGNITIVE DEFICITS IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER IN THE UNITED ARAB EMIRATES	Yasmin F. Al-Nasr Hana J. Al-Khalidi Omar T. Al-Mansoori
		7	FACTORS INFLUENCING VARIATIONS AMONG YOUNG WOMEN IN TRADITIONAL SAUDI FAMILIES WHO CONFORM TO OR CHALLENGE SOCIAL NORMS	Assistant Professor Dr. Noor A. Hossain
		8	PARENTING STYLE AS A KEY FACTOR IN COGNITIVE EMOTION REGULATION IN CHILDREN, IN CONTRAST TO FAMILY TYPE AND GENDER	Dr. Amina F. Rahman Fatima S. Ahmad Mohammed A. Zaman
		9	SIMILARITIES AND DIFFERENCES IN TEACHERS' AND STUDENTS' PERSPECTIVES ON CLASSROOM MISBEHAVIOR	Professor Dr. Alex T. Johnson

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	Dr. Amina Kovačević	1	KHAIRULLAH KHAN, BAHARUM B. BAHARUDIN, AURANGZEB KHAN, FAZAL_E_MALIK	Khairullah Khan, Baharum B. Baharudin, Aurangzeb Khan, Fazal_e_Malik
		2	AN APPROACH TO MONTE CARLO SIMULATION IN ANALYZING INVESTMENT UNCERTAINTIES	Maria Velasquez
		3	ARE E-AUCTIONS LEGITIMATE? AN EXAMINATION OF CONSUMER RIGHTS IN DIGITAL BIDDING	Liam McCarthy
		4	E-PROCUREMENT AS A STRATEGY FOR OPTIMIZING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: NAVIGATING NEW BANKING REGULATIONS	Elena Novikova, Amir Hosseini
		5	ADVANCING TOWARD WEB INTELLIGENCE MATURITY: STRATEGIES AND CHALLENGES	Ava Petrov
		6	CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN IMPLEMENTING E-GOVERNANCE SERVICES	Dr. Sofia Jovanović
		7	OPTIMIZING TRANSFER PRICING DURING ECONOMIC DOWNTURNS: INSIGHTS FROM THE CROATIAN CONTEXT	Thomas J. Murphy
		8	APPLICATIONS OF CONIC OPTIMIZATION AND QUADRATIC PROGRAMMING IN INDEX ARBITRAGE WITHIN THE THAI DERIVATIVES AND EQUITY MARKETS	Dr. Amina Kovačević
		9	A DECISION-MAKING MODEL FOR BID PRICE STRATEGIES IN COMPETITIVE ENVIRONMENTS	Nitin Sharma, Arjun Rao

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	Assoc. Prof. Dr. Emma Watson	1	CONNECTING LIVES INSIDE AND OUTSIDE THE CLASSROOM: WHY AND HOW TO INCORPORATE TECHNOLOGY IN THE LANGUAGE LEARNING CLASSROOM	Dr. Geoffrey Sinha
		2	IMPROVING LEARNING OUTCOMES FOR POSTGRADUATE STUDENTS: STRATEGIES FOR EFFECTIVE LANGUAGE PRACTICES IN COMPUTER ENGINEERING EDUCATION	Dr. Laura Bennett, Prof. Samuel Carter
		3	EXPLORING THE EFFECT OF MODALITY ON THE ENGAGEMENT LOAD THEORY	Dr. Isabella Rodriguez
		4	EFFECTS OF GRADE AWARENESS ON STUDENT MOTIVATION AND ACADEMIC ACHIEVEMENT	Sarah El-Masri
		5	DESIGNING A PROGRAM FOR POSTGRADUATE STUDENTS IN JORDAN TO ENHANCE SKILLS IN CREATING VISUAL STORYTELLING TOOLS FOR PRESCHOOL EDUCATION	Dr. Omar Hossain, Dr. Fatima Nasir
		6	INFLUENCE OF THE SEVEN PHASES OF LEARNING MODEL ON STUDENT ACADEMIC PERFORMANCE AND EMOTIONAL INTELLIGENCE	Dr. Hossam Khalil, Prof. Nadia Youssef
		7	YOUNG EDUCATORS IN AUSTRALIA: INNOVATING WITHIN TRADITIONAL EDUCATIONAL FRAMEWORKS	Assoc. Prof. Dr. Emma Watson

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	Dr. Linda Johnson	1	HUBS AS TRIGGERS FOR SPATIAL COMMUNICATION IN KINSHIP NETWORKS	Sameer Kumar, Jariah Mohd. Jan
		2	THE ROLE OF FAITH IN U.S.-CENTRAL ASIA RELATIONS: POLITICAL AND IDEOLOGICAL PERSPECTIVES	Elena Petrova, Dmitry Ivanov, Aisha Tursunova, Nikita Smirnov
		3	GENDER DIFFERENCES IN SOCIAL NETWORK GAME ENGAGEMENT: AN ANALYSIS OF USER TRENDS	Soojin Lee, Minji Park
		4	ELECTRONIC VOTING IN DEMOCRACY: ASSESSING TRUSTWORTHINESS THROUGH TECHNOLOGICAL, POLITICAL, AND SOCIAL LENSES	Fatima Al-Mansoori, Amina Nasser
		5	MODELING FOOT SIZE PREDICTIONS USING NEURAL NETWORKS	Omar Khaled
		6	IMPACT OF FINANCIAL STRUCTURES ON MIXED-USE DEVELOPMENTS: CHALLENGES AND SAFETY PERCEPTIONS IN THE UK	Dr. Linda Johnson
		7	PERCEPTIONS OF POLITICAL FIGURES AND PARTICIPATION AMONG RESIDENTS OF THE BANGKOK METROPOLITAN AREA	Assoc. Prof. Vichai Suthipong
		8	TRANSFORMATION OF MEDITERRANEAN CITIES IN THE MODERN ERA: A STUDY OF URBAN ADVANCEMENTS	Dr. Fatima Zahra Benali
		9	SPATIAL ANALYSIS AND STATISTICAL APPROACHES FOR URBAN ZONING	Giovanni Russo, Carla Moretti

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	Assist. Prof. Eva Nováková	1	SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND E-COMMERCE TECHNOLOGY ADOPTION AMONG LOGISTICS SERVICE PROVIDERS IN MALAYSIA	Dr . Mohd Iskandar bin Illyas Tan, Iziati Saadah bt Ibrahim
		2	COLLABORATIVE STRATEGIES BETWEEN CUSTOMERS AND SUPPLIERS IN THE METAL CASTING SECTOR: AN EXAMINATION OF ORGANIZATIONAL AND HUMAN ELEMENTS	Dr. Elif Karaca, Dr. Oğuzhan Korkmaz
		3	THE INFLUENCE OF WEBSITE CHARACTERISTICS ON INITIAL CONSUMER TRUST IN E-COMMERCE PLATFORMS	Emily Carter, R. Alexander, Sofia Morales
		4	INCREASING EFFICIENCY THROUGH AN INTEGRATED MANAGEMENT APPROACH	Ali Rezaei, Fariborz Salehi
		5	IMPLEMENTING MANDATORY DIGITAL DOCUMENT EXCHANGE IN THE CZECH REPUBLIC: A COMPARATIVE ANALYSIS OF EXPECTATIONS AND OUTCOMES	Assist. Prof. Eva Nováková
		6	THE ROLE OF CREDIT FACILITIES IN ENHANCING PRODUCTIVITY IN PAKISTAN'S AGRICULTURAL SECTOR: A DATA ENVELOPMENT ANALYSIS	Ayesha Khan, Bilal Ahmed, Zahid Iqbal
		7	ANALYZING THE IMPACT OF SUSTAINABILITY INITIATIVES ON BUSINESS PERFORMANCE IN THE RESIDENTIAL SECTOR: A CONCEPTUAL FRAMEWORK	Prof. Laura Bennett
		8	KEY DRIVERS OF ISLAMIC BANKING GROWTH IN PAKISTAN	Imran Asif, Nadia Syed, Salim Raza

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 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. Muteber Burunsuz	1	AN ANALYSIS ON THE STYLISTIC APPROACH AND WORKS OF ERCÜMENT KALMIK, ONE OF THE REPRESENTATIVES OF CONTEMPORARY TURKISH PAINTING	Doç. Muteber Burunsuz
		2	POLYSEMY IN LINGUISTICS: THEORIES AND APPROACHES	Kübra KUVAT Shalala RAMAZANOVA
		3	A STRUCTURAL LOOK AT TAHSİN YÜCEL'S STORIES	Assist. Prof. Dr. Mehmet Fetih YANARDAĞ
		4	A STUDY ON THE POETICS OF İNCİ OKUMUŞ	Assist. Prof. Dr. Mehmet Fetih YANARDAĞ
		5	THE EXAMINATION OF GREEN ENERGY FROM THE PERSPECTIVE OF WOMEN CONSUMERS	Master's Student, Zehra YEŞİLYURT Ass.Prof, Müzeyyen ÖZHAVZALI

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	Assoc. Prof. Şükran UYGUN	1	SOME GENERATING TRIDIAGONAL MATRICES FOR GENERALIZED JACOBSTHAL AND JACOBSTHAL LUCAS POLYNOMIAL SEQUENCES	Assoc. Prof. Şükran UYGUN
		2	TWO DİMENSIONAL GAUSSIAN JACOBSTHAL AND GAUSSIAN JACOBSTHAL-LUCAS SEQUENCES	Assoc. Prof. Şükran UYGUN
		3	BIPOLAR GENERALIZED SET VALUED NEUTROSOPHIC QUINTUPLE SETS AND NUMBERS	Prof. Dr. Memet ŞAHİN Dr. Abdullah KARGIN Erdem UZUNYOLCU
		4	MULTIPLE INTERVAL GENERALIZED SET VALUED NEUTROSOPHIC QUADRUPLE SETS AND NUMBERS	Prof. Dr. Memet ŞAHİN Dr. Abdullah KARGIN Kübra ARITI ŞİĞVA
		5	ÖZEL SABİT-KÖŞEĞEN MATRİSLERİN ÖZDEĞERLERİ	Doç. Dr. Özge ÖZTEKİN Betül Gamze AYANA
		6	AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON TURBULENT DRAG REDUCTION IN PIPES	Yasemin Çeneli Pelin İlker Mehmet Sorgun
		7	PREDICTION OF CRITICAL VELOCITY FOR SLURRY TRANSPORT IN PIPES USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS	Serra Elif AKYURT Pelin İLKER Mehmet SORGUN

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU	1	MERCİMEKTE TEBEŞİRLEŞMEYE NEDEN OLAN ZARARLILAR VE MÜCADELE OLANAKLARI	Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU
		2	ADİYAMAN İLİNDE MERCİMEKTE GÖRÜLEN ZARARLILAR VE MÜCADELE OLANAKLARI	Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU
		3	CONTROL OF PLANT DISEASES WITH ANTIMICROBIAL PEPTIDES	Dr. Öğr. Üyesi Meltem AVAN Araş. Gör. Mehmet ATAY
		4	FUNGAL ENDOPHYTES USED AGAINST PLANT PATHOGENS	Dr. Öğr. Üyesi Meltem AVAN Araş. Gör. Mehmet ATAY
		5	EFFECTS OF ZnO NANOPARTICLES EXPOSED ON ANTIOXIDANT PARAMETERS (CAT, SOD AND GST) IN BLOOD TISSUE OF MICE	Doç. Dr. Tüzün AYTEKİN Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN
		6	NEW NATURAL FLAVONOID AGENT İN HEALTH FIELD: LUTEOLIN AND ITS BENEFITS	Dr. Öğr. Üyesi Suna KIZILYILDIRIM Doç. Dr. Özge TEMİZ Doç. Dr. Mehmet AKYÜZ Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR Prof. Dr. Ferit KARGIN Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	Dr.Öğr. Üyesi Enes KAYMAZ	1	COMPARISON OF EXPERIMENTAL SHEAR, FLEXURAL AND TORSION CAPACITIES OF GEOPOLYMER RC BEAMS WITH THEORETICAL RESULTS CALCULATED ACCORDING TO DIFFERENT STANDARDS	Dr. Barış BAYRAK PhD Student, Serpil AĞIRMAN Prof. Dr. Abdulkadir Cüneyt AYDIN
		2	SODYUM BORHİDRÜRÜN HİDROLİZİNDEN HİDROJEN ÜRETİMİNDE KULLANILMAK ÜZERE Al-Cr SÜTUNLU BENTONİT DESTEKLİ KOBALT BORÜR KATALİZÖR GELİŞTİRİLMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Mehmet MÜDÜROĞLU Prof. Dr. İlker KIPÇAK
		3	Characterization of Polymer Nanocomposites by Mechanical Analysis	Aykut ILGAZ Mehmet BAYIRLI Orhan ZEYBEK
		4	Temperature Dependent Dielectric Properties of Nanotube Reinforced Polymer Nanocomposites	Aykut ILGAZ Mehmet BAYIRLI Orhan ZEYBEK
		5	GÜÇ SİSTEMLERİNDE ASEKRON MOTORUN GERİLİM KARARLILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Dr.Öğr. Üyesi Enes KAYMAZ Prof. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU
		6	SEKONDER GERİLİM KONTROLÜ VE TÜRBİN YÖNETİCİSİ MODELLERİN GÜÇ SİSTEMLERİNDE KÜÇÜK SİNYAL KARARLILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Prof. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU Dr.Öğr. Üyesi Enes KAYMAZ

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Assistant Professor, Kagan Sogut	1	SHEAR BEHAVIOUR OF RC BEAMS WITH LOW CONCRETE COMPRESSION STRENGTH	Assistant Professor, Kagan Sogut
		2	SHEAR STRENGTH PREDICTIONS OF TS500 DESIGN CODE	Assistant Professor, Kagan Sogut
		3	IN OCCUPATIONAL SAFETY PLANNING AND STUDIES DIFFERENCES BETWEEN THE CONSTRUCTION SECTOR AND OTHER SECTORS	Lecturer. Dr. Sıtkı Alper ÖZDEMİR Prof. Dr. Mustafa Tolga ÇÖĞÜRCÜ Res. Asst. Mehmet Akif ARSLAN Asst. Prof. Dr. Mustafa ONUÇYILDIZ
		4	THE IMPORTANCE AND STATISTICAL ANALYSIS OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH IN THE CONSTRUCTION SECTOR	Lecturer. Dr. Sıtkı Alper ÖZDEMİR Prof. Dr. Mustafa Tolga ÇÖĞÜRCÜ Res. Asst. Mehmet Akif ARSLAN Asst. Prof. Dr. Mustafa ONUÇYILDIZ
		5	FOOTPRINTS OF THE DECLARATION OF THE REPUBLIC ON ANKARA AND URBAN SPACE ORGANIZATION	Prof. Dr., Mehmet Emin BARIŞ Arş. Gör., Seher Simay KUŞOĞLU

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	Asst. Prof. İnalet GÜNTÜRK	1	SCIENTIFIC RESEARCH ON THE PHARMACOLOGICAL PROPERTIES OF RUDRAKSHA AND ITS THERAPEUTIC APPROACH	K.R.Padma K.R.Don
		2	THE EFFECT OF UNDERGOING BREAST AESTHETIC SURGERY ON SELF-CARE	Uzm. Hem. Ali Mert Güneş Dr. Öğr. Üyesi Hatice Erdoğan
		3	HEMODİYALİZ TEDAVİSİ ALAN HASTALARDA OKSİDATİF STRES VE ENFLAMASYON GELİŞİMİNDE MİYELOPEROKSİDAZİN ROLÜ	Mahmut Demirhan Prof. Dr. Kader KÖSE Asst. Prof. İnalet GÜNTÜRK Prof. Dr. Cevat YAZICI Prof. Dr. İsmail KOÇYİĞİT
		4	MS Hastalığındaki Denge Parametreleri Arasındaki İlişkinin Yapay Zekâ Destekli Ağ Analizi	Suna ÇELİK Meltem SEVİNÇ Gözde ZABZUN

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 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. Emma J. Richards	1	ASSESSMENT OF SHEAR STRENGTH PARAMETERS OF MODIFIED LOESS WITH COMMON ADMIXTURES IN GORGAN, IRAN	Seyed Erfan Hosseini Mohammad K. Alizadeh, Amir Mesbah
		2	ANALYSIS OF BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) SOFTWARE DEVELOPMENT STRATEGIES IN A CLOUD ENVIRONMENT	Dr. Mia Torres
		3	SIMULATION AND PARAMETRIZATION OF A C-SHAPED ELECTROMAGNET USING FINITE ELEMENT METHODS FOR MAGNETIC CHARACTERIZATION	Dr. L. Rivera M. Castaneda
		5	THERMAL CONDUCTIVITY ANALYSIS OF LIGHTWEIGHT WOODEN STRUCTURES INSULATED WITH MINERAL WOOL	D. Hargreaves R. Baxter
		6	IDENTIFICATION OF CAUSES FOR INADEQUATE CONSTRUCTION SITE SAFETY AND PRIORITY ASSESSMENT FROM MULTIPLE VIEWPOINTS	Cheng Wei Ying Zhao
		7	STABILITY OPTIMIZATION FOR FUNCTIONALLY GRADED PIPES IN FLUID TRANSPORT APPLICATIONS	Nabil S. Asfour Dr. Zainab M. Ali
			DESIGN OPTIMIZATION OF THE LAUNCH NOSE IN INCREMENTAL LAUNCHING OF CONTINUOUS BRIDGES	Tianyu Liu Feng Zhou Liang Chen
		8	UTILIZATION OF "STREAMLINED" MATERIAL ACCOUNTING METHODS FOR ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT	Dr. Emma J. Richards

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	Dr. Emma Thompson	1	DEVELOPMENT OF MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPS) FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTION	Bianca Schweiger, Lucile Bahnweg, Barbara Palm, Ute Steinfeld
		2	REMOVAL OF PENTACHLOROPHENOL THROUGH ADSORPTION AND BIODEGRADATION PROCESSES	Dr. Emma Thompson Dr. Liam Carter
		3	DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF VAGINAL SUPPOSITORIES INCORPORATING LACTOBACILLUS STRAINS	Aisha M. Elshafie Sara H. Qureshi
		4	SERICIN FILM: IMPACT OF CONCENTRATION ON PHYSICAL CHARACTERISTICS	Fatima Zahra Ali R. Khan Zainab S. Malik Haroon J. Ahmad
		5	EVALUATION AND VALIDATION OF AN OPTIMIZED RP-HPLC METHOD WITH FLUORESCENT DETECTION FOR NORFLOXACIN	R. Smithson K. G. Cheng T. F. Moreno
		6	ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF PLUMERIA ALBA FLOWERS	Omar Hassan Neha A. Mehta Clara S. Jennings Faisal K. Rahman
		7	PREEMPTIVE DETECTION OF FALSE ALERTS IN DRUG-DRUG INTERACTIONS	Dr. J. L. Martin Dr. S. K. Patel
		8	EFFECTS OF ETHANOLIC AND ISOPROPYL: HEXANE (7:3) EXTRACTS OF ZINGIBER OFFICINALE ROSE ON ANTIBACTERIAL ACTIVITY	Mei Chen Jie Li Xiaowei Wang
			NEUROGENIC POTENTIAL OF AQUEOUS ROOT EXTRACT OF CLITORIA TERNATEA: IMPLICATIONS FOR MEMORY ENHANCEMENT	Sara B. Johnson Layla K. O'Connor

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	Prof. Dr. B. A. Okafor	1	CORPORATE GOVERNANCE STRUCTURES AND OVERLAPPING DIRECTORATES IN THE CZECH REPUBLIC	Assis. Prof. Dr. Ondřej Nowak
		2	THE IMPACT OF STAKEHOLDER ENGAGEMENT STRATEGIES ON CONSUMER ADOPTION AND FINANCIAL SUCCESS: A STUDY OF THE FERTILIZER SECTOR IN VIETNAM	Nguyen Thi Thanh Le Minh Khoa Tran Van Hai Hoang Thi Lan
		3	ANALYSIS OF RUBBER BYPRODUCTS UTILIZATION AT VIGOR MANUFACTURING COMPANY	Y. Chantarasiri T. Sokolov
		4	COMBATING MONEY LAUNDERING IN THE FINANCIAL SECTOR: LESSONS FROM THE INDONESIAN CONTEXT	Rani S. Kartika
		5	INTEGRATED ENERGY SOLUTIONS WITH A FOCUS ON RENEWABLE RESOURCES FOR SMALL INDUSTRIAL PARKS	Dr. Ivan Markovic Jovan Petrovic
		6	PREDICTIVE ANALYSIS OF POTENTIAL DISTRESS IN NIGERIA'S BANKING INDUSTRY USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES	Prof. Dr. B. A. Okafor
		7	EFFECTIVENESS OF METROPOLITAN GOVERNANCE FOR SUSTAINABILITY AND ECONOMIC GROWTH: A CASE STUDY OF HO CHI MINH CITY	Nguyen Hoang Minh Le Thi Hoa
		8	A STUDY ON A NEURO-FUZZY INFERENCE MODEL FOR PROJECTING GROSS DOMESTIC PRODUCT GROWTH	Dr. A. Nikos
				CHALLENGES OF DELAYED PAYMENTS IN THE INDONESIAN CONSTRUCTION SECTOR

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	Prof. Dr. Lara Thompson	1	OPTIMAL CONTROL STRATEGIES FOR VELOCITY REGULATION OF PERMANENT-MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR DRIVES	Dr. Roozbeh Molavi, Assis. Prof. Dr. Davood A. Khaburi
		2	OPTIMAL VOLTAGE/VAR CONTROL IN DISTRIBUTION NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATION USING NSGA	Dr. Elena Petrovna, Dr. Amir Khalid
		3	HANDWRITING RECOGNITION THROUGH CONJUGATE GRADIENT NEURAL NETWORKS: A SPECTRAL APPROACH TO SPEECH ANALYSIS	Prof. Dr. Lara Thompson
		4	ENHANCEMENT OF FLASH EVAPORATION DESALINATION BY UTILIZING OCEAN THERMOCLINE AND HEAT RECOVERY	Rajesh Kumar, Aisha Malik, Arun Verma
		5	DEVELOPING AN IMAGE PROCESSING FRAMEWORK FOR OUTDOOR CHILDCARE ENVIRONMENTS	Dr. Sofia Cheng, Dr. Ryuichi Matsuda
		6	NETWORK MANAGEMENT SYSTEM COMPONENT: DEVICE DISCOVERY USING SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL	Farhad Rezaei
		7	EXTRACTING THEMATIC ROLES THROUGH SHALLOW PARSING TECHNIQUES	Nisha Rao, Vikram Singh
		8	INNOVATIVE IMAGE PROCESSING STRATEGIES FOR OUTDOOR CHILDCARE SETTINGS	Layla Zare, Amir Rahmani

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	Prof. Dr. A. R. Smith, Jane Doe	1	A CRITICAL ANALYSIS OF CHITOSAN UTILIZATION AS A NATURAL ANTIMICROBIAL	F. Nejadi Hafdani, N. Sadeghinia
		2	INVESTIGATING THE NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT – IMPLICATIONS FOR COGNITIVE ENHANCEMENT	Dr. Elena Petrovna
		3	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Amina Farooq, Riya Mehta
		4	ISOLATION OF β -SITOSTEROL DIARABINOSIDE FROM RHIZOMES OF ALPINIA GALANGA	Prof. Dr. A. R. Smith, Jane Doe
		5	UTILIZATION OF DATA MINING CLASSIFICATION METHODS IN PHARMACEUTICAL DESIGN	Carlos Ramirez, Dr. Anna Johnson
		6	PHARMACOKINETIC ANALYSIS OF SALBUTAMOL SULPHATE-ETHYLCELLULOSE TABLETTED MICROCAPSULES: A CONVOLUTIONAL APPROACH	Assoc. Prof. Hamid Ali, Fatima Zahra
		7	ASSESSING THE ANTIMICROBIAL EFFECTS OF ETHANOL EXTRACTS FROM SELECTED THAI MEDICINAL HERBS AGAINST CAMPYLOBACTER JEJUNI	Sirin Chaiwong, Nattapong Poonpipat
		8		

CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES CUMHURİYET 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES CUMHURİYET 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION OCTOBER 29, 2024 ANKARA				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
29 Ekim / October 29, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 12	Dr. Mona Zadeh	1	EXERGY ANALYSIS OF MULTISTAGE REFRIGERATION CYCLES FOR HYDROCARBON RECOVERY	Mohammad Rahmani, Sima Tavakoli, Farhad Esfandiari
		2	ENHANCED SEPARATION OF WATER-SOLUBLE VITAMINS USING MODIFIED HPTLC	Dr. Layla Rashidi, Hassan Bahrami, Dr. Mona Zadeh
		3	ELECTRICAL CHARACTERIZATION OF POLYMER-BASED SCHOTTKY DIODES	Naveed Qureshi, Ayesha Khan
		4	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SILVER NANOPARTICLES FOR ORGANIC MATRIX INCORPORATION	Rania Karim, Bassam Jaber, Layla Mahmoud
		5	ADSORPTION OF HEAVY METALS USING BIOCHAR DERIVED FROM COCONUT SHELL	Priya Sharma, Ravi Narayan, Deepa Kulkarni
		6	METHANE AND VOLATILE ORGANIC COMPOUND EMISSIONS FROM PETROLEUM REFINERIES IN THE MIDDLE EAST	Huda Al-Najjar, Ahmed Hassan, Samira El-Mohandes
		7	OPTICAL CHARACTERISTICS OF ZINC OXIDE THIN FILMS DOPED WITH TRANSITION METALS	Lamia Khaldoun, Ismail Al-Farsi, Zeinab Ahmadi, Omar Al-Yahya
		8	DECHLORINATION OF WATER POLLUTANTS USING PALLADIUM: MECHANISMS OF CATALYST DEACTIVATION AND REGENERATION	Amira Soliman, Khaled Abdelrahman, Mona Al-Mansouri

Contents

SOME GENERATING TRIDIAGONAL MATRICES FOR GENERALIZED JACOBSTHAL POLYNOMIAL SEQUENCES.....	1
TWO DIMENSIONAL GAUSSIAN JACOBSTHAL AND GAUSSIAN JACOBSTHAL-LUCAS SEQUENCES.....	8
ÇİFT KUTUPLU GENELLEŞTİRİLMİŞ KÜME DEĞERLİ NÖTROSOFOİK BEŞLİ KÜMELER VE SAYILAR.....	16
ÇOKLU ARALIK GENELLEŞTİRİLMİŞ KÜME DEĞERLİ NÖTROSOFOİK DÖRTLÜ KÜMELER VE SAYILAR.....	29
ÖZEL SABİT-KÖŞEĞEN MATRİSLERİN ÖZDEĞERLERİ.....	45
AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON TURBULENT DRAG REDUCTION IN PIPES.....	46
PREDICTION OF CRITICAL VELOCITY FOR SLURRY TRANSPORT IN PIPES USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS.....	55
MERCİMEKTE TEBEŞİRLEŞMEYE NEDEN OLAN ZARARLILAR VE MÜCADELE OLANAKLARI.....	64
ADİYAMAN İLİNDE MERCİMEKTE GÖRÜLEN ZARARLILAR VE MÜCADELE OLANAKLARI.....	73
ANTİMİKROBİYAL PEPTİTLER İLE BİTKİ HASTALIKLARININ MÜCADELESİ.....	84
BİTKİ PATOJENLERİNE KARŞI KULLANILAN FUNGAL ENDOFİTLER.....	98
Dr. Öğr. Üyesi Meltem AVAN ¹	98
INVESTIGATING THE NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT – IMPLICATIONS FOR COGNITIVE ENHANCEMENT.....	114
SAĞLIK ALANINDA YENİ DOĞAL FLAVONOİD AJAN: LUTEOLİN VE FAYDALARI.....	115
COMPARISON OF EXPERIMENTAL SHEAR, FLEXURAL AND TORSION CAPACITIES OF GEOPOLYMER RC BEAMS WITH THEORETICAL RESULTS CALCULATED ACCORDING TO DIFFERENT STANDARDS.....	121
SODYUM BORHİDRÜRÜN HİDROLİZİNDEN HİDROJEN ÜRETİMİNDE KULLANILMAK ÜZERE Al-Cr SÜTUNLU BENTONİT DESTEKLİ KOBALT BORÜR KATALİZÖR GELİŞTİRİLMESİ.....	135
CHARACTERIZATION OF POLYMER NANOCOMPOSITES BY MECHANICAL ANALYSIS.....	144
TEMPERATURE DEPENDENT DIELECTRIC PROPERTIES OF NANOTUBE REINFORCED POLYMER NANOCOMPOSITES.....	151
GÜÇ SİSTEMLERİNDE ASENKRON MOTORUN GERİLİM KARARLILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ.....	157
SEKONDER GERİLİM KONTROLÜ VE TÜRBİN YÖNETİCİSİ MODELLERİN GÜÇ SİSTEMLERİNDE KÜÇÜK SİNYAL KARARLILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ.....	166
SHEAR BEHAVIOUR OF RC BEAMS WITH LOW CONCRETE COMPRESSION STRENGTH.....	176
SHEAR STRENGTH PREDICTIONS OF TS500 DESIGN CODE.....	182
IN OCCUPATIONAL SAFETY PLANNING AND STUDIES DIFFERENCES BETWEEN THE CONSTRUCTION SECTOR AND OTHER SECTORS.....	188
THE IMPORTANCE AND STATISTICAL ANALYSIS OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH IN THE CONSTRUCTION SECTOR.....	193
CUMHURİYET'İN İLANININ ANKARA'YA VE KENTSEL MEKÂN ORGANİZASYONUNA YANSIMALARI.....	198
FOOTPRINTS OF THE DECLARATION OF THE REPUBLIC ON ANKARA AND URBAN SPACE ORGANIZATION.....	199

MEME ESTETİĞİ AMELİYATI GEÇİRMENİN ÖZ BAKIM GÜCÜNE ETKİSİ	213
THE EFFECT OF UNDERGOING BREAST AESTHETIC SURGERY ON SELF-CARE	214
HEMODİYALİZ TEDAVİSİ ALAN HASTALARDA OKSİDATİF STRES VE ENFLAMASYON GELİŞİMİNDE MİYELOPEROKSİDAZİN ROLÜ	215
MS HASTALIĞINDAKİ DENGE PARAMETRELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ AĞ ANALİZİ	228
ASSESSMENT OF SHEAR STRENGTH PARAMETERS OF MODIFIED LOESS WITH COMMON ADMIXTURES IN GORGAN, IRAN	239
DECHLORINATION OF WATER POLLUTANTS USING PALLADIUM: MECHANISMS OF CATALYST DEACTIVATION AND REGENERATION	240
OPTICAL CHARACTERISTICS OF ZINC OXIDE THIN FILMS DOPED WITH TRANSITION METALS	241
METHANE AND VOLATILE ORGANIC COMPOUND EMISSIONS FROM PETROLEUM REFINERIES IN THE MIDDLE EAST	242
ADSORPTION OF HEAVY METALS USING BIOCHAR DERIVED FROM COCONUT SHELL	243
SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SILVER NANOPARTICLES FOR ORGANIC MATRIX INCORPORATION.....	244
ELECTRICAL CHARACTERIZATION OF POLYMER-BASED SCHOTTKY DIODES	245
ENHANCED SEPARATION OF WATER-SOLUBLE VITAMINS USING MODIFIED HPTLC	246
EXERGY ANALYSIS OF MULTISTAGE REFRIGERATION CYCLES FOR HYDROCARBON RECOVERY	247
ANALYSIS OF BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) SOFTWARE DEVELOPMENT STRATEGIES IN A CLOUD ENVIRONMENT	248
SIMULATION AND PARAMETRIZATION OF A C-SHAPED ELECTROMAGNET USING FINITE ELEMENT METHODS FOR MAGNETIC CHARACTERIZATION	249
THERMAL CONDUCTIVITY ANALYSIS OF LIGHTWEIGHT WOODEN STRUCTURES INSULATED WITH MINERAL WOOL.....	250
IDENTIFICATION OF CAUSES FOR INADEQUATE CONSTRUCTION SITE SAFETY AND PRIORITY ASSESSMENT FROM MULTIPLE VIEWPOINTS.....	251
STABILITY OPTIMIZATION FOR FUNCTIONALLY GRADED PIPES IN FLUID TRANSPORT APPLICATIONS..	252
DESIGN OPTIMIZATION OF THE LAUNCH NOSE IN INCREMENTAL LAUNCHING OF CONTINUOUS BRIDGES.....	253
UTILIZATION OF "STREAMLINED" MATERIAL ACCOUNTING METHODS FOR ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT.....	254
DEVELOPMENT OF MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPS) FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTION.....	255
REMOVAL OF PENTACHLOROPHENOL THROUGH ADSORPTION AND BIODEGRADATION PROCESSES. 256	
DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF VAGINAL SUPPOSITORIES INCORPORATING LACTOBACILLUS STRAINS	257
SERICIN FILM: IMPACT OF CONCENTRATION ON PHYSICAL CHARACTERISTICS	258

EVALUATION AND VALIDATION OF AN OPTIMIZED RP-HPLC METHOD WITH FLUORESCENT DETECTION FOR NORFLOXACIN	259
ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF PLUMERIA ALBA FLOWERS	260
PREEMPTIVE DETECTION OF FALSE ALERTS IN DRUG-DRUG INTERACTIONS.....	261
EFFECTS OF ETHANOLIC AND ISOPROPYL: HEXANE (7:3) EXTRACTS OF ZINGIBER OFFICINALE ROSE ON ANTIBACTERIAL ACTIVITY.....	262
CORPORATE GOVERNANCE STRUCTURES AND OVERLAPPING DIRECTORATES IN THE CZECH REPUBLIC	263
THE IMPACT OF STAKEHOLDER ENGAGEMENT STRATEGIES ON CONSUMER ADOPTION AND FINANCIAL SUCCESS: A STUDY OF THE FERTILIZER SECTOR IN VIETNAM.....	264
ANALYSIS OF RUBBER BYPRODUCTS UTILIZATION AT VIGOR MANUFACTURING COMPANY	265
COMBATING MONEY LAUNDERING IN THE FINANCIAL SECTOR: LESSONS FROM THE INDONESIAN CONTEXT	266
INTEGRATED ENERGY SOLUTIONS WITH A FOCUS ON RENEWABLE RESOURCES FOR SMALL INDUSTRIAL PARKS	267
PREDICTIVE ANALYSIS OF POTENTIAL DISTRESS IN NIGERIA'S BANKING INDUSTRY USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES.....	268
EFFECTIVENESS OF METROPOLITAN GOVERNANCE FOR SUSTAINABILITY AND ECONOMIC GROWTH: A CASE STUDY OF HO CHI MINH CITY	269
A STUDY ON A NEURO-FUZZY INFERENCE MODEL FOR PROJECTING GROSS DOMESTIC PRODUCT GROWTH.....	270
CHALLENGES OF DELAYED PAYMENTS IN THE INDONESIAN CONSTRUCTION SECTOR	271
OPTIMAL VOLTAGE/VAR CONTROL IN DISTRIBUTION NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATION USING NSGA.....	272
HANDWRITING RECOGNITION THROUGH CONJUGATE GRADIENT NEURAL NETWORKS: A SPECTRAL APPROACH TO SPEECH ANALYSIS.....	273
ENHANCEMENT OF FLASH EVAPORATION DESALINATION BY UTILIZING OCEAN THERMOCLINE AND HEAT RECOVERY	274
DEVELOPING AN IMAGE PROCESSING FRAMEWORK FOR OUTDOOR CHILDCARE ENVIRONMENTS ...	275
NETWORK MANAGEMENT SYSTEM COMPONENT: DEVICE DISCOVERY USING SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL.....	276
EXTRACTING THEMATIC ROLES THROUGH SHALLOW PARSING TECHNIQUES	277
INNOVATIVE IMAGE PROCESSING STRATEGIES FOR OUTDOOR CHILDCARE SETTINGS.....	278
ISOLATION OF β -SITOSTEROL DIARABINOSIDE FROM RHIZOMES OF ALPINIA GALANGA	279
UTILIZATION OF DATA MINING CLASSIFICATION METHODS IN PHARMACEUTICAL DESIGN	280
ZnO NANOPARTİKÜLLERİNE MARUZ BIRAKILAN FARELERİN KAN DOKUSUNDA ANTİOKSİDAN PARAMETRELERİ (CAT, SOD VE GST) ÜZERİNE ETKİLERİ.....	281

SOME GENERATING TRIDIAGONAL MATRICES FOR GENERALIZED JACOBSTHAL POLYNOMIAL SEQUENCES

Assoc. Prof. Şükran UYGUN

Gaziantep Üniversitesi, suygun@gantep.edu.tr - 0000-0002-7878-2175

ABSTRACT

In this paper, we construct new tridigional matrices with elements depending on a polynomial. Any element of $p(x)$ -Jacobsthal and $p(x)$ -Jacobsthal Lucas polynomial sequences with even or odd indices are obtained by the determinant of these tridigional matrices. The inverse matrices of these matrices are also investigated. Some properties of $p(x)$ -Jacobsthal and $p(x)$ -Jacobsthal Lucas polynomial sequences are denoted by an interesting method. We also compute eigenvalues of the special matrices.

Keywords: Jacobsthal numbers, Jacobsthal Lucas numbers, determinant

1. Introduction

Special integer sequence is one of the most studied topic in number theory because of the popularity in different branches of science. One of the most important special integer sequence is the Jacobsthal sequence. The recurrence relation for the Jacobsthal sequence is $J_{n+2} = J_{n+1} + 2J_n$, $J_0 = 0$, $J_1 = 1$, $n \geq 0$. Similarly by using the same recurrence relation with different initial values we get the Jacobsthal Lucas sequence as $C_{n+2} = C_{n+1} + 2C_n$, $C_0 = 2$, $C_1 = 1$ for $n \geq 0$ in [1]. There are some generalizations of these integer sequences. For example, a generalization for Jacobsthal and Jacobsthal Lucas sequences is given by

$$J_{n+2}(s, t) = J_{n+1}(s, t) + 2J_n(s, t), \quad J_0(s, t) = 0, \quad J_1(s, t) = 1$$

and

$$C_{n+2}(s, t) = C_{n+1}(s, t) + 2C_n(s, t), \quad C_0(s, t) = 2, \quad C_1(s, t) = s.$$

In this paper, a new generalization of Jacobsthal and Jacobsthal Lucas sequences by using polynomials as called $p(x)$ -Jacobsthal polynomial $J_{p,n}(x)$ and $p(x)$ -Jacobsthal Lucas polynomial $C_{p;n}(x)$ are used [3]. In [16], the author investigated the generalized sixth order Jacobsthal sequence. There is a long tradition of using matrices and determinants to study special integer sequences. For example, Cahill et. al.[6] found some types of the tridiagonal matrices whose determinants are equal to Fibonacci numbers. There are many known connections between determinants of tridiagonal matrices and the Fibonacci and Lucas numbers. The authors constructed the symmetric tridiagonal family of matrices whose

determinants form any linear subsequence of the Fibonacci and numbers Lucas numbers in [7]. Feng, in [8] found some Fibonacci identities via determinant of tridiagonal matrix. Seibert et. al [9] gave new results about factorization of Fibonacci and Lucas numbers. J. J'na, P. Trojovsk' used the determinants of some tridiagonal matrices with Fibonacci numbers in [10]. Falcon, in [11] used determinants of some tridiagonal generating matrices to obtain results about k-Fibonacci numbers. In [12], the authors studied on certain matrices whose entries are Pell, Pell-Lucas, k-Pell and k-Pell-Lucas quaternions. In [13], Catarino constructed certain matrices with h(x)-Fibonacci polynomials. In [14], the authors studied on generalized Jacobsthal and Jacobsthal-Lucas polynomials by using certain matrices. In [15], Uygun, generated some tridiagonal matrices whose determinants are generalized (s;t)-Pell, (s;t)-Pell Lucas and (s;t)-modified Pell sequences.

Generating Tridiagonal Matrices For Generalized Jacobsthal Polynomial Sequences

Definition 1 Assume that $p(x)$ is a polynomial with real coefficients and $n \geq 2$ any integer. The $p(x)$ -Jacobsthal polynomial $\{J_{p,n}(x)\}$ sequences are described by using the following recurrence relation

$$J_{p,n}(x) = p(x)J_{p,n-1}(x) + 2J_{p,n-2}(x)$$

with initial conditions are $J_{p,0}(x) = 0$ and $J_{p,1}(x) = 1$.

Definition 2 the $p(x)$ -Jacobsthal Lucas polynomial $\{C_{p,n}(x)\}$ sequences are described by using the following recurrence relation

$$C_{p,n}(x) = p(x)C_{p,n-1}(x) + 2C_{p,n-2}(x)$$

with initial conditions are $C_{p,0}(x) = 2$ and $C_{p,1}(x) = p(x)$.

If $p(x) = 1$; we have the classic Jacobsthal and Jacobsthal Lucas sequences.

If $p(x) = k$; then we get k -Jacobsthal and k -Jacobsthal Lucas sequences.

Assume the following tridigonal matrix

$$A_n = \begin{bmatrix} a & b & c & & & & & \\ c & d & e & & & & & \\ & c & d & e & & & & \\ & & \ddots & \ddots & \ddots & & & \\ & & & & & c & d & e \\ & & & & & c & d & e \end{bmatrix}$$

We have

$$|A_1| = a$$

$$|A_2| = d|A_1| - bc$$

$$|A_3| = d|A_2| - ce|A_1|.$$

By continuing this procedure, it is computed that

$$|A_n| = d|A_{n-1}| - ce|A_{n-2}|.$$

The inverse of a matrix M is given as

$$M = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & & & & & \\ c_1 & a_2 & b_2 & & & & \\ & c_2 & & \ddots & & & \\ & & & \ddots & \ddots & & \\ & & & & c_{n-2} & b_{n-2} & \\ & & & & & a_{n-1} & b_{n-1} \\ & & & & & c_{n-1} & a_n \end{bmatrix}$$

which is nonsingular. Usmani [5] found a formula for the inverse of this matrix $M^{-1} = (m_{ij})$ as

$$m_{ij} = \begin{cases} (-1)^{i+j} b_i \dots b_{j-1} \theta_{i-1} \varphi_{j+1} / \theta_n, & \text{if } i \leq j \\ (-1)^{i+j} c_j \dots c_{i-1} \theta_{j-1} \varphi_{i+1} / \theta_n, & \text{if } i > j \end{cases}$$

θ_i satisfies the recurrence relation $\theta_i = a_i \theta_{i-1} - b_{i-1} c_{i-1} \theta_{i-2}$ for $i = 2, \dots, n$; with $\theta_0 = 1$ and $\theta_1 = a_1$. Observe that $\theta_n = |T|$.

If the tridiagonal matrix is given as

$$T = \begin{bmatrix} a & b & & & & \\ c & a & b & & & \\ & c & a & b & & \\ & & & \ddots & \ddots & \\ & & & & c & a & b \\ & & & & & c & a \end{bmatrix}$$

then the eigenvalues of this matrix are found as

$$\delta_i = a + 2\sqrt{bc} \cos\left(\frac{i\pi}{n+1}\right), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Theorem 3 Let $A_{j,n}(p)$ be a $n \times n$ tridiagonal matrix as

$$A_{j,n}(p) = \begin{bmatrix} p(x) & 2 & & & & \\ -1 & p(x) & 2 & & & \\ & -1 & p(x) & 2 & & \\ & & & \ddots & \ddots & \\ & & & & -1 & p(x) & 2 \\ & & & & & -1 & p(x) \end{bmatrix}$$

Then, the determinant of $A_{j,n}(p)$ is obtained as

$$|A_{j,n}(p)| = J_{p,n+1}(x)$$

We want to find the inverse of $A_{j,n}(p)$ by (4) as

$$a_i = p(x), \quad b_i = 2, \quad c_i = -1, \quad i \geq 1,$$

$$\theta_i = J_{p,i+1}, \quad \varphi_{j+1} = \frac{J_{p,n-j+2}}{p(x)}, \quad i \geq 1, \quad j \geq 1$$

$$A_{j,n}(p)_{(i,j)}^{-1} = \begin{cases} (-1)^{i+j} 2^{j-i} J_{p,i} J_{p,n-j+1} / J_{p,n+1}, & \text{if } i \leq j \\ J_{p,j} J_{p,n-i+1} / J_{p,n+1}, & \text{if } i > j \end{cases}$$

The elements of the cofactor matrix are displayed as

$$\text{cof}(A_{j,n}(p)_{(i,j)}) = \begin{cases} J_{p,i} J_{p,n-j+1}, & \text{if } i < j \\ J_{p,j} J_{p,n-i+1} (-1)^{i+j} 2^{i-j}, & \text{if } i \geq j \end{cases}$$

$$b_1 = 0, \quad c_1 = 2, \quad b_i = 2 = c_i, \quad i > 1$$

$$\theta_i = J_{p,2i}, \quad \varphi_j = \frac{J_{p,2(n-j+2)}}{p(x)}, \quad j \geq 1$$

$$E_{j,n}(p)_{(i,j)}^{-1} = \begin{cases} (-1)^{i+j} 2^{j-i} J_{p,2i-2} J_{p,2(n-j+1)} / p(x) J_{p,2n}, & \text{if } i \leq j \\ \frac{2^{i-j} J_{p,2j-2} J_{p,2(n-i+1)}}{p(x) J_{p,2n}}, & \text{if } i > j \\ 0, & \text{if } i = 1 \end{cases}$$

If all entries of the matrix are real and nonnegative, then the matrix is called positive. If the matrix is positive and tridiagonal [4], then all eigenvalue are real. Therefore, all eigenvalues of $E_{j,n}(p)$ are real if $p(x) \geq 0$. If we choose $p(x) = 1$ then the eigenvalues of the matrix $E_{j,n}(p)$ for $n = 2; 3; 4; 5; 6$ are computed as with Matlab0g

$$S_2 = \{1, 5\}, \quad S_3 = \{1, 3, 7\},$$

$$S_4 = \{1, 2.171572875253810, 5, 7.828427124746191\},$$

$$S_5 = \{1, 1.763932022500209, 3.763932022500209,$$

$$6.23606797749979, 8.236067977499776 \}$$

$$S_6 = \{1, 1.535898384862246, 2.999999999999994, 5, 7, 8.46410161513775\}$$

We get easily

$$\sum_{r=1}^n \gamma_r = \text{tr } E_{j,n}(p) = p(x) + (n-1)(p^2(x) + 4) \text{ and } \prod \gamma_r = |A_{j,n}(p)| = J_{p,2n}(x).$$

If we take care of the spectra, one of the eigenvalues is $p(x) = 1$ for all n and the minimum eigenvalue of spectra converges to $p(x) = 1$; the maximum eigenvalue of spectra converges to $p^2(x) + 8$.

Theorem 5 Let $O_{j,n}(p)$ be a $n \times n$ tridiagonal matrix as

$$O_{j,n}(p) = \begin{bmatrix} p^2(x) + 2 & 0 & & & & \\ 2 & p^2(x) + 4 & 2 & & & \\ & 2 & p^2(x) + 4 & 2 & & \\ & & \ddots & \ddots & \ddots & \\ & & & & 2 & p^2(x) + 4 & 2 \\ & & & & & 2 & p^2(x) + 4 \end{bmatrix}$$

Then, the determinant of $O_{j,n}(p)$ is obtained by (3) as

$$|O_{j,n}(p)| = J_{p,2n+1}(x)$$

We want to find the inverse of $O_{j,n}(p)$ by (4) as

$$a_1 = p^2(x) + 2, \quad a_i = p^2(x) + 4, \quad i \geq 2,$$

$$b_i = 2 = c_i, \quad i > 0$$

$$\theta_i = J_{p,2i+1}, \quad \varphi_j = \frac{J_{p,2(n-j+2)}}{p(x)}, \quad j \geq 1$$

$$O_{j,n}(p)_{(i,j)}^{-1} = \begin{cases} (-1)^{i+j} 2^{i-j} J_{p,2j-1} J_{p,2(n-i+1)} / p(x) J_{p,2n+1}, & \text{if } i > j \\ (-1)^{i+j} 2^{j-i} J_{p,2i-1} J_{p,2(n-j+1)} / p(x) J_{p,2n+1}, & \text{if } i \leq j \end{cases}$$

The matrices $O_{j,n}(p)$ are symmetric so the eigenvalues are real. If we choose $p(x) = 1$ then the eigenvalues of the matrix $O_{j,n}(p)$ for $n = 2; 3; 4; 5; 6$ are computed as with Matlab

$$S_2 = \{1.76393202250021, \quad 6.23606797749979\}$$

$$S_3 = \{1.396124528390323, \quad 4.109916264174743, \quad 7.93959207434934\}$$

$$S_4 = \{1.241229516856366, \quad 3, \quad 5.694592710667723, \quad 8.06417777247591\}$$

$$S_5 = \{1.162028105542011, \quad 2.38055706421886, \\ 4.430740646906859, \quad 6.661660052007548, \quad 8.365014131324726\}$$

$$S_6 = \left\{ \begin{array}{l} 1.116232730295792, \quad 2.005957007315595, \quad 3.581580451829856 \\ 5.482146721021292, \quad 7.272258986924621, \quad 8.541824102612837 \end{array} \right\}$$

It is obtained that

$$\sum_{r=1}^n \gamma_r = \text{tr } O_{j,n}(p) = p^2(x) + 2 + (n-1)(p^2(x) + 4) \text{ and } \prod \gamma_r = |A_{j,n}(p)| = J_{p,2n+1}(x).$$

If we take care of the spectra, one of the eigenvalues is $p(x) = 1$ for all n and the minimum eigenvalue of spectra converges to $p(x) = 1$; the maximum eigenvalue of spectra converges to $p^2(x) + 8$.

REFERENCES

- [1] Horadam, A. F., Jacobsthal Representation Polynomials, The Fibonacci Quarterly, 35(2), 1997, 137-148.
- [2] Uygun, S., The (s;t)-Jacobsthal and (s;t)-Jacobsthal Lucas sequences, Applied Mathematical Sciences, 70(9), 2015, 3467-3476.
- [3] Uygun, S., A New Generalization for Jacobsthal and Jacobsthal Lucas Sequences, Asian Journal of Mathematics and Physics, 2(1), 2018, 14-21.
- [4] Horn, R. A., Johnson. C. R., Matrix Analysis, p. 506, Cambridge University Press, 1991.
- [5] Usmani., R., Inversion of a tridiagonal Jacobi matrix, Linear Algebra Appl. 212/213, 1994, 413-414.
- [6] Cahil, N. D., D'Errico, J. R., Spence, J. P., Complex Factorizations of the Fibonacci and Lucas Numbers, The Fibonacci Quarterly, 41(1), 2003, 13-19.
- [7] Nalli, A., Civciv, H., A generalization of tridiagonal matrix determinants, Fibonacci and Lucas numbers, Chaos, Solitons and Fractals 40, 2009, 355-361.
- [8] Feng, A., Fibonacci identities via determinant of tridiagonal matrix, Applied Mathematics and Computation, 217, 2011, 5978-5981.
- [9] Seibert, J., Trojovsk, P., On the factorization of the Fibonacci and Lucas numbers using tridiagonal determinants, Math. Slovaca, 62(3), 2012, 439-450.
- [10] Jna, J., Trojovsk, P., On the determinants of some tridigional matrices with Fibonacci Numbers, International Journal of Pure and Applied Mathematics, 88(4), 2013, 569-575.
- [11] Falcon, S., On the generating matrices of the k-Fibonacci numbers, Proyecciones Journal of Mathematics, 32(4), 2013, 347-357.
- [12] Catarino, P., Vasco, P., On matrices with the Pell, Pell-Lucas, k-Pell and k-Pell-Lucas quaternions, Analele. Stiint. Univ. Al. I. Cuza Ia,si. Mat. (N.S.), Tomul LXIV 2018, f. 2, 373-388.
- [13] Catarino, P., A Note on certain matrices with h(x)-Fibonacci polynomials, Acta Math. Universitatis Comenianae, 86(2), 263-270.
- [14] Catarino, P., Morgado, L. M., On generalized Jacobsthal and Jacobsthal-Lucas polynomials, Analele Stiintifice ale Universitatii Ovidius Constanta, Seria Matematica 24(3), 61-78.

[15] Uygun, S. On Generating Tridiagonal Matrices of Generalized $(s; t)$ -Pell, $(s; t)$ -Pell Lucas and $(s; t)$ -Modified Pell Sequences, *Earthline Journal of Mathematical Sciences*, 7(2), 2021, 229-249.

[16] Soykan, Y. Properties of Generalized Sixth Order Jacobsthal Sequence, *Int. J. Adv. Appl. Math. and Mech.* 8(3), 2021, 24-40.

TWO DIMENSIONAL GAUSSIAN JACOBSTHAL AND GAUSSIAN JACOBSTHAL-LUCAS SEQUENCES

Assoc. Prof. Şükran UYGUN

Gaziantep Üniversitesi, suygun@gantep.edu.tr - 0000-0002-7878-2175

ABSTRACT

In this paper, a new approach is taken toward to the generalization of Jacobsthal sequences into the complex plane. It is shown that the Jacobsthal numbers are generalized in the two dimensions. For special entries of this new sequence, some relations with classic Jacobsthal sequences are constructed. Binet formula, generating function, explicit closed formula, sum formula for the new two dimensional Gaussian Jacobsthal sequence are investigated. The relation with classic Jacobsthal Lucas numbers and two dimensional Gaussian Jacobsthal numbers are obtained by using Binet formula. By matrix algebra, it is obtained that the matrix representation of two dimensional Gaussian Jacobsthal sequences.

Keywords: Jacobsthal numbers, Jacobsthal Lucas numbers, Gaussian Jacobsthal numbers, Generating Function.

1. Introduction

Gaussian numbers are complex numbers $z=a+ib, a, b \in \mathbb{Z}$ were investigated by Gauss in 1832. In [1], Horadam introduced the concept the complex Fibonacci number called as the Gaussian Fibonacci number. Jordan considered two of the complex Fibonacci sequences and extended some relationship which are known about the common Fibonacci sequences in [2]. In [3] Berzsenyi, presented a natural manner of extension of the Fibonacci numbers into the complex plane and obtained some interesting identities for the classical Fibonacci numbers. Moreover, the author gave a closed form to Gaussian Fibonacci numbers by the Fibonacci Q matrix. In [4], Harman gave an extension of Fibonacci numbers into the complex plane and generalized the methods given by Horadam (1963); Berzsenyi (1977). In [5], Pethe and Horadam studied generalized Gaussian Fibonacci numbers. In [7], Ascı, Gurel described the Gaussian Jacobsthal and Gaussian Jacobsthal Lucas numbers. Then they generalized the results for the Gaussian Jacobsthal and Gaussian Jacobsthal Lucas numbers to Gaussian Jacobsthal and Gaussian Jacobsthal Lucas polynomials in [8]. Similarly, Halıcı, Öz defined Gaussian Pell and Pell-Lucas numbers in [9]. Then they generalized numbers to Gaussian Pell polynomials in [10]. The classic Jacobsthal and Jacobsthal Lucas sequences are defined by the second order homogeneous linear recurrence relations for $n \in \mathbb{Z}$, respectively in [6]

$$J_{n+2} = J_{n+1} + 2J_n, \quad J_0 = 0, \quad J_1 = 1,$$

$$C_{n+2} = C_{n+1} + 2C_n, \quad C_0 = 2, \quad C_1 = 1.$$

The elements of the classic Jacobsthal and Jacobsthal Lucas with negative indices are demonstrated by

$$J_{-n} = \frac{(-1)^{n+1}J_n}{2^n}, \quad C_{-n} = \frac{(-1)^nC_n}{2^n}.$$

The authors [7] defined the Gaussian Jacobsthal $\{GJ_n\}_{n=0}^{\infty}$ sequence by the following recurrence relation

$$GJ_{n+2} = GJ_{n+1} + 2GJ_n, \quad GJ_0 = \frac{i}{2}, \quad GJ_1 = 1.$$

It can be easily seen that

$$GJ_n = J_n + iJ_{n-1}.$$

The Gaussian Jacobsthal Lucas sequence $\{Gj_n\}_{n=0}^{\infty}$ is defined by the following recurrence relation

$$Gj_{n+2} = Gj_{n+1} + 2Gj_n, \quad Gj_0 = 2 - \frac{i}{2}, \quad Gj_1 = 1 + 2i.$$

Also

$$Gj_n = j_n + ij_{n-1}.$$

2. Two Dimensional Gaussian Jacobsthal and Gaussian Jacobsthal Lucas Sequences

Definition 2.1. Let n, m be any integers. Two dimensional Gaussian Jacobsthal sequence is defined by the following recurrence relations

$$G(n+2, m) = G(n+1, m) + 2G(n, m)$$

$$G(n, m+2) = G(n, m+1) + 2G(n, m)$$

where $G(0,0) = 0, G(1,0) = 1, G(0,1) = i$ and $G(1,1) = 1 + i$.

If we use Definition 2.1 for $m = 0$ and $n = 0$ respectively, we get

$$G(n+2, 0) = G(n+1, 0) + 2G(n, 0)$$

$$G(0, m+2) = G(0, m+1) + 2G(0, m)$$

By initial conditions and induction method, it is easily obtained

$$G(n, 0) = J_n \tag{2.1}$$

and

$$G(0, m) = ij_m. \tag{2.2}$$

Theorem 2.1. Let n be any integer, then

$$G(n, 1) = J_n G(1, 1) + 2J_{n-1} G(0, 1)$$

$$G(n, 1) = J_n + iJ_{n+1} \tag{2.3}$$

Proof. The induction method is used to prove this theorem. For $n = 1$,

$$G(1, 1) = J_1(1 + i) + 2J_0 i.$$

Suppose that the claim is true for $n \leq k$, so

$$G(k, 1) = J_k G(1, 1) + 2J_{k-1} G(0, 1).$$

It is showed that the claim is true for $n = k + 1$.

$$G(k+1, 1) = G(k, 1) + 2G(k-1, 1)$$

$$= J_k G(1, 1) + 2J_{k-1} G(0, 1) + 2[J_{k-1} G(1, 1) + 2J_{k-2} G(0, 1)]$$

$$= G(0, 1)[2J_{k-1} + 4J_{k-2}] + G(1, 1)[2J_{k-1} + J_k]$$

Then, we get

$$G(k+1, 1) = J_{k+1} G(1, 1) + 2J_k G(0, 1).$$

Theorem 2.2. Let m be any integer, then

$$\begin{aligned} G(1, m) &= J_m G(1, 1) + 2J_{m-1} G(1, 0) \\ G(1, m) &= J_{m+1} + iJ_m \end{aligned} \quad (2.4)$$

Proof. Let the induction method to prove this theorem is used. For $m = 1$,

$$G(1, 1) = J_1(1 + i) + 2J_0.$$

Suppose that the claim is true for $m \leq k$, so

$$G(1, k) = J_k G(1, 1) + 2J_{k-1} G(1, 0).$$

It is showed that the claim is true for $n = k + 1$.

$$\begin{aligned} G(1, k + 1) &= G(1, k) + 2G(1, k - 1) \\ &= J_k(1 + i) + 2J_{k-1} + 2[J_{k-1}(1 + i) + 2J_{k-2}] \\ &= (1 + i)[2J_{k-1} + J_k] + 2[J_{k-1} + 2J_{k-2}] \\ &= (1 + i)J_{k+1} + 2J_k \end{aligned}$$

Theorem 2.3. Let n, m be any integers, then

$$G(n, m) = J_m G(n, 1) + 2J_{m-1} G(n, 0).$$

Proof. Let the induction method to prove this theorem. For $m = 1$,

$$G(n, 1) = J_1 G(n, 1) + 2J_0 G(n, 0).$$

Suppose that the claim is correct for $k \leq m$, so

$$G(n, k) = J_k G(n, 1) + 2J_{k-1} G(n, 0).$$

It is showed that the claim is true for $m = k + 1$.

$$\begin{aligned} G(n, k + 1) &= G(n, k) + 2G(n, k - 1) \\ &= J_k G(n, 1) + 2J_{k-1} G(n, 0) + 2[J_{k-1} G(n, 1) + 2J_{k-2} G(n, 0)] \\ &= G(n, 1)[J_k + 2J_{k-1}] + 2G(n, 0)[J_{k-1} + 2J_{k-2}] \\ &= J_{k+1} G(n, 1) + 2J_k G(n, 0). \end{aligned}$$

Corollary 2.1. Let n, m be any integers, then

$$G(n, m) = J_{m+1} J_n + iJ_m J_{n+1} \quad (2.5)$$

Proof.

$$\begin{aligned} G(n, m) &= J_m G(n, 1) + 2J_{m-1} G(n, 0) \\ &= J_m (J_n + iJ_{n+1}) + 2J_{m-1} J_n \\ &= J_n (J_m + 2J_{m-1}) + iJ_m J_{n+1} \\ &= J_{m+1} J_n + iJ_m J_{n+1} \end{aligned}$$

$$\text{Corollary 2.2. } G(n, m) + G(m, n) = \frac{2C_{m+n+1} - (-2)^m C_{n-m}}{9} (1 + i)$$

Proof. By the property of Jacobsthal numbers

$$J_{m+1} J_n + J_{n+1} J_m = \frac{2C_{m+n+1} - (-2)^m C_{n-m}}{9}$$

and adding both sides of the following equalities, the proof easily obtained:

$$G(n, m) = J_{m+1} J_n + iJ_m J_{n+1}$$

$$G(m, n) = J_{n+1} J_m + iJ_n J_{m+1}.$$

It is seen that the commutative property is not satisfied by $G(n, m)$.

Theorem 2.4. The elements of two dimensional Gaussian Jacobsthal sequence with negative indices are demonstrated by

$$G(-n, -m) = \left(\frac{-1}{2}\right)^{n+m-1} G(m - 1, n - 1).$$

Proof. By the equality (2.5),

$$G(-n, -m) = J_{-m+1} J_{-n} + iJ_{-m} J_{-n+1}.$$

$$= \frac{(-1)^{n+1}J_n}{2^n} \frac{(-1)^m J_{m-1}}{2^{m-1}} + i \frac{(-1)^n J_{n-1}}{2^{n-1}} \frac{(-1)^{m+1} J_m}{2^m}$$

$$= \frac{(-1)^{m+n+1}(J_n J_{m-1} + i J_{n-1} J_m)}{2^{n+m-1}}.$$

Corollary 2.3.

$$G(n+1, m+1) = J_{n+1} J_{m+1} (1+i) + 2G(m, n)$$

$$G(n+2, m+2) = (1+i)(3J_{n+1} J_{m+1} + 4J_n J_m) + 6G(n, m) + 2G(m, n)$$

Proof. By the equality (2.5),

$$G(n+1, m+1) = J_{n+1} J_{m+2} + i J_{m+1} J_{n+2}$$

$$= J_{n+1} (J_{m+1} + 2J_m) + i J_{m+1} (J_{n+1} + 2J_n)$$

$$= J_{n+1} J_{m+1} + 2J_{n+1} J_m + i (J_{m+1} J_{n+1} + 2J_n J_{m+1})$$

$$= J_{n+1} J_{m+1} (1+i) + 2J_{n+1} J_m + 2i J_n J_{m+1}$$

$$= J_{n+1} J_{m+1} (1+i) + 2G(m, n)$$

$$G(n+2, m+2) = J_{n+2} J_{m+3} + i J_{m+2} J_{n+3}$$

$$= (J_{n+1} + 2J_n) (J_{m+2} + 2J_{m+1}) + i (J_{m+1} + 2J_m) (J_{n+2} + 2J_{n+1})$$

$$= J_{n+1} J_{m+2} + 4J_n J_{m+1} + 2J_{n+1} J_{m+1} + 2J_n J_{m+2} + i (J_{m+1} J_{n+2} + 2J_{n+1} J_{m+1} + 2J_m J_{n+2} + 4J_m J_{n+1})$$

$$= J_{n+1} (J_{m+1} + 2J_m) + 4J_n J_{m+1} + 2J_{n+1} J_{m+1} + 2J_n (J_{m+1} + 2J_m) + i [J_{m+1} (J_{n+1} + 2J_n) + 2J_{n+1} J_{m+1} + 2J_m J_{n+1} + 4J_m J_{n+1}]$$

$$= (1+i)(3J_{n+1} J_{m+1} + 4J_n J_m) + 6G(n, m) + 2G(m, n)$$

Corollary 2.4. By Definition 2.1, it is obtained that

$$G(n, m) = G(n-1, m) + 2G(n-2, m)$$

$$G(n, m) = G(n-1, m-1) + 2G(n-1, m-2) + 2G(n-2, m-1) + 4G(n-2, m-2).$$

Theorem 2.5. (Generating Function) The generating function for the two dimensional Gaussian Jacobsthal sequence is given by

$$G(x; y) = \sum_{m,n=0}^{\infty} G(n, m) x^n y^m = \frac{x+iy+(2+2i)xy+\frac{2ixy^3}{1-y-2y^2}+\frac{2yx^3}{1-x-2x^2}}{1-4xy-2x^2y-2xy^2-x^2y^2}.$$

Proof. By Corollary 2.8. and $\sum_{n=0}^{\infty} J_n x^n = \frac{x}{1-x-2x^2}$

$$G(x; y) = G(0,0) + G(1,0)x + G(0,1)y + G(1,1)xy + \sum_{m,n=2}^{\infty} G(n, m)x^n y^m$$

$$-xyG(x; y) = -xyG(0,0) - \sum_{m,n=2}^{\infty} G(n-1, m-1)x^n y^m$$

$$-4x^2y^2G(x; y) = -4 \sum_{m,n=2}^{\infty} G(n-2, m-2)x^n y^m$$

$$-2x^2yG(x; y) = 2 \sum_{n=2}^{\infty} G(n-2, 0)x^n y - 2 \sum_{m,n=2}^{\infty} G(n-2, m-1)x^n y^m$$

$$-2x^2yG(x; y) = 2y \sum_{n=2}^{\infty} J_{n-2} x^n - \sum_{m,n=2}^{\infty} G(n-2, m-1)x^n y^m$$

$$-2x^2yG(x; y) = \frac{2yx^3}{1-x-2x^2} - \sum_{m,n=2}^{\infty} G(n-2, m-1)x^n y^m$$

and

$$-2xy^2G(x; y) = 2 \sum_{m=2}^{\infty} G(0, m-2) xy^m - 2 \sum_{m,n=2}^{\infty} G(n-1, m-2)x^n y^m$$

$$-2xy^2G(x; y) = 2ix \sum_{m=2}^{\infty} J_{m-2} y^m - \sum_{m,n=2}^{\infty} G(n-1, m-2)x^n y^m$$

$$-2xy^2G(x; y) = \frac{2ixy^3}{1-y-2y^2} - \sum_{m,n=2}^{\infty} G(n-1, m-2)x^n y^m$$

$$(1 - xy - 2x^2y - 2xy^2 - 4x^2y^2)G(x; y) = x + iy + (2 + 2i)xy + \frac{2ixy^3}{1-y-2y^2} + \frac{2yx^3}{1-x-2x^2}.$$

Theorem 2.16. (Binet Formula) The Binet Formula for the two dimensional Gaussian Jacobsthal sequence is

$$G(n, m) = \frac{2^{m+n+1} + (-1)^{m+n+1} - (-2)^n(2^{m-n+1} + (-1)^{m-n+1})}{9} + i \frac{2^{m+n+1} + (-1)^{m+n+1} - (-2)^{n+1}(2^{m-n+1} + (-1)^{m-n+1})}{9}.$$

Proof. By the equality (2.5) and the Binet formula for the Jacobsthal sequence, it is obtained that

$$\begin{aligned} G(n, m) &= J_{m+1}J_n + iJ_mJ_{n+1} \\ &= \frac{2^{m+1} - (-1)^{m+1}}{3} \cdot \frac{2^n - (-1)^n}{3} + i \frac{2^m - (-1)^m}{3} \frac{2^{n+1} - (-1)^{n+1}}{3} \\ &= \frac{2^{m+n+1} + (-1)^{m+n+1} - (-2)^n(2^{m-n+1} + (-1)^{m-n+1})}{9} \\ &+ i \frac{2^{m+n+1} + (-1)^{m+n+1} - (-2)^m(2^{n-m+1} + (-1)^{n-m+1})}{9} \end{aligned}$$

Corollary 2.5. By the Binet Formula for the two dimensional Gaussian Jacobsthal sequence, the following relation between Jacobsthal Lucas numbers and two dimensional Gaussian Jacobsthal numbers is obtained:

$$G(n, m) = \frac{C_{m+n+1} - (-2)^n C_{m-n+1}}{9} + i \frac{C_{m+n+1} - (-2)^m C_{n-m+1}}{9}.$$

Theorem 2.13. (Sum Formula) The sum formula for two dimensional Gaussian Jacobsthal sequence is

$$\sum_{k=0}^n \sum_{j=0}^m G(k, j) = \left[\frac{C_{n+m+5} - 1}{36} - \frac{C_{m+4} - 1}{36} + \frac{3}{18} - \frac{C_{n+4} - 1}{36} \right] (1 + i) + (-2)^{m+2} \frac{C_{n-m+1} - 1}{36} [1 - 2i] - (-2)^{m+2} \frac{C_{-m+1} - 1}{36} - 4 \frac{C_{n+1} - 1}{36} + \frac{1}{9} + \frac{3i}{18} - (-2)^{m+3} i \frac{C_{-m-1} - 1}{36} - 8i \frac{C_{n-1} - 1}{36} - \frac{i}{2}$$

Proof. By Corollary 2.11 and sum formula for Jacobsthal Lucas sequence $\sum_{k=0}^n C_k = \frac{C_{n+2} - 1}{2}$, we get

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^n \sum_{j=0}^m G(k, j) &= \sum_{k=0}^n \sum_{j=0}^m \frac{C_{k+j+1} - (-2)^j C_{k-j+1}}{9} + i \frac{C_{k+j+1} - (-2)^k C_{j-k+1}}{9} \\ \sum_{k=0}^n \sum_{j=0}^m G(k, j) &= \sum_{k=0}^n \sum_{j=0}^m \frac{C_{k+j+1} - (-2)^{k+1} C_{j-k-1}}{9} + i \frac{C_{k+j+1} - (-2)^k C_{j-k+1}}{9} \\ &= \sum_{k=0}^n \sum_{j=0}^m \frac{C_{j+k+1}}{9} - \sum_{k=0}^n \sum_{j=0}^m \left[\frac{(-2)^{k+1} C_{j-k-1}}{9} \right] + \sum_{k=0}^n \sum_{j=0}^m i \frac{C_{j+k+1}}{9} + \sum_{k=0}^n \sum_{j=0}^m \left[i \frac{(-2)^k C_{j-k+1}}{9} \right]. \end{aligned}$$

Then

$$\begin{aligned} &= \sum_{k=0}^n \left(\sum_{j=0}^{m+k+1} \frac{C_j}{9} - \sum_{j=0}^k \frac{C_j}{9} \right) + \sum_{k=0}^n (-2)^{k+1} \left(\sum_{j=0}^{m-1-k} \frac{C_j}{9} + \sum_{j=-1-k}^0 \frac{C_j}{9} \right) \\ &\quad + \sum_{k=0}^n i \left(\sum_{j=0}^{m+k+1} \frac{C_j}{9} - \sum_{j=0}^k \frac{C_j}{9} \right) + \sum_{k=0}^n (-2)^k i \left(\sum_{j=0}^{m+1-k} \frac{C_j}{9} + \sum_{j=1-k}^0 \frac{C_j}{9} \right). \end{aligned}$$

By the sum formula of Jacobsthal Lucas sequence

$$\begin{aligned} &= \sum_{k=0}^n \left(\frac{C_{m+k+3} - 1}{18} - \frac{C_{k+2} - 1}{18} \right) + \sum_{k=0}^n (-2)^{k+1} \left(\frac{C_{m-k+1} - 1}{18} - \frac{C_{-k+1} - 1}{18} \right) \\ &\quad + \sum_{k=0}^n i \left(\frac{C_{m+k+3} - 1}{18} - \frac{C_{k+2} - 1}{18} \right) + \sum_{k=0}^n (-2)^k i \left(\frac{C_{m-k+3} - 1}{18} - \frac{C_{-k+3} - 1}{18} \right) \\ &= \sum_{k=0}^n \frac{C_{m+k+3} - 1}{18} - \sum_{k=0}^n \frac{C_{k+2} - 1}{18} + \sum_{k=0}^n (-2)^{k+1} \frac{C_{m-k+1} - 1}{18} - \sum_{k=0}^n (-2)^{k+1} \frac{C_{-k+1} - 1}{18} \\ &\quad + \sum_{k=0}^n i \left(\frac{C_{m+k+3} - 1}{18} \right) - \sum_{k=0}^n i \left(\frac{C_{k+2} - 1}{18} \right) + \sum_{k=0}^n (-2)^k i \left(\frac{C_{m-k+3} - 1}{18} \right) \\ &\quad - \sum_{k=0}^n (-2)^k i \left(\frac{C_{-k+3} - 1}{18} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \sum_{k=0}^n \frac{C_{m+k+3} - 1}{18} - \sum_{k=0}^n \frac{C_{k+2} - 1}{18} + \sum_{k=0}^n (-2)^{m+2} \frac{C_{k-m-1}}{18} - \sum_{k=0}^n \frac{(-2)^{k+1}}{18} - 4 \sum_{k=0}^n \frac{C_{k-1}}{18} \\
& + \sum_{k=0}^n \frac{(-2)^{k+1}}{18} + \sum_{k=0}^n i \left(\frac{C_{m+k+3} - 1}{18} \right) - \sum_{k=0}^n i \left(\frac{C_{k+2} - 1}{18} \right) \\
& + \sum_{k=0}^n (-2)^{m+3} i \frac{C_{k-m-3}}{18} - \sum_{k=0}^n i \frac{(-2)^k}{18} - 8i \sum_{k=0}^n \frac{C_{k-3}}{18} + \sum_{k=0}^n i \frac{(-2)^k}{18} \\
& \sum_{k=0}^{n+m+3} \frac{C_k}{18} - \sum_{k=0}^{m+2} \frac{C_k}{18} - \frac{n+1}{18} - \sum_{k=0}^{n+2} \frac{C_k}{18} + \frac{3}{18} + \frac{n+1}{18} \\
& + (-2)^{m+2} \sum_{k=0}^{n-m-1} \frac{C_k}{18} - (-2)^{m+2} \sum_{k=0}^{-m-1} \frac{C_k}{18} - 4 \sum_{k=0}^{n-1} \frac{C_k}{18} + \frac{1}{9} \\
& + \sum_{k=0}^{n+m+3} i \left(\frac{C_k}{18} \right) - \sum_{k=0}^{m+2} i \left(\frac{C_k}{18} \right) - i \frac{n+1}{18} - i \sum_{k=0}^{n+2} \frac{C_k}{18} + \frac{3i}{18} + i \frac{n+1}{18} \\
& + \sum_{k=0}^{n-m-3} (-2)^{m+3} i \left(\frac{C_k}{18} \right) - \sum_{k=0}^{-m-3} (-2)^{m+3} i \left(\frac{C_k}{18} \right) - 8i \sum_{k=0}^{n-3} \frac{C_k}{18} - 8i \sum_{k=0}^{-3} \frac{C_k}{18} \\
& = \frac{C_{n+m+5} - 1}{36} - \frac{C_{m+4} - 1}{36} + \frac{3}{18} - \frac{C_{n+4} - 1}{36} + (-2)^{m+2} \frac{C_{n-m+1} - 1}{36} - (-2)^{m+2} \frac{C_{-m+1} - 1}{36} \\
& - 4 \frac{C_{n+1} - 1}{36} + \frac{1}{9} + i \frac{C_{n+m+5} - 1}{36} - i \frac{C_{m+4} - 1}{36} - i \frac{C_{n+4} - 1}{36} + \frac{3i}{18} \\
& + (-2)^{m+3} i \frac{C_{n-m+1} - 1}{36} - (-2)^{m+3} i \frac{C_{-m-1} - 1}{36} - 8i \frac{C_{n-1} - 1}{36} - \frac{i}{2} \\
& = \left[\frac{C_{n+m+5} - 1}{36} - \frac{C_{m+4} - 1}{36} + \frac{3}{18} - \frac{C_{n+4} - 1}{36} \right] (1+i) + (-2)^{m+2} \frac{C_{n-m+1} - 1}{36} [1-2i] \\
& - (-2)^{m+2} \frac{C_{-m+1} - 1}{36} - 4 \frac{C_{n+1} - 1}{36} + \frac{1}{9} + \frac{3i}{18} - (-2)^{m+3} i \frac{C_{-m-1} - 1}{36} \\
& - 8i \frac{C_{n-1} - 1}{36} - \frac{i}{2}
\end{aligned}$$

Theorem 2.14. The following matrix equalities for two dimensional Gaussian Jacobsthal sequence are hold:

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}^n \begin{bmatrix} 1+i & 1 \\ i & 0 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} G(n+1,1) & G(n+1,0) \\ G(n,1) & G(n,0) \end{bmatrix}, \\
\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}^n \begin{bmatrix} 1+i & i \\ 1 & 0 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} G(1,n+1) & G(0,n+1) \\ G(1,n) & G(0,n) \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

Proof. The mathematical induction method is used for the proof.

Theorem 2.15. The following matrix equality holds for a two-dimensional Gaussian Jacobsthal sequence:

$$\begin{bmatrix} G(n+1, m+1) \\ G(n, m+1) \\ G(n+1, m) \\ G(n, m) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 4 \\ 1 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^n \begin{bmatrix} 1+i \\ i \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Proof. The mathematical induction method is used for the proof. The assertion is true for $n = 1$. Now assume that it is true for $k \leq n$. For $k = n + 1$,

$$\begin{aligned} &= \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 4 \\ 1 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^{n+1} \begin{bmatrix} 1+i \\ i \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 4 \\ 1 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 4 \\ 1 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^n \begin{bmatrix} 1+i \\ i \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \\ &\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 4 \\ 1 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G(n+1, m+1) \\ G(n, m+1) \\ G(n+1, m) \\ G(n, m) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G(n+2, m+2) \\ G(n+1, m+2) \\ G(n+2, m+1) \\ G(n+1, m+1) \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Thus, the proof is completed.

3. CONCLUSION

In conclusion, we firstly consider the generalized Gaussian Jacobsthal sequences into two dimensions. Then we introduce the relations this sequence with Jacobsthal and Jacobsthal Lucas sequences. We give the generating functions and Binet formulas of this sequence. Furthermore, we obtain some important identities involving the terms of this sequence. Numerous similar pairs of sequences can be constructed for the special integer sequences. However, the ones introduced here stand most closely to the very spirit of the Jacobsthal sequence and its generalization rules.

REFERENCES

- [1] Horadam, A. F. Complex Fibonacci Numbers and Fibonacci Quaternions. American Math. Monthly, Vol. 70, 1963, 289–291.
- [2] Jordan, J. H. Gaussian Fibonacci and Lucas numbers. Fibonacci Quarterly, 3, 1965, 315–318.
- [3] Berzsenyi, G. Gaussian Fibonacci numbers. Fibonacci Quarterly, 15(3), 1977, 233–236.
- [4] Harman, C. J. Complex Fibonacci numbers. Fibonacci Quarterly, 19(1), 1981, 82–86.
- [5] Pethe, S., A. F. Horadam. Generalized Gaussian Fibonacci numbers. Bull. Austral. Math. Soc., 33(1), 1986, 37–48.
- [6] Horadam, A. F. Jacobsthal Representation Numbers, Fibonacci Quarterly, 34, 1996, 40–54.
- [7] Aşçı, M., Gurel, E., Gaussian Jacobsthal and Gaussian Jacobsthal Lucas Numbers. Ars Combinatoria, 111 (2013), 53-63.
- [8] Aşçı, M., Gurel, E., Gaussian Jacobsthal and Gaussian Jacobsthal Lucas Polynomials, Notes on Number Theory and Discrete Mathematics, 19(1), 2013, 25–36.
- [9] Halici, S., Öz S., On Gaussian Pell Polynomials and Their Some Properties., Palestine Journal of Mathematics, 7(1), (2018), 251-256.
- [10] Soykan Y., On Summing Formulas For Generalized Fibonacci and Gaussian Generalized Fibonacci Numbers, Advances in Research, 20(2), 2019, 1-15.

ÇİFT KUTUPLU GENELLEŞTİRİLMİŞ KÜME DEĞERLİ NÖTROSOFİK BEŞLİ KÜMELER VE SAYILAR

Memet ŞAHİN¹

¹Prof. Dr., Gaziantep University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics, Gaziantep, Turkey

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1066-1641> - ¹mesahin@gantep.edu.tr

Abdullah KARGIN²

²Asistant Prof. Dr., Gaziantep University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics, Gaziantep, Turkey.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4314-5106> - ²abdullahkargin27@gmail.com

Erdem UZUNYOLCU³

³ Gaziantep University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics, Gaziantep, Turkey.

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-9406-5409> -³erdemuzunyolcu.eu@gmail.com

Özet

Bu çalışmada çift kutuplu genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik beşli küme, çift kutuplu genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik beşli sayılar ve bunlar üzerinde bazı operatörler tanımlandı. Bu yeni küme ve operatörlerin temel özellikleri verildi. Ayrıca bu yapı nütrosofik beşli yapıların ve çift kutuplu nütrosofik dörtlü yapıların üstünlüklerine sahiptir. Çünkü bu yapı elde edilirken, çift kutuplu nütrosofik dörtlü kümelerin bilinmeyen kısmındaki T, I ve F yerine nütrosofik beşli kümelerdeki T, U, C ve F alındı. Böylece çift kutuplu nütrosofik kümelerin özellikleri nütrosofik beşli kümelere entegre edildi. Araştırmacılar bu çalışmadaki yeni küme ve operatörleri çok kriterli karar verme uygulamalarında kullanarak daha objektif sonuçlar elde edebilirler.

Anahtar Kelimeler: Nütrosofik Küme, Nütrosofik Dörtlü Küme, Nütrosofik Beşli Küme, Genelleştirilmiş Küme Değerli Nütrosofik Dörtlü Küme, Çift Kutuplu Nütrosofik Dörtlü Küme, Genelleştirilmiş Küme Değerli Nütrosofik Beşli Küme, Çift Kutuplu Genelleştirilmiş Küme Değerli Beşli Küme

BİPOLAR GENERALIZED SET VALUED NEUTROSOPHIC QUINTUPLE SETS AND NUMBERS

Abstract

In this paper we define a bipolar generalized set-valued neutrosophic quintuple set, bipolar generalized set-valued neutrosophic quintuple numbers and some operators on them. The basic properties of these new sets and operators are given. Moreover, this structure has the advantages

of neutrosophic quintuple structures and bipolar neutrosophic quadruple structures. Because while obtaining this structure, T, U, C and F in neutrosophic quintuple sets are taken instead of T, I and F in the unknown part of bipolar neutrosophic quadruple sets. Thus, the properties of bipolar neutrosophic sets were integrated into neutrosophic quintuple sets. Researchers can use the new sets and operators in this study in multi-criteria decision-making applications to obtain more objective results.

Keywords: Neutrosophic Sets, Neutrosophic Quadruple Set, Neutrosophic Quintuple Sets, Generalized Set Valued Neutrosophic Quadruple Sets, Bipolar Neutrosophic Quadruple Sets, Generalized Set Valued Neutrosophic Quintuple Sets, Bipolar Generalized Set Valued Neutrosophic Quintuple Sets

Giriş

Klasik mantık, bulanık mantık, sezgisel mantık ve nütrosofi [1], bu ilerleme sürecinin farklı aşamalarında ortaya çıkan ve gelişen mantık sistemleridir. Antik Yunan düşünürleri, özellikle Aristoteles, mantığın temel ilkelerini geliştirmiş ve klasik mantığı inşa etmiştir. Aristoteles'in mantığı, kesin kavramlar, doğruluk ve yanlışlık üzerine kurulmuş, matematiksel bir yapıya sahiptir. Klasik mantık, bivalent (iki değerli) mantık olarak bilinir, çünkü önermeler sadece doğru veya yanlış olarak kabul edilir. 1965 yılında Lotfi Zadeh tarafından geliştirilen bulanık mantık, gerçek dünyadaki belirsizlik ve belirsiz bilgiyi ele almak için tasarlanmıştır. Nütrosofi [3], Florentin Smarandache tarafından 20. yüzyılın sonlarında ortaya atılan bir mantık kuramıdır. Nütrosofi, belirsizlikle başa çıkmak için bulanık mantığı genişleterek ele alan daha karmaşık ve çok yönlü bir mantık sistemidir. Sonuç olarak, nütrosofi, karmaşıklık ve belirsizlikle başa çıkma amacıyla ortaya atılan bu mantık sistemlerinin gelişmesinde önemli bir adımdır, çünkü doğrudan bulanık ve sezgisel mantık sistemlerini birleştirerek daha kapsamlı bir bakış açısı sunar. 2005 yılında Wang ve ark. aralık nütrosofik kümeleri tanımladı [2] Deli ve ark. 2015 yılında çift kutuplu nütrosofik kümeleri [2] tanımladı. Ayrıca Smarandache nütrosofik dördü küme ve sayıları [3] 2015'te tanımladı. Şahin ve ark. genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik dördü sayıları [5] 2020' de elde etti. Bunun yanı sıra Şahin ve Kargın çift kutuplu genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik dördü sayıları ve bu küme üzerinde bazı karar verme operatörlerini [6] 2022' de ortaya attı. Yine 2023 yılında Şahin ve ark. Genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik beşli sayılar ve kümeleri [7] ve bunlar üzerindeki bazı işlemler tanımlandı. Bu çalışmada çift kutuplu genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik beşli kümeler (ÇKGKDNBK), çift kutuplu genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik beşli sayılar (ÇKGKDNBS) ve bunlar üzerinde bazı operatörler tanımlandı. Ayrıca, genelleştirilmiş nütrosofik beşli kümelerin çift kutupluya çevrilmiş hali olan bu yeni yapı nütrosofik beşli yapıların ve çift kutuplu nütrosofik dördü yapıların özelliklerini sağlamaktadır.

ÖN BİLGİLER

Tanım 2.1[8]: $\vec{X} \neq \emptyset$ ve $\forall \vec{x} \in \vec{X}$ için,

$$0 \leq T_{\vec{A}'}(\vec{x}) + I_{\vec{A}'}(\vec{x}) + F_{\vec{A}'}(\vec{x}) \leq 3$$

eşitsizliği ile

$$T_{\vec{A}'} : \vec{X} \rightarrow [0,1], I_{\vec{A}'} : \vec{X} \rightarrow [0,1] \text{ ve } F_{\vec{A}'} : \vec{X} \rightarrow [0,1]$$

olmak üzere bir \vec{A}' tek değerli nütrosifik küme;

$$\vec{A}' = \{(\vec{x}, T_{\vec{A}'}(\vec{x}), I_{\vec{A}'}(\vec{x}), F_{\vec{A}'}(\vec{x})) : \vec{x} \in \vec{X}\}$$

şeklindedir. Ayrıca,

$$T_{\vec{A}'}(\vec{x}), I_{\vec{A}'}(\vec{x}) \text{ ve } F_{\vec{A}'}(\vec{x})$$

$\vec{x} \in \vec{X}$ 'in üye olma, belirsizlik ve üye olmama değerleridir.

Tanım 2.2 [2] $\vec{X} \neq \emptyset$ olmak üzere, \vec{X} kümesi için bir çift kutuplu tek değerli nütrosifik küme

$$C = \{(\vec{y}, T_C^+(\vec{y}), I_C^+(\vec{y}), F_C^+(\vec{y}), T_C^-(\vec{y}), I_C^-(\vec{y}), F_C^-(\vec{y})) : \vec{y} \in \vec{X}\}$$

şeklindedir. Ayrıca,

$$T_C^+(\vec{y}), I_C^+(\vec{y}), F_C^+(\vec{y}) : \vec{X} \rightarrow [0,1] \text{ ve } T_C^-(\vec{y}), I_C^-(\vec{y}), F_C^-(\vec{y}) : \vec{X} \rightarrow [-1,0]$$

olmak üzere pozitif değerler $T_C^+(\vec{y}), I_C^+(\vec{y}), F_C^+(\vec{y})$ sırasıyla $\vec{y} \in \vec{X}$ ögesinin pozitif üye olma, pozitif belirsizlik ve pozitif üye olmama değerleridir. Negatif değerler $T_C^-(\vec{y}), I_C^-(\vec{y}), F_C^-(\vec{y})$ ise sırasıyla negatif üye olma, negatif belirsizlik ve negatif üye olmama değerleridir.

Tanım 2.3[9] $\vec{A}' \neq \emptyset$ olmak üzere D, dört parçalı nütrosifik kümesi

$$D = \{(\vec{y} : T_{D(\vec{y})}, U_{D(\vec{y})}, C_{D(\vec{y})}, F_{D(\vec{y})}), \vec{y} \in \vec{A}'\}$$

şeklindedir. Ayrıca,

$$T_{D(\vec{y})} : \vec{A}' \rightarrow [0,1], U_{D(\vec{y})} : \vec{A}' \rightarrow [0,1] \text{ üye olma,}$$

$$U_{D(\vec{y})} : \vec{A}' \rightarrow [0,1], C_{D(\vec{y})} : \vec{A}' \rightarrow [0,1] \text{ belirsizlik,}$$

$$C_{D(\vec{y})} : \vec{A}' \rightarrow [0,1], F_{D(\vec{y})} : \vec{A}' \rightarrow [0,1] \text{ çelişki,}$$

$F_{D(\vec{y})} : \vec{A}' \rightarrow [0,1], F_{D(\vec{y})} : \vec{A}' \rightarrow [0,1]$ üye olmama

değerleridir.

Tanım 2.4 [7] $\vec{A}' \neq \emptyset$ olmak üzere $P(\vec{A}')$ kuvvet kümesi için, bir genelleştirilmiş küme değerli nütrosifik beşli küme Q;

$$\{ \langle K^1_{Q_1}, L^1_{Q_1} T_{Q_1}, M^1_{Q_1} U_{Q_1}, N^1_{Q_1} C_{Q_1}, O^1_{Q_1} F_{Q_1}; \\ K^2_{Q_2}, L^2_{Q_2} T_{Q_2}, M^2_{Q_2} U_{Q_2}, N^2_{Q_2} C_{Q_2}, O^2_{Q_2} F_{Q_2}; \\ K^i_{Q_i}, L^i_{Q_i} T_{Q_i}, M^i_{Q_i} U_{Q_i}, N^i_{Q_i} C_{Q_i}, O^i_{Q_i} F_{Q_i}; \\ K^n_{Q_n}, L^n_{Q_n}, M^n_{Q_n}, N^n_{Q_n}, O^n_{Q_n} \in P(\vec{A}'); n \in \{1,2,3, \dots, i\} \}$$

şeklinindedir.

Burada $T_{Q_n}, U_{Q_n}, C_{Q_n}, F_{Q_n}$ ($n \in \{1,2,3, \dots, i\}$) dört parçalı nütrosifik kümelerdeki T, U, C ve F ile benzer anlamda kullanılmıştır. Bunun yanı sıra

$$K^i_{Q_i}$$

bilinen kısım,

$$L^i_{Q_i} T_{Q_i}, M^i_{Q_i} U_{Q_i}, N^i_{Q_i} C_{Q_i}, O^i_{Q_i} F_{Q_i}$$

bilinmeyen kısım olarak adlandırılır.

3. Çift Kutuplu Genelleştirilmiş Küme Değerli Nütrosifik Beşli Sayılar

Tanım 3.1: $\vec{A}' \neq \emptyset$ olmak üzere $P(\vec{A}')$ kuvvet kümesi için bir ÇKGKDNBK

$$Q =$$

$$\{ \langle L^1_{Q_1}, (T^-_{Q_1}, T^+_{Q_1}) M^1_{Q_1}, (U^-_{Q_1}, U^+_{Q_1}) M^2_{Q_1}, (C^-_{Q_1}, C^+_{Q_1}) M^3_{Q_1}, (F^-_{Q_1}, F^+_{Q_1}) M^4_{Q_1}; \\ L^2_{Q_2}, (T^-_{Q_2}, T^+_{Q_2}) M^2_{Q_1}, (U^-_{Q_2}, U^+_{Q_2}) M^2_{Q_1}, (C^-_{Q_2}, C^+_{Q_2}) M^3_{Q_1}, (F^-_{Q_2}, F^+_{Q_2}) M^4_{Q_1}; \\ L^n_{Q_n}, (T^-_{Q_n}, T^+_{Q_n}) M^n_{Q_1}, (U^-_{Q_n}, U^+_{Q_n}) M^n_{Q_1}, (C^-_{Q_n}, C^+_{Q_n}) M^n_{Q_1}, (F^-_{Q_n}, F^+_{Q_n}) M^n_{Q_1} \rangle; \\ L^n_{Q_n}, M^n_{Q_1}, M^n_{Q_1}, M^n_{Q_1}, M^n_{Q_1} \in P(\vec{A}'); n \in \{1,2,3, \dots, i\} \}$$

$$Q^Q_1 =$$

$$\{ \langle L^n_{Q_1}, (T^-_{Q_1}, T^+_{Q_1}) M^n_{Q_1}, (U^-_{Q_1}, U^+_{Q_1}) M^n_{Q_1}, (C^-_{Q_1}, C^+_{Q_1}) M^n_{Q_1}, (F^-_{Q_1}, F^+_{Q_1}) M^n_{Q_1} \rangle \}$$

ÇKGKDNBS olarak adlandırılır. Burada;

$L^n_{Q_1}$ bilinen kısım,

$$(T^-_{Q_1}, T^+_{Q_1})M^n_{1Q_1}, (U^-_{Q_1}, U^+_{Q_1})M^n_{2Q_1}, (C^-_{Q_1}, C^+_{Q_1})M^n_{3Q_1}, (F^-_{Q_1}, F^+_{Q_1})M^n_{4Q_1}$$

ise bilinmeyen kısım olarak adlandırılır. Burada T^- negatif doğruluk, T^+ pozitif doğruluk, U^- negatif bilinmezlik, U^+ pozitif bilinmezlik, C^- negatif çelişki, C^+ pozitif çelişki, F^- negatif yanlışlık, F^+ pozitif yanlışlık değerleridir.

Ayrıca $Q = \{Q^n: n = 1, 2, 3, \dots, i\}$ şeklinde gösterilir.

Örnek 3.1: $\overline{A'} = \{a, b, c, d, e, f\}$ olmak üzere

$$Q_1 = \{ \langle \{a, b, c, d\}, (-0, 0.6)\{a, b\}, (-0.4, 0.5)\{c\}, (-0.3, 0.5)\{b, c\}, (-0.3, 0.4)\{d\};$$

$$\{a, b, e, f\}, (-0.1, 0.8)\{a, e\}, (-0.2, 0.4)\{b\}, (-0.2, 0.7)\{e, f\}, (-0.3, 0.6)\{f\} \rangle$$

ve

$$Q_2 = \{ \langle \{a, b, c, d, e\}, (-0.3, 0.7)\{b, e\}, (-0, 0.2)\{c, e\}, (-0.1, 0.5)\{b\}, (-0.2, 0.4)\{d\};$$

$$\{b, c, e, f\}, (-0.2, 0.8)\{e\}, (-0.1, 0.4)\{b, c\}, (-0, 0.7)\{c, e\}, (-0.1, 0.6)\{f\} \rangle$$

iki ÇKGKDNBK dir. Ayrıca;

$$Q_1^{Q_1} = \{ \{a, b, c, d\}, (-0, 0.6)\{a, b\}, (-0.4, 0.5)\{c\}, (-0.3, 0.5)\{b, c\}, (-0.3, 0.4)\{d\} \}$$

(Burada $\{a, b, c, d\}$ bilinen kısım, $\{a, b\}$ doğruluk kümesi, $\{c\}$ bilinmezlik kümesi, $\{b, c\}$ çelişki kümesi, $\{d\}$ yanlışlık kümesidir ve $\{a, b\}$ doğruluk kümesinin pozitif doğruluk değeri 0.6 , negatif doğruluk değeri 0 , pozitif bilinmezlik değeri 0.5 , negatif bilinmezlik değeri 0.4 , pozitif çelişki değeri 0.5 , negatif çelişki değeri 0.3 , pozitif yanlışlık değeri 0.4 , negatif yanlışlık değeri 0.3 dür.) ve

$$Q_1^{Q_2} = \{ \{a, b, e, f\}, (-0.1, 0.8)\{a, e\}, (-0.2, 0.4)\{b\}, (-0.2, 0.7)\{e, f\}, (-0.3, 0.6)\{f\} \}$$

iki ÇKGKDNBS dır.

$Q_1 = \{Q_1^{Q_1}, Q_1^{Q_2}\}$ dir. Benzer şekilde;

$$Q_2^{Q_1} = \{ \{a, b, c, d, e\}, (-0.3, 0.7)\{b, e\}, (-0, 0.2)\{c, e\}, (-0.1, 0.5)\{b\}, (-0.2, 0.4)\{d\} \}$$

ve

$$Q_2^{Q_2} = \{ \{b, c, e, f\}, (-0.2, 0.8)\{e\}, (-0.1, 0.4)\{b, c\}, (-0, 0.7)\{c, e\}, (-0.1, 0.6)\{f\} \}$$

iki ÇKGKDNBS dır.

$Q_2 = \{Q_2^{Q_1}, Q_2^{Q_2}\}$ dir.

Tanım 3.2:

$$Q = \{ \langle L^1_{Q_1}, (T^-_{Q_1}, T^+_{Q_1}) M^1_{1Q_1}, (U^-_{Q_1}, U^+_{Q_1}) M^1_{2Q_1}, (C^-_{Q_1}, C^+_{Q_1}) M^1_{3Q_1}, (F^-_{Q_1}, F^+_{Q_1}) M^1_{4Q_1};$$

$$L^2_{Q_2}, (T^-_{Q_2}, T^+_{Q_2}) M^2_{1Q_1}, (U^-_{Q_2}, U^+_{Q_2}) M^2_{2Q_1}, (C^-_{Q_2}, C^+_{Q_2}) M^2_{3Q_1}, (F^-_{Q_2}, F^+_{Q_2}) M^2_{4Q_1};$$

$$L^n_{Q_n}, (T^-_{Q_n}, T^+_{Q_n}) M^n_{1Q_n}, (U^-_{Q_n}, U^+_{Q_n}) M^n_{2Q_n}, (C^-_{Q_n}, C^+_{Q_n}) M^n_{3Q_n}, (F^-_{Q_n}, F^+_{Q_n}) M^n_{4Q_n} \rangle;$$

$$L^n_{Q_n}, M^n_{1Q_n}, M^n_{2Q_n}, M^n_{3Q_n}, M^n_{4Q_n} \in P(\overline{A'}); n \in \{1, 2, 3, \dots, i\} \text{ ve}$$

$$R = \{ \langle L^1_{R_1}, (T^-_{R_1}, T^+_{R_1}) M^1_{1R_1}, (U^-_{R_1}, U^+_{R_1}) M^1_{2R_1}, (C^-_{R_1}, C^+_{R_1}) M^1_{3R_1}, (F^-_{R_1}, F^+_{R_1}) M^1_{4R_1};$$

$$L^2_{R_2}, (T^-_{R_2}, T^+_{R_2}) M^2_{1R_1}, (U^-_{R_2}, U^+_{R_2}) M^2_{2R_1}, (C^-_{R_2}, C^+_{R_2}) M^2_{3R_1}, (F^-_{R_2}, F^+_{R_2}) M^2_{4R_1};$$

$$L^n_{R_n}, (T^-_{R_n}, T^+_{R_n}) M^n_{1R_n}, (U^-_{R_n}, U^+_{R_n}) M^n_{2R_n}, (C^-_{R_n}, C^+_{R_n}) M^n_{3R_n}, (F^-_{R_n}, F^+_{R_n}) M^n_{4R_n} \rangle;$$

$$L^n_{R_n}, M^n_{1R_n}, M^n_{2R_n}, M^n_{3R_n}, M^n_{4R_n} \in P(\overline{A'}); n \in \{1, 2, 3, \dots, i\}$$

iki ÇKGKDNBK olsun.

i) Q, R'nin alt kümesidir ($Q \hat{=} R$) ancak ve ancak

$$L^n_{Q_n} \subset L^n_{R_n}, M^n_{1Q_n} \subset M^n_{1R_n}, M^n_{2Q_n} \subset M^n_{2R_n}, M^n_{3Q_n} \subset M^n_{3R_n}, M^n_{4Q_n} \subset M^n_{4R_n};$$

$$T^+_{Q_n} \leq T^+_{R_n}, T^-_{Q_n} \leq T^-_{R_n};$$

$$U^+_{Q_n} \geq U^+_{R_n}, U^-_{Q_n} \geq U^-_{R_n};$$

$$C^+_{Q_n} \geq C^+_{R_n}, C^-_{Q_n} \geq C^-_{R_n};$$

$$F^+_{Q_n} \geq F^+_{R_n}, F^-_{Q_n} \geq F^-_{R_n}.$$

ii) Q, R ye eşittir ($Q=R$) ancak ve ancak

$$L^n_{Q_n} = L^n_{R_n}, M^n_{1Q_n} = M^n_{1R_n}, M^n_{2Q_n} = M^n_{2R_n}, M^n_{3Q_n} = M^n_{3R_n}, M^n_{4Q_n} = M^n_{4R_n};$$

$$T^+_{Q_n} = T^+_{R_n}, T^-_{Q_n} = T^-_{R_n};$$

$$U^+_{Q_n} = U^+_{R_n}, U^-_{Q_n} = U^-_{R_n};$$

$$C^+_{Q_n} = C^+_{R_n}, C^-_{Q_n} = C^-_{R_n};$$

$$F^+_{Q_n} = F^+_{R_n}, F^-_{Q_n} = F^-_{R_n}.$$

Örnek 3.2: $\overline{B'} = \{c, d, e, f, g, h\}$ kümesi için;

$$Q_1 = \{ \langle \{c, d, g\}, (-0.1, 0.5)\{c, f\}, (-0.1, 0.4)\{e\}, (-0.2, 0.4)\{e, g\}, (-0.3, 0.3)\{e\};$$

$$\{c, e, f\}, (-0.1, 0.6)\{e\}, (-0.2, 0.3)\{e\}, (-0.2, 0.5)\{f\}, (-0.3, 0.4)\{g\} \rangle$$

ve

$$Q_2 = \{ \langle \{c, d, e, g\}, (-0.2, 0.6)\{c, d, f\}, (-0, 0.2) \{d, e\}, (-0.3, 0.2) \{e, f, g\}, (-0.4, 0.1) \{e\};$$

$\{c, e, f, h\}, (-0.2, 0.8)\{d, e\}, (-0.4, 0.2) \{e, g\}, (-0.4, 0.4) \{c, f\}, (-0.5, 0.2) \{f, g\} \rangle$ iki ÇKGKDNBK dir.

$$Q_1 \hat{c} Q_2 \text{ dir.}$$

Tanım 3.3:

$$Q = \{ \langle L^1_{Q_1}, (T^-_{Q_1}, T^+_{Q_1}) M_{11} Q_1, (U^-_{Q_1}, U^+_{Q_1}) M^1_{2Q_1}, (C^-_{Q_1}, C^+_{Q_1}) M^1_{3Q_1}, (F^-_{Q_1}, F^+_{Q_1}) M^1_{4Q_1};$$

$$L^2_{Q_2}, (T^-_{Q_2}, T^+_{Q_2}) M^2_{1Q_1}, (U^-_{Q_2}, U^+_{Q_2}) M^2_{2Q_1}, (C^-_{Q_2}, C^+_{Q_2}) M^2_{3Q_1}, (F^-_{Q_2}, F^+_{Q_2}) M^2_{4Q_1};$$

$$L^n_{Q_n}, (T^-_{Q_n}, T^+_{Q_n}) M^n_{1Q_n}, (U^-_{Q_n}, U^+_{Q_n}) M^n_{2Q_n}, (C^-_{Q_n}, C^+_{Q_n}) M^n_{3Q_n}, (F^-_{Q_n}, F^+_{Q_n}) M^n_{4Q_n} \rangle;$$

$$L^n_{Q_n}, M^n_{1Q_n}, M^n_{2Q_n}, M^n_{3Q_n}, M^n_{4Q_n} \in P(\overline{A^i}); n \in \{1, 2, 3, \dots, i\}$$

ve

$$R = \{ \langle L^1_{R_1}, (T^-_{R_1}, T^+_{R_1}) M^1_{1R_1}, (U^-_{R_1}, U^+_{R_1}) M^1_{2R_1}, (C^-_{R_1}, C^+_{R_1}) M^1_{3R_1}, (F^-_{R_1}, F^+_{R_1}) M^1_{4R_1};$$

$$L^2_{R_2}, (T^-_{R_2}, T^+_{R_2}) M^2_{1R_1}, (U^-_{R_2}, U^+_{R_2}) M^2_{2R_1}, (C^-_{R_2}, C^+_{R_2}) M^2_{3R_1}, (F^-_{R_2}, F^+_{R_2}) M^2_{4R_1};$$

$$L^n_{R_n}, (T^-_{R_n}, T^+_{R_n}) M^n_{1R_n}, (U^-_{R_n}, U^+_{R_n}) M^n_{2R_n}, (C^-_{R_n}, C^+_{R_n}) M^n_{3R_n}, (F^-_{R_n}, F^+_{R_n}) M^n_{4R_n} \rangle;$$

$$L^n_{R_n}, M^n_{1R_n}, M^n_{2R_n}, M^n_{3R_n}, M^n_{4R_n} \in P(\overline{A^i}); n \in \{1, 2, 3, \dots, i\}$$

iki ÇKGKDNBK olsun.

i) Q ve R için “iyimser \cup ” işlemini

$$Q \cup_o R =$$

$$\{ \langle L^1_{Q_1R_1}, M^1_{1Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^1_{2Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^1_{3Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1(a)}, C^+_{Q_1R_1}], M^1_{4Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}];$$

$$L^2_{Q_2R_2}, M^2_{1Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^2_{2Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^2_{3Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1}, C^+_{Q_1R_1}], M^2_{4Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}];$$

$$L^i_{Q_iR_i}, M^i_{1Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^i_{2Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^i_{3Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1}, C^+_{Q_1R_1}],$$

$$M^i_{4Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}] \rangle;$$

$L^n_{Q_n R_n}, M^n_{1 Q_n R_n}, M^n_{2 Q_n R_n}, M^n_{3 Q_n R_n}, M^n_{4 Q_n R_n} \in P(\overline{A}')$; $n \in \{1, 2, 3, \dots, i\}$ şeklindedir.

Ayrıca;

$$L^n_{Q_n R_n} = L^n_{Q_n} \cup L^n_{R_n}, L^n_{Q_n R_n} = M^n_{1 Q_n} \cup M^n_{1 R_n}, M^n_{2 Q_n R_n} = M^n_{2 Q_n} \cup M^n_{2 R_n},$$

$$M^n_{3 Q_n R_n} = M^n_{3 Q_n} \cup M^n_{3 R_n}, M^n_{4 Q_n R_n} = M^n_{4 Q_n} \cup M^n_{4 R_n};$$

$$T^-_{Q_n R_n} = \max \{T^-_{Q_n}, T^-_{R_n}\}, T^+_{Q_n R_n} = \max \{T^+_{Q_n}, T^+_{R_n}\};$$

$$U^-_{Q_n R_n} = \min \{U^-_{Q_n}, U^-_{R_n}\}, U^+_{Q_n R_n} = \min \{U^+_{Q_n}, U^+_{R_n}\}$$

$$C^-_{Q_n R_n} = \min \{C^-_{Q_n}, C^-_{R_n}\}, C^+_{Q_n R_n} = \min \{C^+_{Q_n}, C^+_{R_n}\};$$

$$F^-_{Q_n R_n} = \min \{F^-_{Q_n}, F^-_{R_n}\}, F^+_{Q_n R_n} = \min \{F^+_{Q_n}, F^+_{R_n}\}.$$

ii) Q ve R için “kötümser U” işlemini

$$Q \cup_p R =$$

$$\{<L^1_{Q_1 R_1}, M^1_{1 Q_1 R_1} [T^-_{Q_1 R_1}, T^+_{Q_1 R_1}], M^1_{2 Q_1 R_1} [U^-_{Q_1 R_1}, U^+_{Q_1 R_1}], M^1_{3 Q_1 R_1} [C^-_{Q_1 R_1}, C^+_{Q_1 R_1}], M^1_{4 Q_1 R_1} [F^-_{Q_1 R_1}, F^+_{Q_1 R_1}];$$

$$L^2_{Q_2 R_2}, M^2_{1 Q_1 R_1} [T^-_{Q_1 R_1}, T^+_{Q_1 R_1}], M^2_{2 Q_1 R_1} [U^-_{Q_1 R_1}, U^+_{Q_1 R_1}], M^2_{3 Q_1 R_1} [C^-_{Q_1 R_1}, C^+_{Q_1 R_1}], M^2_{4 Q_1 R_1} [F^-_{Q_1 R_1}, F^+_{Q_1 R_1}];$$

$$L^i_{Q_i R_i}, M^i_{1 Q_1 R_1} [T^-_{Q_1 R_1}, T^+_{Q_1 R_1}], M^i_{2 Q_1 R_1} [U^-_{Q_1 R_1}, U^+_{Q_1 R_1}], M^i_{3 Q_1 R_1} [C^-_{Q_1 R_1}, C^+_{Q_1 R_1}], M^i_{4 Q_1 R_1} [F^-_{Q_1 R_1}, F^+_{Q_1 R_1}] >;$$

$L^n_{Q_n R_n}, M^n_{1 Q_n R_n}, M^n_{2 Q_n R_n}, M^n_{3 Q_n R_n}, M^n_{4 Q_n R_n} \in P(\overline{A}')$; $n \in \{1, 2, 3, \dots, i\}$ şeklindedir.

Ayrıca;

$$L^n_{Q_n R_n} = L^n_{Q_n} \cup L^n_{R_n}, L^n_{Q_n R_n} = M^n_{1 Q_n} \cup M^n_{1 R_n}, M^n_{2 Q_n R_n} = M^n_{2 Q_n} \cup M^n_{2 R_n},$$

$$M^n_{3 Q_n R_n} = M^n_{3 Q_n} \cup M^n_{3 R_n}, M^n_{4 Q_n R_n} = M^n_{4 Q_n} \cup M^n_{4 R_n};$$

$$T^-_{Q_n R_n} = \min \{T^-_{Q_n}, T^-_{R_n}\}, T^+_{Q_n R_n} = \min \{T^+_{Q_n}, T^+_{R_n}\};$$

$$U^-_{Q_n R_n} = \max \{U^-_{Q_n}, U^-_{R_n(a)}\}, U^+_{Q_n R_n} = \max \{U^+_{Q_n}, U^+_{R_n}\}$$

$$C^-_{Q_n R_n} = \max \{C^-_{Q_n}, C^-_{R_n}\}, C^+_{Q_n R_n} = \max \{C^+_{Q_n}, C^+_{R_n}\};$$

$$F^-_{Q_n R_n} = \max \{F^-_{Q_n}, F^-_{R_n}\}, F^+_{Q_n R_n} = \max \{F^+_{Q_n}, F^+_{R_n}\}.$$

iii) Q ve R için “ortalama \cup ” işlemini

$$Q \cup_o R = \{ \langle L^1_{Q_1R_1},$$

$$M^1_{1Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^1_{2Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^1_{3Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1}, C^+_{Q_1R_1}], \\ M^1_{4Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}];$$

$$L^2_{Q_2R_2}, M^2_{1Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^2_{2Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^2_{3Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1}, C^+_{Q_1R_1}], \\ M^2_{4Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}];$$

$$L^i_{Q_iR_i}, M^i_{1Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^i_{2Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^i_{3Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1}, C^+_{Q_1R_1}], \\ M^i_{4Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}] \rangle;$$

$$L^n_{Q_nR_n}, M^n_{1Q_nR_n}, M^n_{2Q_nR_n}, M^n_{3Q_nR_n}, M^n_{4Q_nR_n} \in P(\overline{A'}); n \in \{1, 2, 3, \dots, i\} \text{ şeklindedir.}$$

Ayrıca;

$$L^n_{Q_nR_n} = L^n_{Q_n} \cup L^n_{R_n}, L^n_{Q_nR_n} = M^n_{1Q_n} \cup M^n_{1R_n}, M^n_{2Q_nR_n} = M^n_{2Q_n} \cup M^n_{2R_n},$$

$$M^n_{3Q_nR_n} = M^n_{3Q_n} \cup M^n_{3R_n}, M^n_{4Q_nR_n} = M^n_{4Q_n} \cup M^n_{4R_n};$$

$$T^-_{Q_nR_n} = \frac{T^-_{Q_n} + T^-_{R_n}}{2}, T^+_{Q_nR_n} = \frac{T^+_{Q_n} + T^+_{R_n}}{2};$$

$$U^-_{Q_nR_n} = \frac{U^-_{Q_n} + U^-_{R_n}}{2}, U^+_{Q_nR_n} = \frac{U^+_{Q_n} + U^+_{R_n}}{2};$$

$$C^-_{Q_nR_n} = \frac{C^-_{Q_n} + C^-_{R_n}}{2}, C^+_{Q_nR_n} = \frac{C^+_{Q_n} + C^+_{R_n}}{2};$$

$$F^-_{Q_nR_n} = \frac{F^-_{Q_n} + F^-_{R_n}}{2}, F^+_{Q_nR_n} = \frac{F^+_{Q_n} + F^+_{R_n}}{2}$$

iv) Q ve R için “iyimsiz \cap ” işlemini

$$Q \cap_i R =$$

$$\{ \langle L^1_{Q_1R_1}, M^1_{1Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^1_{2Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^1_{3Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1}, C^+_{Q_1R_1}], \\ M^1_{4Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}];$$

$$L^2_{Q_2R_2}, M^2_{1Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^2_{2Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^2_{3Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1}, C^+_{Q_1R_1}], \\ M^2_{4Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}];$$

$$L^i_{Q_iR_i}, M^i_{1Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^i_{2Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^i_{3Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1}, C^+_{Q_1R_1}], \\ M^i_{4Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}] \rangle;$$

$L^n_{Q_n R_n}, M^n_{1 Q_n R_n}, M^n_{2 Q_n R_n}, M^n_{3 Q_n R_n}, M^n_{4 Q_n R_n} \in P(\overline{A}')$; $n \in \{1, 2, 3, \dots, i\}$ şeklindedir.

Ayrıca;

$$L^n_{Q_n R_n} = L^n_{Q_n} \cap L^n_{R_n}, L^n_{Q_n R_n} = M^n_{1 Q_n} \cap M^n_{1 R_n}, M^n_{2 Q_n R_n} = M^n_{2 Q_n} \cap M^n_{2 R_n},$$

$$M^n_{3 Q_n R_n} = M^n_{3 Q_n} \cap M^n_{3 R_n}, M^n_{4 Q_n R_n} = M^n_{4 Q_n} \cap M^n_{4 R_n};$$

$$T^-_{Q_n R_n} = \min \{T^-_{Q_n}, T^-_{R_n}\}, T^+_{Q_n R_n} = \min \{T^+_{Q_n}, T^+_{R_n}\};$$

$$U^-_{Q_n R_n} = \max \{U^-_{Q_n}, U^-_{R_n}\}, U^+_{Q_n R_n} = \max \{U^+_{Q_n}, U^+_{R_n}\}$$

$$C^-_{Q_n R_n} = \max \{C^-_{Q_n}, C^-_{R_n}\}, C^+_{Q_n R_n} = \max \{C^+_{Q_n}, C^+_{R_n}\};$$

$$F^-_{Q_n R_n} = \max \{F^-_{Q_n}, F^-_{R_n}\}, F^+_{Q_n R_n} = \max \{F^+_{Q_n}, F^+_{R_n}\}.$$

v) Q ve R için “kötümser \cap ” işlemini

$$Q \cap_k R =$$

$$\{ \langle L^1_{Q_1 R_1}, M^1_{1 Q_1 R_1} [T^-_{Q_1 R_1}, T^+_{Q_1 R_1}], M^1_{2 Q_1 R_1} [U^-_{Q_1 R_1}, U^+_{Q_1 R_1}], M^1_{3 Q_1 R_1} [C^-_{Q_1 R_1}, C^+_{Q_1 R_1}], M^1_{4 Q_1 R_1} [F^-_{Q_1 R_1}, F^+_{Q_1 R_1}] \};$$

$$L^2_{Q_2 R_2}, M^2_{1 Q_1 R_1} [T^-_{Q_1 R_1}, T^+_{Q_1 R_1}], M^2_{2 Q_1 R_1} [U^-_{Q_1 R_1}, U^+_{Q_1 R_1}], M^2_{3 Q_1 R_1} [C^-_{Q_1 R_1}, C^+_{Q_1 R_1}],$$

$$M^2_{4 Q_1 R_1} [F^-_{Q_1 R_1}, F^+_{Q_1 R_1}];$$

$$L^i_{Q_i R_i}, M^i_{1 Q_i R_i} [T^-_{Q_i R_i(a)}, T^+_{Q_i R_i}], M^i_{2 Q_i R_i} [U^-_{Q_i R_i}, U^+_{Q_i R_i}], M^i_{3 Q_i R_i} [C^-_{Q_i R_i}, C^+_{Q_i R_i}],$$

$$M^i_{4 Q_i R_i} [F^-_{Q_i R_i}, F^+_{Q_i R_i}] >;$$

$L^n_{Q_n R_n}, M^n_{1 Q_n R_n}, M^n_{2 Q_n R_n}, M^n_{3 Q_n R_n}, M^n_{4 Q_n R_n} \in P(\overline{A}')$; $n \in \{1, 2, 3, \dots, i\}$ şeklindedir.

Ayrıca;

$$L^n_{Q_n R_n} = L^n_{Q_n} \cap L^n_{R_n}, L^n_{Q_n R_n} = M^n_{1 Q_n} \cap M^n_{1 R_n}, M^n_{2 Q_n R_n} = M^n_{2 Q_n} \cap M^n_{2 R_n},$$

$$M^n_{3 Q_n R_n} = M^n_{3 Q_n} \cap M^n_{3 R_n}, M^n_{4 Q_n R_n} = M^n_{4 Q_n} \cap M^n_{4 R_n};$$

$$T^-_{Q_n R_n} = \max \{T^-_{Q_n}, T^-_{R_n}\}, T^+_{Q_n R_n} = \max \{T^+_{Q_n}, T^+_{R_n}\};$$

$$U^-_{Q_n R_n} = \min \{U^-_{Q_n}, U^-_{R_n}\}, U^+_{Q_n R_n} = \min \{U^+_{Q_n}, U^+_{R_n}\}$$

$$C^-_{Q_n R_n} = \min \{C^-_{Q_n}, C^-_{R_n}\}, C^+_{Q_n R_n} = \min \{C^+_{Q_n}, C^+_{R_n}\};$$

$$F^-_{Q_n R_n} = \min \{F^-_{Q_n}, F^-_{R_n}\}, F^+_{Q_n R_n} = \min \{F^+_{Q_n}, F^+_{R_n}\}.$$

vi) Q ve R için “ortalama \cap' ” işlemini

$Q \cap_o R =$

$$\{ \langle L^1_{Q_1R_1}, M^1_{Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^2_{Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^3_{Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1}, C^+_{Q_1R_1}], M^4_{Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}] \};$$

$$L^2_{Q_2R_2}, M^2_{Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^2_{Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^3_{Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1}, C^+_{Q_1R_1}], M^4_{Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}];$$

$$L^i_{Q_1R_1}, M^i_{Q_1R_1} [T^-_{Q_1R_1}, T^+_{Q_1R_1}], M^i_{Q_1R_1} [U^-_{Q_1R_1}, U^+_{Q_1R_1}], M^i_{Q_1R_1} [C^-_{Q_1R_1}, C^+_{Q_1R_1}], M^i_{Q_1R_1} [F^-_{Q_1R_1}, F^+_{Q_1R_1}] >;$$

$L^n_{Q_nR_n}, M^n_{Q_nR_n}, M^2_{Q_nR_n}, M^3_{Q_nR_n}, M^4_{Q_nR_n} \in P(\overline{A}')$; $n \in \{1, 2, 3, \dots, i\}$ şeklindedir.

Ayrıca;

$$L^n_{Q_nR_n} = L^n_{Q_n} \cap L^n_{R_n}, L^n_{Q_nR_n} = M^n_{Q_n} \cap M^n_{R_n}, M^n_{Q_nR_n} = M^n_{Q_n} \cap M^n_{R_n},$$

$$M^n_{Q_nR_n} = M^n_{Q_n} \cap M^n_{R_n}, M^n_{Q_nR_n} = M^n_{Q_n} \cap M^n_{R_n};$$

$$T^-_{Q_nR_n} = \frac{T^-_{Q_n} + T^-_{R_n}}{2}, T^+_{Q_nR_n} = \frac{T^+_{Q_n} + T^+_{R_n}}{2};$$

$$U^-_{Q_nR_n} = \frac{U^-_{Q_n} + U^-_{R_n}}{2}, U^+_{Q_nR_n} = \frac{U^+_{Q_n} + U^+_{R_n}}{2};$$

$$C^-_{Q_nR_n} = \frac{C^-_{Q_n} + C^-_{R_n}}{2}, C^+_{Q_nR_n} = \frac{C^+_{Q_n} + C^+_{R_n}}{2};$$

$$F^-_{Q_nR_n} = \frac{F^-_{Q_n} + F^-_{R_n}}{2}, F^+_{Q_nR_n} = \frac{F^+_{Q_n} + F^+_{R_n}}{2}$$

Örnek 3.3: $A = \{k, l, m, n, p, r\}$ olmak üzere,

$$Q_1 = \{ \langle \{k, l, m, n\}, (-0, 0.6)\{k, l\}, (-0.4, 0.5)\{m\}, (-0.3, 0.5)\{l, m\}, (-0.3, 0.4)\{n\}; \{k, l, p, r\}, (-0.1, 0.8)\{k, p\}, (-0.2, 0.4)\{l\}, (-0.2, 0.7)\{p, r\}, (-0.3, 0.6)\{r\} \rangle \}$$

ve

$$Q_2 = \{ \langle \{k, l, m, n, p\}, (-0.3, 0.7)\{l, p\}, (-0, 0.2)\{m, p\}, (-0.1, 0.5)\{l\}, (-0.2, 0.4)\{n\}; \{l, m, p, r\}, (-0.2, 0.8)\{p\}, (-0.1, 0.4)\{l, m\}, (-0, 0.7)\{m, p\}, (-0.1, 0.6)\{r\} \rangle \}$$

iki ÇKGKDNBK dir.

i) Q_1 ve Q_2 için “iyimser \cup ” işlemi

$Q_1 \cup_i Q_2 =$

$$\{ \langle \{k, l, m, n, p\}, (-0.3, 0.7)\{k, l, p\}, (-0, 0.2)\{m, p\}, (-0.1, 0.5)\{l\}, (-0.2, 0.4)\{n\}; \{k, l, m, p, r\}, (-0.1, 0.8)\{k, p\}, (-0.2, 0.4)\{l\}, (-0.2, 0.7)\{p\}, (-0.3, 0.6)\{r\} \rangle \}$$

ii) Q_1 ve Q_2 için “kötümser \cap ” işlemi

$$Q_1 \cap'_k Q_2 =$$

$$\{ \langle \{k, l, m, n\}, (-0.3, 0.6)\{l\}, (-0, 0.5)\{m\}, (-0.1, 0.5)\{l\}, (-0.2, 0.4)\{n\};$$

$$\{l, p, r\}, (-0.3, 0.7)\{p\}, (-0.1, 0.4)\{l\}, (-0, 0.7)\{p\}, (-0.1, 0.6)\{r\} \rangle \}$$

Özellik 3.4:

$\zeta^{\tilde{Q}_1}$, $\zeta^{\tilde{Q}_2}$ ve $\zeta^{\tilde{Q}_3}$ üç ÇKGKDNBK olsun.

- $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cup'_i \zeta^{\tilde{Q}_2} = \zeta^{\tilde{Q}_2} \cup'_i \zeta^{\tilde{Q}_1}$
- $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cup'_k \zeta^{\tilde{Q}_2} = \zeta^{\tilde{Q}_2} \cup'_k \zeta^{\tilde{Q}_1}$
- $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cup'_o \zeta^{\tilde{Q}_2} = \zeta^{\tilde{Q}_2} \cup'_o \zeta^{\tilde{Q}_1}$
- $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cap'_i \zeta^{\tilde{Q}_2} = \zeta^{\tilde{Q}_2} \cap'_i \zeta^{\tilde{Q}_1}$
- $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cap'_k \zeta^{\tilde{Q}_2} = \zeta^{\tilde{Q}_2} \cap'_k \zeta^{\tilde{Q}_1}$
- $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cap'_o \zeta^{\tilde{Q}_2} = \zeta^{\tilde{Q}_2} \cap'_o \zeta^{\tilde{Q}_1}$
- $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cup'_i (\zeta^{\tilde{Q}_2} \cup'_i \zeta^{\tilde{Q}_3}) = (\zeta^{\tilde{Q}_1} \cup'_i \zeta^{\tilde{Q}_2}) \cup'_i \zeta^{\tilde{Q}_3}$
- $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cup'_k (\zeta^{\tilde{Q}_2} \cup'_k \zeta^{\tilde{Q}_3}) = (\zeta^{\tilde{Q}_1} \cup'_k \zeta^{\tilde{Q}_2}) \cup'_k \zeta^{\tilde{Q}_3}$
- $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cap'_i (\zeta^{\tilde{Q}_2} \cap'_i \zeta^{\tilde{Q}_3}) = (\zeta^{\tilde{Q}_1} \cap'_i \zeta^{\tilde{Q}_2}) \cap'_i \zeta^{\tilde{Q}_3}$
- $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cap'_k (\zeta^{\tilde{Q}_2} \cap'_k \zeta^{\tilde{Q}_3}) = (\zeta^{\tilde{Q}_1} \cap'_k \zeta^{\tilde{Q}_2}) \cap'_k \zeta^{\tilde{Q}_3}$
- $\zeta^{\tilde{Q}_1} = \zeta^{\tilde{Q}_2}$ ise $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cup'_i \zeta^{\tilde{Q}_2} = \zeta^{\tilde{Q}_1} \cup'_k \zeta^{\tilde{Q}_2} = \zeta^{\tilde{Q}_1} \cup'_o \zeta^{\tilde{Q}_2}$
- $\zeta^{\tilde{Q}_1} = \zeta^{\tilde{Q}_2}$ ise $\zeta^{\tilde{Q}_1} \cap'_i \zeta^{\tilde{Q}_2} = \zeta^{\tilde{Q}_1} \cap'_k \zeta^{\tilde{Q}_2} = \zeta^{\tilde{Q}_1} \cap'_o \zeta^{\tilde{Q}_2}$

Sonuç :

Bu çalışmada ÇKGKDNBK, ÇKGKDNBS ve bunlar üzerinde bazı operatörler tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Genelleştirilmiş nütrosifik beşli kümelerin çift kutupluya çevrilmiş hali olan bu yeni yapı nütrosifik beşli yapıların ve çift kutuplu nütrosifik dördütlü yapıların özelliklerini sağlamaktadır. Bu yeni küme elde edilirken, çift kutuplu nütrosifik dördütlü kümelerin bilinmeyen kısmındaki T, I, F yerine nütrosifik beşli kümelerdeki T, U, C, F alındı. Böylece nütrosifik beşli kümelerin çift kutuplu hali elde edildi. Araştırmacılar bu çalışmalardan yararlanarak ve bu çalışmayı geliştirerek ÇKGKDNBK , ÇKGKDNBS’ı karar verme uygulamalarında kullanabilir.

KAYNAKLAR

[1] Smarandache F (1998) Neutrosophy: Neutrosophic Probability, Set and Logic, Rehoboth, Amer. Research Prees.

[2] Deli I., Ali M., Smarandache F. (2015). Bipolar neutrosophic sets and their application based on multi-criteria decision making problems. In 2015 International conference on advanced mechatronic systems (ICAMechS), 249-254, IEEE.

[3] Smarandache F. (2015) Neutrosophic quadruple numbers, refined neutrosophic quadruple numbers, absorbance law and the multiplication of neutrosophic quadruple numbers, Neutrosophic Set and Systems, 10, 96-98

- [4] Şahin, M., & Kargın, A. (2019). Neutrosophic triplet group based on set valued neutrosophic quadruple numbers. *Neutrosophic Set and Systems*, 30, 122 – 131
- [5] Şahin, M., Kargın, A., & Kılıç, A. (2020). Generalized set valued neutrosophic quadruple sets and numbers. *Quadruple Neutrosophic Theory and Applications*, 1(2), 23-40.
- [6] Şahin M., Kargın A., (2022). Bipolar Generalized Set Valued Neutrosophic Quadruple Sets and Numbers. *Neutrosophic Algebraic Structures and Their Applications*. Chapter eight
- [7] Şahin M., Kargın A. & Doğan K.,(2023) Genelleştirilmiş Küme Değerli Nötrosifik Beşli Sayılar, 9. Ankara Uluslararası Bilimsel Araştırma Kongresi, 26 Aralık 2023,Ankara,Türkiye.
- [8] Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Y., & Sunderraman, R. (2010). Single valued neutrosophic sets. *Multispace and Multistructure*.4, 410-413.
- [9] Chatterjee, R., Majumdar, P., & Samanta, S. K. (2016). On some similarity measures and entropy on quadripartitioned single valued neutrosophic sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 30, 2475-2485.

ÇOKLU ARALIK GENELLEŞTİRİLMİŞ KÜME DEĞERLİ NÖTROSOFİK DÖRTLÜ KÜMELER VE SAYILAR

Memet ŞAHİN¹

¹Prof. Dr., Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Gaziantep,
Türkiye.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1066-1641> - ¹mesahin@gantep.edu.tr

Abdullah KARGIN²

² Dr., Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Gaziantep,
Türkiye.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4314-5106> - ²abdullahkargin27@gmail.com

Kübra ARITI ŞİĞVA³

³ Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Gaziantep, Türkiye.

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-0330-737X> - ³artkubra@gmail.com

Özet

Bu çalışmada çoklu aralık genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik dörütlü kümelerin tanımı ve temel özellikleri verildi. Bu küme kullanılarak güncel hayattan bir örnek verildi. Ayrıca, çoklu aralık genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik dörütlü sayılar için bazı karar verme operatörleri (Ortalama birleşim, ortalama kesişim, iyimser birleşim, iyimser kesişim, kötümser birleşim, kötümser kesişim) tanımlandı ve bu operatörlere örnekler verildi. Böylece çoklu aralık nütrosofik teoriyi ve nütrosofik dörütlü teoriyi bir arada kullanarak yeni bir yapı elde edilmiş oldu.

Anahtar Kelimeler: Çoklu Aralık Genelleştirilmiş Küme Değerli Nütrosofik Dörütlü Sayılar, Çoklu Aralık Genelleştirilmiş Küme Değerli Nütrosofik Dörütlü Kümeler, Çok Değerli Nütrosofik Sayılar, Küme Değerli Nütrosofik Dörütlü Sayılar, Aralık Genelleştirilmiş Küme Değerli Nütrosofik Dörütlü Kümeler

MULTIPLE INTERVAL GENERALIZED SET-VALUED NEUTROSOPHIC QUADRUPLE SETS AND NUMBERS

Abstract

In this study, the definition and basic properties of multiple interval generalized set-valued neutrosophic quadruple set are given. An example from current life is given using this set. Moreover, some decision operators (average union, average intersection, optimistic union, optimistic intersection, pessimistic union, pessimistic intersection) for multiple interval generalized set-valued neutrosophic quadruple are defined and examples of these operators are given. Thus, a new structure is obtained by using multiple interval neutrosophic theory and neutrosophic quadruple theory together.

Keywords: Multiple Interval Generalized Cluster Valued Neutrosophic Quadruples, Multiple Interval Generalized Cluster Valued Neutrosophic Quadruples, Multivalued Neutrosophic Numbers, Cluster Valued Neutrosophic Quadruples, Interval Generalized Set Valued Neutrosophic Quadruple Sets

Giriş

Klasik mantık, bulanık mantık [1], sezgisel mantık [2] ve nütrosofi [3], bu ilerleme sürecinin farklı aşamalarında ortaya çıkan ve gelişen mantık sistemleridir. Antik Yunan düşünürleri, özellikle Aristoteles, mantığın temel ilkelerini geliştirmiş ve klasik mantığı inşa etmiştir. Aristoteles'in mantığı, kesin kavramlar, doğruluk ve yanlışlık üzerine kurulmuş, matematiksel bir yapıya sahiptir. Klasik mantık, bivalent (iki değerli) mantık olarak bilinir, çünkü önermeler sadece doğru veya yanlış olarak kabul edilir. 1965 yılında Lotfi Zadeh tarafından geliştirilen bulanık mantık [1], gerçek dünyadaki belirsizlik ve belirsiz bilgiyi ele almak için tasarlanmıştır. Nütrosofi [3], Florentin Smarandache tarafından 20. yüzyılın sonlarında ortaya atılan bir mantık kuramıdır. Nütrosofi, belirsizlikle başa çıkmak için bulanık mantığı genişleterek ele alan daha karmaşık ve çok yönlü bir mantık sistemidir. Sonuç olarak, nütrosofi, karmaşıklık ve belirsizlikle başa çıkma amacıyla ortaya atılan bu mantık sistemlerinin gelişmesinde önemli bir adımdır, çünkü doğrudan bulanık ve sezgisel mantık sistemlerini birleştirerek daha kapsamlı bir bakış açısı sunar. 2005 yılında Wang ve ark. aralık nütrosofik kümeleri tanımladı [2]. Aralık nütrosofik kümelerde doğruluk, belirsizlik ve yanlışlık değerleri aralık olarak ifade edilmiştir. 2016 yılında Chatterjee ve ark. dört parçalı nütrosofik kümeleri tanımladı [3]. Nütrosofik kümelerden farklı olarak belirsizlik fonksiyonu yerine çelişki fonksiyonu ve bilinmezlik fonksiyonu ile tanımlanmıştır. Peng ve Wang 2015 yılında çoklu nütrosofik kümeleri [4] elde etti ve çok kriterli bir karar verme uygulamasında kullandı. Pramanik 2022 de aralık dört parçalı nütrosofik kümeleri [5] tanımladı. Tanımlanan bu yeni yapı, aralık nütrosofik kümelerin ve dört parçalı nütrosofik kümelerin özelliklerini sağlamaktadır. Şahin ve ark. 2022 de nütrosofik beşli kümeleri ve nütrosofik beşli sayıları [6] tanımladı. Bu küme, nütrosofik dörtlü kümelerin ve dört parçalı nütrosofik kümelerin genelleştirilmiş bir halidir ve her iki kümenin de özelliklerini sağlamaktadır. Şahin ve Kargın 2023 yılında küme değerli nütrosofik beşli kümeleri ve aralık küme değerli nütrosofik beşli kümeleri [7] tanımladı. Aralık nütrosofik beşli kümelerde doğruluk, çelişki, bilinmezlik ve yanlışlık fonksiyonları aralık olarak tanımlanmıştır. Şahin ve ark. 2023'de genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik beşli kümeleri [8] tanımladı. Kargın ve ark. 2024 yılında çoklu genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik dörtlü küme ve sayıları [9] elde ettiler. Bu çalışmada çoklu nütrosofik kümelerin özellikleri nütrosofik dörtlü kümelere entegre edilmiş oldu.

Bu çalışmada çoklu aralık genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik dörtlü kümelerin tanımı ve temel özellikleri verildi. Bu küme kullanılarak güncel hayattan bir örnek verildi. Ayrıca, çoklu aralık genelleştirilmiş küme değerli nütrosofik dörtlü sayılar için bazı karar verme operatörleri (Ortalama birleşim, ortalama kesişim, iyimser birleşim, iyimser kesişim, kötümser birleşim, kötümser kesişim) tanımlandı ve bu operatörlerin bazı temel özellikleri verildi. Böylece çoklu aralık nütrosofik teoriyi ve nütrosofik dörtlü teoriyi bir arada kullanarak yeni bir yapı elde edilmiş oldu.

ÖN BİLGİLER

Tanım 2.1 [10] \mathcal{X} boş olmayan bir küme olsun. $\forall x \in \mathcal{X}$,

$$0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$$

olmak üzere, $T_A: \mathcal{X} \rightarrow [0,1]$, $I_A: \mathcal{X} \rightarrow [0,1]$ ve $F_A: \mathcal{X} \rightarrow [0,1]$ fonksiyonları ile \mathcal{X} üzerinde bir A tek değerli nütrosifik küme;

$$A = \{(x, T_A(x), I_A(x), F_A(x)): x \in \mathcal{X}\}$$

şeklinde tanımlanır.

Burada $T_A(x)$, $I_A(x)$, $F_A(x)$ sırasıyla $x \in \mathcal{X}$ 'in doğruluk, kararsızlık ve yanlışlık derecesidir.

Tanım 2.2 [4] E bir evrensel küme olmak üzere E kümesi üzerinde B çok değerli nütrosifik küme aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\forall x_j \in E \text{ ve } i=1, \dots, p \text{ ve } j=1, \dots, n \text{ için};$$

$$B = \{(x_j, (T_B^1(x_j), T_B^2(x_j), \dots, T_B^p(x_j)), (I_B^1(x_j), I_B^2(x_j), \dots, I_B^p(x_j))), (F_B^1(x_j), F_B^2(x_j), \dots, F_B^p(x_j))\}: x_j \in E\}$$

burada,

$$T_B^1(x_j), T_B^2(x_j), \dots, T_B^p(x_j): E \rightarrow [0,1],$$

$$I_B^1(x_j), I_B^2(x_j), \dots, I_B^p(x_j): E \rightarrow [0,1],$$

$$F_B^1(x_j), F_B^2(x_j), \dots, F_B^p(x_j): E \rightarrow [0,1]$$

öyle ki,

$$0 \leq T_B^i(x_j) + I_B^i(x_j) + F_B^i(x_j) \leq 3$$

burada;

$$(T_B^1(x_j), T_B^2(x_j), \dots, T_B^p(x_j)), (I_B^1(x_j), I_B^2(x_j), \dots, I_B^p(x_j)) \text{ ve } (F_B^1(x_j), F_B^2(x_j), \dots, F_B^p(x_j))$$

sırasıyla doğruluk derecesi, kararsızlık derecesi ve yanlışlık derecesidir.

Tanım 2.3 [11] A bir evrensel küme olsun. N aralık nütrosifik kümesi aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$N = \{ \langle a: [T_{N(a)}^1, T_{N(a)}^u], [I_{N(a)}^1, I_{N(a)}^u], [F_{N(a)}^1, F_{N(a)}^u] \rangle, a \in A \}.$$

Burada,

$$T_N^1: A \rightarrow [0,1], T_N^u: A \rightarrow [0,1] \text{ üyelik fonksiyonu,}$$

$$I_N^1: A \rightarrow [0,1], I_N^u: A \rightarrow [0,1] \text{ belirsizlik fonksiyonu,}$$

$$F_N^1: A \rightarrow [0,1], F_N^u: A \rightarrow [0,1] \text{ ise üye olmama fonksiyonu şeklinde tanımlanır.}$$

Tanım 2.4 [7] A boş olmayan bir küme ve $P(A)$, A kümesinin kuvvet kümesi olsun. Q aralık genelleştirilmiş küme değerli nütrosifik dörtlü kümesi;

$$Q = \{ \langle L^1_{Q_1}, [T^u_{Q_1(a)}, T^l_{Q_1(a)}] M^1_{Q_1}, [I^u_{Q_1(a)}, I^l_{Q_1(a)}] M^2_{Q_1}, [F^u_{Q_1(a)}, F^l_{Q_1(a)}] M^3_{Q_1};$$

$$L^2_{Q_2}, [T^u_{Q_2(a)}, T^l_{Q_2(a)}] M^2_{Q_2}, [I^u_{Q_2(a)}, I^l_{Q_2(a)}] M^2_{Q_2}, [F^u_{Q_2(a)}, F^l_{Q_2(a)}] M^2_{Q_2};$$

...

$$L^n_{Q_n}, [T^u_{Q_n(a)}, T^l_{Q_n(a)}] M^n_{Q_n}, [I^u_{Q_n(a)}, I^l_{Q_n(a)}] M^n_{Q_n}, [F^u_{Q_n(a)}, F^l_{Q_n(a)}] M^n_{Q_n};$$

$$L^n_{Q_n}, M^n_{Q_1}, M^n_{Q_2}, M^n_{Q_3}, \in P(A) ; n = 1, 2, 3, \dots, i \}$$

şeklinde tanımlanır. Ayrıca;

$$Q^{Q_1} = \{ \langle L^1_{Q_1}, [T^u_{Q_1(a)}, T^l_{Q_1(a)}] M^1_{Q_1}, [I^u_{Q_1(a)}, I^l_{Q_1(a)}] M^2_{Q_1}, [F^u_{Q_1(a)}, F^l_{Q_1(a)}] M^3_{Q_1} \rangle \}$$

aralık genelleştirilmiş küme değerli nütrosifik dörtlü sayı olarak adlandırılır. Burada;

$L^1_{Q_1}$ bilinen kısım,

$[T^u_{Q_1(a)}, T^l_{Q_1(a)}] M^1_{Q_1}, [I^u_{Q_1(a)}, I^l_{Q_1(a)}] M^2_{Q_1}, [F^u_{Q_1(a)}, F^l_{Q_1(a)}] M^3_{Q_1}$ ise bilinmeyen kısım olarak adlandırılır.

Ayrıca, aralık nütrosifik kümelerde olduğu gibi

$$T^l_{Q_n(a)}: A \rightarrow [0,1], T^u_{Q_n(a)}: A \rightarrow [0,1] \text{ üyelik fonksiyonu,}$$

$$I^l_{Q_n(a)}: A \rightarrow [0,1], I^u_{Q_n(a)}: A \rightarrow [0,1] \text{ belirsizlik fonksiyonu,}$$

$$F^l_{Q_n(a)}: A \rightarrow [0,1], F^u_{Q_n(a)}: A \rightarrow [0,1] \text{ ise üye olmama fonksiyonu şeklinde tanımlanır.}$$

Ayrıca,

$$Q = \{ Q^n: n = 1, 2, 3, \dots, i \} \text{ şeklinde gösterilir.}$$

Tanım 2.5 [9] E bir evrensel küme olmak üzere E kümesi üzerinde çoklu genelleştirilmiş küme değerli nütrosifik dörtlü kümesi;

$$E = \{ \langle M^1_{1(x_i)}, M^2_{1(x_i)}, M^3_{1(x_i)}, \dots, M^n_{1(x_i)},$$

$$(M^1_{2(x_i)}, M^2_{2(x_i)}, M^3_{2(x_i)}, \dots, M^n_{2(x_i)}) (T^1_{M_2(x_i)}, T^2_{M_2(x_i)}, T^3_{M_2(x_i)}, \dots, T^n_{M_2(x_i)}),$$

$$(M^1_{3(x_i)}, M^2_{3(x_i)}, M^3_{3(x_i)}, \dots, M^n_{3(x_i)}) (I^1_{M_3(x_i)}, I^2_{M_3(x_i)}, I^3_{M_3(x_i)}, \dots, I^n_{M_3(x_i)}),$$

$$(M^1_{4(x_i)}, M^2_{4(x_i)}, M^3_{4(x_i)}, \dots, M^n_{4(x_i)}) (F^1_{M_4(x_i)}, F^2_{M_4(x_i)}, F^3_{M_4(x_i)}, \dots, F^n_{M_4(x_i)}) \rangle : M^n_{1(x_i)}, M^n_{2(x_i)}, M^n_{3(x_i)}, M^n_{4(x_i)} \in E \}$$

şeklinde tanımlanır.

Burada

$$x_i \in E \text{ ve } i=1, \dots, j, n=1, \dots, p;$$

ve

$$\begin{aligned} T_{M_2}^1, T_{M_2}^2, T_{M_2}^3, \dots, T_{M_2}^n : E &\rightarrow [0,1], \\ I_{M_3}^1, I_{M_3}^2, I_{M_3}^3, \dots, I_{M_3}^n : E &\rightarrow [0,1], \\ F_{M_4}^1, F_{M_4}^2, F_{M_4}^3, \dots, F_{M_4}^n : E &\rightarrow [0,1] \\ 0 \leq \dots, T_{M_2(x_i)}^n + I_{M_3(x_i)}^n + F_{M_4(x_i)}^n &\leq 3 \end{aligned}$$

Burada;

$$\begin{aligned} T_{M_2}^1(x_j), T_{M_2}^2(x_j), T_{M_2}^3(x_j), \dots, T_{M_2}^n(x_j), \\ I_{M_3}^1(x_j), I_{M_3}^2(x_j), I_{M_3}^3(x_j), \dots, I_{M_3}^n(x_j), \\ F_{M_4}^1(x_j), F_{M_4}^2(x_j), F_{M_4}^3(x_j), \dots, F_{M_4}^n(x_j) \end{aligned}$$

sırasıyla doğruluk dereceleri, kararsızlık dereceleri, yanlışlık derecelerdir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Çoklu Aralık Genelleştirilmiş Küme Değerli Nötrosifik Dörtlü Kümeler ve Sayılar

Tanım 3.1: E evrensel küme olmak üzere ve P(E), E'nin kuvvet kümesi olsun. E kümesi üzerinde çoklu aralık genelleştirilmiş küme değerli nötrosifik dörtlü küme ÇAGKDNDK \check{C} şu şekilde tanımlanır;

$$\begin{aligned} \check{C} = & \{ (M_{1(x_i)}^1, M_{1(x_i)}^2, M_{1(x_i)}^3, \dots, M_{1(x_i)}^n), \\ & (M_{2(x_i)}^1, M_{2(x_i)}^2, M_{2(x_i)}^3, \dots, M_{2(x_i)}^n) \left([(T_{M_2(x_i)}^1)^L, (T_{M_2(x_i)}^1)^U], [(T_{M_2(x_i)}^2)^L, (T_{M_2(x_i)}^2)^U], [(T_{M_2(x_i)}^3)^L, (T_{M_2(x_i)}^3)^U], \dots, [(T_{M_2(x_i)}^n)^L, (T_{M_2(x_i)}^n)^U] \right) \\ & (M_{3(x_i)}^1, M_{3(x_i)}^2, M_{3(x_i)}^3, \dots, M_{3(x_i)}^n) \left([(I_{M_3(x_i)}^1)^L, (I_{M_3(x_i)}^1)^U], [(I_{M_3(x_i)}^2)^L, (I_{M_3(x_i)}^2)^U], [(I_{M_3(x_i)}^3)^L, (I_{M_3(x_i)}^3)^U], \dots, [(I_{M_3(x_i)}^n)^L, (I_{M_3(x_i)}^n)^U] \right) \\ & (M_{4(x_i)}^1, M_{4(x_i)}^2, M_{4(x_i)}^3, \dots, M_{4(x_i)}^n) \left([(F_{M_4(x_i)}^1)^L, (F_{M_4(x_i)}^1)^U], [(F_{M_4(x_i)}^2)^L, (F_{M_4(x_i)}^2)^U], [(F_{M_4(x_i)}^3)^L, (F_{M_4(x_i)}^3)^U], \dots, [(F_{M_4(x_i)}^n)^L, (F_{M_4(x_i)}^n)^U] \right) \}; \\ & M_{1(x_i)}^n, M_{2(x_i)}^n, M_{3(x_i)}^n, M_{4(x_i)}^n \in P(E). \end{aligned}$$

Burada,

$$i=1, \dots, j; n=1, \dots, p$$

$$\begin{aligned} (T_{M_2}^1)^L, (T_{M_2}^2)^L, (T_{M_2}^3)^L, \dots, (T_{M_2}^n)^L : E &\rightarrow [0,1], \\ (T_{M_2}^1)^U, (T_{M_2}^2)^U, (T_{M_2}^3)^U, \dots, (T_{M_2}^n)^U : E &\rightarrow [0,1], \\ (I_{M_3}^1)^L, (I_{M_3}^2)^L, (I_{M_3}^3)^L, \dots, (I_{M_3}^n)^L : E &\rightarrow [0,1] \\ (I_{M_3}^1)^U, (I_{M_3}^2)^U, (I_{M_3}^3)^U, \dots, (I_{M_3}^n)^U : E &\rightarrow [0,1], \\ (F_{M_4}^1)^L, (F_{M_4}^2)^L, (F_{M_4}^3)^L, \dots, (F_{M_4}^n)^L : E &\rightarrow [0,1], \\ (F_{M_4}^1)^U, (F_{M_4}^2)^U, (F_{M_4}^3)^U, \dots, (F_{M_4}^n)^U : E &\rightarrow [0,1], \end{aligned}$$

$$(T_{M_2(x_i)}^n)^L \leq (T_{M_2(x_i)}^n)^U, (I_{M_3(x_i)}^n)^L \leq (I_{M_3(x_i)}^n)^U \text{ and } (F_{M_4(x_i)}^n)^L \leq (F_{M_4(x_i)}^n)^U,$$

$$0 \leq (T_{M_2(x_i)}^n)^L + (I_{M_3(x_i)}^n)^L + (F_{M_4(x_i)}^n)^L \leq 3,$$

$$0 \leq (T_{M_2(x_i)}^n)^U + (I_{M_3(x_i)}^n)^U + (F_{M_4(x_i)}^n)^U \leq 3,$$

ve

$$(T_{M_2(x_i)}^1)^L, (T_{M_2(x_i)}^2)^L, (T_{M_2(x_i)}^3)^L, \dots, (T_{M_2(x_i)}^n)^L(x_j); (T_{M_2(x_i)}^1)^U, (T_{M_2(x_i)}^2)^U, (T_{M_2(x_i)}^3)^U, \dots, (T_{M_2(x_i)}^n)^U(x_j);$$

$$(I_{M_3(x_i)}^1)^L, (I_{M_3(x_i)}^2)^L, (I_{M_3(x_i)}^3)^L, \dots, (I_{M_3(x_i)}^n)^L(x_j); (I_{M_3(x_i)}^1)^U, (I_{M_3(x_i)}^2)^U, (I_{M_3(x_i)}^3)^U, \dots, (I_{M_3(x_i)}^n)^U(x_j);$$

$$(F_{M_4(x_i)}^1)^L, (F_{M_4(x_i)}^2)^L, (F_{M_4(x_i)}^3)^L, \dots, (F_{M_4(x_i)}^n)^L(x_j); (F_{M_4(x_i)}^1)^U, (F_{M_4(x_i)}^2)^U, (F_{M_4(x_i)}^3)^U, \dots, (F_{M_4(x_i)}^n)^U(x_j);$$

şırasıyla doğruluk dereceleri, kararsızlık dereceleri ve yanlışlık dereceleridir.

Not 3.2: Tanım 2.2 ve Tanım 2.4'ten, ÇGKDNK'ler hem GKDNK hem de ÇDNK koşullarını sağlamaktadır. Ayrıca, ÇGKDNK'de p kümenin eleman sayısını ve n kümedeki her bir elemanın bileşen sayısını ifade eder.

Tanım 3.3: \check{C} bir ÇGKDNK olsun ve $P(E)$, E'nin kuvvet kümesi olsun;

$$\check{C} =$$

$$(M_{2(x_i)}^1, M_{2(x_i)}^2, M_{2(x_i)}^3, \dots, M_{2(x_i)}^n) \left(\left[(T_{M_2(x_i)}^1)^L, (T_{M_2(x_i)}^1)^U \right], \left[(T_{M_2(x_i)}^2)^L, (T_{M_2(x_i)}^2)^U \right], \left[(T_{M_2(x_i)}^3)^L, (T_{M_2(x_i)}^3)^U \right], \dots, \left[(T_{M_2(x_i)}^n)^L, (T_{M_2(x_i)}^n)^U \right] \right)$$

$$(M_{3(x_i)}^1, M_{3(x_i)}^2, M_{3(x_i)}^3, \dots, M_{3(x_i)}^n) \left(\left[(I_{M_3(x_i)}^1)^L, (I_{M_3(x_i)}^1)^U \right], \left[(I_{M_3(x_i)}^2)^L, (I_{M_3(x_i)}^2)^U \right], \left[(I_{M_3(x_i)}^3)^L, (I_{M_3(x_i)}^3)^U \right], \dots, \left[(I_{M_3(x_i)}^n)^L, (I_{M_3(x_i)}^n)^U \right] \right)$$

$$(M_{4(x_i)}^1, M_{4(x_i)}^2, M_{4(x_i)}^3, \dots, M_{4(x_i)}^n) \left(\left[(F_{M_4(x_i)}^1)^L, (F_{M_4(x_i)}^1)^U \right], \left[(F_{M_4(x_i)}^2)^L, (F_{M_4(x_i)}^2)^U \right], \left[(F_{M_4(x_i)}^3)^L, (F_{M_4(x_i)}^3)^U \right], \dots, \left[(F_{M_4(x_i)}^n)^L, (F_{M_4(x_i)}^n)^U \right] \right);$$

$$M_{1(x_i)}^n, M_{2(x_i)}^n, M_{3(x_i)}^n, M_{4(x_i)}^n \in P(E).$$

i = 1 için bir AÇGKDNDS \check{C}_1 şu şekilde tanımlanır;

$$\check{C}_1 =$$

$$(M_{2(x_1)}^1, M_{2(x_1)}^2, M_{2(x_1)}^3, \dots, M_{2(x_1)}^n) \left(\left[(T_{M_2(x_1)}^1)^L, (T_{M_2(x_1)}^1)^U \right], \left[(T_{M_2(x_1)}^2)^L, (T_{M_2(x_1)}^2)^U \right], \left[(T_{M_2(x_1)}^3)^L, (T_{M_2(x_1)}^3)^U \right], \dots, \left[(T_{M_2(x_1)}^n)^L, (T_{M_2(x_1)}^n)^U \right] \right)$$

$$(M_{3(x_1)}^1, M_{3(x_1)}^2, M_{3(x_1)}^3, \dots, M_{3(x_1)}^n) \left(\left[(I_{M_3(x_1)}^1)^L, (I_{M_3(x_1)}^1)^U \right], \left[(I_{M_3(x_1)}^2)^L, (I_{M_3(x_1)}^2)^U \right], \left[(I_{M_3(x_1)}^3)^L, (I_{M_3(x_1)}^3)^U \right], \dots, \left[(I_{M_3(x_1)}^n)^L, (I_{M_3(x_1)}^n)^U \right] \right)$$

$$(M_{4(x_1)}^1, M_{4(x_1)}^2, M_{4(x_1)}^3, \dots, M_{4(x_1)}^n) \left(\left[(F_{M_4(x_1)}^1)^L, (F_{M_4(x_1)}^1)^U \right], \left[(F_{M_4(x_1)}^2)^L, (F_{M_4(x_1)}^2)^U \right], \left[(F_{M_4(x_1)}^3)^L, (F_{M_4(x_1)}^3)^U \right], \dots, \left[(F_{M_4(x_1)}^n)^L, (F_{M_4(x_1)}^n)^U \right] \right);$$

$$M_{1(x_1)}^n, M_{2(x_1)}^n, M_{3(x_1)}^n, M_{4(x_1)}^n \in P(E)$$

burada $n=1, \dots, p$.

NDS'da ki gibi, bir ÇDNDS bir sayı, fikir, nesne vb. olabilen bir yapıyı temsil eder. \check{C}_1 için,

$$(M_{1(x_1)}^1, M_{1(x_1)}^2, M_{1(x_1)}^3, \dots, M_{1(x_1)}^n)$$

bilinen kısım olarak adlandırılır,

$$(M_{2(x_1)}^1, M_{2(x_1)}^2, M_{2(x_1)}^3, \dots, M_{2(x_1)}^n) \left([(T_{M_{2(x_1)}}^1)^L, (T_{M_{2(x_1)}}^1)^U], [(T_{M_{2(x_1)}}^2)^L, (T_{M_{2(x_1)}}^2)^U], [(T_{M_{2(x_1)}}^3)^L, (T_{M_{2(x_1)}}^3)^U], \dots, [(T_{M_{2(x_1)}}^n)^L, (T_{M_{2(x_1)}}^n)^U] \right),$$

$$(M_{3(x_1)}^1, M_{3(x_1)}^2, M_{3(x_1)}^3, \dots, M_{3(x_1)}^n) \left([(I_{M_{3(x_1)}}^1)^L, (I_{M_{3(x_1)}}^1)^U], [(I_{M_{3(x_1)}}^2)^L, (I_{M_{3(x_1)}}^2)^U], [(I_{M_{3(x_1)}}^3)^L, (I_{M_{3(x_1)}}^3)^U], \dots, [(I_{M_{3(x_1)}}^n)^L, (I_{M_{3(x_1)}}^n)^U] \right),$$

$$(M_{4(x_1)}^1, M_{4(x_1)}^2, M_{4(x_1)}^3, \dots, M_{4(x_1)}^n) \left([(F_{M_{4(x_1)}}^1)^L, (F_{M_{4(x_1)}}^1)^U], [(F_{M_{4(x_1)}}^2)^L, (F_{M_{4(x_1)}}^2)^U], [(F_{M_{4(x_1)}}^3)^L, (F_{M_{4(x_1)}}^3)^U], \dots, [(F_{M_{4(x_1)}}^n)^L, (F_{M_{4(x_1)}}^n)^U] \right)$$

bilinmeyen kısım olarak adlandırılır.

ÇGKDNDK şu şekilde de gösterilebilir ;

$$\check{C} = \{\check{C}_i ; i = 1, 2, \dots, j\}.$$

Örnek 3.4: $S = \{d, e, n, s, t\}$ kümesi yapay zeka araçlarına soru sorulan alanları temsil etsin. Burada;

d: dil ve çeviri,

e: eğitim,

n: navigasyon-yol yardımı,

s: sanat,

t: teknoloji

alanında ki soru kategorilerinin kısaltmalarını temsil eder. Yılın ilk 4 ayı baz alınarak her ay içindeki haftanın pazartesi ve pazar günlerine göre yapay zeka uygulamasının sorulan sorulara karşılık yapay zeka uygulamalarının kullanıcılarına verdiği cevaplar

$$\check{C}_{n_1}, \check{C}_{n_2}, \check{C}_{n_3}, \check{C}_{n_4}$$

AGKDNDK ile temsil edilsin.

$$\check{C}_{n_1} = \begin{cases} \text{Pazartesi}_1 = \{\{e, t\}, \{n, s\}[0.3, 0.5], \{d, s, t\}[0.6, 0.9], \{d\}[0.4, 0.7]\} \\ \text{Pazar}_1 = \{\{s\}, \{e\}[0.3, 0.6], \{t, s\}[0.5, 0.9], \{n, e\}[0.1, 0.8]\} \end{cases}$$

$$\check{C}_{n_2} = \begin{cases} \text{Pazartesi}_2 = \{\{n, t\}, \{n, d, s\}[0.2, 0.5], \{e\}[0.6, 0.8], \{t\}[0.1, 0.9]\} \\ \text{Pazar}_2 = \{\{e, t\}, \{s\}[0.5, 0.9], \{t, s, n\}[0.5, 0.6], \{t, n, e\}[0.6, 0.8]\} \end{cases}$$

$$\check{C}_{n_3} = \begin{cases} \text{Pazartesi}_3 = \{\{t, n\}, \{d\}[0.3, 0.4], \{t, s\}[0.2, 0.6], \{s, e\}[0.5, 0.7]\} \\ \text{Pazar}_3 = \{\{e, t\}, \{s\}[0.6, 0.8], \{t, s, n\}[0.7, 0.8], \{t, n, e\}[0.4, 0.6]\} \end{cases}$$

$$\check{C}_{n_4} = \begin{cases} \text{Pazartesi}_4 = \{\{s, t\}, \{n, d, s\}[0.2, 0.5], \{e\}[0.2, 0.4], \{t\}[0.5, 0.8]\} \\ \text{Pazar}_4 = \{\{t, n\}, \{e, s, t\}[0.3, 0.6], \{e, s\}[0.6, 0.7], \{s, n\}[0.1, 0.4]\} \end{cases}$$

Yılın ilk ayında bulunan pazartesi günü için kullanıcıların yapay zeka uygulamasına sorduğu sorulara yapay zeka uygulamasının verdiği cevaplar \check{C}_{n_1} AGKDNDK kümesinde;

$\{e, t\}$ kümesi bilinen kısım

$\{n, s\}$ kümesi $[0.3, 0.5]$ aralığında doğruluk değerine sahiptir

{d, s, t} kümesi [0.6,0.9] aralığında belirsizlik değerine sahiptir

{d} kümesi [0.4,0.7] aralığında yanlışlık değerine sahiptir.

Yılın ilk ayında bulunan pazar günü için kullanıcıların yapay zeka uygulamasına sorduğu sorulara yapay zeka uygulamasının verdiği cevaplar \hat{C}_{n_1} AGKDNDS kümesinde;

{s} kümesi bilinen kısım

{e} kümesi [0.3,0.6] aralığında doğruluk değerine sahiptir

{t, s} kümesi [0.5,0.9] aralığında belirsizlik değerine sahiptir

{n, e} kümesi [0.1,0.8] aralığında yanlışlık değerine sahiptir.

Şimdi bu 4 ayın (yılın ilk dört ayı), haftanın belirlenen pazartesi ve pazar günlerini tek bir kümede temsil edersek;

$$\hat{C}_n = \left\{ \begin{array}{l} \{(\{e, t\}, \{n, t\}, \{t, n\}, \{s, t\}), \\ (\{n, s\}, \{n, d, s\}, \{d\}, \{n, d, s\})([0.3,0.5], [0.2,0.5], [0.3,0.4], [0.2,0.5]), \\ (\{d, s, t\}, \{e\}, \{t, s\}, \{e\})([0.6,0.9], [0.6,0.8], [0.2,0.6], [0.2,0.4]), \\ (\{d\}, \{t\}, \{s, e\}, \{t\})([0.4,0.7], [0.1,0.9], [0.5,0.7], [0.5,0.8]), \\ (\{s\}, \{e, t\}, \{e, t\}, \{t, n\}), \\ (\{e\}, \{s\}, \{s\}, \{e, s, t\})([0.3,0.6], [0.5,0.9], [0.6,0.8], [0.3,0.6]), \\ (\{t, s\}, \{t, s, n\}, \{t, s, n\}, \{e, s\})([0.5,0.9], [0.5,0.6], [0.7,0.8], [0.6,0.7]), \\ (\{n, e\}, \{t, n, e\}, \{t, n, e\}, \{s, n\})([0.1,0.8], [0.6,0.8], [0.4,0.6], [0.1,0.4]) \} \end{array} \right.$$

Yılın ilk dört ayında bulunan **pazartesi** günü için yapay zeka uygulamasının kullanıcıların sorularına verdiği cevaplar $\hat{C}_{AGKDNDS}$ kümesinde;

{e, t}, {n, t}, {t, n}, {s, t} kümesi bilinen kısım

{n, s}, {n, d, s}, {e}, {n, d, s} kümesi [0.3,0.5], [0.2,0.5], [0.1,0.4], [0.2,0.5] aralığında doğruluk değerine sahiptir

{d, s, t}, {e}, {t, s}, {e} kümesi [0.6,0.9], [0.6,0.8], [0.4,0.6], [0.2,0.4] aralığında belirsizlik değerine sahiptir

{d}, {t}, {s, e}, {t} kümesi [0.4,0.7], [0.1,0.9], [0.5,0.7], [0.5,0.8] aralığında yanlışlık değerine sahiptir.

Yılın ilk dört ayında bulunan **pazar** günü için yapay zeka uygulamasının kullanıcıların sorularına verdiği cevaplar;

{s}, {e, t}, {e, t}, {t, n} kümesi bilinen kısım

{e}, {s}, {s}, {e, s, t} kümesi [0.3,0.6], [0.5,0.9], [0.6,0.8], [0.3,0.6] aralığında doğruluk değerine sahiptir

{t, s}, {t, s, n}, {t, s, n}, {e, s} kümesi [0.5,0.9], [0.5,0.6], [0.7,0.8], [0.6,0.7] aralığında belirsizlik değerine sahiptir

$\{n, e\}, \{t, n, e\}, \{t, n, e\}, \{s, n\}$ kümesi $[0.1, 0.8], [0.6, 0.8], [0.4, 0.6], [0.1, 0.4]$ aralığında yanlışlık değerine sahiptir.

Tanım 3.5: E evrensel küme olmak üzere,

$$M^{\check{c}} = \left\{ \left(M_1^1(x_i), M_1^2(x_i), M_1^3(x_i), \dots, M_1^n(x_i) \right), \right. \\ \left. (M_2^1(x_i), M_2^2(x_i), M_2^3(x_i), \dots, M_2^n(x_i)) \left([(T_{M_2(x_i)}^1)^L, (T_{M_2(x_i)}^1)^U], [(T_{M_2(x_i)}^2)^L, (T_{M_2(x_i)}^2)^U], [(T_{M_2(x_i)}^3)^L, (T_{M_2(x_i)}^3)^U], \dots, [(T_{M_2(x_i)}^n)^L, (T_{M_2(x_i)}^n)^U] \right) \right. \\ \left. (M_3^1(x_i), M_3^2(x_i), M_3^3(x_i), \dots, M_3^n(x_i)) \left([(I_{M_3(x_i)}^1)^L, (I_{M_3(x_i)}^1)^U], [(I_{M_3(x_i)}^2)^L, (I_{M_3(x_i)}^2)^U], [(I_{M_3(x_i)}^3)^L, (I_{M_3(x_i)}^3)^U], \dots, [(I_{M_3(x_i)}^n)^L, (I_{M_3(x_i)}^n)^U] \right) \right. \\ \left. (M_4^1(x_i), M_4^2(x_i), M_4^3(x_i), \dots, M_4^n(x_i)) \left([(F_{M_4(x_i)}^1)^L, (F_{M_4(x_i)}^1)^U], [(F_{M_4(x_i)}^2)^L, (F_{M_4(x_i)}^2)^U], [(F_{M_4(x_i)}^3)^L, (F_{M_4(x_i)}^3)^U], \dots, [(F_{M_4(x_i)}^n)^L, (F_{M_4(x_i)}^n)^U] \right) \right\} \\ M_1^n(x_i), M_2^n(x_i), M_3^n(x_i), M_4^n(x_i) \in P(E)$$

ve

$$N^{\check{c}} = \left\{ \left(N_1^1(x_i), N_1^2(x_i), N_1^3(x_i), \dots, N_1^n(x_i) \right), \right. \\ \left. (N_2^1(x_i), N_2^2(x_i), N_2^3(x_i), \dots, N_2^n(x_i)) \left([(T_{N_2(x_i)}^1)^L, (T_{N_2(x_i)}^1)^U], [(T_{N_2(x_i)}^2)^L, (T_{N_2(x_i)}^2)^U], [(T_{N_2(x_i)}^3)^L, (T_{N_2(x_i)}^3)^U], \dots, [(T_{N_2(x_i)}^n)^L, (T_{N_2(x_i)}^n)^U] \right) \right. \\ \left. (N_3^1(x_i), N_3^2(x_i), N_3^3(x_i), \dots, N_3^n(x_i)) \left([(I_{N_3(x_i)}^1)^L, (I_{N_3(x_i)}^1)^U], [(I_{N_3(x_i)}^2)^L, (I_{N_3(x_i)}^2)^U], [(I_{N_3(x_i)}^3)^L, (I_{N_3(x_i)}^3)^U], \dots, [(I_{N_3(x_i)}^n)^L, (I_{N_3(x_i)}^n)^U] \right) \right. \\ \left. (N_4^1(x_i), N_4^2(x_i), N_4^3(x_i), \dots, N_4^n(x_i)) \left([(F_{N_4(x_i)}^1)^L, (F_{N_4(x_i)}^1)^U], [(F_{N_4(x_i)}^2)^L, (F_{N_4(x_i)}^2)^U], [(F_{N_4(x_i)}^3)^L, (F_{N_4(x_i)}^3)^U], \dots, [(F_{N_4(x_i)}^n)^L, (F_{N_4(x_i)}^n)^U] \right) \right\} \\ N_1^n(x_i), N_2^n(x_i), N_3^n(x_i), N_4^n(x_i) \in P(E)$$

iki AÇGKDNDK olsun.

- i. Eğer aşağıdaki koşullar sağlanıyorsa,
 $M^{\check{c}'}, N^{\check{c}'}$ nin bir alt kümesi olduğunu söyleyebiliriz ve $M^{\check{c}} \subset N^{\check{c}}$ şeklinde gösterilir.

$$M_1^n(x_i) \subset N_1^n(x_i)$$

$$M_2^n(x_i) \subset N_2^n(x_i)$$

$$M_3^n(x_i) \subset N_3^n(x_i)$$

$$M_4^n(x_i) \subset N_4^n(x_i)$$

Ayrıca;

$$(T_{M_2(x_i)}^N)^L \leq (T_{N_2(x_i)}^N)^L, (T_{M_2(x_i)}^N)^U \leq (T_{N_2(x_i)}^N)^U$$

$$(I_{M_3(x_i)}^N)^L \geq (I_{N_3(x_i)}^N)^L, (I_{M_3(x_i)}^N)^U \geq (I_{N_3(x_i)}^N)^U$$

$$(F_{M_4(x_i)}^N)^L \geq (F_{N_4(x_i)}^N)^L, (F_{M_4(x_i)}^N)^U \geq (F_{N_4(x_i)}^N)^U$$

$i=1, \dots, j; n=1, \dots, p.$

ii. Eğer aşağıdaki koşullar sağlanıyorsa, $M^{\check{C}}$ eşittir $N^{\check{C}}$ 'dir ve $M^{\check{C}} = N^{\check{C}}$ şeklinde gösterilir.

$$M_1^n(x_i) = N_1^n(x_i)$$

$$M_2^n(x_i) = N_2^n(x_i)$$

$$M_3^n(x_i) = N_3^n(x_i)$$

$$M_4^n(x_i) = N_4^n(x_i)$$

Ayrıca;

$$(T_{M_2(x_i)}^N)^L = (T_{N_2(x_i)}^N)^L, (T_{M_2(x_i)}^N)^U = (T_{N_2(x_i)}^N)^U$$

$$(I_{M_3(x_i)}^N)^L = (I_{N_3(x_i)}^N)^L, (I_{M_3(x_i)}^N)^U = (I_{N_3(x_i)}^N)^U$$

$$(F_{M_4(x_i)}^N)^L = (F_{N_4(x_i)}^N)^L, (F_{M_4(x_i)}^N)^U = (F_{N_4(x_i)}^N)^U$$

$i=1, \dots, j; n=1, \dots, p.$

Tanım 3.6: E evrensel küme olmak üzere;

$$M^{\check{C}} = \left\{ \left(M_1^1(x_i), M_1^2(x_i), M_1^3(x_i), \dots, M_1^n(x_i) \right), \right. \\ \left(M_2^1(x_i), M_2^2(x_i), M_2^3(x_i), \dots, M_2^n(x_i) \right) \left([(T_{M_2(x_i)}^1)^L, (T_{M_2(x_i)}^1)^U], [(T_{M_2(x_i)}^2)^L, (T_{M_2(x_i)}^2)^U], [(T_{M_2(x_i)}^3)^L, (T_{M_2(x_i)}^3)^U], \dots, [(T_{M_2(x_i)}^n)^L, (T_{M_2(x_i)}^n)^U] \right) \\ \left(M_3^1(x_i), M_3^2(x_i), M_3^3(x_i), \dots, M_3^n(x_i) \right) \left([(I_{M_3(x_i)}^1)^L, (I_{M_3(x_i)}^1)^U], [(I_{M_3(x_i)}^2)^L, (I_{M_3(x_i)}^2)^U], [(I_{M_3(x_i)}^3)^L, (I_{M_3(x_i)}^3)^U], \dots, [(I_{M_3(x_i)}^n)^L, (I_{M_3(x_i)}^n)^U] \right) \\ \left. \left(M_4^1(x_i), M_4^2(x_i), M_4^3(x_i), \dots, M_4^n(x_i) \right) \left([(F_{M_4(x_i)}^1)^L, (F_{M_4(x_i)}^1)^U], [(F_{M_4(x_i)}^2)^L, (F_{M_4(x_i)}^2)^U], [(F_{M_4(x_i)}^3)^L, (F_{M_4(x_i)}^3)^U], \dots, [(F_{M_4(x_i)}^n)^L, (F_{M_4(x_i)}^n)^U] \right) \right\} \\ M_1^n(x_i), M_2^n(x_i), M_3^n(x_i), M_4^n(x_i) \in P(E)$$

ve

$$N^{\check{C}} = \left\{ \left(N_1^1(x_i), N_1^2(x_i), N_1^3(x_i), \dots, N_1^n(x_i) \right), \right. \\ \left(N_2^1(x_i), N_2^2(x_i), N_2^3(x_i), \dots, N_2^n(x_i) \right) \left([(T_{N_2(x_i)}^1)^L, (T_{N_2(x_i)}^1)^U], [(T_{N_2(x_i)}^2)^L, (T_{N_2(x_i)}^2)^U], [(T_{N_2(x_i)}^3)^L, (T_{N_2(x_i)}^3)^U], \dots, [(T_{N_2(x_i)}^n)^L, (T_{N_2(x_i)}^n)^U] \right) \\ \left(N_3^1(x_i), N_3^2(x_i), N_3^3(x_i), \dots, N_3^n(x_i) \right) \left([(I_{N_3(x_i)}^1)^L, (I_{N_3(x_i)}^1)^U], [(I_{N_3(x_i)}^2)^L, (I_{N_3(x_i)}^2)^U], [(I_{N_3(x_i)}^3)^L, (I_{N_3(x_i)}^3)^U], \dots, [(I_{N_3(x_i)}^n)^L, (I_{N_3(x_i)}^n)^U] \right) \\ \left. \left(N_4^1(x_i), N_4^2(x_i), N_4^3(x_i), \dots, N_4^n(x_i) \right) \left([(F_{N_4(x_i)}^1)^L, (F_{N_4(x_i)}^1)^U], [(F_{N_4(x_i)}^2)^L, (F_{N_4(x_i)}^2)^U], [(F_{N_4(x_i)}^3)^L, (F_{N_4(x_i)}^3)^U], \dots, [(F_{N_4(x_i)}^n)^L, (F_{N_4(x_i)}^n)^U] \right) \right\} \\ N_1^n(x_i), N_2^n(x_i), N_3^n(x_i), N_4^n(x_i) \in P(E)$$

iki AÇGKDNDK olsun.

$M^{\check{c}}$ ve $N^{\check{c}}$ için ortalama \cup işlemi şu şekilde tanımlanır;

$$M^{\check{c}} \check{\cup}_A N^{\check{c}} =$$

$$\{((M, N)^1_1(x_i), (M, N)^2_1(x_i), \dots, (M, N)^n_1(x_i)),$$

$$((M, N)^1_2(x_i), (M, N)^2_2(x_i), \dots, (M, N)^n_2(x_i))$$

$$([(T^1_{(M,N)_2(x_i)})^L, (T^1_{(M,N)_2(x_i)})^U], [(T^2_{(M,N)_2(x_i)})^L, (T^2_{(M,N)_2(x_i)})^U], \dots, [(T^n_{(M,N)_2(x_i)})^L, (T^n_{(M,N)_2(x_i)})^U]),$$

$$((M, N)^1_3(x_i), (M, N)^2_3(x_i), \dots, (M, N)^n_3(x_i))$$

$$([(I^1_{(M,N)_2(x_i)})^L, (I^1_{(M,N)_2(x_i)})^U], [(I^2_{(M,N)_2(x_i)})^L, (I^2_{(M,N)_2(x_i)})^U], \dots, [(I^n_{(M,N)_2(x_i)})^L, (I^n_{(M,N)_2(x_i)})^U]),$$

$$((M, N)^1_4(x_i), (M, N)^2_4(x_i), \dots, (M, N)^n_4(x_i))$$

$$([(F^1_{(M,N)_2(x_i)})^L, (F^1_{(M,N)_2(x_i)})^U], [(F^2_{(M,N)_2(x_i)})^L, (F^2_{(M,N)_2(x_i)})^U], \dots, [(F^n_{(M,N)_2(x_i)})^L, (F^n_{(M,N)_2(x_i)})^U]), \}$$

$$(M, N)^n_1(x_i), (M, N)^n_2(x_i), (M, N)^n_3(x_i), (M, N)^n_4(x_i) \in P(E)\}.$$

Burada,

$$(M, N)^n_1(x_i) = M_1^n(x_i) \cup N_1^n(x_i)$$

$$(M, N)^n_2(x_i) = M_2^n(x_i) \cup N_2^n(x_i)$$

$$(M, N)^n_3(x_i) = M_3^n(x_i) \cup N_3^n(x_i)$$

$$(M, N)^n_4(x_i) = M_4^n(x_i) \cup N_4^n(x_i)$$

$$(T^i_{(M,N)_2(x_i)})^L = \frac{(T^i_{N_2(x_i)})^L + (T^i_{M_2(x_i)})^L}{2}, (T^i_{(M,N)_2(x_i)})^U = \frac{(T^i_{N_2(x_i)})^U + (T^i_{M_2(x_i)})^U}{2}$$

$$(I^i_{(M,N)_3(x_i)})^L = \frac{(I^i_{N_3(x_i)})^L + (I^i_{M_3(x_i)})^L}{2}, (I^i_{(M,N)_3(x_i)})^U = \frac{(I^i_{N_3(x_i)})^U + (I^i_{M_3(x_i)})^U}{2}$$

$$(F^i_{(M,N)_4(x_i)})^L = \frac{(F^i_{N_4(x_i)})^L + (F^i_{M_4(x_i)})^L}{2}, (F^i_{(M,N)_4(x_i)})^U = \frac{(F^i_{N_4(x_i)})^U + (F^i_{M_4(x_i)})^U}{2}$$

$i=1, \dots, j; n=1, \dots, p.$

Not 3.7: Tanım 3.6'da birleşim işlemi yerine kesişim işlemi alınırsa ortalama kesişim operatörü elde edilir.

Tanım 3.8: E evrensel küme olmak üzere;

$$M^{\check{c}} =$$

$$\{((M^1_1(x_i), M^2_1(x_i), M^3_1(x_i), \dots, M^n_1(x_i)),$$

$$(M^1_2(x_i), M^2_2(x_i), M^3_2(x_i), \dots, M^n_2(x_i)) \left([(T^1_{M_2(x_i)})^L, (T^1_{M_2(x_i)})^U], [(T^2_{M_2(x_i)})^L, (T^2_{M_2(x_i)})^U], [(T^3_{M_2(x_i)})^L, (T^3_{M_2(x_i)})^U], \dots, [(T^n_{M_2(x_i)})^L, (T^n_{M_2(x_i)})^U] \right)$$

$$(M^1_3(x_i), M^2_3(x_i), M^3_3(x_i), \dots, M^n_3(x_i)) \left([(I^1_{M_3(x_i)})^L, (I^1_{M_3(x_i)})^U], [(I^2_{M_3(x_i)})^L, (I^2_{M_3(x_i)})^U], [(I^3_{M_3(x_i)})^L, (I^3_{M_3(x_i)})^U], \dots, [(I^n_{M_3(x_i)})^L, (I^n_{M_3(x_i)})^U] \right)$$

$$(M^1_4(x_i), M^2_4(x_i), M^3_4(x_i), \dots, M^n_4(x_i)) \left([(F^1_{M_4(x_i)})^L, (F^1_{M_4(x_i)})^U], [(F^2_{M_4(x_i)})^L, (F^2_{M_4(x_i)})^U], [(F^3_{M_4(x_i)})^L, (F^3_{M_4(x_i)})^U], \dots, [(F^n_{M_4(x_i)})^L, (F^n_{M_4(x_i)})^U] \right)\}.$$

$$M_1^n(x_i), M_2^n(x_i), M_3^n(x_i), M_4^n(x_i) \in P(E)\}$$

ve

$$N^{\check{c}} = \left\{ \left(N_1^1(x_i), N_1^2(x_i), N_1^3(x_i), \dots, N_1^n(x_i) \right), \right. \\ \left. (N_2^1(x_i), N_2^2(x_i), N_2^3(x_i), \dots, N_2^n(x_i)) \left([(T_{N_2(x_i)}^1)^L, (T_{N_2(x_i)}^1)^U], [(T_{N_2(x_i)}^2)^L, (T_{N_2(x_i)}^2)^U], [(T_{N_2(x_i)}^3)^L, (T_{N_2(x_i)}^3)^U], \dots, [(T_{N_2(x_i)}^n)^L, (T_{N_2(x_i)}^n)^U] \right) \right. \\ \left. (N_3^1(x_i), N_3^2(x_i), N_3^3(x_i), \dots, N_3^n(x_i)) \left([(I_{N_3(x_i)}^1)^L, (I_{N_3(x_i)}^1)^U], [(I_{N_3(x_i)}^2)^L, (I_{N_3(x_i)}^2)^U], [(I_{N_3(x_i)}^3)^L, (I_{N_3(x_i)}^3)^U], \dots, [(I_{N_3(x_i)}^n)^L, (I_{N_3(x_i)}^n)^U] \right) \right. \\ \left. (N_4^1(x_i), N_4^2(x_i), N_4^3(x_i), \dots, N_4^n(x_i)) \left([(F_{N_4(x_i)}^1)^L, (F_{N_4(x_i)}^1)^U], [(F_{N_4(x_i)}^2)^L, (F_{N_4(x_i)}^2)^U], [(F_{N_4(x_i)}^3)^L, (F_{N_4(x_i)}^3)^U], \dots, [(F_{N_4(x_i)}^n)^L, (F_{N_4(x_i)}^n)^U] \right) \right\} \\ N_1^n(x_i), N_2^n(x_i), N_3^n(x_i), N_4^n(x_i) \in P(E)\}$$

iki AÇGKDNDK olsun. $M^{\check{c}}$ ve $N^{\check{c}}$ için iyimses \cup işlemi şu şekilde tanımlanır;

$$M^{\check{c}} \cup_0 N^{\check{c}} = \left\{ \left((M, N)_1^1(x_i), (M, N)_1^2(x_i), \dots, (M, N)_1^n(x_i) \right), \right. \\ \left((M, N)_2^1(x_i), (M, N)_2^2(x_i), \dots, (M, N)_2^n(x_i) \right) \\ \left([(T_{(M,N)_2(x_i)}^1)^L, (T_{(M,N)_2(x_i)}^1)^U], [(T_{(M,N)_2(x_i)}^2)^L, (T_{(M,N)_2(x_i)}^2)^U], \dots, [(T_{(M,N)_2(x_i)}^n)^L, (T_{(M,N)_2(x_i)}^n)^U] \right), \\ \left((M, N)_3^1(x_i), (M, N)_3^2(x_i), \dots, (M, N)_3^n(x_i) \right) \\ \left([(I_{(M,N)_2(x_i)}^1)^L, (I_{(M,N)_2(x_i)}^1)^U], [(I_{(M,N)_2(x_i)}^2)^L, (I_{(M,N)_2(x_i)}^2)^U], \dots, [(I_{(M,N)_2(x_i)}^n)^L, (I_{(M,N)_2(x_i)}^n)^U] \right), \\ \left((M, N)_4^1(x_i), (M, N)_4^2(x_i), \dots, (M, N)_4^n(x_i) \right) \\ \left([(F_{(M,N)_2(x_i)}^1)^L, (F_{(M,N)_2(x_i)}^1)^U], [(F_{(M,N)_2(x_i)}^2)^L, (F_{(M,N)_2(x_i)}^2)^U], \dots, [(F_{(M,N)_2(x_i)}^n)^L, (F_{(M,N)_2(x_i)}^n)^U] \right), \\ \left. (M, N)_1^n(x_i), (M, N)_2^n(x_i), (M, N)_3^n(x_i), (M, N)_4^n(x_i) \in P(E)\} \right\}$$

Burada,

$$(M, N)_1^n(x_i) = M_1^n(x_i) \cup N_1^n(x_i)$$

$$(M, N)_2^n(x_i) = M_2^n(x_i) \cup N_2^n(x_i)$$

$$(M, N)_3^n(x_i) = M_3^n(x_i) \cup N_3^n(x_i)$$

$$(M, N)_4^n(x_i) = M_4^n(x_i) \cup N_4^n(x_i)$$

$$(T_{(M,N)_2(x_i)}^n)^L = \max\{(T_{N_2(x_i)}^n)^L, (T_{M_2(x_i)}^n)^L\}, (T_{(M,N)_2(x_i)}^n)^U = \max\{(T_{N_2(x_i)}^n)^U, (T_{M_2(x_i)}^n)^U\}$$

$$(I_{(M,N)_3(x_i)}^n)^L = \min\{(I_{N_3(x_i)}^n)^L, (I_{M_3(x_i)}^n)^L\}, (I_{(M,N)_3(x_i)}^n)^U = \min\{(I_{N_3(x_i)}^n)^U, (I_{M_3(x_i)}^n)^U\}$$

$$(F_{(M,N)_4(x_i)}^n)^L = \min\{(F_{N_4(x_i)}^n)^L, (F_{M_4(x_i)}^n)^L\}, (F_{(M,N)_4(x_i)}^n)^U = \min\{(F_{N_4(x_i)}^n)^U, (F_{M_4(x_i)}^n)^U\}$$

$i=1, \dots, j; n=1, \dots, p.$

Not 3.9: Tanım 3.8’de iyimser birleşim işlemi yerine kesişim işlemi alınırsa iyimser kesişim operatörü elde edilir.

Tanım 3.10: E evrensel küme olmak üzere;

$$M^{\dot{c}} = \{((M_1^1(x_i), M_2^2(x_i), M_3^3(x_i), \dots, M_n^n(x_i)), (M_2^1(x_i), M_2^2(x_i), M_2^3(x_i), \dots, M_2^n(x_i)) \left[(T_{M_2(x_i)}^1)^L, (T_{M_2(x_i)}^1)^U \right], [(T_{M_2(x_i)}^2)^L, (T_{M_2(x_i)}^2)^U], [(T_{M_2(x_i)}^3)^L, (T_{M_2(x_i)}^3)^U], \dots, [(T_{M_2(x_i)}^n)^L, (T_{M_2(x_i)}^n)^U] \right) \\ (M_3^1(x_i), M_3^2(x_i), M_3^3(x_i), \dots, M_3^n(x_i)) \left[(I_{M_3(x_i)}^1)^L, (I_{M_3(x_i)}^1)^U \right], [(I_{M_3(x_i)}^2)^L, (I_{M_3(x_i)}^2)^U], [(I_{M_3(x_i)}^3)^L, (I_{M_3(x_i)}^3)^U], \dots, [(I_{M_3(x_i)}^n)^L, (I_{M_3(x_i)}^n)^U] \right) \\ (M_4^1(x_i), M_4^2(x_i), M_4^3(x_i), \dots, M_4^n(x_i)) \left[(F_{M_4(x_i)}^1)^L, (F_{M_4(x_i)}^1)^U \right], [(F_{M_4(x_i)}^2)^L, (F_{M_4(x_i)}^2)^U], [(F_{M_4(x_i)}^3)^L, (F_{M_4(x_i)}^3)^U], \dots, [(F_{M_4(x_i)}^n)^L, (F_{M_4(x_i)}^n)^U] \right) \} \\ M_1^n(x_i), M_2^n(x_i), M_3^n(x_i), M_4^n(x_i) \in P(E)}$$

ve

$$N^{\dot{c}} = \{((N_1^1(x_i), N_2^2(x_i), N_3^3(x_i), \dots, N_n^n(x_i)), (N_2^1(x_i), N_2^2(x_i), N_2^3(x_i), \dots, N_2^n(x_i)) \left[(T_{N_2(x_i)}^1)^L, (T_{N_2(x_i)}^1)^U \right], [(T_{N_2(x_i)}^2)^L, (T_{N_2(x_i)}^2)^U], [(T_{N_2(x_i)}^3)^L, (T_{N_2(x_i)}^3)^U], \dots, [(T_{N_2(x_i)}^n)^L, (T_{N_2(x_i)}^n)^U] \right) \\ (N_3^1(x_i), N_3^2(x_i), N_3^3(x_i), \dots, N_3^n(x_i)) \left[(I_{N_3(x_i)}^1)^L, (I_{N_3(x_i)}^1)^U \right], [(I_{N_3(x_i)}^2)^L, (I_{N_3(x_i)}^2)^U], [(I_{N_3(x_i)}^3)^L, (I_{N_3(x_i)}^3)^U], \dots, [(I_{N_3(x_i)}^n)^L, (I_{N_3(x_i)}^n)^U] \right) \\ (N_4^1(x_i), N_4^2(x_i), N_4^3(x_i), \dots, N_4^n(x_i)) \left[(F_{N_4(x_i)}^1)^L, (F_{N_4(x_i)}^1)^U \right], [(F_{N_4(x_i)}^2)^L, (F_{N_4(x_i)}^2)^U], [(F_{N_4(x_i)}^3)^L, (F_{N_4(x_i)}^3)^U], \dots, [(F_{N_4(x_i)}^n)^L, (F_{N_4(x_i)}^n)^U] \right) \} \\ N_1^n(x_i), N_2^n(x_i), N_3^n(x_i), N_4^n(x_i) \in P(E)}$$

iki AÇGKDNDK olsun. $M^{\dot{c}}$ ve $N^{\dot{c}}$ için için kötümser \cup işlemi şu şekilde tanımlanır;

$$M^{\dot{c}} \cup_p N^{\dot{c}} = \{((M, N)_1^1(x_i), (M, N)_2^2(x_i), \dots, (M, N)_n^n(x_i)), \\ ((M, N)_2^1(x_i), (M, N)_2^2(x_i), \dots, (M, N)_2^n(x_i)) \\ [(T_{(M,N)_2(x_i)}^1)^L, (T_{(M,N)_2(x_i)}^1)^U], [(T_{(M,N)_2(x_i)}^2)^L, (T_{(M,N)_2(x_i)}^2)^U], \dots, [(T_{(M,N)_2(x_i)}^n)^L, (T_{(M,N)_2(x_i)}^n)^U], \\ ((M, N)_3^1(x_i), (M, N)_3^2(x_i), \dots, (M, N)_3^n(x_i)) \\ [(I_{(M,N)_2(x_i)}^1)^L, (I_{(M,N)_2(x_i)}^1)^U], [(I_{(M,N)_2(x_i)}^2)^L, (I_{(M,N)_2(x_i)}^2)^U], \dots, [(I_{(M,N)_2(x_i)}^n)^L, (I_{(M,N)_2(x_i)}^n)^U], \\ ((M, N)_4^1(x_i), (M, N)_4^2(x_i), \dots, (M, N)_4^n(x_i)) \\ [(F_{(M,N)_2(x_i)}^1)^L, (F_{(M,N)_2(x_i)}^1)^U], [(F_{(M,N)_2(x_i)}^2)^L, (F_{(M,N)_2(x_i)}^2)^U], \dots, [(F_{(M,N)_2(x_i)}^n)^L, (F_{(M,N)_2(x_i)}^n)^U], \} \\ (M, N)_1^n(x_i), (M, N)_2^n(x_i), (M, N)_3^n(x_i), (M, N)_4^n(x_i) \in P(E)}$$

Burada,

$$(M, N)_1^n(x_i) = M_1^n(x_i) \cup N_1^n(x_i)$$

$$(M, N)_2^n(x_i) = M_2^n(x_i) \cup N_2^n(x_i)$$

$$(M, N)_3^n(x_i) = M_3^n(x_i) \cup N_3^n(x_i)$$

$$(M, N)^n_4(x_i) = M_4^n(x_i) \cup N_4^n(x_i)$$

$$(T_{(M,N)_2(x_i)}^n)^L = \min\{(T_{N_2(x_i)}^n)^L, (T_{M_2(x_i)}^n)^L\}, (T_{(M,N)_2(x_i)}^n)^U = \min\{(T_{N_2(x_i)}^n)^U, (T_{M_2(x_i)}^n)^U\}$$

$$(I_{(M,N)_2(x_i)}^n)^L = \max\{(I_{N_2(x_i)}^n)^L, (I_{M_2(x_i)}^n)^L\}, (I_{(M,N)_2(x_i)}^n)^U = \max\{(I_{N_2(x_i)}^n)^U, (I_{M_2(x_i)}^n)^U\}$$

$$(F_{(M,N)_2(x_i)}^n)^L = \max\{(F_{N_2(x_i)}^n)^L, (F_{M_2(x_i)}^n)^L\}, (F_{(M,N)_2(x_i)}^n)^U = \max\{(F_{N_2(x_i)}^n)^U, (F_{M_2(x_i)}^n)^U\}$$

$i=1, \dots, j; n=1, \dots, p.$

Not 3.11: Tanım 3.10'de kötümser birleşim işlemi yerine kesişim işlemi alınırsa kötümser kesişim operatörü elde edilir.

Özellikler 3.12: E evrensel küme olmak üzere;

$$M^{\check{c}} = \{(M_1^1(x_i), M_2^2(x_i), M_3^3(x_i), \dots, M_4^n(x_i)), (M_2^1(x_i), M_2^2(x_i), M_2^3(x_i), \dots, M_2^n(x_i)) \left([(T_{M_2(x_i)}^1)^L, (T_{M_2(x_i)}^1)^U], [(T_{M_2(x_i)}^2)^L, (T_{M_2(x_i)}^2)^U], [(T_{M_2(x_i)}^3)^L, (T_{M_2(x_i)}^3)^U], \dots, [(T_{M_2(x_i)}^n)^L, (T_{M_2(x_i)}^n)^U] \right) (M_3^1(x_i), M_3^2(x_i), M_3^3(x_i), \dots, M_3^n(x_i)) \left([(I_{M_3(x_i)}^1)^L, (I_{M_3(x_i)}^1)^U], [(I_{M_3(x_i)}^2)^L, (I_{M_3(x_i)}^2)^U], [(I_{M_3(x_i)}^3)^L, (I_{M_3(x_i)}^3)^U], \dots, [(I_{M_3(x_i)}^n)^L, (I_{M_3(x_i)}^n)^U] \right) (M_4^1(x_i), M_4^2(x_i), M_4^3(x_i), \dots, M_4^n(x_i)) \left([(F_{M_4(x_i)}^1)^L, (F_{M_4(x_i)}^1)^U], [(F_{M_4(x_i)}^2)^L, (F_{M_4(x_i)}^2)^U], [(F_{M_4(x_i)}^3)^L, (F_{M_4(x_i)}^3)^U], \dots, [(F_{M_4(x_i)}^n)^L, (F_{M_4(x_i)}^n)^U] \right) \}: \\ M_1^n(x_i), M_2^n(x_i), M_3^n(x_i), M_4^n(x_i) \in P(E),$$

$$N^{\check{c}} = \{(N_1^1(x_i), N_2^2(x_i), N_3^3(x_i), \dots, N_4^n(x_i)), (N_2^1(x_i), N_2^2(x_i), N_2^3(x_i), \dots, N_2^n(x_i)) \left([(T_{N_2(x_i)}^1)^L, (T_{N_2(x_i)}^1)^U], [(T_{N_2(x_i)}^2)^L, (T_{N_2(x_i)}^2)^U], [(T_{N_2(x_i)}^3)^L, (T_{N_2(x_i)}^3)^U], \dots, [(T_{N_2(x_i)}^n)^L, (T_{N_2(x_i)}^n)^U] \right) (N_3^1(x_i), N_3^2(x_i), N_3^3(x_i), \dots, N_3^n(x_i)) \left([(I_{N_3(x_i)}^1)^L, (I_{N_3(x_i)}^1)^U], [(I_{N_3(x_i)}^2)^L, (I_{N_3(x_i)}^2)^U], [(I_{N_3(x_i)}^3)^L, (I_{N_3(x_i)}^3)^U], \dots, [(I_{N_3(x_i)}^n)^L, (I_{N_3(x_i)}^n)^U] \right) (N_4^1(x_i), N_4^2(x_i), N_4^3(x_i), \dots, N_4^n(x_i)) \left([(F_{N_4(x_i)}^1)^L, (F_{N_4(x_i)}^1)^U], [(F_{N_4(x_i)}^2)^L, (F_{N_4(x_i)}^2)^U], [(F_{N_4(x_i)}^3)^L, (F_{N_4(x_i)}^3)^U], \dots, [(F_{N_4(x_i)}^n)^L, (F_{N_4(x_i)}^n)^U] \right) \}: \\ N_1^n(x_i), N_2^n(x_i), N_3^n(x_i), N_4^n(x_i) \in P(E)$$

ve

$$P^{\check{c}} = \{(P_1^1(x_i), P_2^2(x_i), P_3^3(x_i), \dots, P_4^n(x_i)), (P_2^1(x_i), P_2^2(x_i), P_2^3(x_i), \dots, P_2^n(x_i)) \left([(T_{P_2(x_i)}^1)^L, (T_{P_2(x_i)}^1)^U], [(T_{P_2(x_i)}^2)^L, (T_{P_2(x_i)}^2)^U], [(T_{P_2(x_i)}^3)^L, (T_{P_2(x_i)}^3)^U], \dots, [(T_{P_2(x_i)}^n)^L, (T_{P_2(x_i)}^n)^U] \right) (P_3^1(x_i), P_3^2(x_i), P_3^3(x_i), \dots, P_3^n(x_i)) \left([(I_{P_3(x_i)}^1)^L, (I_{P_3(x_i)}^1)^U], [(I_{P_3(x_i)}^2)^L, (I_{P_3(x_i)}^2)^U], [(I_{P_3(x_i)}^3)^L, (I_{P_3(x_i)}^3)^U], \dots, [(I_{P_3(x_i)}^n)^L, (I_{P_3(x_i)}^n)^U] \right) (P_4^1(x_i), P_4^2(x_i), P_4^3(x_i), \dots, P_4^n(x_i)) \left([(F_{P_4(x_i)}^1)^L, (F_{P_4(x_i)}^1)^U], [(F_{P_4(x_i)}^2)^L, (F_{P_4(x_i)}^2)^U], [(F_{P_4(x_i)}^3)^L, (F_{P_4(x_i)}^3)^U], \dots, [(F_{P_4(x_i)}^n)^L, (F_{P_4(x_i)}^n)^U] \right) \}: \\ P_1^n(x_i), P_2^n(x_i), P_3^n(x_i), P_4^n(x_i) \in P(E)$$

üç AÇGKDNDK olsun. Böylece aşağıdaki özellikler sağlanmış olur.

i) $M^{\check{c}} \check{U}_A N^{\check{c}} = N^{\check{c}} \check{U}_A M^{\check{c}}$

ii) $M^{\check{c}} \check{U}_O N^{\check{c}} = N^{\check{c}} \check{U}_O M^{\check{c}}$

- iii) $M^{\check{c}} \cup'_P N^{\check{c}} = N^{\check{c}} \cup'_P M^{\check{c}}$
- iv) $M^{\check{c}} \cap'_A N^{\check{c}} = N^{\check{c}} \cap'_A M^{\check{c}}$
- v) $M^{\check{c}} \cap'_O N^{\check{c}} = N^{\check{c}} \cap'_O M^{\check{c}}$
- vi) $M^{\check{c}} \cap'_P N^{\check{c}} = N^{\check{c}} \cap'_P M^{\check{c}}$
- vii) $M^{\check{c}} \cup_O (N^{\check{c}} \cup_O P^{\check{c}}) = (M^{\check{c}} \cup_O N^{\check{c}}) \cup_O P^{\check{c}}$
- viii) $M^{\check{c}} \cup_P (N^{\check{c}} \cup_P P^{\check{c}}) = (M^{\check{c}} \cup_P N^{\check{c}}) \cup_P P^{\check{c}}$
- ix) $M^{\check{c}} \cap'_O (N^{\check{c}} \cap'_O P^{\check{c}}) = (M^{\check{c}} \cap'_O N^{\check{c}}) \cap'_O P^{\check{c}}$
- x) $M^{\check{c}} \cap'_P (N^{\check{c}} \cap'_P P^{\check{c}}) = (M^{\check{c}} \cap'_P N^{\check{c}}) \cap'_P P^{\check{c}}$
- xi) $M^{\check{c}} = N^{\check{c}}$ ise $M^{\check{c}} \cup'_A N^{\check{c}} = M^{\check{c}} \cup_O N^{\check{c}} = M^{\check{c}} \cup'_P N^{\check{c}}$
- xii) $M^{\check{c}} = N^{\check{c}}$ ise $M^{\check{c}} \cap'_A N^{\check{c}} = M^{\check{c}} \cap'_O N^{\check{c}} = M^{\check{c}} \cap'_P N^{\check{c}}$

SONUÇ

Bu çalışmada çoklu aralık genelleştirilmiş küme değerli nütrosifik dördü küme, çoklu aralık genelleştirilmiş küme değerli nütrosifik dördü sayılar, bunlar üzerinde bazı operatörler (Ortalama birleşim, ortalama kesişim, iyimser birleşim, iyimser kesişim, kötümser birleşim, kötümser kesişim) tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Bu yeni küme aralık nütrosifik kümelerin, aralık nütrosifik dördü kümelerin ve çoklu nütrosifik dördü kümelerin özelliklerini sağlamaktadır. Araştırmacılar bu çalışmalardan yararlanarak çoklu aralık genelleştirilmiş küme değerli nütrosifik dördü küme, çoklu aralık genelleştirilmiş küme değerli nütrosifik beşli kümeleri elde edebilirler. Ayrıca, araştırmacılar bu çalışmada elde edilen operatörleri çok kriterli karar verme uygulamalarında kullanarak gerçek hayattaki problemlere daha objektif çözümler bulabilirler.

KISALTMALAR

NDS: Nütrosifik Dördü Sayı

ÇDNK: Çok Değerli Nütrosifik Küme

ÇGKDNDK: Çoklu Genelleştirilmiş Küme Değerli Nütrosifik Dördü Küme

ÇAGKDNDK: Çoklu Aralık Genelleştirilmiş Küme Değerli Nütrosifik Dördü Sayı

AÇGKDNDK: Aralık Çoklu Genelleştirilmiş Küme Değerli Nütrosifik Dördü Küme

KAYNAKÇA

[1] Zadeh L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8,338-353

- [2] Atanassov K. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20, 87-96.
- [3] Smarandache F (1998) *Neutrosophy: Neutrosophic Probability, Set and Logic*, Rehoboth, Amer. Research Prees.
- [4] Peng, J. J., & Wang, J. Q. (2015). Multi-valued neutrosophic sets and its application in multi-criteria decision-making problems. *Neutrosophic Sets and Systems*, 10(1), 6.
- [5] Pramanik, S. (2022). Interval quadripartitoned neutrosophic sets. *Neutrosophic Sets & Systems*. 51.
- [6] Şahin M., Kargın A., Doğan K. (2022) Nötrosifik Beşli Sayılar ve Küme Değerli Nötrosifik Beşli Sayılar, Başkent 3. Uluslararası Multidisipliner Bilimsel Çalışmalar Kongresi, 23-25 Eylül 2022, Ankara, Türkiye
- [7] Kargın, A., & Şahin, M. (2022). Interval Generalized Set Valued Neutrosophic Quadruple Sets and Numbers. *Neutrosophic Algebraic Structures and Their Applications*, 129.
- [8] Şahin M., Kargın A., Doğan K., (2023) Genelleştirilmiş Küme Değerli Nötrosifik Beşli Sayılar, 9. Ankara Uluslararası Bilimsel Araştırma Kongresi, 26 Aralık 2023, Ankara, Türkiye.
- [9] Kargın, A., Şahin, M., & Şiğva, K. A. (2024). Operators Based On Multiple Generalized Set-Valued Neutrosophic Quadruple Sets. *Neutrosophic Sets and Systems*, 70, 107-136.
- [10] Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Y., & Sunderraman, R. (2010). Single valued neutrosophic sets. *Multispace and Multistructure*.4, 410-413
- [11] H. Wang, F. Samarandache, Y.Q. Zhang and R. Sunderraman, *Interval neutrosophic sets and Logic: Theory and Applications in Computing*, Hexis, Phoenix, AZ, 2005.

ÖZEL SABİT-KÖŞEĞEN MATRİSLERİN ÖZDEĞERLERİ

Doç. Dr. Özge ÖZTEKİN

Gaziantep Üniversitesi, ozgeoztekin@gantep.edu.tr - 0000-0001-7421-5600

Betül Gamze AYANA

Gaziantep Üniversitesi, betulgamzeayana@gmail.com - 0009-0005-0474-7894

ÖZET

$n \geq 2$ için özel bir sabit köşegen matris (SCD), köşegen elemanları sabit bir k değerine ve köşegen dışı elemanların sabit bir t değerine sahip olduğu n –inci dereceden bir matristir. Bu matrisler aynı zamanda Toeplitz matrisinin özel durumudur.

A nın α_i ve B nin β_i özdeğerlerinin özel bir sıralaması için $\lambda A + \mu B$ nın özdeğerleri λ ve μ nin tüm değerleri için $\lambda\alpha_i + \mu\beta_i$ ise bir n -kare matris çiftinin L özelliğini sağladığı söylenir. Bu tür L matrislerinin karakterizasyonu incelenmiştir. Her değişmeli matris çifti L özelliğine sahip olduğundan, SCD matrisleri L özelliğini sağlar. Bu çalışmada n –inci dereceden $A = [a_{ij}]_n$ ve $a_{ij} = \begin{cases} t & i \neq j \\ k & i = j \end{cases}$ (k, t sabit birer kompleks sayı) olmak üzere SCD matrisinin özdeğerlerinin n -1 katlı $\alpha_1 = t - k$ ve $\alpha_2 = t + (n - 1)k$ olduğunu gösterdik. Ayrıca, özdeğerleri sırasıyla α_i, β_i olan iki SCD A, B matrisi verildiğinde $A \cdot B$ çarpımının λ_i özdeğerlerinin α_i ve β_i nin özel sıralaması için $\alpha_i \cdot \beta_i$ olduğunu gösterdik.

Anahtar Kelimeler : Sabit-köşegen matris, özdeğer, L özelliği.

AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON TURBULENT DRAG REDUCTION IN PIPES

Yasemin Çeneli ¹, Pelin İlker ², Mehmet Sorgun³

¹ Izmir Katip Celebi University, Faculty of Engineering and Architecture

² Izmir Katip Celebi University, Faculty of Engineering and Architecture

² Izmir Katip Celebi University, Faculty of Engineering and Architecture

ABSTRACT

Small amounts of polymer additives can significantly reduce energy dissipation and friction loss in turbulent flow. The effect of polymers on drag reduction is utilized and beneficial in many fields. The drag reduction (DR) effect became as a strong option for some of the energy-saving strategies. To make an accurate assessment of drag reduction, it is essential to closely examine the characteristics of turbulent flow. This study investigates the impact of polymer solutions of Xanthan Gum (XG), on drag reduction in turbulent flow through rough pipe.

A series of experiments were conducted using Xanthan Gum (XG) solutions at three different concentrations in rough pipe on the Flow Loop, at İzmir Katip Çelebi University. Based on the pressure loss data obtained from experiments, the relationship between DR and various parameters such as concentration and Fanning friction factor was thoroughly examined. Results indicated that the addition of XG reduced the Fanning friction factor, in agreement with Virk's maximum drag reduction asymptote. The results showed that adding XG decreased the Fanning friction factor, in agreement with Virk's maximum drag reduction asymptote. Importantly, in rough pipes, as velocity increased, drag reduction decreases, highlighting the challenges posed by surface roughness. These findings help improve our understanding of turbulent flow dynamics and how polymer additives can enhance pipeline efficiency.

Keywords: drag reduction, rough pipes, polymer, turbulent flow, friction factor

1. INTRODUCTION

In the 1940s, Toms and Mysels [1] made a groundbreaking discovery: adding a small amount of a high molecular weight polymer to a liquid could dramatically reduce the pressure drop required to achieve a specific flow rate in turbulent flow. This phenomenon, known as "rheological drag reduction," or sometimes as the "Toms effect," has found wide-ranging applications, from reducing energy losses in pipelines to spurring intensive research into reducing resistance on ships. Despite being researched for many years; the topic remains an active area of study due to its intersection with the complex and crucial fields of turbulence and rheology.

In turbulent pipe flows, drag caused by dilute solutions was investigated by Virk [2] for linear, randomly curved macromolecules. According to the findings, when the molecular weight of a given polymer grows, the amount of polymer required to a certain extent decreases with a drag. Additionally, Yang [3] reported that drag reduction increases with the increase of Reynolds number in smooth pipes. However, this situation is more complicated in rough pipes, where surface irregularities disrupt the flow dynamics. In these cases, the relationship between drag reduction and the Reynolds number is not clear, making it difficult to establish a consistent relationship. Factors such as the relative roughness and the flow characteristics introduce complexities that can influence the drag reduction effects differently than in smooth pipes.

Utomo et al. [4] conducted a study on the use of drag reducing agents in smooth, circular, straight pipe geometries. The study concluded that the use of polymer-surfactant combinations is a cost-effective and practical application for reducing drag. However, the research could not determine which drag reducing agent is the most effective. Based on experimental results, the diameter of the pipe and the type of pipe used vary depending on the type, concentration, and flow rate. Additionally, it was noted that concentration significantly affects the drag reduction effect.

Qing Quan et al. [5] conducted a series of experiments to determine the effects of three types of relatively high-molecular weight polymers as drag reducers in single-phase flow through smooth pipes. The results indicated that drag reduction increases with polymer concentration but stabilizes after reaching a certain point, with a maximum effect at 5 ppm. Additionally, drag reduction varied depending on the type of oil and the type of drag reducer used. The study also examined the influence of Reynolds number on drag reduction, finding that initially, drag reduction increases with increasing Reynolds number, but decreases beyond a certain point, indicating a critical Reynolds number for a given flow rate.

Sredhaar et al. [6] investigated drag reduction in water systems using polymers such as PEO, PAM, PAA, and HPMC with pipes of different diameters and roughness levels. Their research aimed to identify the optimal parameters, including polymer type and concentration, pipe diameter, and roughness, to achieve maximum drag reduction. The study found that PAM was the most effective drag reducing agent for water systems, highlighting the crucial role of pipe roughness and polymer concentration in maximizing drag reduction within a specific polymer-solvent system.

This study was conducted to analyze the effect of roughness on drag reduction in the flow of a polymer solution capable of reducing drag. The model investigation involved the addition of Xanthan Gum (XG) at different concentrations in water flow through a rough pipe.

2. THEORY

The phenomenon of drag reduction was initially identified by Toms [7] in 1948. In turbulent flows, the addition of certain substances to the liquid can significantly reduce skin

friction. In flows through pipes and channels, turbulence is typically responsible for a significant portion of friction losses. Therefore, drag reduction, also known as the Toms effect, has garnered considerable interest since its formal proposal. This method enables more efficient utilization of pipeline systems and pumps.

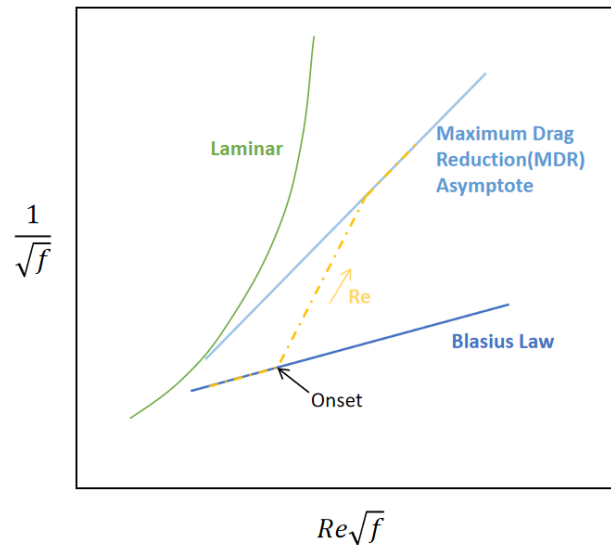


Figure 1: Prandtl-Karman Coordinates

The presentation of drag reduction data typically employs the Prandtl-Karman coordinate system ($1/\sqrt{f}$ versus $Re\sqrt{f}$), as illustrated in Figure 1. This choice is attributed to the fact that the Prandtl-Karman law for Newtonian turbulent pipe flow manifests as a straight line on semi-logarithmic diagrams plotted in these coordinates. For Newtonian turbulent pipe flow in smooth pipes, the Blasius law is

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 4.0 \log_{10}(Re\sqrt{f}) - 0.4 \quad (2.1)$$

If friction drag for pipe flows is plotted in Prandtl-Karman coordinates (Figure 1), the point where the solution line deviates from the Prandtl-Karman law (or Blasius law) can be determined as the onset of drag reduction. The onset of drag reduction can be affected by several factors including polymer concentration, molecular weight, random coil size, and solvent viscosity. Among these factors, wall shear stress and polymer random-coil size are the most significant flow and polymeric parameters for the onset [2]. Elevated polymer concentration can prompt the premature onset of turbulent flow.

On the Prandtl-Karman coordinate system (Figure 1), the sudden alteration of the Drag reduction trajectory at a specific Reynolds number signifies the attainment of maximum drag reduction. For a diluted polymer solution, Virk [2] proposed an asymptotic regime of maximum achievable drag reduction, wherein the friction factor relationship remains unaffected by the polymer solution utilized. The maximum drag reduction asymptote is seen in Equation 2.2.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 19.0 \log_{10}(Re\sqrt{f}) - 32.4 \quad (2.2)$$

The following equation, proposed by Colebrook [8], is used to calculate the Fanning friction factor of Newtonian fluids in rough pipes:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{2.51}{Re\sqrt{f}} + \frac{\varepsilon}{3.71D} \right) \quad (2.3)$$

Swamee and Jain [9] have developed the following equation to the Darcy friction factor f

$$f = 0.25 \left[\log \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^{-2} \quad (2.4)$$

Haaland [10] has deduced the equation

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1.8 \log \left[\left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} \right)^{1.11} + \frac{6.9}{Re} \right] \quad (2.5)$$

Reed and Pilehvari [11] modified Dodge and Metzner 's [12] correlation to compute non-Newtonian fluid's Fanning friction factor in rough pipes which is

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -4.0 \log \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{1.26N^{-1.2}}{N_{reg} f^{(1-\frac{N}{2})N^{-0.75}}} \right) \quad (2.6)$$

where N is the generalized flow behavior index.

Despite recent advancements in Fluid Mechanics, the understanding of the Maximum Drag Reduction phenomenon remains less certain than that of the onset of drag reduction. Maximum drag reduction can be attributed to the relaminarization limit of turbulent flow, where the thickness of the buffer layer extends throughout the entire boundary layer [13].

Drag reduction through the addition of polymers is defined as a decrease in pressure drop in turbulent pipe flow at the same flow rate as the solvent, due to the presence of additives and is commonly expressed as a percentage.

$$\%DR = \left(1 - \left(\frac{\Delta P_{solution}}{\Delta P_{base}} \right) \right) * 100 \quad (2.7)$$

where ΔP is the pressure drop for base (water) and solution (water with XG).

Friction factor, f_f was determined from the equation of Darcy-Weisbach which is

$$f_f = \frac{2\Delta P D}{u^2 \rho L} \quad (2.8)$$

where ΔP is the pressure drop (which was measure experimentally), L is the distance between two taps and u is the fluid velocity.

Since the study focuses on the importance of the viscous sublayer thickness in turbulent flow and its effect on drag reduction, the Reynolds number is significant. Metzner and Reed [11] defined a Generalized Reynolds number which is

$$N_{reg} = \frac{\rho u^{2-n} D^n}{K' 8^{n-1}} \quad (2.9)$$

where K' ($Pa \cdot s^n$) is the technical consistency index and n is the flow behavior index.

$$K' = K \left[\frac{(3n + 1)}{4n} \right]^n \quad (2.10)$$

where K ($Pa \cdot s^n$) is the consistency index.

3. EXPERIMENTAL RESEARCH

The experiments for flow through the 80 mm-diameter rough pipe were conducted in İzmir Katip Celebi University, Civil Engineering Flow Loop. The experimental facility consisted of a pump, pressure transducer, control valves, water tank, flow meter, and the rough pipe (Figure 2).

The test section of the rough pipe system was 10 m, and the relative roughness value was 0.07 mm. During the experiments, flow rate ranges were between 20 m³/h- 80 m³/h. Experiments will be first conducted with water and then continue with Xhantan Gum (XG) polymer. The experiment specifications are given in Table 1 and Table 2.

Table 1. Test parameter values during experiments

Experimental Specifications	Values
Pipe diameter	80 mm
Flow loop length	10 m
Flow rate range	20-80 m ³ /h
Relative Roughness	0.07 mm

Table 2. Polymer specifications

Polymer Type	Polymer Concentration (%wt/wt)
Xanthan Gum (XG)	0.06 / 0.12 / 0.18



Figure 2: Izmir Katip Celebi University Civil Engineering Department Flow Loop, rough pipe

4. RESULTS AND DISCUSSION

This study conducted a detailed analysis of the relationship between drag reduction (DR) and various parameters, including the concentration of the solution, Fanning friction factor and generalized Reynolds number. The findings illustrated how changes in each of these factors influenced the extent of drag reduction, providing a comprehensive understanding of the interaction between these variables in turbulent flow conditions.

In Figures 3, 4, and 5, the experimental results of the generalized Reynolds number versus the Fanning friction factor are shown along with different asymptotes. Here, the Colebrook equation is used to calculate the Fanning friction factor for Newtonian fluids in rough pipes. In this study, it represents the relationship between the Fanning friction factor and the Reynolds number when XG is not added. Additionally, the graph shows Virk's maximum drag reduction asymptote. This asymptote is valid for smooth pipes but is used for comparison purposes since there is no such approach for rough pipes. The Reed and Pilehvari equation, which is a Fanning friction factor equation proposed for non-Newtonian fluids, has also been used in this study to determine its consistency with the experimental results.

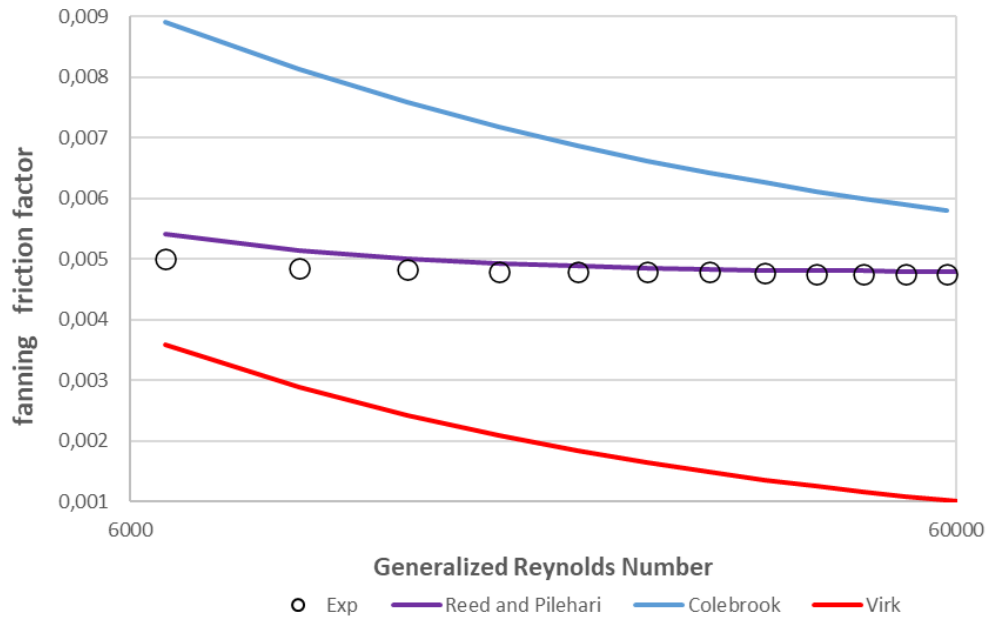


Figure 3: Generalized Reynolds Number versus fanning friction factor with different asymptotes in rough pipes taken from Reed and Pilehvari [11], Colebrook [8], Virk [2] for 0.06 XG

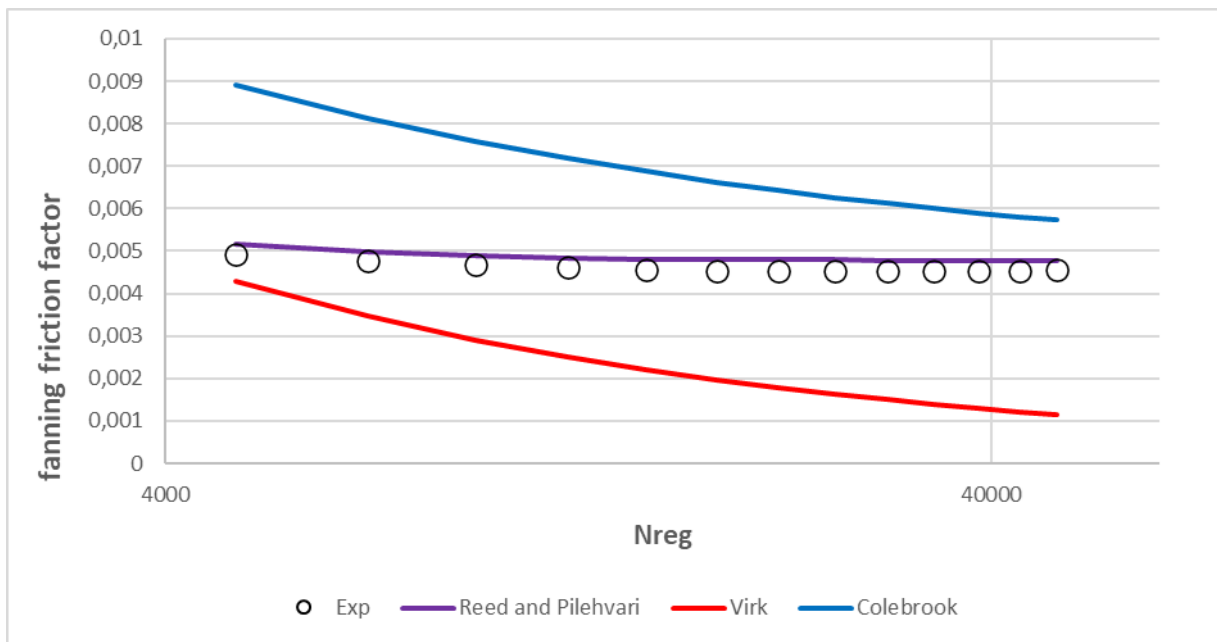


Figure 4: Generalized Reynolds Number versus fanning friction factor with different asymptotes in rough pipes taken from Reed and Pilehvari [11], Colebrook [8], Virk [2] for 0.12 XG

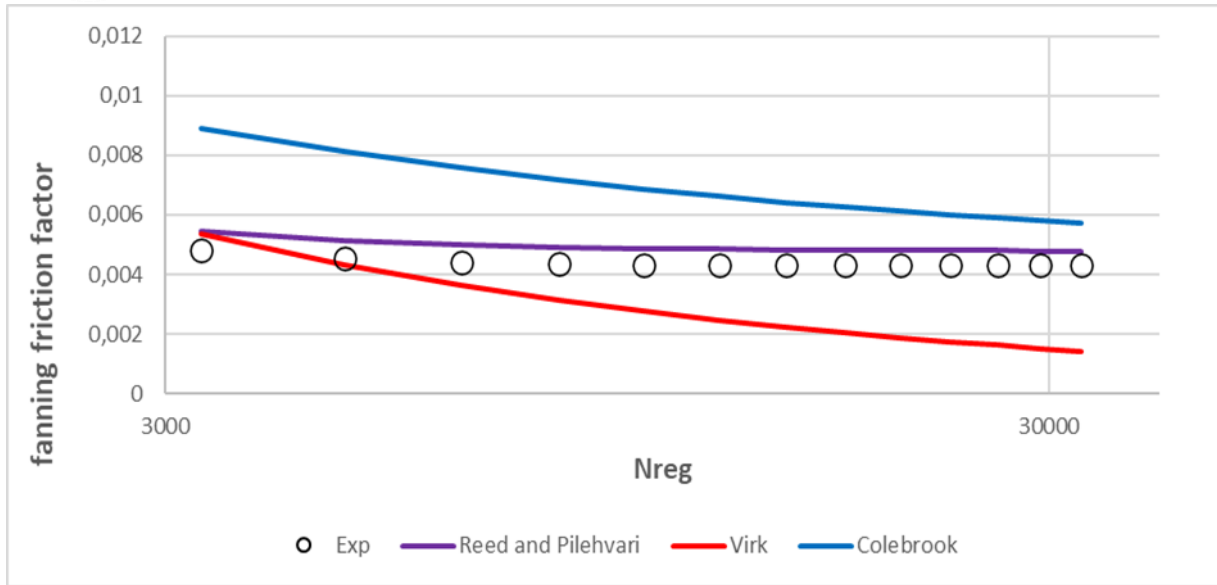


Figure 5: Generalized Reynolds Number versus fanning friction factor with different asymptotes in rough pipes taken from Reed and Pilehvari [11], Colebrook [8], Virk [2] for 0.18 XG

In Figures 3, 4, and 5, it is observed that the Reed and Pilehvari approach shows the highest consistency with the experimental data. It was previously mentioned that the Colebrook equation represents the case without the addition of XG. When compared with experimental data, the inclusion of XG results in a decrease in the Fanning friction factor, which is attributed to the drag reduction effect. As the concentration of XG increases, the drag reduction (DR) effect also increases, showing a strong relationship between concentration and DR. Furthermore, when comparing the experimental data to Virk's maximum asymptote, it is evident that as the concentration rises, the results approach this asymptote.

5. CONCLUSION

This study successfully explored the relationship between drag reduction (DR) and various influencing parameters in turbulent flow through rough pipes. Key factors such as the concentration of the Xanthan Gum (XG) solution, the Fanning friction factor, and generalized Reynolds number were examined to understand their interactions and effects on drag reduction.

- The experimental results demonstrated that an increase in the concentration of XG solution, DR also increases.
- The addition of XG consistently decreases the Fanning friction factor.
- As the concentration of XG increases, the experimental data approached the Virk's maximum asymptote, indicating a potential limit to drag reduction performance.
- The Reed and Pilehvari equation showed good agreement with the experimental data, proving its applicability for non-Newtonian fluids.
- The findings revealed a critical relationship between velocity and drag reduction in rough pipes, demonstrating that higher velocities lead to a decrease in drag reduction efficiency.

These insights are vital for optimizing the use of polymer additives in industrial applications to enhance flow efficiency and reduce energy losses in pipeline systems. In summary, this

research contributes to the understanding of turbulent flow dynamics and the mechanisms behind drag reduction, providing a foundation for future studies aimed at optimizing fluid transport in various engineering applications.

REFERENCES

- [1] Graham, M. D. (2004). Drag reduction in turbulent flow of polymer solutions. *Rheology reviews*, 2(2), 143-170.
- [2] Virk, P. S. (1975). Drag reduction fundamentals. *AIChE Journal*, 21(4), 625-656.
- [3] Yang, S. Q. (2009). Drag reduction in turbulent flow with polymer additives.
- [4] Utomo, A., Riadi, A., Gunawan, & Yanuar. (2021). Drag reduction using additives in smooth circular pipes based on experimental approach. *Processes*, 9(9), 1596.
- [5] Quan, Q., Wang, S., Wang, L., Shi, Y., Xie, J., Wang, X., & Wang, S. (2019). Experimental study on the effect of high-molecular polymer as drag reducer on drag reduction rate of pipe flow. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 178, 852-856.
- [6] Sreedhar, I., Reddy, N. S., Rahman, S. A., & Govada, K. P. (2020). Drag reduction studies in water using polymers and their combinations. *Materials Today: Proceedings*, 24, 601-610.
- [7] Choueiri, G. H., Lopez, J. M., & Hof, B. (2018). Exceeding the asymptotic limit of polymer drag reduction. *Physical review letters*, 120(12), 124501.
- [8] Colebrook, C. F., Blench, T., Chatley, H., Essex, E. H., Finnicome, J. R., Lacey, G., ... & Macdonald, G. G. (1939). Correspondence. turbulent flow in pipes, with particular reference to the transition region between the smooth and rough pipe laws.(includes plates). *Journal of the Institution of Civil engineers*, 12(8), 393-422.
- [9] Swamee, P. K., & Jain, A. K. (1976). Explicit equations for pipe-flow problems. *Journal of the hydraulics division*, 102(5), 657-664.
- [10] Haaland, S. E. (1983). Simple and explicit formulas for the friction factor in turbulent pipe flow.
- [11] Reed, T. D., & Pilehvari, A. A. (1993, March). A new model for laminar, transitional, and turbulent flow of drilling muds. In *SPE Oklahoma City Oil and Gas Symposium/Production and Operations Symposium* (pp. SPE-25456). SPE.
- [12] Dodge, D. W., & Metzner, A. B. (1959). Turbulent flow of non-Newtonian systems. *AIChE journal*, 5(2), 189-204.
- [13] Lumley, J. L. (1973). Drag reduction in turbulent flow by polymer additives. *Journal of Polymer Science: Macromolecular Reviews*, 7(1), 263-290.

PREDICTION OF CRITICAL VELOCITY FOR SLURRY TRANSPORT IN PIPES USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS

Serra Elif AKYURT¹, Pelin İLKER², Mehmet SORGUN³

¹ Izmir Katip Celebi University, Faculty of Engineering and Architecture

² Izmir Katip Celebi University, Faculty of Engineering and Architecture

³ Izmir Katip Celebi University, Faculty of Engineering and Architecture

ABSTRACT

Determination of critical flow velocity is one of the important issues in hydraulic engineering for control and analysis of slurry transport in pipes. In this study, critical flow velocity for slurry transport in pipes is estimated using machine learning algorithms such as ANFIS (Artificial Neuro-Fuzzy Interference System), GEP (Gene Expression Programming), RF (Random Forest) and MRA (Multiple Regression Analysis). The performance of the algorithms is evaluated using experimental data obtained from Kökpınar & Göğüş (2001). Critical flow velocity is estimated using machine learning algorithms. Results showed that AAPE values are 19.96%, 12.77%, 45.02% and 36.34% for ANFIS, GEP, RF and MRA algorithms, respectively. Based on these results, it is determined that the best performances are provided by GEP and ANFIS algorithms.

Keywords: critical flow velocity, slurry transport, pipeline, machine learning algorithms, hydraulic engineering, GEP, ANFIS, RF, MRA

1. INTRODUCTION

1.1. Machine Learning

In recent years, concepts such as artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) have attracted wide attention and are used effectively in various industrial fields. Machine learning is a sub-branch of artificial intelligence technology and has capabilities such as data analysis, solving complex problems, determining relationships between data, making predictions and decision making. Machine learning algorithms take a learning-based approach. These algorithms perform the learning process by analyzing data or making predictions based on learned data. The learning phase occurs when a model makes decisions using patterns in the data set.

Many researchers have focused on critical flow velocity estimation with machine learning algorithms. Critical flow velocity was estimated using ANFIS and GEP algorithms (Azamathulla, M.ASCE, & Ahmad, 2013). RF, ANN (Artificial Neural Network) and SVR (Support Vector Regression) algorithms have been used in pressure drop predictions (Kumar, Ridha, Ganet, Vasant, & Ilyas, 2020). Critical flow velocity estimates were made with the TLBO (Teaching-Learning Based Optimization) algorithm (Sayari, Mahdavi-Meymand, & Zounemat-Kermani, 2020). A study was conducted on the prediction of critical flow velocity and frictional pressure drops using ANN and SVR algorithms (Shirazi & Frigaard, 2021).

1.2. Aim of the Study

The aim of this study is to predict the critical flow velocity and test the results by machine learning algorithms. Critical flow velocity equations will be calculated based on the experimental data obtained by Kökpınar & Gögüş (2001). Predictions will be made using machine learning algorithms such as ANFIS, GEP, RF and MRA. The performance of the algorithms will be analysed in detail by supporting the results through graphs and numerical data.

2. THEORY

2.1. Machine Learning Algorithms

Machine learning algorithms generally work based on input and output data. These algorithms train themselves using training data during the learning phase. In this process, the algorithm extracts patterns from the training data according to its basic principles and creates a model by processing this data. Once the model is built, the algorithm produces outputs or makes predictions using the new input data. These predictions are made based on the patterns the algorithm has learned and the training data.

In this study, experimental data is used for training. The first 20 data are accepted as input, and the remaining 80 data - that is, outputs - are predicted by machine learning algorithms. This process allows algorithms to be used to identify relationships between data and predict future values.

2.1.1. ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System)

ANFIS is first introduced by Jang (1993) (Azamathulla, M. ASCE, & Ahmad, 2013). It can be defined as a hybrid model of Artificial Neural Networks (ANN) and Fuzzy Inference System (FIS) machine learning algorithms (Sayari, Mahdavi-Meymand, & Zounemat-Kermani, 2020). ANFIS combines the capabilities of fuzzy logic with the learning capabilities of artificial neural networks to intuitively model ambiguous and undefined concepts. This methodology is used as a powerful model in data analysis and processing. Due to its flexible and hybrid structure, ANFIS provides high success in solving complex and uncertain problems. With these features, ANFIS is an important algorithm that can be successfully applied in various disciplines.

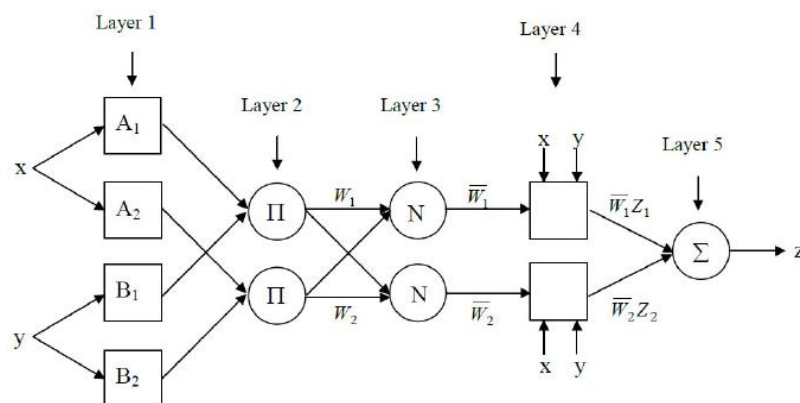


Figure 1: Example Scheme of ANFIS Algorithm (Kaya, Yıldız, & Türkmen, 2013)

2.1.2. GEP (Gene Expression Programming)

GEP is a symbolic regression algorithm that is frequently preferred in research. The basic operating principle of GEP is to optimize the data by creating a mathematical model by processing the information in a data set with an evolutionary genetic approach. One of the most striking features of this algorithm is that it works with the genotype/phenotype system, which was also emphasized by (Ferreira, 2001). GEP's imitation of genetic and evolutionary mechanisms gives it the ability to work effectively on a variety of problems.

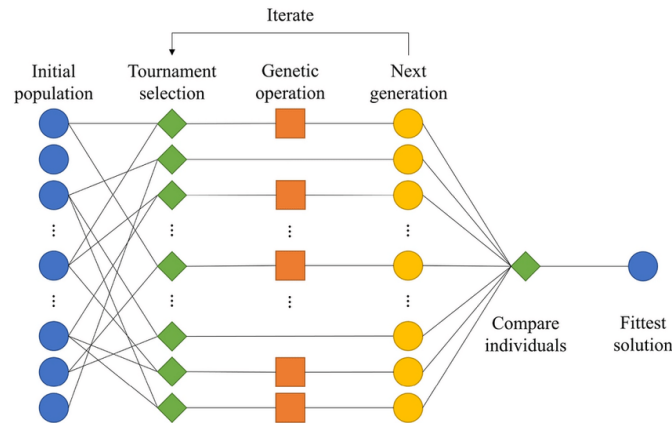


Figure 2: Example Scheme of GEP Algorithm (Hammond, Pietropaoli, & Montomoli, 2021)

2.1.3. RF (Random Forest)

Random Forests (RF) is an ensemble algorithm created by combining many decision trees as a machine learning algorithm. Decision trees are trained on different subsets of the data set, and each of these subsets predicts a specific target variable based on the characteristics of data samples in a given subspace. The main purpose of RF is to reduce variance and improve the overall performance of the model by ensuring that each decision tree represents different aspects of the data set. An important feature of this method is that each decision tree is trained and predicts independently. As a result, RF combines the predictions of each tree to form the ensemble prediction. Ensemble estimation can be more stable and reliable than estimation of a single tree, because different trees can adapt to different biases and different characteristics of the dataset. The wide use of RF in engineering is based on its ability to provide effective solutions to complex problems. Especially in large and high-dimensional datasets, RF is a frequently preferred method in classification and regression problems. It is also successfully used in many application areas such as feature selection, anomaly detection and ensemble learning.

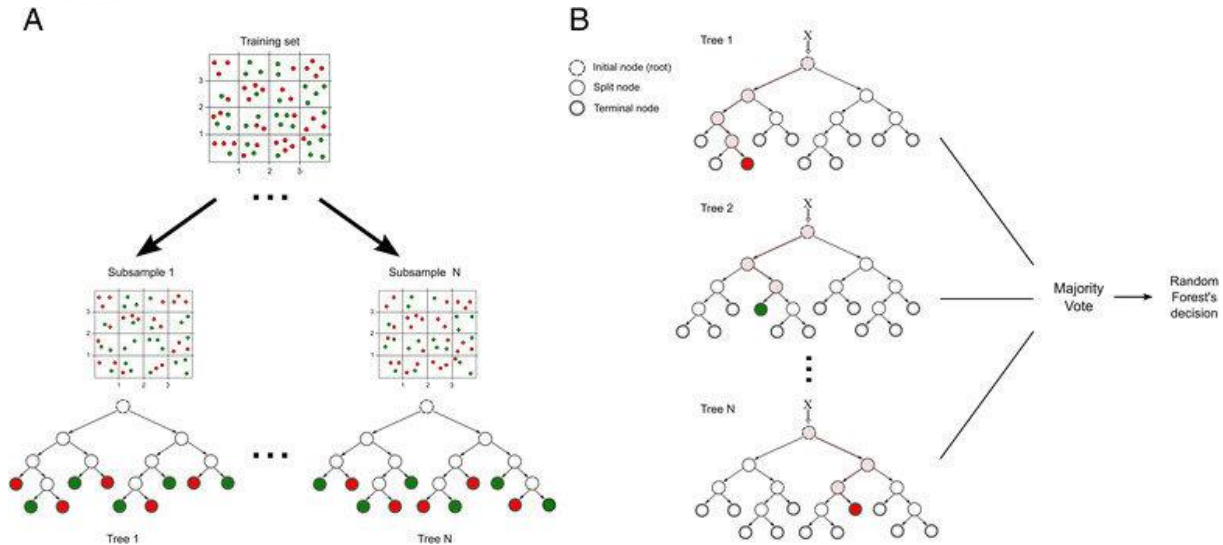


Figure 3: Example Scheme of RF Algorithm (Ahn, Kim, Park, & Shin, 2022)

2.1.4. MRA (Multiple Regression Analysis)

MRA is a statistical method in which researchers examine and analyse the effects of independent variables on dependent variables in depth. This analysis is used to understand and explain the structure of complex systems or problems. MRA allows researchers to identify important factors that influence the behaviour of a particular dependent variable and determine relationships between these factors. This method is a statistical tool used in data collection and analysis processes and provides information to predict future events or make decisions based on its results. Researchers often use MRA to understand and predict how a particular dependent variable is affected. This method is widely used in many disciplines, especially social sciences and business management, to understand the complexity of data sets to be analysed and to examine relationships between various variables.

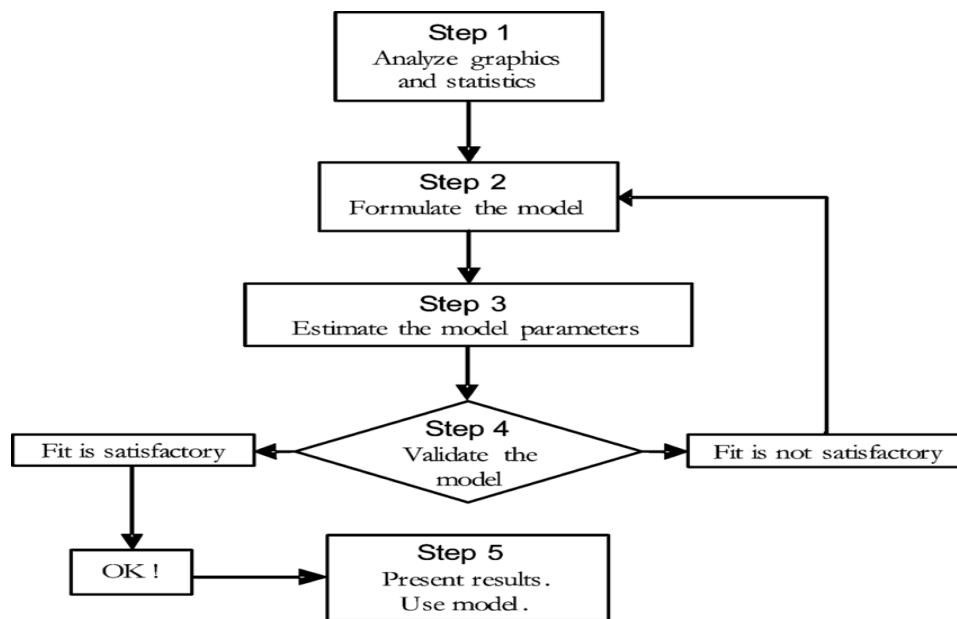


Figure 4: Example Scheme of MRA Model (Quadros, Reis, & Baptista, 2005)

3. EXPERIMENTAL WORK

The experimental setup used in this research is designed by Göğüş & Çıray (1990) and installed at the Middle East Technical University Hydraulics Laboratory. The experimental setup is mounted on steel supports at a height of 0.60 meters in a horizontal position, and the last part of the system is open to the atmosphere. The whole system consists of three main components: pipeline, flow section and water jet pump. The critical flow velocity is determined by observing the solid particles through a 1.0 meter long transparent observation pipe located in the longest pipe section of the experimental loop. A magnifying mirror panel measuring 0.5x0.5 meters is placed under the observation tube to better monitor the movement of particles at the bottom of the transparent tube. In this experimental setup, experiments are carried out under critical flow speed conditions.

4. RESULTS & DISCUSSION

Results are obtained using ANFIS, GEP, RF and MRA, which are machine learning algorithms implemented on MATLAB for critical flow velocity estimation. The graphical interpretation of these results can be seen in Figure 5, Figure 6, Figure 7 and Figure 8, where the relevant data are presented. R^2 (R-Square), AAE (Average Absolute Error), AAPE (Average Absolute Percentage Error) and RMSE (Root Mean Square Error) values are also can be seen in Table 1. Moreover, the comparison of the performances of ANFIS, GEP, RF and MRA machine learning algorithms is given with a column chart in Figure 9.

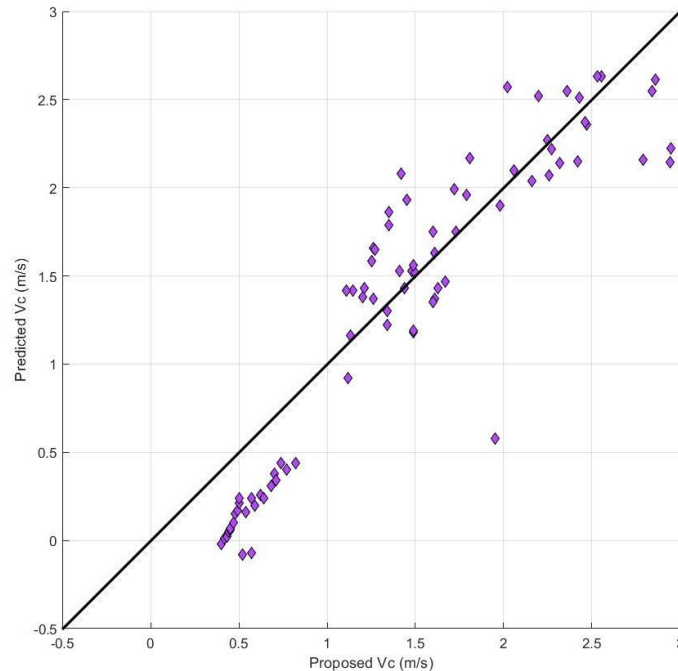


Figure 5: Predictions by ANFIS Algorithm

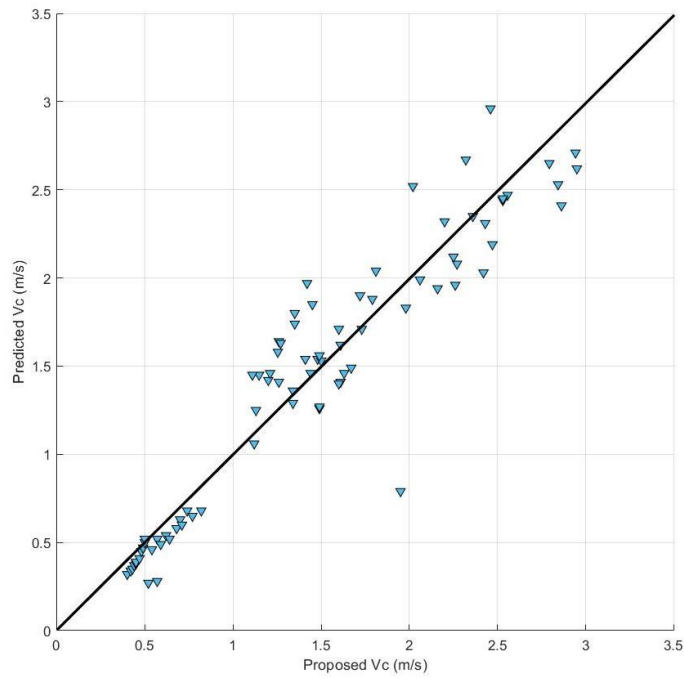


Figure 6: Predictions by GEP Algorithm

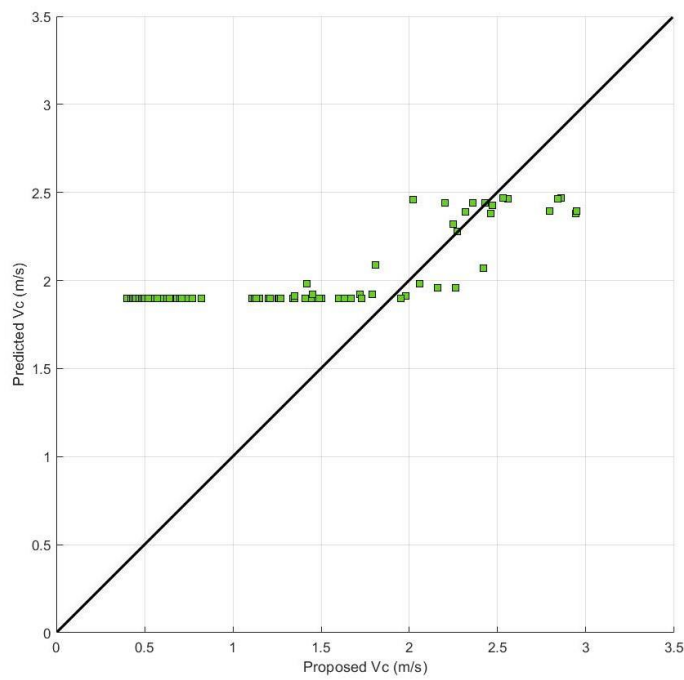


Figure 7: Predictions by RF Algorithm

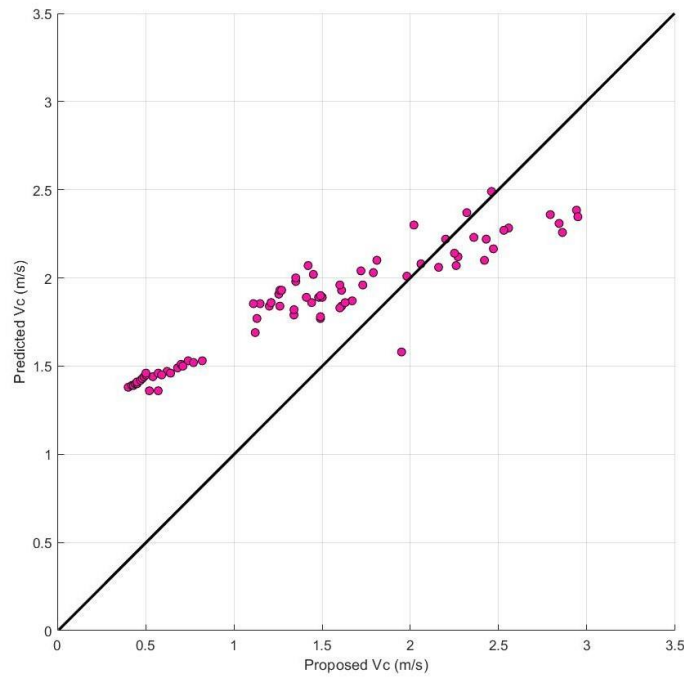


Figure 8: Predictions by MRA Algorithm

Table 1: R-Square, AAE, AAPE and RMSE Values for Predictions of Machine Learning Algorithms

	R²	AAE	AAPE	RMSE
GEP	0.8876	0.186	12.77%	0.255
ANFIS	0.8487	0.290	19.96%	0.361
RF	0.6082	0.655	45.02%	0.818
MRA	0.5589	0.529	36.34%	0.604

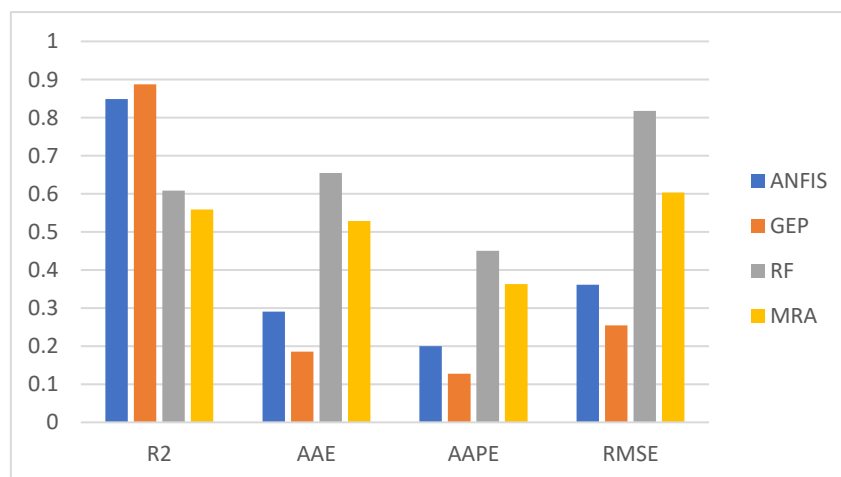


Figure 9: R-Square, AAE, AAPE and RMSE Values for Predictions of Machine Learning Algorithms

CONCLUSION

Determining the critical flow velocity of slurry transport in pipeline systems is a complex and sensitive process, but also important. Although it is not possible to determine the critical flow velocity precisely, it is approximately calculated using various correlations and prediction methods. In this study, the factors affecting the critical flow velocity are determined by dimensional analysis and defined as dimensionless parameters. Critical flow velocity predictions is made in MATLAB software program using four different machine learning algorithms: ANFIS, GEP, RF and MRA. ANFIS and GEP algorithms are among the popular algorithms that have been studied in slurry transport. In addition, the critical flow velocity prediction performance of RF and MRA algorithms in slurry transport is tested. Finally, the performance of the equations and machine learning algorithms are analysed numerically. When the performance of machine learning algorithms is examined, it is determined that GEP and ANFIS showed more effective and higher performance than other algorithms (based on GEP=12.77%, ANFIS=19.96%, MRA=36.34% and RF=45.02% AAPE values).

REFERENCES

- Ahn, G., Kim, K., Park, W., & Shin, D. (2022). Malicious File Detection Method Using Machine Learning and Interworking with MITRE ATT&CK Framework. *MDPI Applied Sciences*.
- ASCE. (1975). *Sedimentation Engineering, Manuals and Reports on Engineering Practice*.
- Azamathulla, H. M., M.ASCE, & Ahmad, Z. (2013). Estimation of Critical Velocity for Slurry Transport through Pipeline Using Adaptive Neuro-Fuzzy Interference System and Gene-Expression Programming. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*.
- Ferreira, C. (2001). Gene Expression Programming: A New Adaptive Algorithm for Solving Problems. *Complex Systems*.
- Göğüş, M., & Çıray, C. (1990). Optimum Design of Water Jet Pumps with Application to Solid Transportation Through Pipeline Systems. *Final Rep., AFP Proj. No: 87-03-03, Vol. I and II, Civil Engineering Department, METU*.
- Hammond, J., Pietropaoli, M., & Montomoli, F. (2021). Topology Optimisation of Turbulent Flow Using Data-Driven Modeling. *Springer Nature*.
- Kaya, S., Yıldız, C., & Türkmen, M. (2013). ANFIS Models for Synthesis of Open Supported Coplanar Waveguides. *Neural Network World*.
- Kökpınar, M. A., & Göğüş, M. (2001). Critical Flow Velocity in Slurry Transporting Horizontal Pipelines. *Journal of Hydraulics Engineering*.
- Kumar, A., Ridha, S., Ganet, T., Vasant, P., & Ilyas, S. U. (2020). Machine Learning Methods for Herschel-Bulkley Fluids in Annulus: Pressure Drop Predictions and Algorithm Performance Evaluation. *MDPI Applied Sciences*.
- Quadros, P. A., Reis, M., & Baptista, C. M. (2005). Different Modeling Approaches for a Heterogeneous Liquid-Liquid Reaction Process. *Industrial & Engineering Chemistry Research*.
- Sayari, S., Mahdavi-Meymand, A., & Zounemat-Kermani, M. (2020). Prediction of Critical Velocity in Pipeline Flow of Slurries Using TLBO Algorithm: A Comprehensive Study. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*.
- Shirazi, A. S., & Frigaard, I. (2021). SlurryNet: Predicting Critical Velocities and Frictional Pressure Drops in Oilfield Suspension Flows. *MDPI Energies*.

MERCİMEKTE TEBEŞİRLEŞMEYE NEDEN OLAN ZARARLILAR VE MÜCADELE OLANAKLARI

Dr. Mahmut İSLAMOĞLU

Adıyaman Üniversitesi, mislamoğlu@adiyaman.edu.tr - [0000-0003-2835-4735](tel:0000-0003-2835-4735)

ÖZET

Mercimek, lif, protein ve çeşitli vitamin ve minerallerin mükemmel bir kaynağıdır. Mercimekle beslenmek daha fazla protein alımınıza yardımcı olabilir. Bir fincan mercimekte 17,9 gram (g) protein sağlarken bu da iki büyük yumurtada yada 150 gr. yoğurdunda bulunan proteinden daha fazlasına karşılık gelmektedir. Protein, vücudunuzun hormon ve nörotransmitter üretmek, yeni proteinler oluşturmak, kas dokusunu büyütmek ve yenilemek ve kemiklerinize yapı sağlamak için ihtiyaç duyduğu amino asitleri sağlar. Hayvansal proteinlerin aksine, mercimek proteinin yanında lif de sağlar. Lif, yararlı bağırsak bakterilerinin büyümesini desteklemeye yardımcı olur ve bağırsak hareketlerini düzenli ve rahat tutar. Mercimek tarımını sınırlayan üretim ve kalitesini olumsuz yönde etkileyen biotik ve abiotik faktörler bulunmaktadır. Biotik faktörler içerisinde yer alan en önemli mercimekte zararlıları ise böceklerdir. Bu çalışmada Adıyamanda mercimekte tebeşirleşmeye neden olan *Dolycoris baccarum L* ve *Piezodorus lituratus* (F) (Hemiptera; Pentetomidae) zararlıları ile dünyada tebeşirleşmeye yol açan diğer etmen *Exolygus (lygus) pratensis L.*'in biyolojileri incelenmiştir. Ayrıca tebeşirleşme ile mercimeğin tohumluk ve besin değerlerindeki değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mercimek, *Dolycoris baccarum L* ve *Piezodorus lituratus*, *Exolygus pratensis*

Pests Causing Spot Chalking in Lentils and *Strugle Opportunities*

Abstract

Lentils are an excellent source of fiber, protein, and various vitamins and minerals. Eating lentils can help you get more protein. One cup of lentils provides 17.9 grams (g) of protein, which is more than the protein found in two large eggs or 150 grams of yogurt. Protein provides the amino acids your body needs to produce hormones and neurotransmitters, create new proteins, grow and renew muscle tissue, and provide structure to your bones. Unlike animal proteins, lentils provide fiber as well as protein. Fiber helps support the growth of beneficial

intestinal bacteria and keeps bowel movements regular and comfortable. There are biotic and abiotic factors that limit lentil farming and negatively affect its production and quality. The most important biotic factors in lentils are insects. In this study, the biology of *Dolycoris baccarum* L and *Piezodorus lituratus* (F) (Hemiptera; Pentetomidae) pests that cause chalking in lentils in Adıyaman and the other agent that causes chalking in the world, *Exolygus (lygus) pratensis* L. were investigated. In addition, changes in the seed and nutritional values of lentils due to chalking were tried to be determined.

Key Words: Lentil, *Dolycoris baccarum*, *Piezodorus lituratus*, *Exolygus pratensis*

1. Giriş

Mercimek besleyici bir gıda baklagilidir. Tohum, hızlı pişirme özelliklerine sahip nispeten yüksek bir protein (%22), karbonhidrat ve kalori (3250 kcal kg⁻¹) içeriğine sahiptir [1] [2]. Ayrıca, mercimeğin kabukları, kurutulmuş yaprakları, sapları, meyve duvarları ve kepeği gibi kalıntılar hayvancılığa yem olarak verilebilir. Mercimek artıkları yaklaşık %50 karbonhidrat, %4,4 protein, %21,4 lif, %12,2 kül, %10,2 nem ve %1,8 yağ içerir [1].

Türkiye, Kanada, Suriye, Avustralya ve Çin ile birlikte en büyük kırmızı mercimek ihracatçısıdır. Kanada, dünyanın en büyük yeşil mercimek ihracatçısı iken ABD ve Türkiye de kırmızı mercimek ihracatçısıdır [3]. Türkiye, İspanya, Kolombiya, Mısır, Cezayir, Sri Lanka, Fransa, Pakistan, Bangladeş ve Hindistan gibi ülkelere kırmızı mercimek ihracatı yapmaktadır [4].

Ülkenizde yeşil mercimek Türkiye'nin orta ve geçiş bölgelerinde yetiştirilirken, kırmızı mercimek Güneydoğu Anadolu'da bölgesinde yetiştirilmektedir. Güneydoğu Anadolu'da, 403.300 hektarda 514.198 ton kırmızı mercimek üretilmekte olup, bu da ulusal kırmızı mercimek ekim alanının %95'ini ve ulusal kırmızı mercimek üretiminin %98,3'ünü oluşturmaktadır [5].

Dolycoris baccarum (L.) ve *Piezodorus lituratus*'un (F.) neden olduğu tebeşirleşme zararı, tohum kabuğunda renksiz tebeşir görünümüyle veya renksiz krater benzeri çukurlara sahip olmasıyla karakterize edilir [6] [7]. Zarar, tohum içerisine toksik bir madde enjekte ederek baklaları ve tohum kabuklarını delen delici-emici ağız parçası tarafından oluşturulur [8]. Lekeler, düşük pazarlama fiyatları nedeniyle önemli bazı ekonomik kayıplara neden olur [9] [10] [11]. %3,5'ten fazla tebeşirli lekeye sahip mercimekler çok ciddi ekonomik kayıplara neden olur. Gerekli olan önlemler alınmasa verimdeki azalmalar ortalama %30'dur [11].

Bu çalışmada tebeşirleşmeye ülkemizde neden olan *Dolycoris baccarum* L ve *Piezodorus lituratus*, yurt dışında tebeşirleşmeye neden olan *Exolygus pratensis*'in tanımları, biyolojisi ve tebeşirleşme ile bilgiler içermektedir.

2. Tebeşirleşme Zararının Etmenleri

Ülkemizde tebeşirleşme hasarına neden olan iki etmen bulunmaktadır. Bunlar;

- *Dolycoris baccarum* L (Hemiptera; Pentetomidae)

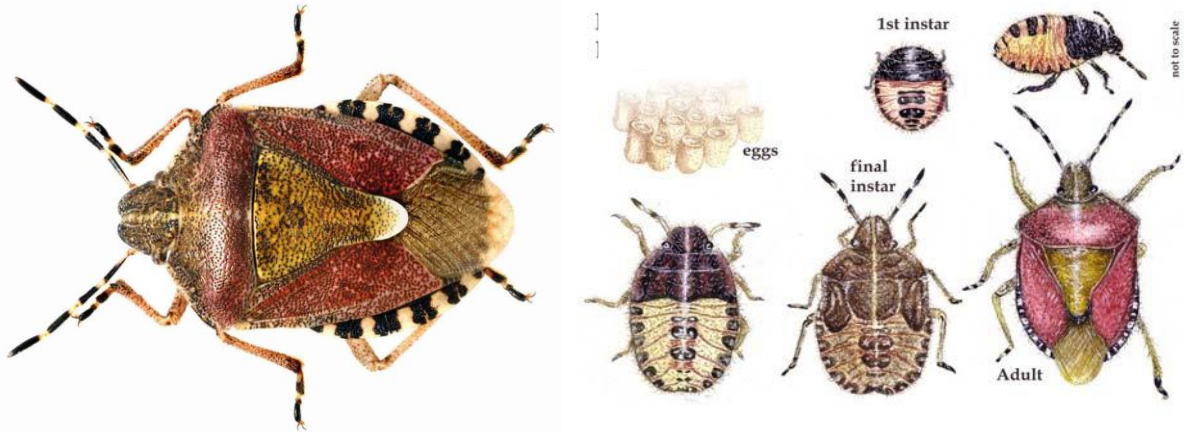
- *Piezodorus lituratus* (F) (Hemiptera; Pentetomidae)

Ancak yurt dışında yapılan çalışmalarda tebeşirleşme zararına sebep olan ancak ülkemizde daha çok diğer ürünlerde hasar yapan zararlı

- *Exolygus (=lygus) pratensis* (Hemiptera: Miridae)

2.1. *Dolycoris baccarum* L (Hemiptera; Pentetomidae)

Dolycoris baccarum yaklaşık 10–12,5 milimetre (0,39–0,49 inç) uzunluğa ulaşabilir [12][13]. Pronotum ve elytranın temel rengi oldukça değişken olan, ancak genellikle kırmızımsı mor, scutellum ise sarıdır. Kışın temel renk donuk kahverengidir. Tüm vücut oldukça tüylüdür. Antenler 4-5 siyah ve beyaz bölümden oluşur ve karın kenarları dönüşümlü olarak beyazımsı ve siyahla beneklidir [12][13] [14].



Şekil 1. Mercimekte tebeşirleşmeye neden olan *Dolycoris baccarum*'un nimf ve ergininin genel görünümü

D. baccarum erginleri, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki mercimek tarlalarının etrafındaki dağ eteklerindeki yaprak, ağaçların diplerinde, astragalus gibi bitkilerinde veya çalılıkların altlarında kışı geçirirler [12] [13] [14]. Yılda en az iki nesil verirler. Ancak bölgedeki baklagil bitkilerinde yalnızca bir nesil verirler [15] [16] [17]. *D. baccarum*,

mercimekte beslenme tebeşir lekesi olarak tanımlanan semptomlara neden olur ve tohumlarda acı bir tada neden olur [18] [19].

2.2. *Piezodorus lituratus* (F) (Hemiptera; Pentetomidae)

Piezodorus lituratus 10–13 mm uzunlunda ilkbaharda ilk ortaya çıktıklarında yeşil, yaz sonlarında ortaya çıkan yeni nesilde ise pronotum ve koriumda morumsu-kırmızı renklerde bulunan bir zararlıdır.



Şekil 2. Mercimekte tebeşirleşmeye neden olan *Exolygus* (=lygus) *pratensis* ergininin genel görünümü

Zararlının çiftleşmesi Mayıs'tan Temmuz'a kadar gerçekleşir. Dişiler konukçu bitkinin saplarına, yapraklarına ve meyvelerine 10 ila 20 adet yumurta bırakır. Nimler Eylül'e kadar görülür. Yeni yaz neslinin erginleri Temmuz sonu veya Ağustos başında görülür [12]. Kış uykusu ergin aşamasında gerçekleşir. Başlıca konukçu bitkiler arasında çeşitli baklagiller, özellikle *Sarothamnus scoparius* ve boyacı yeşil otu *Genista tinctoria*, ayrıca *Medicago sativa*, fiğ, korunga, acı bakla gibi bitkiler konukçuları arasında yer almaktadır [13].

D. baccarum ve *P. lituratus*, sokuca emici ağız yapısıyla meyvelerde emgi yapar bu esnada enjekte edilen enzimler nedeniyle beslenme bölgesinin etrafında nekroza neden olur [12]. Bu hasar, tebeşirleşme olarak tanımlanan, semptomlara ve tohumlarda acı bir tada neden olur.

2.3. *Exolygus*(=lygus) *pratensis* (Hemiptera: Miridae)

Lygus böceği pamuk, yonca ve çilek gibi diğer ürünlerde önemli bir böcek zararlısı olarak kabul edilir [12] [13], Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki lygus böceğinin son on yıldır kırmızı mercimek üretiminin en önemli böcek zararlısı olduğu bilinmektedir [22].

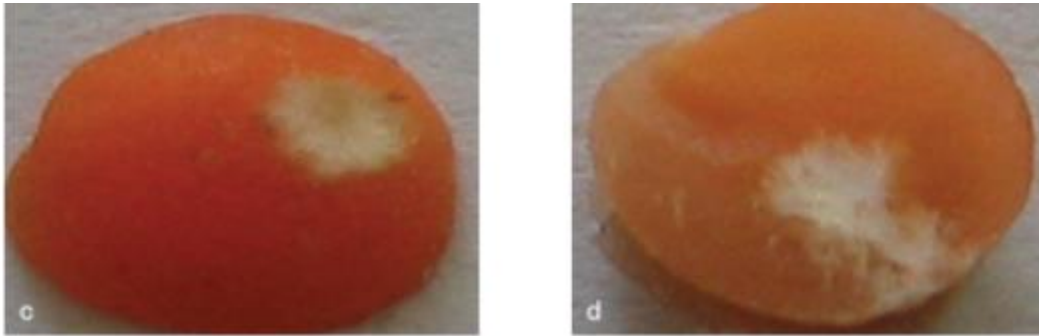


Şekil 3. Mercimekte tebeşirleşmeye neden olan *P. lituratus*'un nimf ve ergininin genel görünümü

Dünyada *Lygus* böcekleri (*Exolygus*(=*lygus*) *pratensis*), mercimek üretiminde en önemli böcek tohumu zararlısı olarak kabul edilir çünkü erginler tohuma zarar verir ve tebeşirleşme hasarına neden olur. *Lygus* böcekleri kışı ürün artıkları ve korunak alanlarda geçirir ve ilkbaharda erginler yumurta bırakır ve çeşitli bitkilerle beslenir. Yumurtalar yaklaşık 10 günde açılarak birinci dönem nimfler oluşur ve bir ayda erginler oluşur [23].

3. Tebeşirleşme

Tebeşir lekeli tohumlar, tohum kabuğunda renk değiştirmiş tebeşir görünümüyle veya renk değiştirmemiş krater benzeri çukurlara sahip olasıyla karakterize edilir [6] [7]. Zarar, baklaları ve tohum kabuklarını delerek bitki parçalarına toksik bir madde enjekte eden sokucu-emici ağız parçası sahip zararlılar tarafından yapılır [8]. Lekeler, mercimek tüccarları tarafından düşük pazarlama fiyatları nedeniyle önemli ekonomik kayıplara neden olur [6] [9] [10]. %3,5'ten fazla tebeşirleşme var ise mercimeğin teknik ve tohumluk özellikleri düşer. Zararlılar ile mücadele edilmezse, verimdeki zarar oranı ortalama %30 civarında olduğu tahmin edilmiştir [9]. Tebeşirleşme hasarı görmüş taneler pazarda daha düşük fiyat çeker ve bu da verimliliği azaltır. Bölgede tebeşirleşme hasarının değişen yoğunluklarının tohum çimlenmesi, verimlilik ve mercimeğin ekonomik getirileri üzerindeki etkisi hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır.



Şekil 4. Mercimekte

Mercimeğin hasat zamanı zararın oluşmasında önemli bir etken olduğu bildirilmiştir. Mercimeğin zamanında hasatı, *D. baccarum* ve *P. lituratus* yoğunluğunun düşük olması nedeniyle tebeşirleşme hasarının önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Bu nedenle mercimek bir hafta önce hasat edildiğinde, *D. baccarum* ve *P. lituratus* popülasyon yoğunluğunun çok düşük olması zararı oldukça sınırlandırmıştır. Bu dönemde *D. baccarum* ve *P. lituratus* nimflerin çoğu 1-4 nimf döneminde olması zararı azaltmakta, ergin döneme gelen zararlıların mercimek tohumlarında beslemek için yeterli zamana sahip olmamaları nedeniyle hasar azalmaktadır. *D. baccarum* ve *P. lituratus* nimflerinin neden olduğu hasar, erken bakla ve büyüme aşamalarında önemli değildir ve göz ardı edile bilinmektedir. Ancak mercimek bitkileri geliştikçe ve zararlıların biyolojik dönemleri ilerledikçe hasar önemli hale geldiği görülmüştür. [Mutlu vd., \(2016a\)](#) sıralanmış mercimeklerin altında tebeşir lekeli hasarı ve *P. lituratus* + *D. baccarum* yoğunlukları arasında önemli bir korelasyon olduğunu belirtmiştir. Buna ek olarak, [Mutlu ve ark.](#), bildirdiği gibi *P. lituratus* + *D. baccarum* (çoğunlukla nimfler ve yeni nesil erginler) sıralanmış mercimeklerin altında toplandığını ve harmanlamadan önceki 10-15 gün boyunca mercimek taneleriyle beslenmeye devam ettiğini bildirmiştir [24]. *P. lituratus* ve *D. baccarum* zararı tohumluk mercimeklerde çok ciddi zararlanmalar yaptığı görülmüştür. [McPherson \(2000\)](#), *P. lituratus* ve *D. baccarum* ekim zamanını değiştirerek ve en savunmasız dönemlerinde zararlıların mahsullerden uzak tutmak için erken olgunlaşan çeşitleri kullanarak kontrol edilebileceğini öne sürmüşlerdir [25].

Geleneksel hasat yöntemi Türkiye'de yaygın ve tercih edilirken, aynı zamanda sıraya dizme işlemiyle tebeşirleşme hasarı da artmıştır. Ayrıca, biçme makinesiyle mercimek hasadının zor ve zaman alıcı bir işlem olması ve sıraya dizmenin yavaş, zor ve hava koşullarına bağlı bir işlem olması nedeniyle biçme işleminin farklı zorlukları bulunmaktadır [24]. Ayrıca, biçme işlemi mercimek tohumlarının nemini artırır ve sıraya dizilmiş mercimekler normalde biçildikten 10-14 gün sonra, sıcaklığa bağlı olarak harmanlanmalıdır. Sıraya dizilmiş mercimekler yağmur alırsa, düzgün kurumayı kolaylaştırmak ve mantar saldırısını önlemek için çevrilmelidir [26]. Geleneksel hasat yöntemi ayrıca, kokuşmuş böceklerin sıraya dizilmiş mercimeklerle beslenmesine izin vererek tohumlarda tebeşir lekeli hasarının artmasına neden olur [24].

Mercimek biçerdöver kullanılarak hasat edildiğinde ve tohumlar hasat makinesinin deposuna bir toplama aparatı kullanılarak toplandığında, ürünle birlikte toplanan bazı yetişkinler hariç, *P. lituratus* ve *D. baccarum* hasattan sonra tarlalardaki mercimek tohumlarından beslenemeyeceğini ve geleneksel olarak hasat edilen mercimek bitkilerine kıyasla tebeşirleşme hasarının büyük ölçüde azaldığını göstermiştir. Geleneksel olarak hasat

edilen mercimek tarlalarında, *P. lituratus* ve *D. baccarum* harmanlanmadan önce sıralanmış mercimeklerin altında 10-15 gün daha beslenebilir. Bu yoğun beslenme, biçerdöver hasat yöntemlerinden daha fazla tebeşirleşme hasarına neden olur.

Sonuç olarak; Adıyaman'da mercimekte tebeşirleşmeye neden olan iki etmenin *P. lituratus* ve *D. baccarum* olduğu belirlenmiştir. Bunlardan *D. baccaru*'un *P. lituratus* göre hem popülasyonunun dah yüksek hemde daha yaygın olduğu gözlenmiştir. *P. lituratus* zararlısının ise, çalışmanın yapıldığı Adıyaman merkez ve ilçelerinde bulunmakla birlikte yoğunluğunun oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Mercimekte dünyada tebeşirleşmeye yol açan diğer etmen *Exolygus (lygus) pratensis* L.'un mercimek alanlarında nadir bulunduğu çalışma yapılan alanlarda hemen hemen rastlanmadığı tespit edilmiştir. Mercimekte tebeşirleşme zararının önlenmesi için özellikle erkenci çeşitlerin tercih edilmesi, hasatın mümkün oluncaya kadar erken yapılması gerekmektedir.

Literatür

- [1] Muehlbauer, F.J.; Cubero, J.I., Summerfield, R.J. (1985). Lens (*Lens culinaris* Medic). In: Grain Legume Crops, Summerfield, R.S. and Roberts, E.H. (Eds.), Collins Grafton Street. London, UK, pp. 266-311.
- [2] Saskatchewan Agriculture and Food. (2005). Lentil in Saskatchewan. <http://www.agr.gov.sk.ca/docs/crops/pulses/production>. Accessing date 21.12.2014
- [3] Muehlbauer, F.J. and Tullu, A. (1997). Lentils. <http://www.Hort.Urdu.edu/newcrop/cropfactsheets/lentils.html>. Accessing date 29.09.2015.
- [4] FAO. (2013). Crop statistical database, <http://faostat3.fao.org>. Accessing date 21.12.2014.
- [5] Tahhan, O., Hariri, G., 1982. Priliminary study of trapping *Heliothis armigera* Hub. with pheromones at ICARDA, Syria. Inter. Chickpea Newsletter, No. 6: 31.
- [6] Crop Profiles. (2001). Crop profile for lentil in Montana. http://www.scarab.msu.montana.edu/extension/MT_cropprofile/lentils.html. Accessing date 21.12.2014
- [7] Schwartz, H.F, Langham, M.A.C., 2010. Growth Stages of Lentil <https://www.ndsu.edu/pubweb/pulseinfo/growthstages-pdf/lentilgrowthstagescards.pdf> (Access date: April, 2016). [8] Pulse News. (2011). <https://www.ndsu.edu/pubweb/pulse-info/LygusBugs.html>. Accessing date 21.12.201

- [9] Summerfield, R.J.; Muehlbauer, F.J. and Short, R.W. (1982). *Lygus* bugs and seed quality in lentils (*Lens curinalis* Medic.). Agricultural Reviews and manuals, Agriculture Research Service, USDA, 43 p.
- [10] Summerfield, R.J.; Short, R.W. and Muehlbauer, F.J. (1992). *Lygus* bug on lentil in the United States. In: Proceeding of the Second International Food Legume Research Conference on Pea, Lentil, Faba bean, Check pea and Grass pea, 12-14 April, Cairo, Egypt, pp.859-876.
- [11] Anonymous, 2015. Crop statistical database, <http://faostat3.fao.org>. Accessing date 15.07.2016.
- [12] Yüksel, M. 1968. Güney ve Güneydoğu Anadolu'da süne *Eurygaster integriceps* Put.'un yayılışı, biyolojik ekoloji epidemiyolojisi ve zararı üzerinde araştırmalar. Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, No. 46. Yenidesen Press; Ankara, Turkey, 255 pp
- [13] Lodos, N. (1982). Türkiye Entomolojisi. Cilt II, Bornova, İzmir, s: 508–510.1986.
- [14] Akkaya, A. (2004). The studies of chalky spot factors causing yield and quality loss on red lentil and their control possibilities in South-eastern Anatolia Region (Unpublished final research report). Plant Protection Research Institute, 2004, Diyarbakir, Turkey.
- [15] Krambias, A. 1987. Host plant, seasonal migration and control of the berry bug, *Dolycoris baccarum* L. in Cyprus. FAO Plant Protection Bulletin 35: 25–26.
- [16] Gerber, G. H., and I. L. Wise. 1995. Seasonal occurrence and number of generations of *Lygus lineolaris* and *L. borealis* (Heteroptera: Miridae) in Southern Manitoba. Canadian Entomologist 127: 543–559. [17] Anonim, 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar
- [18] Stevenson, P.C.; Dhillon, M.K., Sharma, H.C. and El Bhohssini, M. (2007). Insect pests of lentil and their management. In: Yadav, S.S., McNeil, D., Stevenson, P.C. (Eds.), *Lentil, an Ancient Crop for Modern Times*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, (Ch. 20), pp. 331–348.
- [19] McPherson, J. E., and R. M. McPherson. 2000. Stink Bugs of Economic Importance in America North of Mexico. BC, USA: CRC Press. [20] Saskatchewan Agriculture and Food. (2005). Lentil in Saskatchewan. <http://www.agr.gov.sk.ca/docs/crops/pulses/production>. Accessing date 21.12.2014
- [21] Reda, A. (2015). Lentil (*Lens culinaris* Medikus) Current Status and Future Prospect of Production in Ethiopia. *Adv Plants Agric Res.*, 2: 40
- [22] Anonymous. 2008. Plant Protection Technical Instructions. Vol. 3. Ministry of Food, Agriculture and Livestock, General Directorate of Agricultural Research and Policy. 332 p.

- [23] O’Keeffe, L. E.; Homanand, H. and Schotzko, D.J. (1991). Chalky spot damage to lentils. University of Idaho, Cooperative Extension Bulletin No. 894.
- [24] Mutlu, Ç., Duman, M., Karaca, V., Bayram, Y., Sıray, E., Kan, M., 2016a. Kışlamış Süne Ergin Mücadelesinde Çiftçi Bilinç Düzeyi Örnek Çalışması: Güneydoğu Anadolu Bölgesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 3(4): 280-287.
- [25] McPherson R. M., G. K. Douce, and R. D. Hudson. 1993. Annual variation in stink bug (Heteroptera: Pentatomi dae) seasonal abundance and species composition in Georgia soybean and its impact on yield and quality. Journal of Entomological Science 28: 61–72.
- [26] Moden,W.J.,E.A.Dowding,J.C.Whitcraft, andL.J. O’Keeffe. 1986.Lentil harvesting in the Palouse. American Society of Agricultural Engineers 86–1580.

ADİYAMAN İLİNDE MERCİMEKTE GÖRÜLEN ZARARLILAR VE MÜCADELE OLANAKLARI

Dr. Mahmut İSLAMOĞLU

Adıyaman Üniversitesi, mislamoğlu@adiyaman.edu.tr - [0000-0003-2835-4735](tel:0000-0003-2835-4735)

ÖZET

Son yıllarda dünyada baklagillerin üretimi ve tüketimi giderek artmaktadır. Bu tüketim eğilimi, esas olarak küresel nüfus artışına paralel olarak artmakta ve insan beslenmesinde vazgeçilmez gıdalar arasında yer almaktadır. Baklagiller arasında mercimek (*Lens culinaris* Medik), üretimi, ticareti ve tüketiciler arasındaki önemi yıllar itibarıyla artan önemli bir gıda ürünüdür. Dünya üzerinde mercimek 40'tan fazla ülkede yetiştirilmekte olup en fazla yetiştirilen ülkeler arasında Kanada, Hindistan, Avustralya, Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri önde gelmektedir. Mercimek tarımını sınırlayan üretim ve kalitesini olumsuz yönde etkileyen biyotik ve abiyotik faktörler bulunmaktadır. Biyotik faktörler içerisinde yer alan en önemli mercimekte zararlıları ise böceklerdir. Bu çalışmada Adıyaman İlinde mercimekte görülen zararlılar 4 ilçe ve 8 köyde araştırılmıştır. Buna göre; Adıyaman ilinde görülen zararlılar ana arasında *Sitona concavirostris*, *Sitona macularius* (Coleoptera: Curculionidae), *Dolycoris baccarum* L (Hemiptera; Pentetomidae) ve *Piezodorus lituratus* (F) (Hemiptera; Pentetomidae) bulunduğu tespit edilmiştir. Bunlardan başka popülasyon yoğunlukları düşük olmakla birlikte *Apion* (*Apion arrogans* Venck) (Coleoptera: Curculionidae), Yeşilkurdu (*Helicoverpa virescens* Hufn.) (Lepidoptera: Noctuidae) ve Bozkurt (*Agrotis segetum* Denis&Schifferrmüller) (Lepidoptera: Noctuidae) zararlılarının görüldüğü tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mercimek, *Sitona concavirostris*, *Dolycoris baccarum*, *Piezodorus lituratus*, Adıyaman

Pests Detected in Lentil in Adıyaman Province and Struggle Opportunities

Abstrack

*In recent years, the production and consumption of legumes have been increasing in the world. This consumption trend is mainly increasing in parallel with the global population growth and is among the indispensable foods in human nutrition. Among the legumes, lentil (*Lens culinaris* Medik) is an important food product whose production, trade and importance among consumers have increased over the years. Lentils are grown in more than 40 countries in the*

world and the leading countries in which they are grown the most are Canada, India, Australia, Turkey and the United States. There are biotic and abiotic factors that limit lentil agriculture and negatively affect its production and quality. The most important lentil pests among the biotic factors are insects. In this study, the pests observed on lentils in Adıyaman Province were investigated in 4 districts and 8 villages. Accordingly; Among the main pests observed in Adıyaman province, it was determined that *Sitona concavirostris*, *Sitona macularius* (Coleoptera: Curculionidae), *Dolycoris baccarum* L (Hemiptera; Pentetomidae) and *Piezodorus lituratus* (F) (Hemiptera; Pentetomidae) were present. Apart from these, although their population densities are low, *Apion* (*Apion arrogans* Venck) (Coleoptera: Curculionidae), *Helicoverpa virescens* Hufn. (Lepidoptera: Noctuidae) and *Agrotis segetum* Denis&Schifferrmüller (Lepidoptera: Noctuidae) were also observed.

Key Words: Lentil, *Sitona concavirostris*, *Dolycoris baccarum*, *Piezodorus lituratus*, Adıyaman

1. GİRİŞ

Mercimek, baklagiller familyasında yer alan yüksek miktarda protein, temel amino asitleri, mineralleri ve lifler içeren eşsiz bir besindir. Mercimek, satın alma gücü az, düşük ve orta gelirli ülkelerde insanlara yüksek kaliteli bitki bazlı protein [1]. Yaklaşık 100 gr mercimek 25 gr protein içerir [2]. Mercimek, yüksek besin değerleri nedeniyle fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilir. Ayrıca mercimekteki polifenoller (aromatik bileşikler) ve ek biyoaktif bileşikler, insanda dejeneratif hastalıklarının oluşumunu geciktirmekte ve koruyucu antioksidanlar olarak işlev görür [3]. Mercimek, lif sağlayarak tokluk hissini artırır, iştahı azaltabilir ve obeziteyi önleme özelliği bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda, mercimek tüketiminin obezite ve diyabet oluşumuyla ters orantılı olduğunu tespit edilmiştir [4] [5]. Mercimek, karbonhidratların sindiriminde rol oynayan bir enzim olan α -amilazın aktivitesini etkilediği tespit edilmiştir [6]. Dahası, mercimekler diyabetik hastalarda kalp hastalığı riskini azaltma ve genel sağlığı destekleme potansiyeline sahip güçlü antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklere sahiptir.

Ülkemizde, son 11 yılın mercimek tüketimi incelendiğinde, kırmızı mercimekte üretim ve üretim alanındaki azalmanın aksine, tüketimin yıllar itibarıyla arttığı görülmektedir. Yeşil mercimekte ise tüketim daha durağan bir seyir izlediği, özellikle kurak yıllarda üretimdeki azalma nedeniyle tüketim ciddi oranda azaldığı saptanmıştır. 2005 yılında mercimek tüketiminin %85'i kırmızı mercimek iken, 2015 yılına gelindiğinde bu oran %90 olmuş ve yeşil

mercimeğin toplam tüketim içindeki payı giderek azalmıştır. Türkiye’de kırmızı ve yeşil mercimeğin kişi başına düşen tüketimi incelendiğinde, son 9 yılda kırmızı mercimeğin ortalama tüketimi 4,6 kg iken, yeşil mercimekte ortalama tüketim 0,6 kg olduğu, bu rakamların yıldan yıla artacağı ön görülmektedir [7].

Mercimekte çeşitli biyotik ve abiyotik nedeniyle her yıl önemli bir verim kaybı gözlenmektedir. Bu çalışmada Adıyaman İlinde mercimekte görülen zararlılar belirlenmiştir. Buna göre; Adıyaman ilinde görülen zararlılar ana arasında Mercimek Hortumlu Böceği *Sitona concavirostris*, *Sitona macularius* (Coleoptera: Curculionidae), *Dolycoris baccarum* L (Hemiptera; Pentetomidae) ve *Piezodorus lituratus* (F) (Hemiptera; Pentetomidae) bulunduğu tespit edilmiştir [8]. Bu zararlılardan başka popülasyon yoğunlukları düşük olmakla birlikte *Apion* (*Apion arrogans* Venck) (Coleoptera: Curculionidae), Nohut Yeşilkurdu (*Helicoverpa virescens* Hufn.) (Lepidoptera: Noctuidae) ve Bozkurt (*Agrotis segetum* Denis&Schiffermüller *A.ipsilon* Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae) zararlılarının görüldüğü tespit edilmiştir [8] [9].

2. Adıyaman’da Mercimek Zararlıları

Adıyaman ilinde yapılan sürvey çalışmalarında *S. concavirostris*, *S. macularius* *D. baccarum* *P. lituratus*, *A. Arrogans*, *H. Viriplaca*, *A. Segetum*, *A.ipsilon* zararlıları tespit edilmiştir. Bu zararlıların zararı ve mücadele olanakları aşağıda belirtilmiştir.

2.1 Mercimek Hortumlu Böceği (*Sitona concavirostris* ve *Sitona macularius* (Coleoptera: Curculionidae)



Şekil 1. Mercimek Hortumlu Böceği (*Sitona concavirostris* ve *Sitona macularius* (Coleoptera: Curculionidae) genel görünüşü

Mercimek hortumlu böceği erginleri uzak mesafeleri uçabilir, bu nedenle zarar daha önce zarar geçmişi olmayan alanlarda ani olarak çıkabilir. Erginler, ilkbahardan sonbahara

kadar aktif olmakta, mercimekte ve diğer konukçu bitkilerde zarar yapma potansiyeline sahiptir. Yumurtalar sonbaharda bitkilerin kök boğazı etrafındaki toprağa bırakılır. Larvalar yumurtadan çıkarak bir süre toprakta kalır ve kıştan ilkbahara kadar toprakta çeşitli organizmalarla beslenir. Pupa evresi toprakta gerçekleşir ve ergin bireyler ilkbahar sonu/yaz başında ortaya çıkar ve sonbahara kadar aktif kalır [9].



Şekil 2. Mercimek hortumlu böceğinin yaprakta ve bitkide zararının genel görünüşü

Mercimek yaprak kurdu (*S.concavirostris* ve *S. macularius*), ülkemizde mercimeğin ana zararlısından biridir [8]. Ergin zararlılar, yaprakçıklarla beslenerek genç fidelere zarar verir. Ayrıca larvalar nodüllerle beslenir ve böylece bitkinin atmosferik nitrojeni sabitleme yeteneğini azaltır. Popülasyon yoğunluğunun yüksek olduğu alanlarda, tane veriminde %14 kayba neden olduğu belirlenmiştir [9].

Zararlının hem erginler hem de larvalar konukçu bitkide beslendiğinden, büyüme mevsimi boyunca herhangi bir zamanda zarar meydana gelebilir. Erginler yaprak kenarlarında tarak şeklinde çentikler açar ve fidelerin ve bitkilerin saplarını çiğneyerek zarar yapar. Popülasyonun yüksek olduğu durumlarda bitkiler tamamen yapraksız kalmasına yol açabilir. Larvalar, kılcal köklerde ve kök nodülleriyle beslenir, bu da bitkinin yavaş büyümesini ve bitkilerin havanın serbest azotunu toprağa sabitleme yeteneğini azaltır. Zararlıların olgun larvaları yanıl ve ana köklerle beslenerek bitkilerin soluk bir görünüm almasına neden olur. Mercimek yaprak kurdu mevsimin herhangi bir zamanında zarar meydana getirebilir, ancak en önemli zarar sonbahardaki beslenme ile olanıdır [8] [9].

Mercimek yaprak kurdunun larvalarının varlığının belirlenmesi için kök nodüllerini incelenmesi gerekir. İlkbaharda, bitkilerde yenik zararı belirtilerinin yanı sıra bitki canlılığında kayıp olması, bitkide solma olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Erginlerin

kontrolünde ise özellikle gece bitkiler kontrol edilerek yâda doğrudan toprak yüzeyine bakarak kontrol edilmelidir. Ayrıca çukur tuzaklarda yerleştirilerek ergin Sitona böceklerinin popülasyon yoğunluğunu değerlendirmesinde etkili bir teknik olarak görülmektedir [8] [9].

Zararlının biyolojik mücadelesinde *Microctonus aethiopoidea* kullanılmıştır. Bu parazitoit, dişilerin üreme yeteneğinde etkili olmakta ya tamamen kısırlaştırmakta ya da kısmen zararlıyı kısırlaştırmaktadır [8] [9].

Mercimek yaprak kurdunun mücadelesinde etkili birkaç insektisit bulunmaktadır. Ancak kimyasal mücadelenin ekonomik getirisi çok iyi hesaplanmalıdır. Erginler çok büyük popülasyon oluşturup yaprak kaybına neden oluyorsa kimyasal mücadele ekonomik olmaktadır. Larvalar toprakta olduğu için ve kimyasal ilaçlamalarla etkili bir şekilde kontrol edilememektedir [8] [9].

2.2. Apion (*Apion arrogans* Venck) (Coleoptera: Curculionidae)

Apion Ülkemizde mercimek tarımı yapılan her yerde yaygındır. Mercimek, yonca ve yabancı otlara yaygın olarak bulunmaktadır. Genel olarak Apion 3–3,5 mm büyüklüğünde, siyah, metalik renkte, vücut armut biçimli, bacaklar kısmen sarı, rostrum uzun neredeyse düz, antenlerin tepesi siyah, tabanı kırmızıdır. Yumurta 0,3 - 0,5 mm, sarımsı, uzun, pürüzsüz. Larva 2 – 2,5 mm, kremi renkte beyaz, kavisli, pupa 3–3,5 mm, sarımsı beyaz renktedir [8] [9].



Zararlı kışı ergin halde toprak içinde veya toprak ve taşların altında geçirirler. Zararlı sıcaklığa bağlı olarak mart ayı çerisinde toprak sıcaklığının 6 – 8 °C ye ulaşması haşinde diyapozdan çıkmaya başlar. Erginler henüz 3-5 cm boyundaki mercimek bitkisin yapraklarıyla beslenerek, yapraklarda düzgün daire şeklinde delikler açarlar. Toprak sıcaklığının 15 °C olmasıyla popülasyon en üst düzeye ulaşır. Mart ayından itibaren erginler yumurtalarını teker teker mercimek bitkisinin büyüme noktalarına, tomurcuğun henüz yeni oluşmakta olan yaprakçıklar üzerine bırakır. Yumurta bırakma işlemi nisan ayının ortalarına kadar devam

eder. Bir dişi 23 – 49 ortalama ise 37 adet yumurta bırakabilmektedir. Yumurtadan çıkan larva, yaprakçığın dip kısmıyla birlikte ve yaprağın larvanın üzerine doğru bükülmesine neden olur. Bu tomurcukların içinde gelişimini tamamlayan larva, aynı tomurcuk içerisinde pupa olarak tomurcuğun tamamen kurumasına neden olur ve toprağa düşer. Nisan ayı ortalarına doğru çıkan yeni nesil erginleri mecimek bitkisinin genç yapraklarında beslenmeye devam eder. Mayıs ayı sonlarına doğru tekrar toprağa geçer. Yılda tek döl verir [8] [9].

Apion larvalar bitkinin tepe tomurcuğu ile beslenerek tepe tomurcuğunun kurumasına neden olur. Zarar görmüş tomurcuklar zamanla kuruyarak beyaza yakın bir renk alır. Larva tarafından yenilen tomurcukların koltuğundan ve bitkinin diğer kısımlarından bitki yeni tepe tomurcukları ve dalcıklar oluşturabilir. Yağış sonrası zarar görmüş bitkiler fazla miktarda dallanarak zararlı tarafından oluşturulan zarar bir şekilde tolere edilebilir. Çiçeklenmenin olduğu zamanda meydana gelen ağır bulaşmalarda iser bitkinin daha az çiçek tomurcuğu meydana getirmesine neden olmaktadır.

Apion'un kimyasal mücadelesine karar vermek için, bitki başına ortalama 3 ve daha fazla larva ile bulaşık çiçek tomurcuğu olduğunda veya tepe tomurcuklarında %10'un üzerinde bulaşma olduğunda kimyasal mücadele yapılır. İlk ilaçlamadan 15-20 gün sonra tekrar sayım yapılarak gerekirse bir ilaçlama daha yapılır [8] [9].

2.3. *Dolycoris baccarum* L (Hemiptera; Pentetomidae)

Dolycoris baccarum (Hemiptera; Pentetomidae) yaklaşık 10–12,5 milimetre uzunluğuna sahip bir zararlıdır.[5][6] Pronotum ve elytranın temel rengi oldukça değişkendir, ancak genellikle kırmızımsı mor, scutellum ise sarımsı sarıdır. Kışın temel renk donuk kahverengidir. Tüm vücut oldukça tüylüdür. Antenler 4-5 siyah ve beyaz bölümden oluşur ve karın kenarları dönüşümlü olarak beyazımsı ve siyahla beneklidir.[4][5]. *D. baccarum*, yeni nesil erginleri düşük rakımlarda taşların altında veya dikenli çalılıklarda kışı geçirir ve Haziran ile Kasım ayları arasında yüksek rakımlarda büyük kümeler halinde yaz uykusuna yatar [9].



D. baccarum dişileri, bitki yapraklarına 20-30 fiçi biçimindeki yumurtalarını birkaç grup halinde bırakır. Bir dişi yaklaşık 200 adet yumurta bırakabilir. Yumurtadan çıkan nimfler 5 gölek değiştirerek ergin olurlar. Nimf ve erginler, çeşitli bitkilerde emgi yaparak beslenir. Birinci dönem nimfin, ergin oluncaya kadar yaklaşık altı hafta sürer ve yaz mevsiminde yılda iki veya daha fazla nesil verebilir. Zararlı kışı ergin olarak geçirirler [8] [9].

2.4. *Piezodorus lituratus* (F) (Hemiptera; Pentetomidae)

Piezodorus lituratus (F) (Hemiptera; Pentetomidae) 10–13 mm uzunluğunda, iki ergin renk formuna sahip bir zararlıdır. İlkbaharda ortaya çıktıklarında ve çiftleştiklerinde baskın olarak yeşil, yaz sonunda ortaya çıkan yeni neslin ise pronotum [ve](#) koriumunda [morumsu](#) - kırmızı işaretler vardır. Sonbaharda çok daha soluk bir renge sahiptirler, kış uykusundan önce daha koyu olabilirler, ancak kış uykusundan sonra parlak yeşildirler. [8] [9]

D. baccarum ve *P. lituratus* erginleri, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki mercimek tarlalarının etrafındaki dağların eteklerdeki, ağaçların diplerinde, kirpiotu gibi bitkilerinde veya çalılıklarda altında kışı geçirirler [8] [9] [11] [12]. Yılda en az iki nesil verirler (Krambias, 1987; Gerber ve Wise, 1995; Anonim, 2008), ancak baklagil bitkilerinde sadece bir döl verirler (Akkaya, 2004). *D. baccarum* ve *P. lituratus*, ya gelişmekte olan üreme organları ya da apikal meristematik ve yaprak ilkel dokuları ile beslenirler; bu da enjekte edilen enzimler nedeniyle beslenme bölgesinin etrafında nekroza neden olur [13] [14] Bu zarar, tebeşir lekeli şeklinde semptomlara neden olur, bu zarar tebeşirleşme olarak tanımlanır ve tohumlarda acı bir tada neden olur.

2.5. Nohut Yeşilkurdu (*Helicoverpa virescens* Hufn.) (Lepidoptera: Noctuidae)

Kanat [açıklığı](#) 25–30 mm'dir. Ön kanatlar gri-sarı, hafif yeşilimsi, ön ve arkada böbrek şeklinde iki leke bulunur; birinci ve ikinci çizgiler belirsiz; ortadaki gölge oldukça koyu fuscus, büyük koyu fuscus böbreksi ile birleşmiş; subterminal çizgi oldukça soluktur. Arka kanatlar sarı-beyazımsı, tabana doğru siyahımsı renktedir [8]. Larva yeşil ila morumsu-kahverengi; sırt çizgisi daha koyu kenarlı; alt sırt beyazımsı, altta koyu kenarlı; spiracular yeşil veya sarımsı; subspiracular beyaz; baş yeşil, pembe veya sarımsı, kahverengi beneklidir [9].



Larvalar, yaprakları ve çiçekleri yiyerek beslenirler ve bu şekilde zarar meydana getirirler. Bunun sonucunda, bitkiler tamamen yapraksız kalabildiği gibi, bakla da oluşturamaz. Yaprakların yanında, mercimek baklalarında da beslenirler ve zarar yaparlar. Burada beslenen larvalar, baklayı delerek, bakla içerisinde tane oluşumunu engellemekte veya oluşmuş tane yi yiyerek zarar yapmaktadır. Bu zararının sonucunda ise, verimde bir azalmaya neden olurlar[8] [9].

Beslenmesini ve olgunlaşmasını tamamlayan larvalar, toprağa inerek pupa haline geçerler. Pupa dönemini toprağın 5-10 cm altında geçirirler. Bu şekilde kış dönemini de geçirirler. Yılda ancak bir nesil verirler[9].

2.6. Bozkurt (*Agrotis segetum* Denis&Schiffer) (Lepidoptera: Noctuidae)

Agrotis ipsilon (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae) dünya çapında bir polifag zararlıdır, larvaları mercimek de dahil olmak üzere birçok tarımsal ürünün yapraklarına, gövdelerine ve köklerine saldırır, ancak baklagiller arasında soya fasulyesinde daha ciddi bir zararlıdır [8] [9].



Ergin larvalar bitkiyi kök tacının üstünden keser. Bitkinin çoğu kesildikten sonra kurur ve larvalar başka bir bitkiye geçerek onda beslenir ve kurutur. Bazı türler toprak yüzeyine geçmeden önce üst yapraklarla beslenir [8] [15].

Zararlının kontrol altına alınmasında, tarlaların derin sürülmesi larvaları ve pupaları toprak yüzeyine çıkarır ve onları yırtıcılara ve güneşe karşı hassas hale getirir. Zararlı yabancı ot konukçuları genellikle yumurtlama için tercih edilen yerlerdir ve sezon dışında kesiciler için yiyecek görevi görürler. Bu nedenle yabancı ot temizliği önemlidir [9] [15].

Sonuç olarak; Mercimek, dünyanın en önemli gıda bitkilerinden biridir ve özellikle Kuzey Afrika ve Güney Asya'da ve Kuzey Arruari, Avrupa ve Avustralya'da öyledir. Böcek zararlılarının yönetimi, üretimi optimize etmek için çok önemlidir. Adıyaman ilinde görülen zararlılar ana arasında Mercimek Hortumlu Böceği *Sitona concavirostris*, *Sitona macularius* (Coleoptera: Curculionidae), *Dolycoris baccarum* L (Hemiptera; Pentetomidae) ve *Piezodorus lituratus* (F) (Hemiptera; Pentetomidae) bulunduğu tespit edilmiştir. Bu zararlılardan başka popülasyon yoğunlukları düşük olmakla birlikte Apion (*Apion arrogans* Venck) (Coleoptera: Curculionidae), Nohut Yeşilkurdu (*Helicoverpa viroplaca* Hufn.) (Lepidoptera: Noctuidae) ve Bozkurt (*Agrotis segetum* Denis&Schifferrmüller *A.ipsilon* Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae) zararlılarının görüldüğü tespit edilmiştir [14] [15].

Literatür

- [1] Haddad, N. I., A. B. Salkini, P. Jagatheeswaran, and B. A. Snobar. 1988. Methods of harvesting pulse crops. World Crops: Cool Season Food Legumes. Kluwer Academic Publishers 341–350.
- [2] Javahery, M. 1967. The Biology of Some Pentatomoidea and Their Egg Parasites. Ph.D. Dissertation, University of London, London, U.K. 475 pp.

- [3] Gerber, G. H., and I. L. Wise. 1995. Seasonal occurrence and number of generations of *Lygus lineolaris* and *L. borealis* (Heteroptera: Miridae) in Southern Manitoba. *Canadian Entomologist* 127: 543–559.
- [4] Krambias, A. 1987. Host plant, seasonal migration and control of the berry bug, *Dolycoris baccarum* L. in Cyprus. *FAO Plant Protection Bulletin* 35: 25–26.
- [5] F. D. 1966. Biology and control of stink bugs on soybeans. *Arkansas Agricultural Experiment Station Bulletin* 708: 1–40.
- [6] Javahery, M. 1967. The Biology of Some Pentatomoidea and Their Egg Parasites. Ph.D. Dissertation, University of London, London, U.K. 475 pp. [7] FAO. (2013). Crop statistical database, <http://faostat3.fao.org>. Accessing date 21.12.2014.
- [8] Lodos, N. (1982). *Türkiye Entomolojisi*. Cilt II, Bornova, Izmir, s: 508–510.1986.
- [9] Anonymous. 2008. *Plant Protection Technical Instructions*. Vol. 3. Ministry of Food, Agriculture and Livestock, General Directorate of Agricultural Research and Policy. 332 p.
- [10] Krambias, A. 1987. Host plant, seasonal migration and control of the berry bug, *Dolycoris baccarum* L. in Cyprus. *FAO Plant Protection Bulletin* 35: 25–26.
- [11] Yüksel, M. 1968. Güney ve Güneydoğu Anadolu’da süne *Eurygaster integriceps* Put.’un yayılışı, biyolojik ekoloji epidemiyolojisi ve zararı üzerinde ara, stirmalar. *Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları*, No. 46. Yenidesen Press; Ankara, Turkey, 255 pp
- [12] Akkaya, A. (2004). The studies of chalky spot factors causing yield and quality loss on red lentil and their control possibilities in South-eastern Anatolia Region (Unpublished final research report). *Plant Protection Research Institute*, 2004, Diyarbakir, Turkey
- [13] Schwartz, H.F, Langham, M.A.C., 2010. Growth Stages of Lentil https://www.ndsu.edu/pubweb/pulse_info/growthstages-pdf/lentilgrowthstagescards.pdf (Access date: April, 2016). [8] *Pulse News*. (2011). <https://www.ndsu.edu/pubweb/pulse-info/LygusBugs.html>. Accessing date 21.12.201
- [14] McPherson, J. E., and R. M. McPherson. 2000. *Stink Bugs of Economic Importance in America North of Mexico*. BC, USA: CRC Press. [20] *Saskatchewan Agriculture and Food*. (2005). *Lentil in Saskatchewan*. <http://www.agr.gov.sk.ca/docs/crops/pulses/production>. Accessing date 21.12.2014
- [15] Anonymous. 2008. *Plant Protection Technical Instructions*. Vol. 3. Ministry of Food, Agriculture and Livestock, General Directorate of Agricultural Research and Policy. 332 p.

- [16] McPherson, R. M., J. W. Todd, and K. V. Yeargan. 1994. Stink bugs. In: Higley LG, Boethel DJ, editors. Hand book of Soybean Insect Pests: Entomological Society of America, USA: Lanham, MD, pp. 87–90.

ANTİMİKROBİYAL PEPTİTLER İLE BİTKİ HASTALIKLARININ MÜCADELESİ

Dr. Öğr. Üyesi Meltem AVAN¹

Adıyaman Üniversitesi, meltemavan@adiyaman.edu.tr - 0000-0002-2939-8177

Araş. Gör. Mehmet ATAY¹

Adıyaman Üniversitesi, matay@adiyaman.edu.tr - 0000-0001-5751-4764

ÖZET

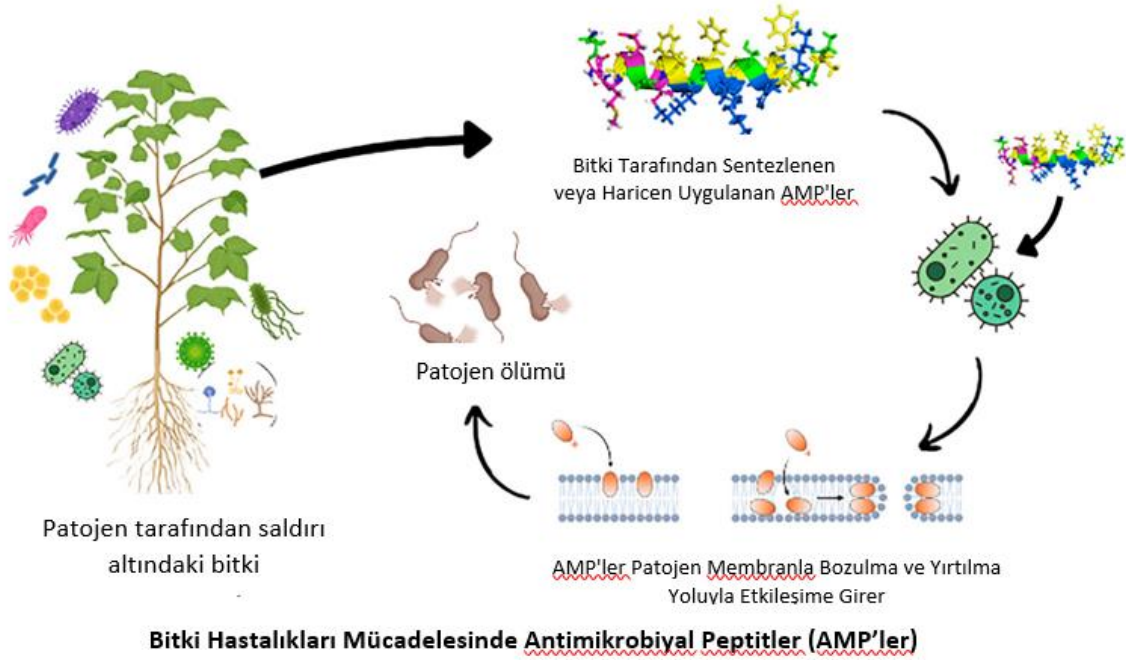
Fungus, bakteri ve virüslerin neden olduğu çeşitli hastalıklar bitkisel ürünleri etkileyerek ürünlerin kalitesinin ve güvenliğinin azalarak bazı kayıpların oluşmasına neden olur. Bitki hastalıkların yayılmasını azaltmak, neden olduğu kayıpları düşürmek amacıyla bitkisel mücadeleleri küresel iklim değişikliğine ve geleneksel pestisitlerin kullanımındaki kısıtlamalara uyarlamak için yeni yaklaşımlar gerektirir. Son zamanlarda hastalık yönetiminde, bitki koruma ürünlerinin sürdürülebilir kullanımı için biyopestisitler kullanılmaktadır. Canlı organizmalar, ribozomal (defensinler ve küçük bakteriyosinler) veya ribozomal olmayan sentez (peptaiboller, siklopeptitler ve pseudopeptitler) yoluyla üretilen çok çeşitli antimikrobiyal peptitler salgılmaktadır. Antimikrobiyal peptitler, fungus, bakterilere, virüslere karşı geniş spektrumlu antimikrobiyal aktiviteye sahip küçük moleküler ağırlıklı proteinlerdir. Katelisinler, defensinler ve tiyoninler, insan ve bitkilerde epidermal antimikrobiyal peptitlerin üç ana grubudur ve hastalık mücadele stratejilerinin etkinliği ve güvenliğine ilişkin katı düzenlemelere uygun bir şekilde bitkilerde hastalık kontrolü için verimli bir şekilde kullanılabilen ilginç bileşiklerdir. Bugüne kadar farklı organizmalardan bitki savunması için önemli bir ajan olan çok sayıda antimikrobiyal peptitler elde edilmiştir. Bunlar hedef mikrobiyal membrana girdikten sonra çeşitli mekanizmalar yoluyla hedef hücreleri öldürmektedirler.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal peptitler, fungal hastalıklar, mikroorganizmalar, peptitler, bitki hastalık kontrolü

1. GİRİŞ

Yabancı otlar haricinde, hastalıklar ve zararlılar nedeniyle ortaya çıkan ürün kayıplarının, alınan koruma önlemlerine rağmen potansiyel verimliliğin üçte biri olduğu tahmin edilmektedir ve ürün kayıplarının %13'ü bitki hastalıklarından kaynaklandığı bilinmektedir [1]. Özellikle iklim değişikliği nedeniyle hastalıkların kontrolü, tarımsal uygulamaların gıda güvenliği son derece önem kazanmıştır [2]. Klasik mücadele yöntemleri dışında konukçu direnci en önemli strateji gibi görünmekle birlikte kimyasal ve biyolojik kontrol oldukça önem taşımaktadır.

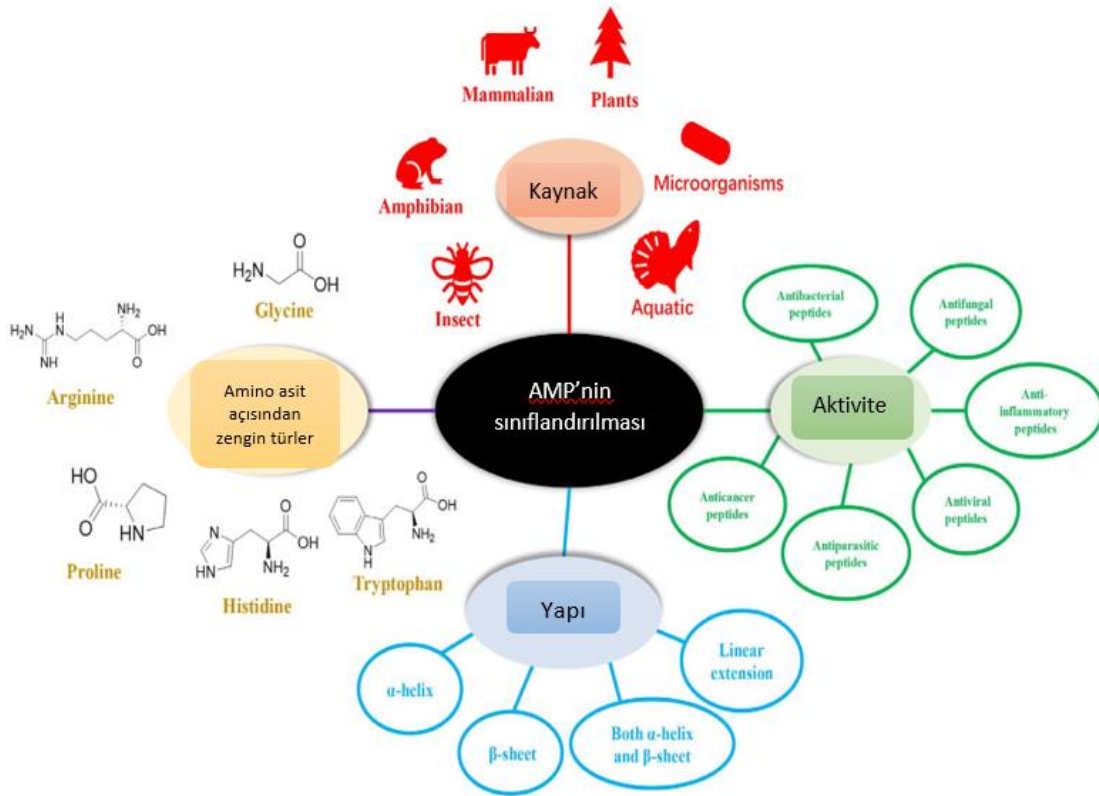
Fungus, bakteri ve virüslerin neden olduğu bitki hastalıkları bitkisel ürünleri etkiler ve tarımsal ürünlerin önemli kayıplara uğramasına veya kalitesinin ve güvenliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu hastalıkların mücadelesinde ise özellikle kimyasal pestisitler büyük önem taşımaktadır [3]. Fakat son yıllarda pestisitlerin hedef dışı çevresel etkileri ve güvenli gıda üretme ihtiyacı nedeniyle pestisit sayısını ve türünde kısıtlamalar ve azalmalar meydana gelmiştir. Bu endişeleri gidermek için yeni adaylar olarak ortaya çıkan antimikrobiyal peptitler (AMP'ler), bitki hastalığı yönetiminde önemli bir rol oynar (Şekil 1).



Şekil 1. Bitki hastalıklarının mücadelesinde antimikrobiyal peptitlerin rolü [4]

Fonksiyonel peptitler, veterinerlik, tıp ve gıda endüstrisi alanlarında olduğu gibi bitki koruma alanında güçlü araştırma çabalarının konusu olmaya başlamıştır [5-7]. Peptitlerin çoğu canlı organizmalardan kaynaklanır, mikroorganizmalarda antagonizm veya antibiyoz etki mekanizmasına sahiptir, bitkilerde ilk bağışıklık savunma bariyerinden sorumludur ve stresin azaltılmasında önemlidir [8].

Antimikrobiyal peptitler (AMP'ler), bir konukçuyu patojenik mikroorganizmalardan korumak için çok hücreli organizmalar tarafından üretilen antimikrobiyal aktiviteye sahip olan, endojen polipeptitlerdir. AMP'ler, doğuştan gelen bağışıklık sistemini oluşturmadaki temel rolleri nedeniyle konukçu savunma peptitleri olarak da tanımlanmaktadır [9-10]. AMP'ler, funguslar, Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler ve virüslerim de dâhil olduğu çeşitli mikroorganizmalara karşı geniş spektrumlu antimikrobiyal aktiviteler göstermektedir [11] (Şekil 2).



Şekil 2. Antimikrobiyal peptitlerin sınıflandırılması [8]

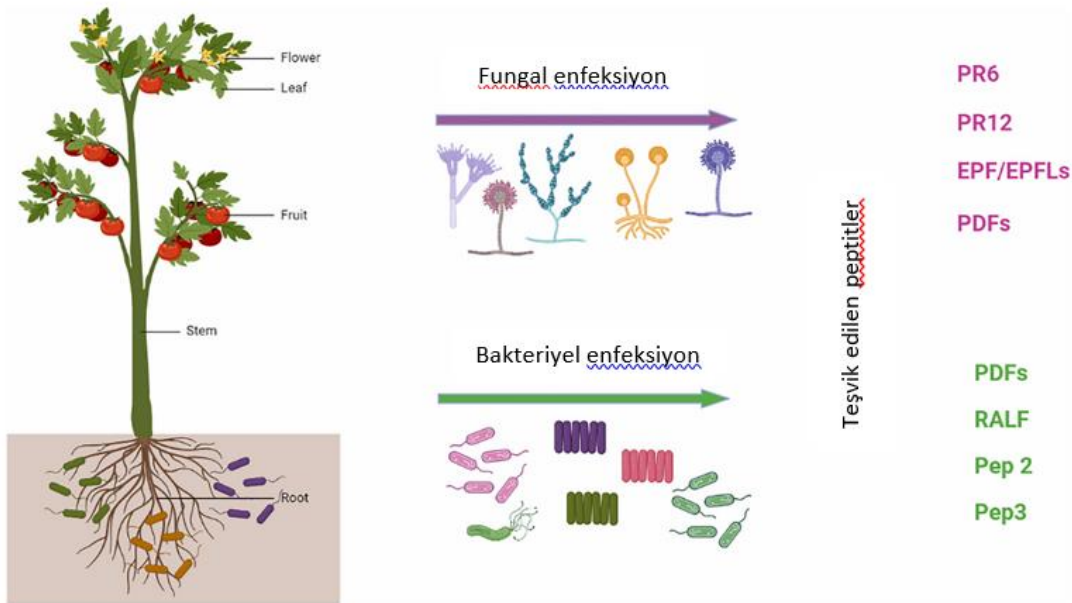
AMP'ler, doğrudan patojenin zarına etki etmekle birlikte bitkilerde ve hayvanlarda birinci savunma hattı oluşturmaktadırlar ve bunlara karşı direnç, mevcut antibiyotiklere kıyasla çok daha az olarak görülmektedir [12].

Çeşitli kaynaklardan elde edilen AMP'lerin, tütün [13-14], pirinç [15-16], domates [17], patates [18], armut [19], pamuk [20] ve muz [13]'un da dâhil olduğu genetik olarak tasarlanmış bir dizi bitki türünde fungus ve bakteri patojenlerine karşı direnç sağladığı tespit edilmiştir.

2. BİTKİ HASTALIK KONTROLÜNDE BİTKİ PATOJENLERİNİ HEDEF ALAN ANTİMİKROBİYAL PEPTİTLER VE KULLANIMLARI

Bitki korumada yeni bileşikler geliştirmeye olan ilgi nedeniyle, bitki funguslarına, bakterilere, virüslere ve nematodlara karşı çeşitli etki mekanizmalarını sahip çok sayıda peptit keşfedilmiş ve geliştirilmiştir.

Mikroorganizmalar, ribozomal sentez yoluyla sentezlenen küçük bakteriyosinler ve fungal defensinler ile ribozomal olmayan sentez yoluyla üretilen ikincil metabolitlerden peptaiboller, siklopeptitler ve pseudopeptitler dâhil olmak üzere çok çeşitli antimikrobiyal peptitler üretmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Biyotik streste bazı sinyal peptitlerinin rolü [21]

Bitki patojeni funguslara ve oomisetlere karşı aktif olduğu bildirilen antifungal peptitlerin bir kısmı Tablo 1'de sunulmaktadır. Surfactin A [22], tensin [23], poeamid [24], nunamisin ve nunapeptin [25] gibi peptidik antibiyotikler, neopeptinler [26], siklikdipeptitler veya diketopiperazinler (chaetomin) [27], sistein açısından zengin defensin benzeri peptitler antifungal protein (AFP) [28], PAF veya PgAFP, ANAFP, NAF, AcAFP, AcAMP ve NFAP [29], trichokoninler ve trihorzianinler [30] gibi peptaiboller ve polioksinler [31] tarafından güçlü antifungal aktivite gösterilmiştir. Trichokonin VI gibi peptitler tütün ve Çin lahanasında direnci [32] ve hücre ölümünü [33] artırmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bazı bitki patojeni fungus ve oomycetlere karşı etkili olan antifungal peptitler [34]

Peptit ismi	Kaynak	Hedef	Deneme	Aktivi te	Referans
AFP	<i>Aspergillus giganteus</i>	Mg, Fm, Pi	IV	AF	[28]
Chaetomin	<i>Chaetomium globosum</i>	Pyt	IV	AM	[27]
Depsipeptitler	<i>Pseudomonas spp.</i>	Rs, Pyt	IV	AF	[25]
Glomecidin	<i>Streptomyces lavendulae</i>	Gc	IV	AF	[35]
Orfamide (CLP)	<i>Pseudomonas protegens</i>	Mo, Rs	IV, SP	AF	[36]
Polyoxins	<i>Streptomyces cacaoi</i>	Bc, Mo	SP asma, pirinç	AF	[31]
Trichokonin VI	<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	Fo	SP tütün, Çin lahanası	AF	[33]
Trichorzianins	<i>Trichoderma harzianum/</i> <i>Trichoderma virens</i>	Ss, Rs	SP hıyar	AF	[30]
BnPRP1	<i>Brassica napus</i>	Ss, Bc, Mo	IV	AM	[37]
Snakin SN1	Buğday	Bg	HE patates/buğday	AF	[38]
Thionin	Arpa	Cfi	SP tatlı patates	AF	[39]

Kısaltmalar: AF, antifungal; AM, antimicrobial; Bc, *Botrytis cinerea*; Bg, *Blumeria graminis*; Cfi, *Ceratocystis fimbriata*; Fm, *Fusarium moniliforme*; Fo, *Fusarium oxysporum*; Gc, *Glomerella cingulata*; HE, heterologous expression; IV, in vitro; Mg, *Magnaporthe grisea*; Mo, *Magnaporthe oryzae*; Pi, *Phytophthora infestans*; Pyt, *Pythium sp.*; Rs, *Rhizoctonia solani*; SP, spray; Ss, *Sclerotinia sclerotiorum*

2.1. Bakteriyosinler ve fungal defensinler

Bakteriyosinler, yakın akraba türleri öldüren büyük bakteri grupları tarafından salgılanan bir protein ve peptit türüdür. Bitki patojenik bakterilerini engelleyen büyük bakteriyosin örnekleri bitkilerle ilişkili bakterilerden bildirilmiştir fakat küçük bakteriyosinler test edilmemiştir [40-41].

Birkaç filamentli fungus bitkilerden ve hayvanlardan elde edilen defensinlere benzer şekilde AMP'ler salgılamaktadır. *Aspergillus giganteus*'tan [42] AFP; *Penicillium chrysogenum* ve *P. nalgiovense*'den PAF [43] ve *A. niger*'den Anafp [44] peptidleri antifungal aktiviteye sahip olarak bulunmuştur. AFP, *Botrytis cinerea*, *Fusarium spp.* ve *Pyricularia oryzae*'ye karşı etkili bulunurken bakterilere karşı etkisiz olduğu tespit edilmiştir [45-46].

2.2. Peptaiboller

Antimikrobiyal aktiviteleri esas olarak fungusları ve bitki patojeni Gram pozitif bakterileri membran bozulması mekanizmasıyla etkilemektedirler. Trichokoninler bitki patojeni funguslar *F. oxysporum*, *B.s cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Bipolaris sorokiniana* ve *Colletotrichum ssp.*'ye karşı ve bitki patojeni bakteri *Clavibacter michiganensis* 'e karşı etkili olarak tespit edilmişlerdir [47]. Trichorzinler ve harzianinler ise *Sclerotium cepivorum*'a karşı antifungal aktivite gösterir [48]. Bitki hastalıklarının biyolojik kontrol ajanları olan *Trichoderma* ve *Gliocladium* türlerine ait olan bazı fungus izolatlarının, etki mekanizmasında yer alan bu tür bileşikler üretmekte olduğu bildirilmiştir [49].

2.3. Siklopeptitler

Lipidik siklopeptitler (LCP'ler), birkaç bitkiyle ilişkili ve toprakta yaşayan bakteri tarafından üretilen antifungal ve antibakteriyel, sitotoksik veya yüzey aktif madde özelliklerine sahiptirler. *Pseudomonas ssp.*'den elde edilen LCP'ler amfisinler, korpeptinler, putisolvinler, siringomisinler, siringo peptinler, tolaasinler ve viskosinler olmak üzere 7 ana gruba ayrılmaktadır [50]. Siringomisinler ve siringo peptinler, *Pseudomonas syringae*'de virülans faktörleri olarak rol oynamakla birlikte *B. cinerea*'yı ve Gram pozitif bakterileri de engellemektedirler [51-52]. Siringopeptin üreten izolat *Pseudomonas syringae* 508, *Venturia inaequalis*'e karşı antagonistik olarak bulunmuştur [53]. Tolaasinler, *R. solani* ve *Rhodococcus fascians* gibi Gram pozitif bakterilere karşı inhibitördür [54]. *P. fluorescens* BRG100'den elde edilen pseudofominler, *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Leptosphaeria maculans* 'a karşı antifungal

aktiviteye sahiptir [55]. *P. fluorescens* SS101 izolatından elde edilen massetolid, *Phytium intermedium*'a karşı zoosporisidal olarak tespit edilmiştir [56]. *P. fluorescens* tarafından üretilen amfisin, lokisin, tensin ve viscosina-mide *Rhizoctonia solani* ve *P. ultimum*' a karşı inhibitördür [57-58]. *Bacillus subtilis* fengycin tipi siklopeptitlerin üretimi S499 ve M4, *F. oxysporum*, *R. solani* ve *B. cinerea*'ya karşı inhibitördür [59]. *Bacillus subtilis* B-3 tarafından iturin sentezi, *Monilinia fructicola*'nın neden olduğu şeftali kahverengi çürümesinin kontrolüyle ilişkili olarak bulunmuştur [60]. Surfaktin üretimi ayrıca *B. subtilis* 6051 (Bais ve ark., 2004) tarafından Arabidopsis'te *P. syringae* enfeksiyonlarının ve *B. subtilis* RB14 [61] tarafından *R. solani* enfeksiyonlarının kontrolünde de yer almıştır. *B. subtilis*'in farklı izolatları tarafından basilomisin, fenjisin veya iturin salgılanması, *Podospaera fusca*'nın neden olduğu kavun küllemesinin biyolojik kontrolünde rol oynamıştır [62]. Sorgumun rizosferinden izole edilen polimiksin B üreten bir tür olan *Paenibacillus* B2, *Erwinia carotovora* ve kök patojenik fungusu olan *F. acuminatum* ve *F. solani*'ye karşı antagonist olarak bulunmuştur [63].

2.4. Pseudopeptitler

Pantosinler, *Pantoea agglomerans* s tarafından üretilen, gül bitkilerinde yanık hastalığının etkeni olan *E. amylovora* transaminaz katalizli aminoasit biyosentezini engelleyen alanin türevleri iken [64-65], Polioksinler, nikkomisinler, blastisidin ve mildiomisin gibi nükleopeptid türevleri de antifungal aktiviteye sahip pseudopeptitlerdendir [66]. Polioksinler, *R. solani*, *B. cinerea*, *Alternaria* spp. gibi funguslarda kitin sentezini engellemektedirler. Blastisidin, *Pyricularia oryzae*'ye karşı aktiviteye sahip olmakla birlikte prokaryotlarda protein biyosentezini inhibe etmektedirler. Mildiyomisin, *Erysiphe*, *Uncinula necator*, *Podospaera*, *Sphaerotheca* küllemelerine karşı etkili bir serin türevidir [67].

AMP'leri bitki hastalık kontrolü için antimikrobiyal bileşikler olarak önemi, hedef mikroorganizmaya karşı etki mekanizmasından dolayı olmaktadır. Bazı AMP'ler, bitki hastalıklarının biyolojik kontrol ajanlarında rol oynamaktadırlar ve bu AMP'lerinin ribozomal sentez yoluyla üretiliyor olması, bitki patojenlerine karşı kısmi veya tam direnç sağlayan bu bileşiklerin sentezini kodlayan genleri ifade eden transgenik bitkilerin geliştirilmesi için araçlar sağlamaktadır.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

AMP'ler bitki koruma ajanları olarak tarımda kullanım olanakları sağlayabilmektedir. Bir mikrobiyal saldırıya cevaben bitkiler, geniş bir antimikrobiyal savunma mekanizması olarak bir dizi yanıtı harekete geçirmektedirler [6]. Belirli bir bitki-patojen etkileşimi sırasında artan savunma yanıtları hızlı ve koordineli bir şekilde tetiklendiğinde, bitkiler hastalıklara karşı genel olarak dirençli hale gelmektedir. Bu savunma yanıtları arasında mekanik bariyerlerin güçlendirilmesi, oksidatif patlama ve antimikrobiyal bileşiklerin üretimi yer almaktadır [68].

Peptitler, diğer bitki koruma ürünlerinde olduğu gibi, raf ömürlerini ve performanslarını iyileştirmek için formülasyonlara dâhil edilmesi gerekmektedir, ancak yardımcı formülantlar (örneğin, yüzey aktif maddeler, ıslatma maddeleri, inert maddeler, tamponlar, vb.) dikkatlice seçilmelidir.

AMP'lerin başarılı kullanımı, bu bileşikler salgılayan çeşitli mikroorganizmaların biyopestisit olarak ticari olarak geliştirilmesiyle elde edilmiştir. Hastalıklara karşı farklı korumalar sağlayan AMP'leri ifade eden çok sayıda transgenik bitki geliştirilmiş olsa da, düzenleyici kısıtlamalar ve sosyal endişeler nedeniyle ticari çeşitler pazarlanmamıştır. Ancak, çok sayıda AMP'nin pestisitlerin aktif bileşenleri olarak kullanılması henüz tam olarak araştırılmamıştır. Potansiyel kullanımları olan AMP'lerin çoğu in vitro düzeyde incelenmiş olsa da, bir kısım bileşik bitki patojen sistemlerinde test edilmiştir ve piyasada yalnızca birkaçı bulunduğu daha fazla araştırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca biyoteknolojik prosedürlerin iyileştirilmesiyle daha az toksik ve daha kararlı bileşikler olarak uygun formülasyonlar halinde ve daha uygun maliyetli olarak geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Oerke, E. (2006). Crop losses to pests. *J. Agric. Sci.* 144(1):31–43.
- [2] Chaloner, T. M, Gurr, S. J., Bebbler, D. P. (2021). Plant pathogen infection risk tracks global crop yields under climate change. *Nat. Clim. Change* 11:710–15.
- [3] Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*, Academic Press, London.
- [4] Kumar, S., Behera, L., Kumari, R., Bag, D., Sowmya, V., Keswani, C., ... & Meena, M. (2024). Unraveling the role of antimicrobial peptides in plant resistance against phytopathogens. *Discover Sustainability*, 5(1), 1-25.

- [5] Marcos, J. F., Muñoz, A., Pérez-Payá, E., Misra, S., López-García, B. (2008). Identification and rational design of novel antimicrobial peptides for plant protection. *Annu. Rev. Phytopathol.* 46:273–301.
- [6] Montesinos, E. (2007). Antimicrobial peptides and plant disease control. *FEMS Microbiol. Lett.* 270:1–11.
- [7] Rajasekaran, K., Cary, J., Jaynes, J., Montesinos, E, eds. (2012). *Small Wonders: Peptides for Disease Control*. Oxford, UK: Oxford Univ. Pres
- [8] Huan, Y., Kong, Q., Mou, H, Yi, H. (2020). Antimicrobial peptides: classification, design, application and research progress in multiple fields. *Front. Microbiol.* 11:582779
- [9] Zasloff, M. (2002) Antimicrobial peptides of multicellular organisms. *Nature* 415: 389–395.
- [10] Nguyen, L. T., Haney, E. F., Vogel, H. J. (2011). The expanding scope of antimicrobial peptide structures and their modes of action. *Trends Biotechnol.* 29: 464-472.
- [11] Zasloff, M. (2012). Antimicrobial peptides of multicellular organisms. *Nature* 415: 389–395.
- [12] Hancock, R. E. (1997). Peptide antibiotics. *Lancet* 349: 418- 422.
- [13] Ramamoorthy, A., Thennarasu, S., Lee, D. K., Tan, A., & Maloy, L. (2006). Solid-state NMR investigation of the membrane-disrupting mechanism of antimicrobial peptides MSI-78 and MSI-594 derived from magainin 2 and melittin. *Biophysical journal*, 91(1), 206-216.
- [14] Kang, S. J., Won, H. S., Choi, W. S., & Lee, B. J. (2009). De novo generation of antimicrobial LK peptides with a single tryptophan at the critical amphipathic interface. *Journal of Peptide Science: An Official Publication of the European Peptide Society*, 15(9), 583-588.
- [15] Gordon, Y. J., Romanowski, E. G., & McDermott, A. M. (2005). A review of antimicrobial peptides and their therapeutic potential as anti-infective drugs. *Current eye research*, 30(7), 505-515.
- [16] Oyston, P. C. F., Fox, M. A., Richards, S. J., & Clark, G. C. (2009). Novel peptide therapeutics for treatment of infections. *Journal of medical microbiology*, 58(8), 977-987.
- [17] Lupetti, A., Paulusma-Annema, A., Welling, M. M., Senesi, S., van Dissel, J. T., & Nibbering, P. H. (2000). Candidacidal activities of human lactoferrin peptides derived from the N terminus. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 44(12), 3257-3263.

- [18] Brouwer, C. P., Rahman, M., & Welling, M. M. (2011). Discovery and development of a synthetic peptide derived from lactoferrin for clinical use. *Peptides*, 32(9), 1953-1963.
- [19] Hwang, P. M., Zhou, N., Shan, X., Arrowsmith, C. H., & Vogel, H. J. (1998). Three-dimensional solution structure of lactoferricin B, an antimicrobial peptide derived from bovine lactoferrin. *Biochemistry*, 37(12), 4288-4298.
- [20] Lupetti, A., Paulusma-Annema, A., Welling, M. M., DogteromBallering, H., Brouwer, C. P., Senesi, S., Van Dissel, J. T., Nibbering, P. H. (2003). Synergistic activity of the N-terminal peptide of human lactoferrin and fluconazole against *Candida* species. *Antimicrob. Agents Chemother.* 47: 262-267.
- [21] Pandita, D., Bhat, J. A., Wani, S. H., ElSayed, A. I., Nawaz, G., Mukherjee, S., ... & Siddique, K. H. (2023). Mobile Signaling Peptides: Secret Molecular Messengers with a Mighty Role in Plant Life. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42(10), 6801-6834.
- [22] Sarwar, A., Hassan, M. N., Imran, M., Iqbal, M., Majeed, S., et al. (2018). Biocontrol activity of surfactin A purified from *Bacillus* NH-100 and NH-217 against rice bakanae disease. *Microbiol. Res.* 209:1–13.
- [23] Nielsen, T. H., Thrane, C., Christophersen, C., Anthoni, U., Sorensen, J. (2000). Structure, production characteristics and fungal antagonism of tensin: a new antifungal cyclic lipopeptide from *Pseudomonas fluorescens* strain 96–578. *J. Appl. Microbiol.* 89(6):992–1001.
- [24] Zachow, C., Jahanshah, G., de Bruijn, I., Song, C., Ianni, F., et al. (2015). The novel lipopeptide poeamide of the endophyte *Pseudomonas poae* RE1114 is involved in pathogen suppression and root colonization. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 28:800–10
- [25] Michelsen, C. F., Jensen, H., Venditto, V. J., Hennessy, R. C., Stougaard, P. (2015). Bioactivities by a crude extract from the Greenlandic *Pseudomonas* sp. In5 involves the non-ribosomal peptides, nunamycin and nunapeptin. *PeerJ* 3:e1476.
- [26] Kim, Y. S., Kim, H. M., Chang, C., Hwang, I. C., Oh, H., et al. (2007). Biological evaluation of neopeptins isolated from a *Streptomyces* strain. *Pest Manag. Sci.* 63:1208–14.
- [27] Di Pietro, A., Gut-Rella, M., Pachlatko, J. P., Schwinn, F. J. (1992). Role of antibiotics produced by *Chaetomium globosum* in biocontrol of *Pythium ultimum*, a causal agent of damping-off. *Phytopathology* 82:131–35.

- [28] Vila, L., Lacadena, V., Fontanet, P., Martinez del Pozo, A., San Segundo, B. (2001). A protein from the mold *Aspergillus giganteus* is a potent inhibitor of fungal plant pathogens. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 14:1327–31.
- [29] Hegedüs, N., Marx, F. (2013). Antifungal proteins: more than antimicrobials? *Fungal Biol. Rev.* 26:132–45.
- [30] Khan, R., Najeeb, S., Hussain, S., Xie, B., Li, Y. (2020). Bioactive secondary metabolites from *Trichoderma* spp. against phytopathogenic fungi. *Microorganisms* 8:817.
- [31] Osada, H. (2019). Discovery and applications of nucleoside antibiotics beyond polyoxin. *J. Antibiot.* 72:855–64.
- [32] Mika, J. T., Moiset, G., Cirac, A. D., Feliu, L, Bardají, E., et al. (2011). Structural basis for the enhanced activity of cyclic antimicrobial peptides: the case of BPC194. *Biochim. Biophys. Acta* 1808:2197–205.
- [33] Shi, M., Chen, L., Wang, X. W., Zhang, T., Zhao, P. B., et al. (2012). Antimicrobial peptaibols from *Trichoderma pseudokoningii* induce programmed cell death in plant fungal pathogens. *Microbiology* 158:166–75.
- [34] Montesinos, E. (2023). Functional peptides for plant disease control. *Annual Review of Phytopathology*, 61(1), 301-324.
- [35] Kunihiro, S., Kaneda, M. (2003). Glomecidin, a novel antifungal cyclic tetrapeptide produced by *Streptomyces lavendulae* H698 SY2. *J. Antibiot.* 56:30–33.
- [36] Ma, Z., Ongena, M., Höfte, M. (2017). The cyclic lipopeptide orfamide induces systemic resistance in rice to *Cochliobolus miyabeanus* but not to *Magnaporthe oryzae*. *Plant Cell Rep.* 36:1731–46.
- [37] Cao, H., Ke, T., Liu, R., Yu, J., Dong, C., et al. (2015). Identification of a novel proline-rich antimicrobial peptide from *Brassica napus*. *PLOS ONE* 10:e0137414.
- [38] Faccio, P., Vazquez-Rovere, C., Hopp, E., González, G., Décima-Oneto, G., et al. (2011). Increased tolerance to wheat powdery mildew by heterologous constitutive expression of the *Solanum chacoense* Snakin-1 gene. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 47:135–41.
- [39] Muramoto, N., Tanaka, T., Shimamura, T., Mitsukawa, N., Hori, E, et al. (2012). Transgenic sweet potato expressing thionin from barley gives resistance to black rot disease caused by *Ceratocystis fimbriata* in leaves and storage roots. *Plant Cell Rep.* 31(6):987–97.

- [40] Ishimaru, C., Klos, E. J. & Brubaker, R. R. (1988). Multiple antibiotic production by *Erwinia herbicola*. *Phytopathology* 78: 746–750.
- [41] Parret, A. H. A., Temmerman, K. & De Mot, R. (2005). Novel lectin-like bacteriocins of biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* Pf-5. *Appl Environ Microbiol* 71: 5197–5207.
- [42] Lacadena, J., Martinez del Pozo, A., Gasset, M., Campos-Olivas, R., Vazquez, C. & Martinez-Ruiz, A. (1995). Characterization of the antifungal protein secreted by the mould *Aspergillus giganteus*. *Arch Biochem Biophys* 324: 273–281.
- [43] Kaiserer, L., Oberparleiter, C., Weiler-Gorz, R., Burgstaller, W., Leiter, E. & Marx, F. (2003). Characterization of the *Penicillium chrysogenum* antifungal protein PAF. *Arch Microbiol* 180: 204–210.
- [44] Le, G. D., Shin, S. Y., Maeng, C. Y., Jin, Z. Z., Kim, K. L. & Hanm, K. S. (1999). Isolation and characterization of a novel antifungal peptide from *Aspergillus niger*. *Biochem Biophys Res Commun* 263: 646–651.
- [45] Moreno, A. B., Martínez, A., Borja, M. & SanSegundo, B. (2003) Activity of the antifungal protein from *Aspergillus giganteus* against *Botrytis cinerea*. *Mol Plant-Microbe Interact* 93: 1344–1353.
- [46] Moreno, A. B., Penas, G., Rufat, M., Bravo, J. M., Estopa, M., Messeguer, J. & SanSegundo, B. (2005). Pathogen-induced production of the antifungal AFP protein from *Aspergillus giganteus* confers resistance to the blast fungus *Magnaporthe grisea* in transgenic rice. *Mol Plant-Microbe Interact* 18: 960–972.
- [47] Xiao-Yan, S., Qing-Tao, S., Shu-Tao, X., Xiu-Lan, C., Cai-Yun, S., & Yu-Zhong, Z. (2006). Broad-spectrum antimicrobial activity and high stability of Trichokonins from *Trichoderma koningii* SMF2 against plant pathogens. *FEMS Microbiology Letters*, 260(1), 119-125.
- [48] Goulard, C., Hlimi, S., Rebuffat, S., & Bodo, B. (1995). Trichorzins HA and MA, antibiotic peptides from *Trichoderma harzianum* I. Fermentation, isolation and biological properties. *The Journal of Antibiotics*, 48(11), 1248-1253.
- [49] Schirmbock, M., Lorito, M., Wang, Y. L., Hayes, C. K., Arisan-Atac, I., Scala, F., Harman, G. E. & Kubicek, C. P. (1994). Parallel formation and synergism of hydrolytic enzymes and peptaibol antibiotics, molecular mechanisms involved in the antagonistic action

of *Trichoderma harzianum* against phytopathogenic fungi. *Appl Environ Microbiol* 60: 4364–4370.

[50] Raaijmakers, J. M., de Bruijn, I. & de Kock, M. J. D. (2006). Cyclic lipopeptide production by plant-associated *Pseudomonas* spp: diversity, activity, biosynthesis, and regulation. *Mol Plant Microbe Interact* 19: 699–710.

[51] Lavermicocca, P., Iacobellis, N. S., Simmaco, M. & Graniti, A. (1997). Biological properties and spectrum of activity of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* toxins. *Physiol Mol Plant Pathol* 50: 129–140.

[52] Grgurina, I., Bensaci, M., Pocsfalvi, G., Mannina, L., Cruciani, O., Fiore, A., ... & Takemoto, J. Y. (2005). Novel cyclic lipodepsipeptide from *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* strain 508 and syringopeptin antimicrobial activities. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 49(12), 5037-5045.

[53] Burr, T. J., Matteson, M. C., Smith, C. A., Corral-Garcia, M. R. & Huang, T. Z. (1996). Effectiveness of bacteria and yeasts from apple orchards as biological control agents of apple scab. *Biol Control* 6: 151–157.

[54] Bassarello, C., Lazzaroni, S., Bifulco, G., Lo Cantore, P., Iacobellis, N. S., Riccio, R., Gomez-Paloma, L. & Evidente, A. (2004). Tolaasins A–E, five new lipodepsipeptides produced by *Pseudomonas tolaasii*. *J Nat Prod* 67: 811–816.

[55] Pedras, M. S., Ismail, N., Quail, J. W. & Boyetchko, S. M. (2003) Structure, chemistry, and biological activity of pseudophomins A and B, new cyclic lipodepsipeptides isolated from the biocontrol bacterium *Pseudomonas fluorescens*. *Phytochemistry* 62: 1105–1114.

[56] De Souza, J. T., de Boer, M., de Waard, P., Van Beek, T. A. & Raaijmakers, J. M. (2003). Biochemical, genetic and zoosporicidal properties of cyclic lipopeptide surfactants produced by *Pseudomonas fluorescens*. *Appl Environ Microbiol* 69: 7161–7172.

[57] Nielsen, T. H., Sorensen, D., Tobiasen, C., Andersen, T. R. & Christophersen, C. (2002). Antibiotic and biosurfactant properties of cyclic lipopeptides. *Appl Environ Microbiol* 68: 3416–3423.

[58] Nielsen, T. H. & Sorensen, J. (2003). Production of cyclic lipopeptides by *Pseudomonas fluorescens* strains in bulk soil and in the sugar beet rhizosphere. *Appl Environ Microbiol* 69: 861–868.

- [59] Ongena, M., Jacques, P., Toure, Y., Destain, J., Jabrane, A. & Thonart, P. (2005). Involvement of fengycin-type lipopeptides in the multifaceted biocontrol potential of *Bacillus subtilis*. *Appl Microbiol Biotechnol* 69: 29–38.
- [60] Gueldner, R. C., Reilly, C. C., Pusey, P. L., Costello, C. F., Arrendale, R. F., Cox, R. H., Himmelsbach, D. S., Crumley, F. G. & Cutler, H. G. (1988). Isolation and Identification of iturins as antifungal peptides in biological control of peach brown rot with *Bacillus subtilis*. *J Agric Food Chem* 36: 366–370.
- [61] Asaka, O. & Shoda, M. (1996). Biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *Bacillus subtilis* RB14. *Appl Environ Microbiol* 62: 4081–4085.
- [62] Romero, D., de Vicente, A., Rakotaoly, R. H, Dufour, S. E., Veening, J. W., Arrebola, E., Cazorla, F., Kuipers, O. P., Paquot, M. & Perez-Garcia, A. (2007). The iturin and fengycin families of lipopeptides are key factors in antagonism of *Bacillus subtilis* towards *Podosphaera fusca*. *Mol Plant-Microbe Interact*.
- [63] Selim, S., Negrel, J, Govaerts, G., Gianinazzi, S. & van Tuinen, D. (2005). Isolation and partial characterization of antagonistic peptides produced by *Paenibacillus* sp. strain B2 isolated from the sorghum mycorrhizosphere. *Appl Environ Microbiol* 71: 6501–6507.
- [64] Brady, S. F., Wright, S. A., Lee, J. C., Sutton, A. E., Zumoff, C. H., Wodzinski, R. S., Beer, S. V. & Clardy, J. (1999). Pantocin B, an antibiotic from *Erwinia herbicola* discovered by heterologous expression of cloned genes. *J Am Chem Soc* 121: 11912–11913.
- [65] Jin, M., Wright, S., Beer, S. & Clardy, J. (2003). The biosynthetic gene cluster of pantocin A provides insights into biosynthesis and a tool for screening. *Angew Chem Int Ed* 42: 2902–2905.
- [66] Copping, G. L. & Menn, J. L. (2000). Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. *Pest Manag Sci* 56: 651–676.
- [67] Stein, T. (2005). *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Mol Microbiol* 56: 845–857.
- [68] Park, J. M. (2005). The hypersensitive response: a cell death during disease resistance. *Plant Pathol. J.* 21: 99-101

BİTKİ PATOJENLERİNE KARŞI KULLANILAN FUNGAL ENDOFİTLER

Dr. Öğr. Üyesi Meltem AVAN¹

Adıyaman Üniversitesi, meltemavan@adiyaman.edu.tr - 0000-0002-2939-8177

Araş. Gör. Mehmet ATAY¹

Adıyaman Üniversitesi, matay@adiyaman.edu.tr - 0000-0001-5751-4764

Özet

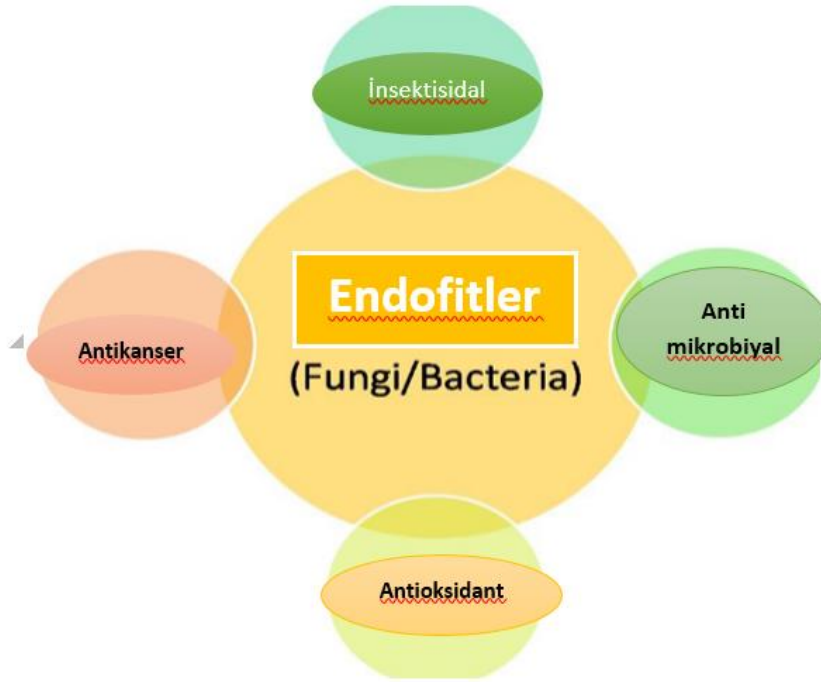
Fungal endofitler, bitkilerle ilişkili bir mikroorganizma grubudur. Bitki türlerinin çoğu yapraklar, dallar, gövdeler ve kökler dâhil olmak üzere yaşayan tüm bitki dokularını semptom göstermeden enfekte eden veya kolonize eden fungal endofitleri barındırmaktadır. Konukçu bitki gelişmesi ve savunmasında faydalı oldukları ve çeşitli önemli ikincil metabolitler üretebildikleri için, giderek artan sayıda endofitik araştırmalar dikkat çekmektedir. Endofitler bitkilerde bol miktarda bulunur ve özellikle tarım alanında hastalıklara neden olan patojenlerden bitkileri koruma yetenekleri üzerine sürekli çalışmalar yapılmaktadır. Endofitler, fenolik asitler, alkaloidler, saponinler, steroidler, kinonlar, tanenler ve terpenoidler gibi birçok biyoaktif metabolitin deposu olarak bulunmaktadır. Bu da onları antikanser, antiviral, antitüberküloz, antidiyabetik, antiinflamatuvar, antiartrit ve immünoşüpresif özelliklerden dolayı umut verici bir aday olarak oldukça ilgi görmektedir. Endofitlerin diğer biyolojik kontrol ajanlarına göre avantajı, bitkinin iç dokularını kolonize edebilme yeteneğidir. Fakat bitki-fungal endofit etkileşiminin düzenlenmesi ve fungal endofitlerin bitkiyi patojenlerden nasıl koruduğu hakkında çok az şey bilinmektedir. Buna rağmen, endofitlerin bitkiyi hastalıklardan korumada kullandığı mekanizmanın anlaşılması hem etkinliğini tespit etmek hem de ticarileştirme yeteneği ortaya çıkarabilmek açısından oldukça gereklidir.

Anahtar kelimeler: Endofitik funguslar, patojenler, biyolojik kontrol, bitki koruma, sürdürülebilir tarım

GİRİŞ

Fungal endofitler, konukçu bitkinin hücrelerinin içinde veya hücreler arasında boşlukta yaşayan ve belirgin bir zarara neden olmayan mikroorganizmalardır [1-2]. Bir başka tanımlamaya göre, yüzeyi dezenfekte edilmiş bitki dokusundan izole edilebilen veya bitki içinden ekstrakte edilebilen ve bitkiye gözle görülür şekilde zarar vermeyen mikroorganizmalar şeklinde tanımlanmış olsa da [3], bu tanımlamanın da çok doğru olduğu düşünülmektedir. Çünkü hem kültüre alınamayan endofitleri hesaba katmaz hem de fitopatojeniteyi değerlendirmek ve latent patojenleri endofitlerden ayırmak her zaman kolay olmamaktadır [4-5].

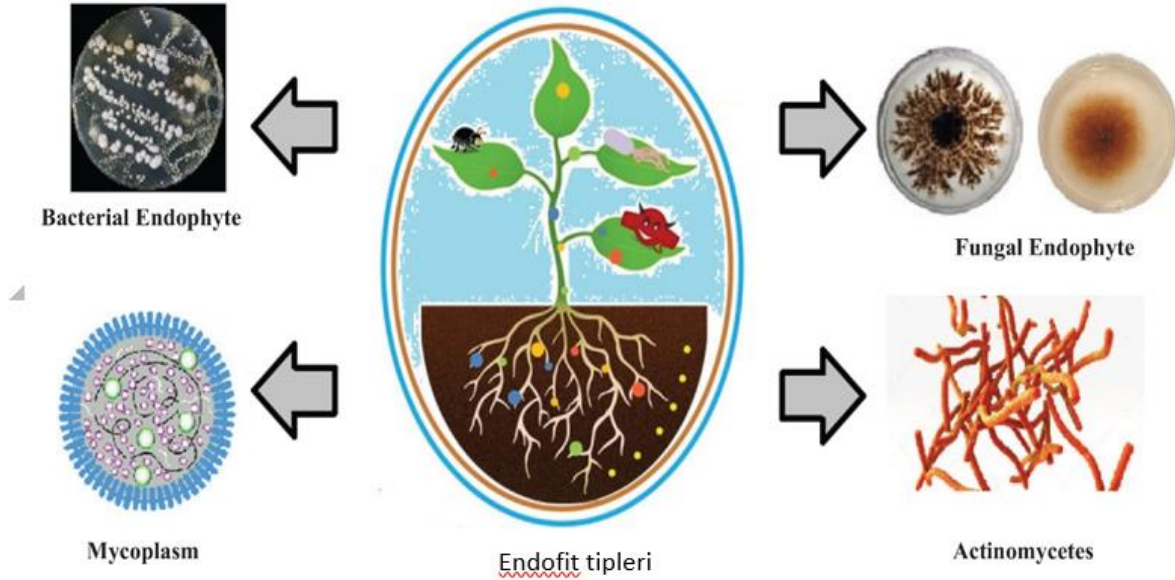
Endofitler, bitki mikroorganizmaları arasında patojenlerden daha çeşitli ve bol miktarda yer almakla birlikte [6], bir bitkinin tohumuna, köküne, gövdesine, yaprağına giriş yaparlar fakat konukçu bitkiye zararlı vermezler [7]. Endofitler, fitohormonlar salgılayarak bitki gelişimini teşvik eder ve çift yönlü besin aktarımı ile beslenmenin iyileştirilmesine ve bitkileri fitopatojenlere karşı koruyarak bitkilerin sağlığının korunmasına yardımcı olurlar [8-9]. Ayrıca bitkilerin kuralığa karşı ve ağır metaller gibi çevrenin zararlı koşullarına karşı korunmasını yardımcı olurlar [10-11] (Şekil 1).



Şekil 1. Endofitlerin çeşitli biyoaktif bileşiklerinin farklı endüstrilerde kullanımı [12].

Endofitler bitki dokularında uzun süre yaşayabilmekte ve bitkiyi hem biyotik hem de abiyotik strese karşı koruyabilme özelliğine sahiptirler [5]. Endofitik funguslar, bitkiler âleminde her yerde bulunup hemen hemen tüm bitki parçalarından izole edilmişlerdir. Çeşitli fungal endofitler, tütün [13], domates [14], buğday [15-16] ve muz [17-18] gibi birçok önemli bitkide bulunmuştur. Doğrudan mekanizmalar (rekabet, parazitik ve antimikrobiyal etkiler yoluyla) ve dolaylı mekanizmalar (teşvik edilmiş direnç) aracılığıyla türler arası etkileşimler kurarak patojen istilasından korurlar [19-21].

Kısaca, bitki patojenlerinin doğal düşmanlarıdır ve konukçu bitkiye, insana ve çevre sağlığına zarar vermeden bitki hastalıklarıyla mücadele etmek için mikrobiyal biyokontrol ajanları olarak harekete geçmektedirler. Tarımsal gelişim için yeni doğal ürünlerin potansiyel bir kaynağıdır [22] (Şekil 2).



Şekil 2. Farklı fungal endofitler ve uygulamaları [23].

Sağlıklı bitki dokularında kolonize olan ve semptom göstermeden gelişebilen endofitik funguslar, bitki patojeni funguslardan evrimleşerek patojenik olmayan hale geçebilse de [24, 25, 1, 26], stres koşulları altında konukçu bitkide hastalık belirtilerine neden olmaktadır [27-28]. Fungal endofitler, bitkiyi hastalıklardan ve zararlılardan korumada [29-31], bitki gelişimini teşvik etmede [32], çoklu strese karşı direnci artırmada [33-34] rol oynamaktadırlar.

Endofitik funguslar iyi organize edilmiş doğrudan ve dolaylı mekanizmalar aracılığıyla bitkiyi korumaktadır ve konukçu bitki ile karşılıklı ilişki içerisine girmektedirler [35-37]. Bu ilişkiler, bitki gelişiminin teşvik edilmesinde [38], patojeni engellemede [37], toprak kirleticilerinin giderilmesinde [39] ve tuzluluk, kuraklık ve aşırı sıcaklık gibi abiyotik strese faktörlerine karşı toleransın iyileştirilmesinde [40-41] rol oynamaktadırlar.

Bitkiler, patojenlere karşı uyarılmış genetik bazı savunma mekanizmaları ile direnç göstermektedirler [42]. Hassas bitkilerde hastalık geliştikçe, konukçuda patojenin virülanslığına, enfeksiyona, konukçunun genetik duyarlılığına ve abiyotik koşullara bağlı olarak bazı belirtiler ortaya çıkmaktadır [43]. Endofitlerin de bu koşullarda hastalık şiddetini azaltabileceği tespit edilmiştir.

Endofitlerle ilgili yapılan çalışmalara göre birçok bitkide buldukları ve çok sayıda oldukları tespit edilmiştir. Birçok biyoaktif metabolit olarak ilgili enzimleri üretme yetenekleri olduğu içinde önem kazanmıştır [44-45]. Bununla beraber biyokontrol, antimikrobiyal, antitümör ajanları ve antidiyabetik ajanlar olarak çalıştıkları, antiviral bileşikler ve ikincil metabolitler salgılamada, doğal antioksidanlar, antibiyotikler ve böcek öldürücü ürünler geliştirme yeteneklerinin bir sonucu olarak biyoteknolojik ve endüstriyel olarak önem kazanmaktadır [46-47]. Ayrıca bitkiye aşılandıkları zaman, bitkide önemli derecede biyokütle artışına neden olduğu [48, 9] ve tarımsalda kimyasalların yerine zengin bir doğal ürün kaynağı kullanılabileceği tespit edilmiştir [49]. Bu bildiride endofitik funguslar üzerinde durulmuş ve bitki korumada kullanılan endofitlerin çeşitli etki mekanizmaları açıklanması amaçlanmıştır.

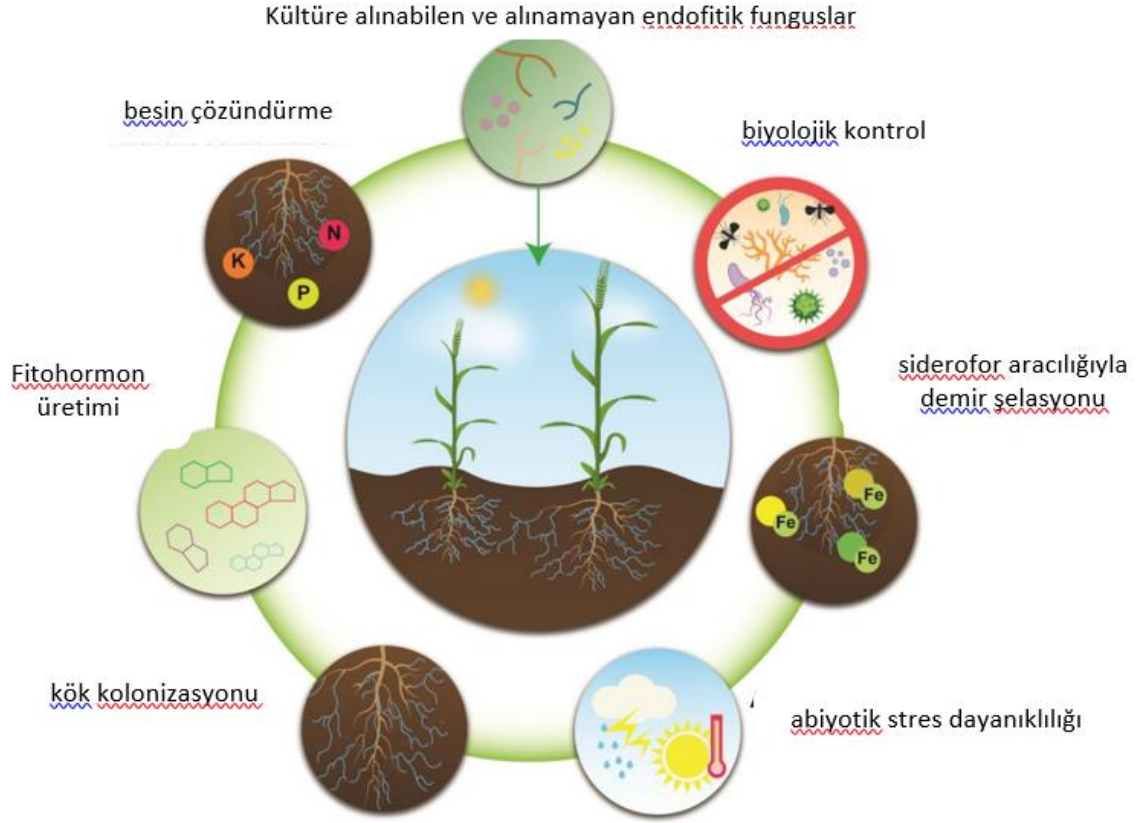
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA FUNGAL ENDOFİTLERİN ROLÜ

Kimyasal pestisitlerin yanlış kullanımı, çevre kirliliği, toksik kalıntı etkisi, bitki patojenlerinde direnç gelişimi ve faydalı mikroorganizmalar üzerinde hedef dışı etki konusunda ciddi endişelere yol açmış olup, araştırmacıların tarımsal üretimin artan talebini karşılamak için çevre dostu alternatifler benimsemeye olan ilgisini değiştirmiştir [50-51]. Bitki sağlığını iyileştirerek ve onları patojen saldırılarından koruyan, bitkilerle simbiyotik ilişkisi kuran, sürdürülebilir tarımda hayati bir rol oynayan endofitler, tarımda biyolojik gübreler veya fito-remediasyon uygulamaları olarak dikkat çekmiştir [52].

Endofit tarafından geliştirilen bitki gelişiminin teşviki, kök kolonize eden endofit *Piriformospora indica* için, gelişmiş besin alımı ve gelişmede yer alan fitohormonların modülasyonu yoluyla elde edilen başka bir yararlı özellik olarak düşünülmektedir [53].

Fungal endofitlerinin bitki sağlığına fayda sağladığı ve bitki konukçusunun biyotik ve abiyotik streslere karşı adaptasyon yeteneğini artırdığı bilinmektedir [54, 55, 5]. Bu fungusların çeşitli ikincil metabolitleri bulunmaktadır [56-57], bunlardan bazıları konukçu bitkiyi hastalıklardan ve zararlılardan korumak için kullanılan biyoaktif bileşiklerken aynı zamanda bitki konukçusuyla belirli etkileşimler sağlamak için kullanılan metabolitler olarak da değerlendirilmektedir.

Fungal endofitler, konukçu bitkide üretimi ve stres direncini artıran biyolojik kontrol ajanları olarak işlev görmektedirler [58-59] (Şekil 3).



Şekil 3. Tarımda endofitlerin potansiyel rolleri [60].

Endofitler; alkaloidler, flavonoidler, terpenoidler, kinonlar, klorlu metabolitler, iskumarin türevleri ve fenolik bileşikler gibi savunma bileşiklerinin üretimi nedeniyle konukçu bitkilerde direnç oluşturmakla birlikte [61-62]; salisilik asit, sideroforlar, hücre duvarı parçalayıcı enzimler ve antifungal bileşikler üreterek ve farklı bitki patojenlerine karşı doğrudan

antagonizma oluşturarak sistemik direnç oluşturmaktadırlar [63-64]. Aynı zamanda gibberellin (GA), indol asetik asit (IAA), fosfat çözünürlüğü ve sitokin gibi farklı ürünlerde bitki gelişimini teşvik eden (PGP) aktif hormonlar üretebilmektedirler [65-66].

Ürünlerde fungal endofitlerin faydalarını en üst düzeye çıkarmak için, belirli bir üründe yaygın olarak bulunan mikrobiyal simbiyontların doğasını, konukçu bitkiye başarılı bir şekilde yerleşmeleri için çevresel gelişme koşullarını, hastalık kontrolündeki rollerini, bitki gelişimini ve biyolojik olarak aktif metabolitler üretme yeteneklerini anlamak zorunludur [67-68].

Fungal endofitler konukçu bitkiye abiyotik ve biyotik streslere karşı gelişmiş direnç sağlamaktadır [69-70]. Endofitlerin tarımda kullanımının başarılı bir şekilde uygulanmasının önünde çok sayıda engel vardır, endofitler konukçu bitkilere bilinen birçok fayda sağlayabilmesine rağmen, geleneksel tarım uygulamalarına hala bir öncelik verilmektedir. Modern tarım öncelikle kimyasal gübrelere ve fungusitlere bağlı olarak devam etmektedir. Fakat fungusitlerin kullanımı fungal endofitler üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir ve kimyasal gübreler konukçu bitkinin endofitik simbiyontlarına olan bağımlılığını azaltmaktadır [71].

BİTKİLERİN PATOJENLERDEN DOĞRUDAN KORUNMA MEKANİZMALARI

Endofitler üzerinde yapılan son çalışmalar, hastalıklara karşı konukçu savunmasını artırma ve patojen mikroorganizmalara atfedilen hasarları azaltma kapasitelerini ortaya koymuştur [72-73]. Endofitlerin, patojen ve bitki düzenlemeleri hakkındaki mevcut bilgiler hala tam olarak anlaşılmamıştır [72]. Doğrudan mekanizmada, endofitler patojenleri baskılamaya yardımcı olan antibiyotikleri doğrudan üretir. Ancak, doğrudan endofit-patojen etkileşimleri bileşiktir ve türlere özgü antagonizmaya yanıt vermektedir [74].

Endofitlerin çoğunun bazı ikincil metabolitler ürettiği ve bazılarının fitopatojenik mikroorganizmaların gelişimini engellemeye yardımcı olan antibakteriyel ve antifungal özellikler sergilediği bildirilmiştir [57]. Endofitlerden antimikrobiyal özelliklere sahip birçok metabolit keşfedilmiştir; yakın zamanda incelenenlerden bazıları flavonoidler, peptitler, kinonlar, alkaloidler, fenoller, steroidler, terpenoidler ve poliketidlerdir [75-76]. Alkaloidlerin mikroorganizmaların çoğalmasını engellemede güçlü bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir; örneğin, endofit *Alternaria* spp.'den izole edilen yeni bir alkaloid olan altersetin, patojenik olan birçok gram pozitif bakteriye karşı güçlü bir antibakteriyel etki göstermiştir [77].

Antibiyoz sergileyen bir diğer metabolit ise uçucu bir yağdır. Tropikal ağaçlardan elde edilen bir endofitik fungus olan *Muscodor albus* antibiyotik özellikler ürettiği bildirilen asifilen, 2 bütanon ve 2-metil furan dahil olmak üzere birçok uçucu organik bileşik üretmiştir [78]. Ayrıca, *Artemisia annua*'dan in vitro izole edilen fungal endofitler, n-bütanol ve etilasetat gibi antifungal bileşikler üreterek çoğu fitopatogenik organizmanın gelişimini baskılamaktadır [79]. Endofitlerin antimikrobiyal özellikleriyle ilgili ilgili çalışmaların bir kısmı Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Endofitlerin antimikrobiyal aktiviteleri üzerine yapılan çalışmalar

Endofitler	Konukçu bitki	Aktivite	Bileşikler	Bileşiklerin sınıfı	Ref.
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Allanmands cathartica</i>	Antifungal	Terpene	Terpenoids	[80]
<i>Bacillus atrophaeus</i> , <i>Bacillus mojavensis</i>	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	Antifungal	1,2-bezenedicarboxyl acid, Methyl ester, Decanodioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	Polyketides	[81]
<i>Lysinibacillus</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Bacillus</i> türleri	<i>Combretum molle</i>	Antibakteriyel	-	-	[82]
<i>Phoma sp.</i>	<i>Cinnamomum mollissimum</i>	Antifungal	5-hydroxyramulsin	Polyketides	[83]
<i>Geotrichum candidum</i> , <i>Cylindrocladium sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> <i>Cladosporium cladosporioides sp.</i> , <i>Mucor pusillus</i> , <i>Rhizopus sp.</i> , <i>Alternaria alternata</i>	<i>Phyllanthus reticulatus</i> Poir	Antibakteriyel ve antifungal	-	-	[84]
<i>Phomopsis sp.</i> , <i>Botryosphaeria sp.</i>	<i>Garcinia sp.</i>	Antibakteriyel ve antifungal	-	-	[85]
<i>Streptomyces noursei</i>	-	Antifungal	Nystatin	Steroids	[86]
<i>Streptomyces sp</i>	-	Antibakteriyel	Harmaomycin	Peptide türevleri	[87]

PATOJENLERDEN BİTKİ KORUMASININ DOLAYLI MEKANİZMALARI

Bitkiler kuraklık, tuz stresi ve soğuk gibi aşırı koşullarda hayatta kalmak için çeşitli mekanizmalar kullanmaktadırlar. Oluşan bu biyokimyasal ve morfolojik değişikliklerden bazıları aşırı duyarlı tepki, hücrel nekroz ve fitoaleksinin üretimidir. Endofitler, ikincil metabolitlerin üretimi ve gelişmiş direnç yoluyla bitki savunma mekanizmasını artırır. Domatesin kök ve yaprak patojeni olan *Septoria lycopersici*'ye karşı ISR'yi tetikleyen ve köklerdeki PR genlerini, PR7 ve PR5 aktivitelerini aktive eden *Fusarium solani* adı verilen önemli endofitleri barındırır [88]. Patojenik olmayan bir *Colletotrichum magna* mutant izolatının *Cucumis sativus* ve *Citrullus lanatus*'a aşılmasının, bitkiyi *Fusarium oxysporum* ve *Colletotrichum orbiculare*'nin neden olduğu hastalıklara karşı korumaya yardımcı olan yüksek miktarda peroksidaz, lignin birikimi ve fenilalanin amonyak ürettiğini bildirmiştir [89]. *Neotyphodium lolii*'nin dört farklı patojene karşı mücadele etmesiyle yapraklardaki lezyonlarda azalma gözlemlenmiştir; bu, konukçu bitkinin peroksidaz ve süperoksit dismutaz aktivitelerinin artmasına bağlanabildiği bildirilmiştir [90].

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Endofitik mikroorganizmalar, hem doğrudan hem de dolaylı olmak üzere farklı etki mekanizmaları kullanarak bitkiyi destekleyip onların gelişimini hızlandırmaktadır. Tarımda yararlı mikroorganizmaların bu faydaları ile pestisit, kimyasal gübre ve diğer yapay kimyasalların kullanımını minimize edebilmek açısından önem taşımaktadır. Bu maksatla tarımsal üretimi artırmak için endofitlere olan ilgi ve kullanım her geçen gün artmaktadır ve sürdürülebilir tarımda önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. İnsanlar sentetik kimyasalların çevre ve faydalı mikroorganizmalar üzerindeki olumsuz etkileri konusunda daha da bilindikçe fungal endofitlerin biyolojik kontrol ajanları olarak tarımda kullanımı yaygın hale gelebilecektir.

KAYNAKÇA

- [1] Saikkonen, K., Faeth, S. H., Helander, M., & Sullivan, T. J. (1998). Fungal endophytes: a continuum of interactions with host plants. *Annual review of Ecology and Systematics*, 29(1), 319-343.
- [2] Stone, J. K., Bacon, C. W., & White Jr, J. F. (2000). An overview of endophytic microbes: endophytism defined. *Microbial Endophytes*, 17-44.
- [3] Hallmann, J., Quadt-Hallmann, A., Mahaffee, W. F., & Kloepper, J. W. (1997). Bacterial endophytes in agricultural crops. *Canadian Journal of Microbiology*, 43(10), 895-914.
- [4] Mercado-Blanco, J. (2014). Life of microbes inside the plant. In *Principles of Plant-Microbe Interactions: Microbes for Sustainable Agriculture* (pp. 25-32). Cham: Springer International Publishing.
- [5] Card, S., Johnson, L., Teasdale, S., & Caradus, J. (2016). Deciphering endophyte behaviour: the link between endophyte biology and efficacious biological control agents. *FEMS Microbiology Ecology*, 92(8), fiw114.
- [6] Ganley, R. J., Brunfeld, S. J., & Newcombe, G. (2004). A community of unknown, endophytic fungi in western white pine. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(27), 10107-10112.
- [7] Yadav, A. N. (2018). Biodiversity and biotechnological applications of host specific endophytic fungi for sustainable agriculture and allied sectors. *Acta Sci. Microbiol.* 1:44.
- [8] Andreozzi, A., Prieto, P., Mercado-Blanco, J., Monaco, S., Zampieri, E., Romano, S., ... & Bianco, C. (2019). Efficient colonization of the endophytes *Herbaspirillum huttiense* RCA24 and *Enterobacter cloacae* RCA25 influences the physiological parameters of *Oryza sativa* L. cv. Baldo rice. *Environmental Microbiology*, 21(9), 3489-3504.
- [9] Shen, F. T., Yen, J. H., Liao, C. S., Chen, W. C., & Chao, Y. T. (2019). Screening of rice endophytic biofertilizers with fungicide tolerance and plant growth-promoting characteristics. *Sustainability*, 11(4), 1133.
- [10] Khan, M. A., Asaf, S., Khan, A. L., Ullah, I., Ali, S., Kang, S.-M., et al. (2019). Alleviation of salt stress response in soybean plants with the endophytic bacterial isolate *Curtobacterium* sp. SAK1. *Ann. Microbiol.* 69, 797–800. doi: 10.1007/s13213-019-01470-x

- [11] Kushwaha, P., Kashyap, P. L., Kuppusamy, P., Srivastava, A. K., and Tiwari, R. K. (2019). Functional characterization of endophytic bacilli from pearl millet (*Pennisetum glaucum*) and their possible role in multiple stress tolerance. *Plant Biosyst.* doi: 10.1080/11263504.2019.1651773.
- [12] Barkodia, M., Joshi, U., Rami, N., & Wati, L. (2018). Endophytes: A hidden treasure inside plant. *Int. J. Chem. Stud.*, 6(5), 1660-1665.
- [13] Lee, Y. S., & Kim, Y. C. (2019). Tobacco growth promotion by the entomopathogenic fungus, *Isaria javanica* pf185. *Mycobiology*, 47(1), 126-133.
- [14] Andrade-Linares, D.R., Gcorosch, R., Restrepo, S., Krumbein, A., Franken, P. (2011). Effects of dark septate endophytes on tomato plant performance. *Mycorrhiza*, 21, 413–422.
- [15] Nicolaisen, M., Justesen, A. F., Knorr, K., Wang, J., & Pinnschmidt, H. O. (2014). Fungal communities in wheat grain show significant co-existence patterns among species. *Fungal Ecology*, 11, 145-153.
- [16] Comby, M., Lacoste, S., Baillieul, F., Profizi, C., & Dupont, J. (2016). Spatial and temporal variation of cultivable communities of co-occurring endophytes and pathogens in wheat. *Frontiers in microbiology*, 7, 403.
- [17] Zakaria, L., & Rahman, N. H. A. (2011). Endophytic *Fusarium* spp. from wild banana (*Musa acuminata*) roots. *African Journal of Microbiology Research*, 5(21), 3600-3602.
- [18] Junior, C. A. S., Marcon, J., Andrade, P. A. M., Silva, J. A., Faraldo, M. I. F., Verdi, M. C. Q., ... & Azevedo, J. L. D. (2018). Endophytic bacterial and fungi associated to banana leaves (*Musa* spp.) cultivated under organic management. *Journal of Agricultural Science*, 10(10), 460-467.
- [19] Al-Ani, L. K. T., Aguilar-Marcelino, L., Fiorotti, J., Sharma, V., Sarker, M. S., Furtado, E. L., ... & Herrera-Estrella, A. (2020). Biological control agents and their importance for the plant health. In *Microbial services in restoration ecology* (pp. 13-36). Elsevier.
- [20] Fadiji, A. E., & Babalola, O. O. (2020). Elucidating mechanisms of endophytes used in plant protection and other bioactivities with multifunctional prospects. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, 467.
- [21] De Lamo, F. J., & Takken, F. L. (2020). Biocontrol by *Fusarium oxysporum* using endophyte-mediated resistance. *Frontiers in Plant Science*, 11, 37.
- [22] Akram, S., Ahmed, A., He, P., He, P., Liu, Y., Wu, Y., ... & He, Y. (2023). Uniting the role of endophytic fungi against plant pathogens and their interaction. *Journal of Fungi*, 9(1), 72.

- [23] Shah, S. K., Dey, Y. N., Madhavan, Y., & Maity, A. (2023). Fungal Endophytes: A Storehouse of Bioactive Compounds. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 23(9), 978-991.
- [24] Carroll, G. (1988). Fungal endophytes in stems and leaves: from latent pathogen to mutualistic symbiont. *Ecology*, 69: 2-9.
- [25] Freeman, S., Rodriguez, J. R. (1993). Genetic conversion of a fungal plant pathogen to a nonpathogenic, endophytic mutualist. *Science* 260: 75-78.
- [26] Kogel, K. H., Franken, P., Huckelhoven, R. (2006). Endophyte or parasite-what decides? *Curr. Opin. Plant Biol.* 9: 358-363.
- [27] Clay, K., Schardl, C. (2002). Evolutionary Origins and Ecological Consequences of Endophyte Symbiosis with Grasses. *Am. Nat.*, 160: 99-127.
- [28] Schulz, B., Boyle, C. (2005). The endophytic continuum. *Mycol. Res.* 109: 661-686.
- [29] Wilkinson, H. H., Siegel, M. R., Blankenship, J. D., Mallory, A. C., Bush, L. P., Schardl, C. L. (2000). Contribution of fungal loline alkaloids to protection from aphids in a grass-endophyte mutualism. *Mol. Plant Microbe, In.* 13: 1027-1033.
- [30] Tanaka, A., Tapper, B. A., Popay, A., Parker, E. J., & Scott, B. (2005). A symbiosis expressed non-ribosomal peptide synthetase from a mutualistic fungal endophyte of perennial ryegrass confers protection to the symbiotum from insect herbivory. *Molecular microbiology*, 57(4), 1036-1050..
- [31] Vega, F. E., Posada, F., Aime, M. C., Pava-Ripoll, M., Infante, F., & Rehner, S. A. (2008). Entomopathogenic fungal endophytes. *Biological control*, 46(1), 72-82..
- [32] Dai, C. C., Yu, B. Y., & Li, X. (2008). Screening of endophytic fungi that promote the growth of *Euphorbia pekinensis*. *African Journal of Biotechnology*, 7(19).
- [33] Lewis, G. C. (2004). Effects of biotic and abiotic stress on the growth of three genotypes of *Lolium perenne* with and without infection by the fungal endophyte *Neotyphodium lolii*. *Annals of applied biology*, 144(1), 53-63.
- [34] Malinowski, D. P., Zuo, H., Belesky, D. P., & Alloush, G. A. (2004). Evidence for copper binding by extracellular root exudates of tall fescue but not perennial ryegrass infected with *Neotyphodium* spp. endophytes. *Plant and Soil*, 267, 1-12..
- [35] Arnold, A. E., Maynard, Z., Gilbert, G. S., Coley, P. D., & Kursar, T. A. (2000). Are tropical fungal endophytes hyperdiverse?. *Ecology letters*, 3(4), 267-274.
- [36] Aly, A. H., Debbab, A., Kjer, J., & Proksch, P. (2010). Fungal endophytes from higher plants: a prolific source of phytochemicals and other bioactive natural products. *Fungal diversity*, 41, 1-16.

- [37] Bolívar-Anillo, H. J., Garrido, C., & Collado, I. G. (2020). Endophytic microorganisms for biocontrol of the phytopathogenic fungus *Botrytis cinerea*. *Phytochemistry Reviews*, 19(3), 721-740.
- [38] Oteino, N., Lally, R. D., Kiwanuka, S., Lloyd, A., Ryan, D., Germaine, K. J., & Dowling, D. N. (2015). Plant growth promotion induced by phosphate solubilizing endophytic *Pseudomonas* isolates. *Frontiers in microbiology*, 6, 745.
- [39] Gupta, A., Singh, S. K., Singh, V. K., Singh, M. K., Modi, A., Zhimo, V. Y., ... & Kumar, A. (2020). Endophytic microbe approaches in bioremediation of organic pollutants. In *Microbial endophytes* (pp. 157-174). Woodhead Publishing.
- [40] ALKahtani, M. D., Fouda, A., Attia, K. A., Al-Otaibi, F., Eid, A. M., Ewais, E. E. D., ... & Abdelaal, K. A. (2020). Isolation and characterization of plant growth promoting endophytic bacteria from desert plants and their application as bioinoculants for sustainable agriculture. *Agronomy*, 10(9), 1325.
- [41] Abdelaal, K., AlKahtani, M., Attia, K., Hafez, Y., Király, L., & Künstler, A. (2021). The role of plant growth-promoting bacteria in alleviating the adverse effects of drought on plants. *Biology*, 10(6), 520.
- [42] Jones, J. D., & Dangl, J. L. (2006). The plant immune system. *nature*, 444(7117), 323-329.
- [43] Stevens, R. B. (1960) *Plant pathology: an advanced treatise*. Academic Press, New York
- [44] Khan, A. L., Waqas, M., Kang, S. M., Al-Harrasi, A., Hussain, J., Al-Rawahi, A., ... & Lee, I. J. (2014). Bacterial endophyte *Sphingomonas* sp. LK11 produces gibberellins and IAA and promotes tomato plant growth. *Journal of Microbiology*, 52, 689-695.
- [45] Rajamanikyam, M., Vadlapudi, V., and Upadhyayula, S. M. (2017). Endophytic fungi as novel resources of natural therapeutics. *Brazil. Arch. Biol. Technol.* 60:2017160542. doi: 10.1590/1678-4324-2017160542.
- [46] Gouda, S., Das, G., Sen, S. K., Shin, H.-S., and Patra, J. K. (2016). Endophytes: a treasure house of bioactive compounds of medicinal importance. *Front. Microbiol.* 7:1538. doi: 10.3389/fmicb.2016.01538.
- [47] Yadav, A. N. (2018). Biodiversity and biotechnological applications of host specific endophytic fungi for sustainable agriculture and allied sectors. *Acta Sci. Microbiol.* 1:44.
- [48] Santoyo, G., Moreno-Hagelsieb, G., Del Carmen Orozco-Mosqueda, M., and Glick, B. R. (2016). Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Microbiol. Res.* 183, 92–99. doi: 10.1016/j.micres.2015.11.008

- [49] Fadiji, A. E., & Babalola, O. O. (2020). Elucidating mechanisms of endophytes used in plant protection and other bioactivities with multifunctional prospects. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, 467.
- [50] Akram, S., Khan, S. M., Khan, M. F., Khan, H. U., Tariq, A., Umar, U. U., & Gill, A. (2018). Antifungal activity of different systemic fungicides against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* associated with tomato wilt and emergence of resistance in the pathogen. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 30(2), 169-176.
- [51] Ahmed, A., Munir, S., He, P., Li, Y., He, P., Yixin, W., & He, Y. (2020). Biocontrol arsenals of bacterial endophyte: An imminent triumph against clubroot disease. *Microbiological Research*, 241, 126565.
- [52] Ortega, H. E., Torres-Mendoza, D., & Cubilla-Rios, L. (2020). Patents on endophytic fungi for agriculture and bio-and phytoremediation applications. *Microorganisms*, 8(8), 1237.
- [53] Johnson, J. M., Alex, T., & Oelmüller, R. (2014). Piriformospora indica: the versatile and multifunctional root endophytic fungus for enhanced yield and tolerance to biotic and abiotic stress in crop plants. *Journal of Tropical Agriculture*, 52(2), 103-122.
- [54] Rodriguez, R., & Redman, R. (2008). More than 400 million years of evolution and some plants still can't make it on their own: plant stress tolerance via fungal symbiosis. *Journal of experimental botany*, 59(5), 1109-1114.
- [55] Aly, A. H., Debbab, A., & Proksch, P. (2011). Fungal endophytes: unique plant inhabitants with great promises. *Applied microbiology and biotechnology*, 90, 1829-1845.
- [56] Tan, R. X., & Zou, W. X. (2001). Endophytes: a rich source of functional metabolites. *Natural product reports*, 18(4), 448-459.
- [57] Gunatilaka, A. L. (2006). Natural products from plant-associated microorganisms: distribution, structural diversity, bioactivity, and implications of their occurrence. *J. Nat. Prod.* 69, 509–526. doi: 10.1021/np058128n.
- [58] Lacava, P. T., & Azevedo, J. L. (2013). Biological control of insect-pest and diseases by endophytes. In *Advances in endophytic research* (pp. 231-256). New Delhi: Springer India.
- [59] Ghorbanpour, M., Omidvari, M., Abbaszadeh-Dahaji, P., Omidvar, R., & Kariman, K. (2018). Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. *Biological Control*, 117, 147-157.
- [60] Akram, S., Ahmed, A., He, P., He, P., Liu, Y., Wu, Y., ... & He, Y. (2023). Uniting the role of endophytic fungi against plant pathogens and their interaction. *Journal of Fungi*, 9(1), 72.

- [61] Zabalgoceazcoa, I. (2008). Fungal endophytes and their interaction with plant pathogens. *Span. J. Agric. Res.*, 6, 138.
- [62] Kaur, T. (2020). Fungal endophyte-host plant interactions: Role in sustainable agriculture. *Sustain. Crop Prod.*, 211.
- [63] Jacob, J., Krishnan, G. V., Thankappan, D., & Amma, D. K. B. N. S. (2020). Endophytic bacterial strains induced systemic resistance in agriculturally important crop plants. In *Microbial endophytes* (pp. 75-105). Woodhead Publishing.
- [64] Yuan, M., Huang, Y., Ge, W., Jia, Z., Song, S., Zhang, L., & Huang, Y. (2019). Involvement of jasmonic acid, ethylene and salicylic acid signaling pathways behind the systemic resistance induced by *Trichoderma longibrachiatum* H9 in cucumber. *BMC genomics*, 20, 1-13.
- [65] Hassan, S. E. D. (2017). Plant growth-promoting activities for bacterial and fungal endophytes isolated from medicinal plant of *Teucrium polium* L. *Journal of advanced research*, 8(6), 687-695.
- [66] Sandhya, V., Shrivastava, M., Ali, S. Z., & Sai Shiva Krishna Prasad, V. (2017). Endophytes from maize with plant growth promotion and biocontrol activity under drought stress. *Russian Agricultural Sciences*, 43(1), 22-34.
- [67] Harman, G. E., & Uphoff, N. (2019). Symbiotic root-endophytic soil microbes improve crop productivity and provide environmental benefits. *Scientifica*, 2019(1), 9106395.
- [68] Gimenez, C., Cabrera, R., Reina, M., & González-Coloma, A. (2007). Fungal endophytes and their role in plant protection. *Current Organic Chemistry*, 11(8), 707-720.
- [69] Rodriguez, R. J., White Jr, J. F., Arnold, A. E., & Redman, A. R. A. (2009). Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New phytologist*, 182(2), 314-330.
- [70] Pineda, A., Dicke, M., Pieterse, C. M., & Pozo, M. J. (2013). Beneficial microbes in a changing environment: are they always helping plants to deal with insects?. *Functional Ecology*, 27(3), 574-586.
- [71] Bu, S., Munir, S., He, P., Li, Y., Wu, Y., Li, X., ... & He, Y. (2021). *Bacillus subtilis* L1-21 as a biocontrol agent for postharvest gray mold of tomato caused by *Botrytis cinerea*. *Biological Control*, 157, 104568.
- [72] Ganley, R. J., Sniezko, R. A., and Newcombe, G. (2008). Endophyte-mediated resistance against white pine blister rust in *Pinus monticola*. *Forest Ecol. Manage.* 255, 2751–2760. doi: 10.1016/j.foreco.2008.01.052

- [73] Mejía, L. C., Rojas, E. I., Maynard, Z., Van Bael, S., Arnold, A. E., Hebbar, P., ... & Herre, E. A. (2008). Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Biological control*, 46(1), 4-14.
- [74] Arnold, A. E., Mejía, L. C., Kyllö, D., Rojas, E. I., Maynard, Z., Robbins, N., & Herre, E. A. (2003). Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(26), 15649-15654.
- [75] Mousa, W. K., and Raizada, M. N. (2013). The diversity of anti-microbial secondary metabolites produced by fungal endophytes: an interdisciplinary perspective. *Front. Microbiol.* 4:65. doi: 10.3389/fmicb.2013.00065.
- [76] Lugtenberg, B. J., Caradus, J. R., and Johnson, L. J. (2016). Fungal endophytes for sustainable crop production. *FEMS Microbiol. Ecol.* 92, 1–17. doi: 10.1093/femsec/fiw194.
- [77] Hellwig, V., Grothe, T., Mayer-Bartschmid, A., Endermann, R., Geschke, F.-U., Henkel, T., et al. (2002). Altersetin, a new antibiotic from cultures of endophytic *Alternaria* spp. *J. Antibiot.* 55, 881–892. doi: 10.7164/antibiotics.55.881
- [78] Atmosukarto, I., Castillo, U., Hess, W. M., Sears, J., and Strobel, G. (2005). Isolation and characterization of *Muscodora albus* I-41.3 s, a volatile antibiotic producing fungus. *Plant Sci.* 169, 854–861. doi: 10.1016/j.plantsci.2005.06.002.
- [79] Liu, C. H., Zou, W. X., Lu, H., and Tan, R. X. (2001). Antifungal activity of *Artemisia annua* endophyte cultures against phytopathogenic fungi. *J. Biotechnol.* 88, 277–282. doi: 10.1016/S0168-1656(01)00285-1.
- [80] Nithya, K., and Muthumary, J. (2011). Bioactive metabolite produced by *Phomopsis* sp., an endophytic fungus in *Allamanda cathartica* Linn. *Recent Res. Sci. Technol.* 3, 44–48.
- [81] Mohamad, A., Abdalla, O., Li, L., Ma, J., Hatab, S. R., Xu, L., et al. (2018). Evaluation of the antimicrobial activity of endophytic bacterial populations from Chinese traditional medicinal plant licorice and characterization of the bioactive secondary metabolites produced by *Bacillus atrophaeus* against *Verticillium dahliae*. *Front. Microbiol.* 9:924. doi: 10.3389/fmicb.2018.00924.
- [82] Diale, M. O., Ubomba-Jaswa, E., and Serepa-Dlamini, M. H. (2018). The antibacterial activity of bacterial endophytes isolated from *Combretum molle*. *Afr. J. Biotechnol.* 17, 255–262. doi: 10.5897/AJB2017.16349.
- [83] Santiago, C., Fitchett, C., Munro, M. H., Jalil, J., and Santhanam, J. (2012). Cytotoxic and antifungal activities of 5-hydroxyramulosin, a compound produced by an endophytic fungus isolated from *Cinnamomum mollisimum*. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* 2012:689310. doi: 10.1155/2012/689310

- [84] Pai, G., and Chandra, M. (2018). Antimicrobial activity of endophytic fungi isolated from ethnomedicinal plant *Phyllanthus reticulatus* poir. *Int. J. Eng. Sci. Invention* 7, 40–46.
- [85] Phongpaichit, S., Nikom, J., Rungjindamai, N., Sakayaroj, J., Hutadilok-Towatana, N., Rukachaisirikul, V., et al. (2007). Biological activities of extracts from endophytic fungi isolated from *Garcinia* plants. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 51, 517–525. doi: 10.1111/j.1574-695X.2007.00331.x.
- [86] Fjærvik, E., and Zotchev, S. B. (2005). Biosynthesis of the polyene macrolide antibiotic nystatin in *Streptomyces noursei*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 67, 436–443. doi: 10.1007/s00253-004-1802-4
- [87] Bae, M., Chung, B., Oh, K. B., Shin, J., & Oh, D. C. (2015). Hormaomycins B and C: New antibiotic cyclic depsipeptides from a marine mudflat-derived *Streptomyces* sp. *Marine drugs*, 13(8), 5187-5200.
- [88] Kavroulakis, N., Ntougias, S., Zervakis, G. I., Ehaliotis, C., Haralampidis, K., and Papadopoulou, K. K. (2007). Role of ethylene in the protection of tomato plants against soil-borne fungal pathogens conferred by an endophytic *Fusarium solani* strain. *J. Exp. Bot.* 58, 3853–3864. doi: 10.1093/jxb/erm230.
- [89] Redman, R. S., Freeman, S., Clifton, D. R., Morrel, J., Brown, G., and Rodriguez, R. J. (1999). Biochemical analysis of plant protection afforded by a nonpathogenic endophytic mutant of *Colletotrichum magna*. *Plant Physiol.* 119, 795–804. doi: 10.1104/pp.119.2.795
- [90] Tian, P., Nan, Z., Li, C., and Spangenberg, G. (2008). Effect of the endophyte *Neotyphodium lolii* on susceptibility and host physiological response of perennial ryegrass to fungal pathogens. *Eur. J. Plant Pathol.* 122, 593–602. doi: 10.1007/s10658-008-9329-7

INVESTIGATING THE NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT – IMPLICATIONS FOR COGNITIVE ENHANCEMENT

Dr. Elena Petrovna

asturba Medical College, Manipal University, Manipal, INDIA

Abstract:

The neurogenic potential of many herbal extracts used in Indian medicine is hitherto unknown. Extracts derived from *Clitoria ternatea* Linn have been used in Indian Ayurvedic system of medicine as an ingredient of “Medhya rasayana”, consumed for improving memory and longevity in humans and also in treatment of various neurological disorders. Our earlier experimental studies with oral intubation of *Clitoria ternatea* aqueous root extract (CTR) had shown significant enhancement of learning and memory in postnatal and young adult Wistar rats. The present study was designed to elucidate the in vitro effects of 200ng/ml of CTR on proliferation, differentiation and growth of anterior subventricular zone neural stem cells (aSVZ NSC-s) derived from prenatal and postnatal rat pups. Results show significant increase in proliferation and growth of neurospheres and increase in the yield of differentiated neurons of aSVZ neural precursor cells (aSVZNPC-s) at 7 days in vitro when treated with 200ng/ml of CTR as compared to age matched control. Results indicate that CTR has growth promoting neurogenic effect on aSVZ neural stem cells and their survival similar to neurotrophic factors like Survivin, Neuregulin 1, FGF-2, BDNF possibly the basis for enhanced learning and memory.

Keywords: Anterior subventricular zone (aSVZ) neural stemcell, *Clitoria ternatea*, Learning and memory, Neurogenesis.

SAĞLIK ALANINDA YENİ DOĞAL FLAVONOİD AJAN: LUTEOLİN VE FAYDALARI¹

Dr. Öğr. Üyesi Suna KIZILYILDIRIM

Çukurova Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Mikrobiyoloji, Adana, Türkiye
skizilyildirim@cu.edu.tr, 0000-0002-1039-8556

Doç. Dr. Özge TEMİZ

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Osmaniye, Türkiye,
otemiz@gmail.com, 0000-0003-0668-5744

Doç. Dr. Mehmet AKYÜZ

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Kilis, Türkiye,
makyuz@kilis.edu.tr, 0000-0001-7971-8389

Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Kilis, Türkiye,
acakir@kilis.edu.tr, 0000-0003-1672-1438

Prof. Dr. Ferit KARGIN

Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, biyoloji Bölümü, Adana, Türkiye,
fkargin@cu.edu.tr, 0000-0003-4315-5689

Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN

Çukurova Üniversitesi, Ceyhan Veteriner Fakültesi, temel Bilimler Bölümü, Adana, Türkiye,
hcogun@cu.edu.tr, 0000-0001-6559-4397

ÖZET

Günümüzde bitkisel ürünler sağlıktan kozmetiğe hemen hemen her alanda kullanılmaktadır. Bu bitkisel ürünler içerisinde Luteolinin önemi her geçen gün artmaktadır. Luteolin, birçok bitkide doğal olarak bulunan önemli bir flavonoiddir. Bu güçlü flavonoid sağlık açısından birçok fayda sağlamaktadır. Beslenme düzenimize dahil ettiğimizde, vücudumuzun sağlığını desteklemek için önemli bir rol oynar. Bu derleme, luteolin'in sağlık üzerindeki faydaları hakkında daha önce yapılan çalışmalardan bilgiler verilmiştir.

Anahtar kelime: Luteolin, Bitkisel ürün, sağlık, flavonoid

¹ Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından Çukurova Üniversitesi Araştırma Üniversite Projeleri kapsamında **TSA-2023-15144** numaralı ADEP Projesi olarak desteklenmiştir.

NEW NATURAL FLAVONOID AGENT IN HEALTH FIELD: LUTEOLIN AND ITS BENEFITS

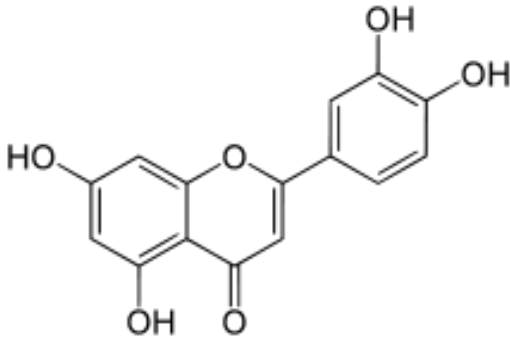
ABSTRACT

Nowadays, herbal products are used in almost every field from health to cosmetics. The importance of Luteolin in these herbal products is increasing day by day. Luteolin is an important flavonoid found naturally in many plants. This powerful flavonoid provides many health benefits. When we include it in our diet, it plays an important role in supporting the health of our body. This review provides information from previous studies on the health benefits of luteolin.

Keywords: Luteolin, Herbal product, health, flavonoid

Giriş

Luteolin, kimyasal formülü $C_{15}H_{10}O_6$ (3,4,5,7-tetrahidroksi flavon) olan ve sebzeler, meyveler ve bazı bitkilerde doğal olarak bulunan bir flavonoiddir (Taban vd., 2023). Bu bitkiler arasında maydanoz, nane, brokoli, havuç ve biber gibi çeşitli sebzeler yer alır. Luteolin, bitkilerin renklerini ve aromalarını oluşturan bileşenlerden biridir. Aynı zamanda güçlü bir antioksidan olarak görev yapar, serbest radikallerle savaşır ve hücrelerin oksidatif stresten korunmasına yardımcı olur (Kang vd., 2017; Kaurinovic ve Vastag 2019).



Şekil 1. Luteolin kimyasal yapısı ($C_{15}H_{10}O_6$) (URL1)

Luteolin'in Sağlık Faydaları

Luteolin sağlık faydaları ile ilgili birçok çalışma Tablo1 de verilmiştir. Yapılan birçok araştırmada luteolin akciğer, meme, glioblastoma, prostat, kolon ve pankreas kanserleri gibi çeşitli insan malignitelerine karşı antikanser ajanı olarak görev yaptığı gözlenmiştir (Lin vd., 2008; Tuorkey 2016; Aziz vd., 2018; Imran vd., 2019; Ahmadi vd., 2020; Kang vd., 2020).

Luteolin aynı zamanda tümör hücrelerinin proliferasyonunu inhibe ederek, kanserojen uyaranlardan koruyarak ve hücre döngüsünün durdurulmasını aktive eder ve farklı sinyal yolları yoluyla apoptozu indükleyerek in vitro ve in vivo kanser gelişimini de engellediği gözlenmiştir (Imran vd., 2019).

Çalışma alanı	Referans
Antioksidan aktivitesi	Ahmadi vd., 2020
Antioksidan kanser	Kang vd., 2020
Kanser	Lin vd., 2008; Tuorkey 2016
Kanserden koruma	Imran vd., 2019
Anti-inflamuator	Aziz vd., 2018

Tablo 1. Luteolin üzerine yapılan sağlık çalışmaları

Antioksidan Özellikleri

Luteolin, güçlü bir antioksidan olarak canlılardaki serbest radikallerle savaşmaktadır (Xiong vd., 2017). Serbest radikaller, vücudumuzdaki hücrelere zarar veren ve yaşlanmayı hızlandıran moleküllerdir. Luteolin, bu serbest radikalleri nötralize eder ve hücrelerin oksidatif stresten korunmasını sağlamaktadır. Bu etkiyle, yaşlanma belirtilerini azaltmakta ve genel sağlık durumunu destekleyebilmektedir (Cai vd., 1997; Sun vd., 2012).

Anti-enflamatuvar Etkileri

Luteolin, sağlık açısından önemli etkilerinden bir diğeri anti-enflamatuvar özelliklere sahip olmasıdır (Nabavi vd., 2015; Aziz vd., 2018). Bir enfeksiyon sonrası vücutta oluşan iltihaplanma, birçok hastalığın temelinde yatan bir faktördür. Luteolin, inflamasyonu azaltmaya yardımcı olur ve bu sayede kalp hastalığı, diyabet, kanser ve diğer inflamatuvar hastalıkların riskini azalttığı görülmüştür (Liv d., 2019). Ayrıca, luteolin'in sinir iltihabını azaltarak nörolojik hastalıkların önlenmesine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (Nabavi vd., 2015).

Kanser Türlerine Karşı Koruyucu Etkileri

Son yıllarda kanser araştırmalarında, luteolin'in kansere karşı koruyucu etkileri üzerine araştırmalar artmaktadır. Bu flavonoid, kanser hücrelerinin büyümesini ve yayılmasını inhibe etmekte, ayrıca, luteolin'in kanser hücrelerini ölüme yönlendirebileceği ve kanser hücrelerinin direnç geliştirmesini önleyebileceği düşünülmektedir (Lin vd., 2008; Tuorkey 2016; Imran vd., 2019). Yapılan bir çok araştırmada özellikle meme, prostat ve akciğer kanserleri üzerinde olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir (Ahmed vd., 2019).

Luteolin içeren besinler

Günlük yaşamımızda luteolin'i beslenme düzenimize dahil etmek oldukça kolaydır. Birçok sebze ve meyvede doğal olarak bulunan luteolin, sağlıklı bir beslenme planının önemli bir parçası olabilmektedir. Luteolin açısından zengin bazı sebze ve meyveler tablo2 de verilmiştir.

Sebze ve meyve	Kullanımı	Kaynak
Maydanoz	Salata, yemek, smootie	Stan vd., 2012
Nane	Çay, baharat	Salin vd., 2011
Brokoli	Yemek	Miean ve Mohammed 2001
Havuç	Salata, yemek, smootie	Zaini vd., 2012
Biber	Salata, yemek. baharat	Lee vd., 1995
Adaçayı	Çay	Karakaya ve El 1999

Tablo 2. Çeşitli sebze ve meyvelerdeki luteolin

Luteolin, sağlık açısından birçok fayda sunan güçlü bir antioksidandır. Antioksidan ve anti-enflamatuar özellikleri sayesinde, yaşlanma belirtilerini azaltabilmekte ve inflamatuar hastalıkların riskini azaltabilmektedir. Ayrıca, kansere karşı koruyucu etkileri olduğu da bilinmektedir. Luteolin kanser araştırmalarında koruyucu rolü üzerine etkileri, metastaz ve anjiyogenez üzerindeki inhibitör rolü, hücre döngüsünün durdurulması ve apoptozun rolünü arttırması nedeniyle bir antikanser ajanı olarak kabul edilmiştir. Sağlığımızı desteklemek ve yaşam kalitemizi arttırmak için luteolin açısından zengin bir diyet benimsemek önemlidir.

Kaynaklar

- Ahmadi, S. M., Farhoosh, R., Sharif, A., & Rezaie, M. (2020). Structure-antioxidant activity relationships of luteolin and catechin. *Journal of food science*, 85(2), 298-305.
- Ahmed, S., Khan, H., Fratantonio, D., Hasan, M. M., Sharifi, S., Fathi, N., ... & Rastrelli, L. (2019). Apoptosis induced by luteolin in breast cancer: Mechanistic and therapeutic perspectives. *Phytomedicine*, 59, 152883.
- Aziz, N., Kim, M. Y., & Cho, J. Y. (2018). Anti-inflammatory effects of luteolin: A review of in vitro, in vivo, and in silico studies. *Journal of ethnopharmacology*, 225, 342-358.
- Cai, Q., Rahn, R. O., & Zhang, R. (1997). Dietary flavonoids, quercetin, luteolin and genistein, reduce oxidative DNA damage and lipid peroxidation and quench free radicals. *Cancer letters*, 119(1), 99-107.
- Imran, M., Rauf, A., Abu-Izneid, T., Nadeem, M., Shariati, M. A., Khan, I. A., ... & Mubarak, M. S. (2019). Luteolin, a flavonoid, as an anticancer agent: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 112, 108612.

- Kang, K. A., Piao, M. J., Ryu, Y. S., Hyun, Y. J., Park, J. E., Shilnikova, K., ... & Hyun, J. W. (2017). Luteolin induces apoptotic cell death via antioxidant activity in human colon cancer cells. *International journal of oncology*, 51(4), 1169-1178.
- Karakaya, S., & EL, S. N. (1999). Quercetin, luteolin, apigenin and kaempferol contents of some foods. *Food Chemistry*, 66(3), 289-292.
- Kaurinovic, B., & Vastag, D. (2019). Flavonoids and phenolic acids as potential natural antioxidants (pp. 1-20). London, UK: IntechOpen.
- Lee, Y., Howard, L. R., & Villalon, B. (1995). Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. *Journal of Food Science*, 60(3), 473-476.
- Li, L., Luo, W., Qian, Y., Zhu, W., Qian, J., Li, J., ... & Liang, G. (2019). Luteolin protects against diabetic cardiomyopathy by inhibiting NF- κ B-mediated inflammation and activating the Nrf2-mediated antioxidant responses. *Phytomedicine*, 59, 152774.
- Lin, Y., Shi, R., Wang, X., & Shen, H. M. (2008). Luteolin, a flavonoid with potential for cancer prevention and therapy. *Current cancer drug targets*, 8(7), 634-646.
- Miean, K. H., & Mohamed, S. (2001). Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(6), 3106-3112.
- Nabavi, S. F., Braidly, N., Gortzi, O., Sobarzo-Sanchez, E., Daglia, M., Skalicka-Woźniak, K., & Nabavi, S. M. (2015). Luteolin as an anti-inflammatory and neuroprotective agent: A brief review. *Brain research bulletin*, 119, 1-11.
- Salin, O., Tormakangas, L., Leinonen, M., Saario, E., Hagstrom, M., Ketola, R. A., ... & Vuorela, P. M. (2011). Corn mint (*Mentha arvensis*) extract diminishes acute *Chlamydia pneumoniae* infection in vitro and in vivo. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(24), 12836-12842.
- Stan, M., Soran, M. L., Varodi, C., & Lung, I. (2012). Extraction and identification of flavonoids from parsley extracts by HPLC analysis. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1425, No. 1, pp. 50-52). American Institute of Physics.
- Sun, G. B., Sun, X., Wang, M., Ye, J. X., Si, J. Y., Xu, H. B., ... & Sun, X. B. (2012). Oxidative stress suppression by luteolin-induced heme oxygenase-1 expression. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 265(2), 229-240.
- Taban, K., İlhan, M., & Süntar, I. (2023). Luteolin: Advances on Resources, Biosynthesis Pathway, Bioavailability, Bioactivity, and Pharmacology. In *Handbook of Dietary Flavonoids* (pp. 1-37). Cham: Springer International Publishing.
- Tuorkey, M. J. (2016). Molecular targets of luteolin in cancer. *European Journal of Cancer Prevention*, 25(1), 65.

URL1 <https://en.wikipedia.org/wiki/Luteolin#/media/File:Luteolin.svg>

- Xiong, J., Wang, K., Yuan, C., Xing, R., Ni, J., Hu, G., ... & Wang, X. (2017). Luteolin protects mice from severe acute pancreatitis by exerting HO-1-mediated anti-inflammatory and antioxidant effects. *International Journal of Molecular Medicine*, 39(1), 113-125.
- Zaini, G, R., Brandt, K., R Clench, M., & L Le Maitre, C. (2012). Effects of bioactive compounds from carrots (*Daucus carota* L.), polyacetylenes, beta-carotene and lutein on human lymphoid leukaemia cells. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents)*, 12(6), 640-652.

COMPARISON OF EXPERIMENTAL SHEAR, FLEXURAL AND TORSION CAPACITIES OF GEOPOLYMER RC BEAMS WITH THEORETICAL RESULTS CALCULATED ACCORDING TO DIFFERENT STANDARDS

Dr. Barış BAYRAK

Kafkas University, bbayrak@kafkas.edu.tr – 0000-0002-7438-1227

PhD Student, Serpil AĞIRMAN

Atatürk University, serpil.agrman25@gmail.com- 0000-0002-3522-3269

Prof. Dr. Abdulkadir Cüneyt AYDIN

Atatürk University, acaydin@atauni.edu.tr- 0000-0002-6696-4297

ABSTRACT

Geopolymer concrete (GPC) is considered a sustainable alternative to Portland cement (OPC) due to its significantly lower bound carbon and the use of industrial by-products such as fly ash and ground granulated blast furnace. One of the application areas of GPC in civil engineering is its use in RC beams. The estimation of flexural moment, shear force and torsional moment capacity of RC beams is calculated according to the relevant codes. However, the formulas used by these codes to estimate beam strengths are according to the properties of OPC. The aim of this study is to compare the RC beams produced with GPC, whose shear, bending and torsional capacity are measured experimentally, with the theoretical results calculated according to different codes. The flexural, shear and torsional capacities of RC beams were calculated theoretically according to Turkish (TS500), British (EN2004), USA (ACI 318), European (Eurocode-2) and Chinese (GB50010) codes. In estimating the experimental shear force capacity of RC beams, the closest results to the experimental results are according to the TS500 code. For flexural moment estimation, the closest standard to the experimental and theoretical results is GB50010. The closest experimental and theoretical torsional moment capacity results are obtained from Eurocode-2. However, the relevant standards generally are insufficient to estimate the strength of beams produced from GPC. Therefore, it is recommended as a result of this study to revise the relevant standards by taking into account the different properties of GPC compared to OPC.

Keywords: Codes, Flexural moment, Geopolymer RC beam, Shear force, Torsional moment

1. INTRODUCTION

Due to the high carbon dioxide (CO₂) emission of traditional concrete, geopolymer concrete research has started to attract attention as an alternative solution. In addition to low CO₂ emission, geopolymer concrete has advantages such as high early age strength, low shrinkage, better corrosion resistance and high temperature resistance. In addition, geopolymers form a shield against gamma and neutron rays. In this study, it was aimed to produce a more environmentally friendly concrete using geopolymer concrete [1-2].

Reinforced concrete (RC) structural elements are generally subjected to bending and axial loads as well as shear forces. However, the shear strength of RC elements is quite high. Therefore, shear force does not create a serious problem in reinforced concrete elements. However, when the principal tensile stresses caused by shear are combined with other stresses, it creates a critical problem for reinforced concrete elements due to the low tensile strength of the concrete [3]. When an elemental area is subjected to pure shear, the damage is due to the principal tensile stresses. Using classical formulas for stress transformation or by drawing a Mohr circle, the principal tensile stresses occurring in a plane that makes a 45-degree angle with the x-axis and the principal compressive stress occurring in a plane perpendicular to the principal plane are equal in magnitude to the shear stress [4]. Since the two principal stresses and the maximum shear stress are equal, the tensile strength of the concrete is lower than the compressive and shear strengths, so the element will fail in tension. The damage occurs when a crack forms perpendicular to the principal tensile stress. Since the crack is inclined to the beam axis, such a crack is usually called a diagonal tension crack. Principal tensile stresses are usually referred to as diagonal tensile stresses. Diagonal stress can cause severe diagonal cracks that can lead to member failure if necessary precautions are not taken with properly designed shear reinforcement. Diagonal tensile failures are usually very sudden and brittle, and therefore, such failures must be prevented if ductile behavior is desired [5]. The shape or slope of diagonal tensile cracks is determined by the direction of the principal tensile stresses. The crack is almost perpendicular to the beam axis on the tension surface, almost 45° at the neutral axis level, and quite flat near the compression surface. Therefore, it can be concluded that the so-called shear cracking and shear fracture are actually caused by the principle tensile stresses [6].

Flexural cracks are often confused with shear cracks. Shear cracks occur in the neutral axis region of the beam, that is, they cannot reach the lower and upper regions of the beam. A crack that reaches the lower plane of the beam (the outermost concrete fiber in the tension region) is not a shear crack. This crack is called an inclined crack. In order for a crack to be called an inclined crack, this crack must be inclined to the beam plane. It must also cause a stress jump in the tension reinforcement. The stress that causes this crack is called inclined tension. In the past, cracks that occurred inclined outside the middle region of the beam crack were occasionally called shear cracks. However, as a result of the research conducted, this misinformation has been abandoned over time [7-9].

Another effect seen in RC elements is the torsional moment effect. In RC structures, most of the structural elements are subject to a small or large amount of torsional moment due to the geometry of the structural systems or the inhomogeneous distribution of the loads. However, the effect of the torsional moment is small compared to the shear and bending effects [10]. RC structural elements are subject to torsional effects as well as shear and bending effects under internal and external loads. Accordingly, all elements in a structure are subject to torsional moment effect to a small or large extent. However, the effect of the torsional moment is generally ignored because it is small [11-12].

The aim of this study is to compare the experimental results obtained by examining the shear, bending and torsion behaviors of geopolymer RC beams with some international standards and to make a comparison about the closeness of theoretical results to practice. At the same time, a realistic comparison between traditional concrete and geopolymer concrete is among the aims. This article supports the previously published master's thesis [13] by touching on a different

point. With the thesis study, the beam samples were subjected to shear, bending and torsion tests based on the parameters of three different material contents of geopolymer reinforced concrete beams, the presence of basalt fibers and the presence of stirrups, and their detailed examinations were carried out. In this study, in addition to these parameters, the experimental results obtained were compared with some standards.

2. MATERIALS AND METHODS

A total of 36 RC beam samples were cast within the scope of the experimental study. Then, these beams were subjected to shear, bending and torsion tests. Details of the beam geometry and material ratios can be found in Ağırman's thesis [13].

2.1. Mix Proportion

Three different mixture designs were created for geopolymer RC beams. Granulated blast furnace slag (GBFS) was used as the main binding material for each mixture. In addition, quartz gravel, fine aggregate, sodium hydroxide and sodium silicate were used in all mixtures in order not to affect the test results. The point that distinguishes the mixtures from each other is that quartz powder was used in the 1st mixture, marble powder in the 2nd mixture and marble powder in the 3rd mixture.

Table 1. Mix Proportions (kg/m³)

Materials	Mix 1	Mix 2	Mix 3
GBFS	850	850	850
Quartz powder	50	-	-
Marble powder	-	50	-
Fly ash	-	-	50
1-3 mm quartz	200	200	200
Fine aggregate	620	620	620
Sodium silicate	145	145	145
Sodium hydroxide	362,5	362,5	362,5

2.2. RC Beam Parameters

A total of 36 RC beams were prepared within the scope of the study. All beam dimensions were designed as 150x150x800 mm and 25 mm concrete cover was left. Two longitudinal reinforcements with a diameter of 8 mm and two assembly reinforcements with a diameter of 8 mm were used in all beams. In addition, while a hook length of 80 mm was left in the longitudinal reinforcements in the tension zone, a hook length of 750 mm was used in the reinforcements used as assembly reinforcement. The longitudinal reinforcement ratio was taken as 0.53% in all beams. In addition, by using stirrup reinforcement in half of the 36 beams and not using it in the other half, it was possible to examine the effect of the presence of stirrups on

the reinforced concrete beams. Horizontal reinforcement with a diameter of 8 mm and a spacing of 150 mm was used in the reinforced concrete beams where stirrups were used.

A total of 36 RC beams were prepared to examine the shear, bending and torsion behaviors of reinforced concrete beams. These beams were divided into 3 groups; 12 were subjected to shear, 12 to bending and 12 torsion tests. In addition, in order to examine the effect of the presence of stirrups on geopolymer reinforced concrete beams, samples with and without stirrups were created and an additional parameter was included in the research. In addition to all these, three different mixtures were created and the behavior of geopolymer reinforced concrete beams was also examined in terms of material. The test parameters were also taken into consideration when naming the samples. The letter "B" was used in all samples and represents the beam. The second letter "S", "F" and "T" represent the shear, bending and torsional load types, respectively. The letter "W" indicates the stirrup usage. In the samples where the letter "W" was not used, stirrups were not used. The numbers "0" and "5" represent 0% and 0.5% basalt fiber ratio, respectively. The last letter "Q", "A" and "M" represent quartz, fly ash and marble dust, respectively.

2.3. Standard Formulas

In this section, the experimentally obtained load carrying capacity (P_{max}) is compared with the load carrying capacity estimated by the standards used in some countries. The relevant empirical relationships are presented in ACI318-19 [14], EuroCode-2 [15], TS500 [16] and GB50010 [17] to estimate the capacities of the tested RC beams. The experimentally calculated maximum force values under bending moment and shear force of the tested beams were compared with the empirical relationships given by ACI318-19 [14], EuroCode-2 [15], TS5000 [16] and GB50010 [17]. In this study, to examine the torsional behavior; Elastic and plastic theory, skew-bending, ACI318 [14], Eurocode-2 [15], Turkish Standard [16], Australian Standard (AS 3600) [18], British Standard (EN2004) [19] were used to calculate the torsional moment. Formulas are given in Table 2.

Table 2. Mix Proportions (kg/m³)

Standard	Formula	
ACI318-19	$V_{\eta} = V_c + V_s$	(1)
	$V_c = 0,17\lambda\sqrt{f_c'} b_w d$	(1a)
	$V_s = A_v f_v d/s$	(1b)
EuroCode-2	$V_{\eta} = V_{Rd,c} + V_{Rd,s}$	(2)
	$V_{Rd,c} = [(C_{Rd,c} k(100\rho f_c')^{1/3} + 0.15\sigma_{cp}) b_w d]$	(2a)
	$V_{Rd,s} = A_v z f_v \cot\theta / s \leq b_w z v f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$	(2b)
GB50010	$V_{\eta} = \alpha_{cv} f_t b_w d + f_v A_v d/s$	(3)
TS500	$V_{\eta} = V_c + V_w$	(4)
	$V_c = 0.8V_{cr}$	(4a)
	$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d (1 + \gamma \frac{N_d}{A_c})$	(4b)
	$V_w = \frac{A_{sw}}{s} f_y w d$	(4c)
Elastic Theory	$T_e = \alpha_e X^2 y f_{ctk}$	(5)
Plastic Theory	$T_p = \alpha_p X^2 y f_{ctk}$	(6)

	$\alpha_p = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6} \frac{x}{y}\right)$	(6a)
Skew-Bending Theory	$T_{sb} = \frac{x^2 y}{3} f_{cts}$	(7)
ACI318	$T_{ACI} = f_{ys}(A_{sw}/s)2A_o \cot\theta$	(8)
Eurocode-2	$T_{EU} = 2A_k \sqrt{\frac{A_{sw} f_{ywd}}{s}} \sqrt{\frac{A_{st} f_{yld}}{u_K}}$	(9)
Turkish Standard (TS500)	$T_{TS} = \frac{A_{sw} 2 A_k f_{ywd}}{s}$	(10)
Australian Standard (AS3600)	$T_{AS} = f_{ys} \left(\frac{A_{sw}}{s}\right) 2 A_t \cot\theta$	(11)
British Standard (EN2004)	$T_{BS} = \frac{A_{sw} 0.8 x_1 y_1 (0.87 f_{ys})}{s}$	(12)

3. EXPERIMENTAL RESULTS

The aim of this study is to compare the shear, bending and simple torsion behaviors of geopolymer RC beams with the relevant international standards and to conduct a general investigation of the adaptability of these standards to reality. By using the experimental data obtained within the scope of Ağırman [13]'s master's thesis, the bending, shear and torsion moment capacity values obtained from these experiments were compared with the values obtained from the formulas predicted by the standards. Within the scope of Ağırman [13]'s master's thesis, a total of 36 RC beam samples with dimensions of 150x150x800 mm were produced. These samples were subjected to cantilever shear, four-point bending and simple torsion tests considering different mixture materials, stirrup presence and basalt fiber ratio parameters. Then, the comparison of the obtained experimental results with the relevant standards was discussed within the scope of this study.

3.1. Shear force results

The shear behavior test results and a detailed comparison of some international standards are shown in Table 3. This study considers ACI318-19, Eurocode-2, GB50010 and TS500 standards for shear capacity. When the standards are compared within themselves, it is clearly seen that the highest values are obtained from TS500. It is also seen that the values closest to the experimental ratios are again the values in TS500. The reason for this is that Turkish Standards were taken as the basis when reinforcing and dimensioning the beam samples.

The proportional comparisons of the experimental shear force capacities with the shear force capacities predicted by the standards are shown in Figure 1. As can be seen from the relevant figure, the values closest to the shear force capacity of reinforced concrete beams were obtained from the values calculated according to the TS500 standard. First of all, when the theoretical values calculated according to the ACI318 standard and the experimental results are examined, it is seen that there are significant differences between the results in general. Similar results to the ACI318 regulation are also seen in the Eurocode-2 regulation. In addition, as can be seen from Table 2, the ratios of the theoretical shear force capacities of ACI318 and EuroCode to the experimental shear force capacity are quite close to each other.

Table 2. Comparison of shear capacity test results and relevant standards

	ACI318-19 V_n (kN)	EuroCode-2 V_n (kN)	GB50010 V_n (kN)	TS500 V_r (kN)	Exp. (V_{max}) (kN)	ACI318-19/ V_{max}	EuroCode- 2/ V_{max}	GB50010/ V_{max}	TS500/ V_{max}
BS0Q	39,56	38,676	35,83	53,18	68,05	0,58	0,57	0,53	0,78
BSW0Q	39,56	38,67	35,83	53,18	53,31	0,74	0,73	0,67	1,00
BSW5Q	37,77	37,39	36,84	55,31	117,87	0,32	0,32	0,31	0,47
BS5Q	37,77	37,39	36,84	55,31	85,94	0,44	0,44	0,43	0,64
BS0A	37,85	37,45	41,13	64,43	113,30	0,33	0,33	0,36	0,57
BSW0A	37,85	37,45	41,13	64,43	107,48	0,35	0,35	0,38	0,6
BSW5A	39,41	38,57	41,42	65,04	96,12	0,41	0,40	0,43	0,68
BS5A	39,41	38,57	41,42	65,04	104,38	0,38	0,37	0,40	0,62
BS0M	37,42	37,13	40,17	62,41	97,68	0,38	0,38	0,41	0,64
BSW0M	37,42	37,13	40,17	62,41	124,26	0,30	0,30	0,32	0,50
BSW5M	39,66	38,74	44,99	72,65	106,49	0,37	0,36	0,42	0,68
BS5M	39,66	38,74	44,99	72,65	95,32	0,42	0,41	0,47	0,76
					Average	0,42	0,41	0,43	0,66
					S. Deviation	0,12	0,12	0,10	0,14
					COV	0,30	0,30	0,23	0,21

These results were obtained because similar parameters were taken into consideration in the formulas suggested by these regulations for shear force capacity. While the ACI318 regulation takes into account the mechanical parameters of the section geometry, concrete, longitudinal reinforcement and stirrup for the shear force capacity, a similar situation is also seen in the EuroCode regulation. First of all, both regulations consider only the compressive strength as the characteristic property of concrete for shear force capacity. Here, both regulations consider the 28-day compressive strength of concrete. However, the 7-day compressive strength of geopolymer concrete was considered in the experimental study. The early high-strength property of geopolymer concrete compared to traditional concrete can be reached from the studies in the literature. It was concluded that this property of geopolymer concrete, which can be used in field applications in the future due to its low-carbon footprint, should be considered in the relevant standards and regulations. As for the section geometry, the b_w and d parameters of the ACI regulation were taken into account. Although the b_w parameter is directly used in the formula in the EuroCode regulation, the d parameter is considered as $z=0.9d$. Since the shear force capacity is calculated, the yield strength and cross-sectional area parameters of the stirrup were taken into account in both regulations. In terms of longitudinal reinforcement, although the longitudinal reinforcement ratio is taken into account in the EuroCode regulation, the longitudinal reinforcement parameter is not taken into account in the ACI regulation. However, as can be seen from the results, the use of the longitudinal reinforcement ratio in the formulation has affected the theoretical shear capacity results at a negligible level. The values obtained in the Chinese regulation are similar to the American and European regulations. However, there are differences in the values of some samples according to the Chinese regulation. In addition, the tensile strength of concrete has been taken into account in the Chinese regulation. The highest closeness between the theoretical results and the experimental results was obtained in the TS500 regulation. Thus, it is understood that the variability of the results obtained in TS500 is less than the others.

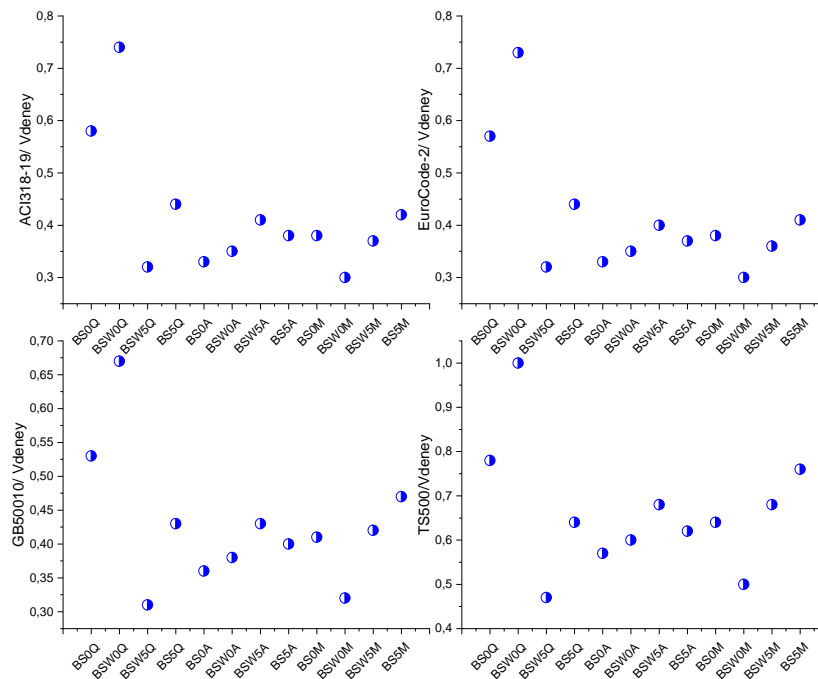


Figure 1. Proportional comparison of experimental shear force capacities with predicted by the standards.

3.2. Flexural moment results

Table 6 provides a detailed comparison of the flexural behavior test results and the relevant international standards. The comparison of the maximum load obtained in the four-point bending tests with the theoretical results suggested by the standards is presented in Figure 2. The experimental shear force results obtained in the four-point bending test are compared with the theoretical results calculated according to the standards. The theoretical results calculated according to the ACI and EuroCode standards are quite close to each other. The reason for this situation is that, as explained under the shear force heading, the cross-section geometry, concrete and reinforcement properties of these standards are taken into account in both standards. The capacity of the other test samples except the BF0Q sample is higher than the theoretical values calculated according to the ACI and EuroCode. The theoretical values calculated according to the Chinese standard are generally higher than the experimental results. However, the most consistent results in terms of closeness of the experimental results are obtained in the theoretical values calculated according to the GB50010 standard. The Pmax values calculated according to the ACI318 and EuroCode-2 standards are generally lower than TS500, but much lower than GB50010.

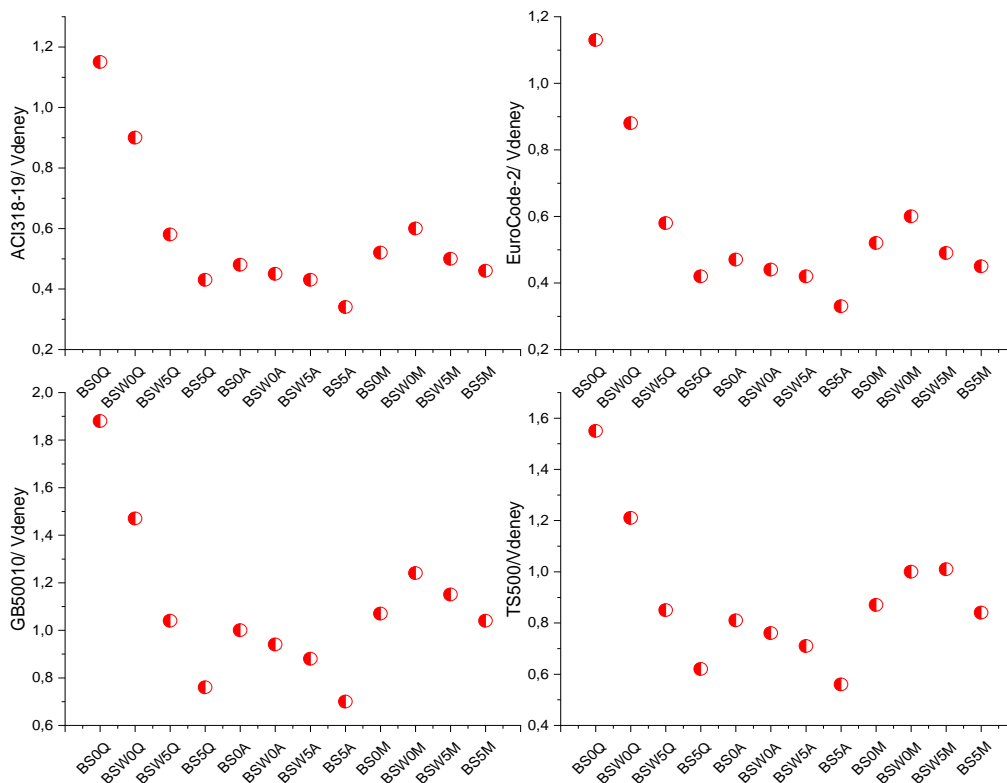


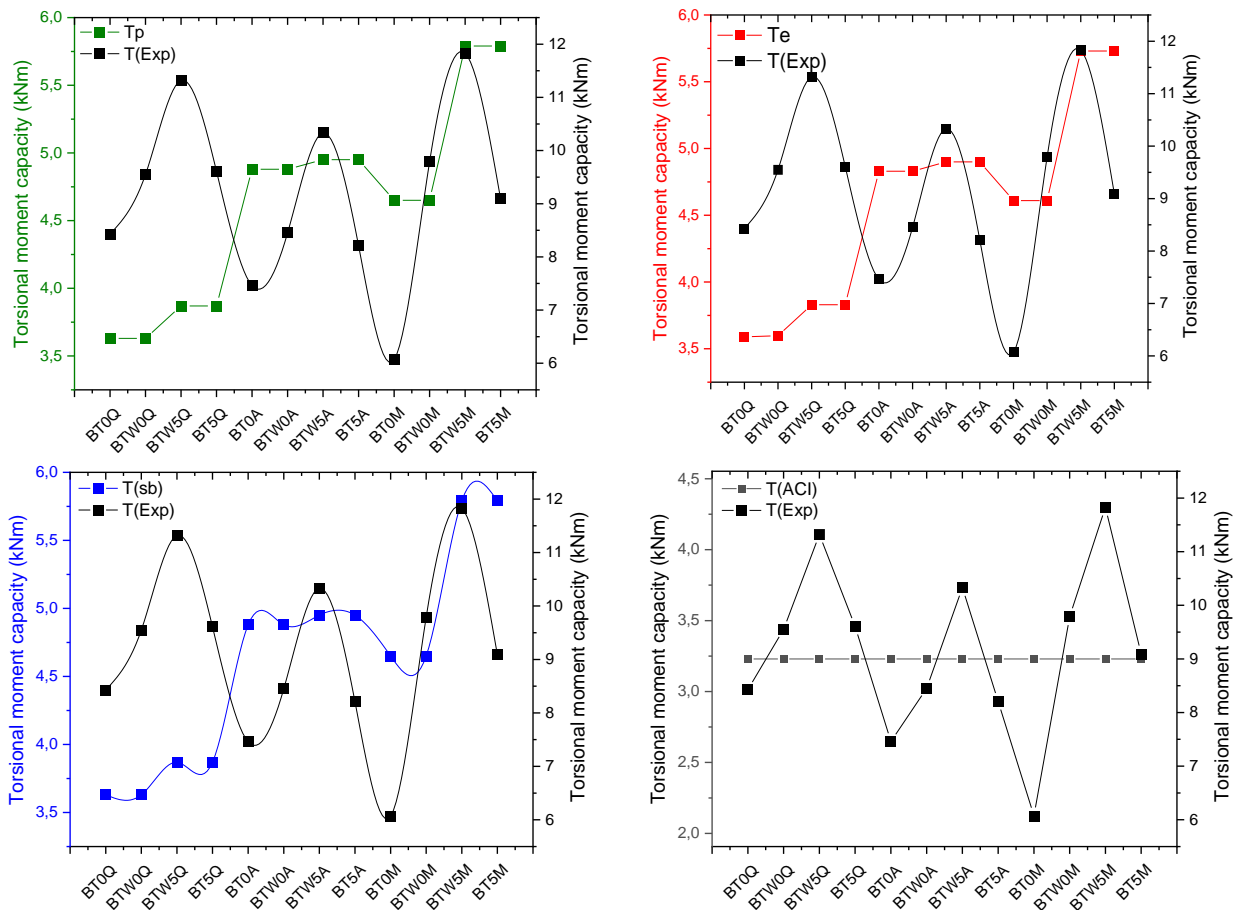
Figure 2. Proportional comparison of experimental flexural moment capacities with predicted by the standards.

Table 3. Comparison of flexural moment capacity test results and relevant standards

	ACI318 V_n (kN)	EuroCode2 V_n (kN)	GB50010 V_n (kN)	TS500 V_r (kN)	Exp (P_{max}) (kN)	ACI318-19/ P_{max}	EuroCode-2/ P_{max}	GB50010/ P_{max}	TS500/ P_{max}
BF0Q	39,56	38,67	64,52	53,18	34,31	1,15	1,13	1,88	1,55
BFW0Q	39,56	38,67	64,52	53,18	44,04	0,90	0,88	1,47	1,21
BFW5Q	37,77	37,39	67,38	55,31	64,74	0,58	0,58	1,04	0,85
BF5Q	37,77	37,39	67,38	55,31	88,74	0,43	0,42	0,76	0,62
BF0A	37,85	37,45	79,67	64,43	79,39	0,48	0,47	1,00	0,81
BFW0A	37,85	37,45	79,67	64,43	85,01	0,45	0,44	0,94	0,76
BFW5A	39,41	38,57	80,49	65,04	91,27	0,43	0,42	0,88	0,71
BF5A	39,41	38,57	80,49	65,04	115,27	0,34	0,33	0,7	0,56
BF0M	37,42	37,13	76,94	62,41	71,68	0,52	0,52	1,07	0,87
BFW0M	37,42	37,13	76,94	62,41	62,18	0,60	0,6	1,24	1,00
BFW5M	39,66	38,74	90,72	72,65	78,79	0,50	0,49	1,15	1,01
BF5M	39,66	38,74	90,72	72,65	86,89	0,46	0,45	1,04	0,84
					Average	0,57	0,56	1,10	0,90
					S. Deviation	0,23	0,23	0,32	0,27
					COV	0,40	0,40	0,29	0,30

3.3. Torsional moment results

Torsional moment results are shown in Figure 3. Considering that the standards handle torsional behavior in different ways, it is seen that some theoretical formulas do not take into account the splitting tensile strength values. As a result, it is seen that there are serious differences between the standards that take into account the splitting tensile strength. Bakhsh et al. [20] made some important evaluations as a result of their study. Unreinforced high strength concrete beams show a sudden and brittle behavior and collapse under the effect of simple torsional moment. Using the splitting tensile strength values for torsional strength calculations is more appropriate in terms of providing results closer to reality. First of all, there are great differences between the theoretical and experimental results calculated according to elastic, plastic and skew-bending theories for torsional moment capacity. The theoretical results calculated according to these three theories are quite close to each other. However, these theories only take into account the section parameters for torsional moment capacity. Longitudinal and transverse reinforcement parameters are not taken into account for torsional moment capacity. In this respect, the ability of the theoretical results suggested by the three theories for the torsional moment capacity to predict the experimental results is quite low.



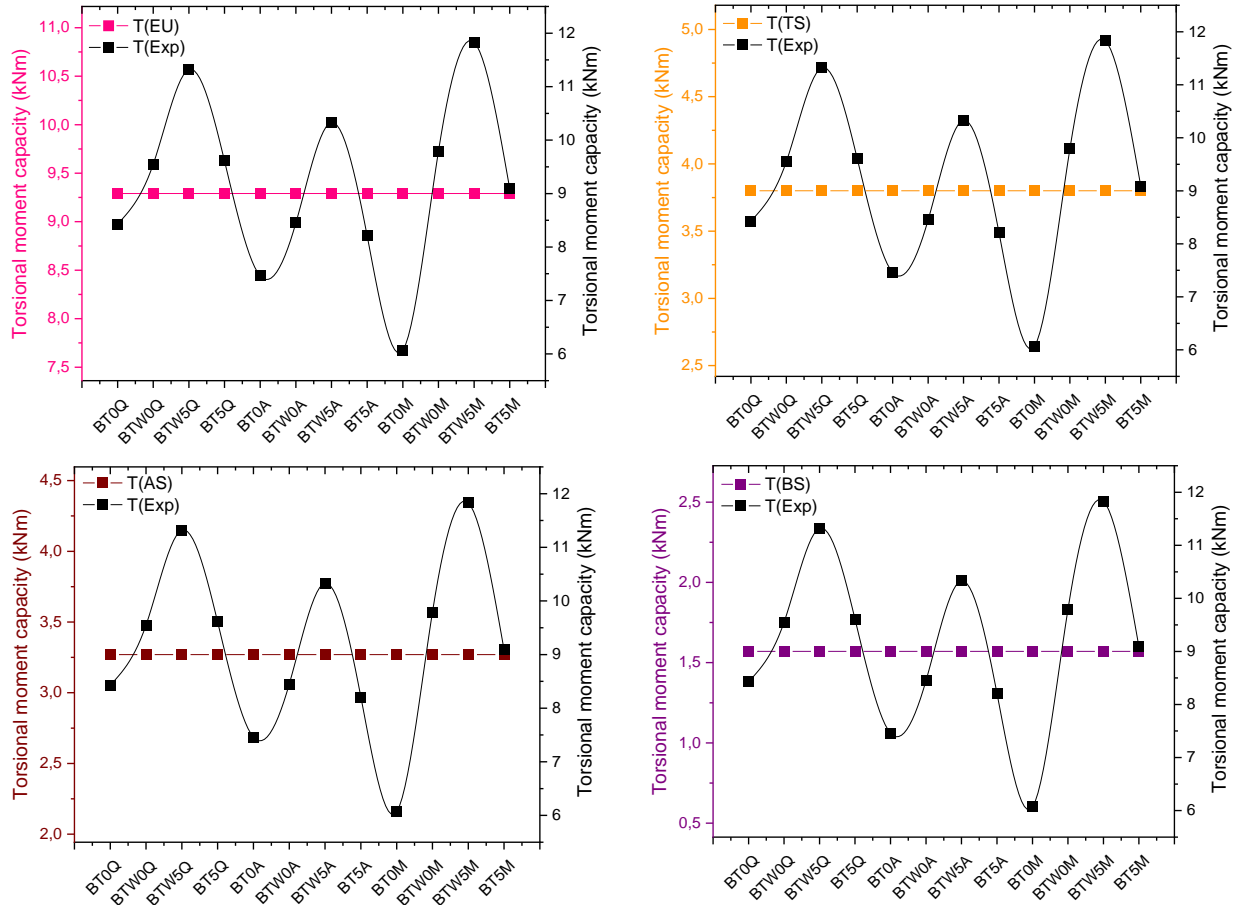


Figure 3. Proportional comparison of experimental torsional moment capacities with predicted by the standards.

In addition to the torsional moment theories, the theoretical results calculated according to Turkish, American, European, Australian and British standards were compared with the experimental results. In other standards except EuroCode, the section and horizontal reinforcement (stirrup) parameters are taken into account. In the EuroCode standard, the characteristics of both transverse and longitudinal reinforcement were taken into account. Therefore, the theoretical values calculated according to EuroCode-2 were close to the experimental results.

4. CONCLUSION

As a result of the study, the following conclusions were reached.

- i. The regulations regarding the theoretical results calculated according to the standards generally recommend similar section, concrete and reinforcement parameters for the shear force capacity of reinforced concrete beams. However, it is seen that there are significant differences between the experimental results and the theoretical results. In the experimental study, stirrups were not used in some samples, while basalt fiber reinforcement was used in some samples. However, the reason for the significant difference between the theoretical shear force and the experimental results is the

application of the cantilever shear force test to determine the shear force capacity in the experimental study. The shear force capacity formulas prescribed by the standards are insufficient for the cantilever shear test results.

- ii. Similar to the shear behavior in flexural behavior, the data obtained from the experimental results were generally higher than the values obtained from the standards. The closest values to the experimental results in geopolymer reinforced concrete beams were given by GB50010. In addition, the presence of stirrups caused the beam samples to reach values generally closer to the standards, while in terms of material content, the values farthest from the standards were seen in the fly ash sample.
- iii. Torsional moment capacity test results and detailed comparisons of theoretical formulas obtained according to relevant international standards are given. It is seen that the test results are higher than the values found in the standards in almost every sample. In addition, it is clearly seen that the closest values to the data obtained as a result of torsion tests are the values obtained from Eurocode-2. In addition, BTW0A sample with stirrups and without fibers and BTW5A sample with stirrups and fibers using fly ash gave the closest values to the test results with Eurocode-2.

Notation

The following symbols are used in this paper:

A_o	: Gross area enclosed by the shear flow path
A_c	: Concrete cross-sectional area
A_e	: The area within the boundary connecting the reinforcement centers at the section corners
A_k	: The area of the cross-section whose center is the middle of the longitudinal reinforcement
A_s	: Area of all longitudinal reinforcement in the beam
A_{s1}	: Cross-sectional area of longitudinal reinforcement
A_{s1}	: Total cross-sectional area of horizontal reinforcement
A_{sv}	: Area of two legs of a stirrup in a section
A_{sw}	: Stirrup cross-sectional area
A_t	: Area enclosed by the center lines of longitudinal reinforcement
A_v	: Stirrup cross-sectional area
b	: Horizontal length of beam cross section
b_j	: Horizontal length of stirrup section
d	: Effective height
f_c, f_{cu}	: Compressive strength of concrete
f_{cd}	: Design tensile strength of concrete
f_{ctd}	: Design tensile strength of concrete
f_{ctk}	: Characteristic tensile strength of concrete
f_{cts}	: Splitting tensile strength of concrete
f_{cr}	: Crack resistance of concrete

f_t	: Tensile strength of concrete
f_v, f_{yd}	: Yield strength of longitudinal reinforcement
f_{yld}, f_{ys}	
f_{ywd}	: Stirrup yield stress
h	: Beam vertical length
h_e	: Section height on the axis of the stirrups
K	: Rauch constant
N_d	: Axial load
n	: Number of stirrup arms in the section
ρ_l	: Bending tension bar ratio
s	: Spacing of stirrup
T	: Torsional moment
u_c	: Perimeter of concrete section
u_K	: Perimeter of white area
x	: Horizontal length of beam
x_1	: Center to center of shorter stirrups
v	: Strength reduction factor for cracked concrete
y	: Vertical length of beam
y_1	: Center to center of longer stirrups
σ_{cp}	: Concrete compressive strength due to prestress or axial load
α_{cv}	: Concrete shear strength factor

REFERENCES

- [1] Aprianti, E., Shafigh, P., Bahri, S., and Farahani, J. N. Supplementary cementitious materials origin from agricultural wastes—A review. *Construction and Building Materials*, 74, 176-187, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.10.010>
- [2] Imtiaz, L., Kashif-ur-Rehman, S., Alaloul, W. S., Nazir, K., Javed, M. F., Aslam, F., and Musarat, M. A. Life cycle impact assessment of recycled aggregate concrete, geopolymer concrete, and recycled aggregate-based geopolymer concrete. *Sustainability*, 13(24), 13515, 2021. <https://doi.org/10.3390/su132413515>
- [3] Ersoy, U., Özcebe, G. *Betonarme*, Evrim Yayınevi, s. 459-485, 553-569, 2017.
- [4] Doğan M. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Betonarme Ders Notları*, s. 379-435, 2020.
- [5] Celep Z. ve Kumbasar N. *Betonarme Yapılar*. İstanbul, 870 sayfa, İstanbul, Türkiye, 2005.
- [6] Çelikel, Z., Yüksek dayanımlı beton ile üretilen betonarme kirişlerde çelik lif ve polipropilen lif katkılarının burulma davranışına etkisi. Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye, 2019.

- [7] Doğangün, A. *Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı*. İstanbul. 438-439, 2020.
- [8] Cihanlı, E., Yüksek Mukavemetli Beton Kirişlerin Eğilme Davranışı. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2009.
- [9] Topçu, *Betonarme 1 sunu ders Notları*, http://mmf2.ogu.tr/atopcu/index_dosyalar/Betonarme1.htm, 2019.
- [10] Bayrak, B., Betonarme kirişlerin burulma davranışı. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, 2015.
- [11] Ulu, A. A., Shear behavior of hybrid fiber reinforced concrete (HFRC) beams without web reinforcement. Yüksek lisans tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2007.
- [12] Bayrak, B., Hibrid lifli kendiliğin yerleşen betonlu perde duvarların burulma davranışının deneysel ve sayısal olarak incelenmesi. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, 2021.
- [13] Ağırman, S., Geopolimer betonarme kirişlerin kesme, eğilme ve burulma davranışlarının incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, 2024.
- [14] ACI-318, Building code requirements for structural concrete (ACI 318-08) and commentary, 2019.
- [15] Eurocode-2, Design of concrete structures-Part 1: General rules and rules for buildings, 2004.
- [16] TS5000-2000, Requirements for Design and Construction of Reinforced Concrete Structure, 2000.
- [17] GB50010, Code for design of concrete structures, Beijing: China Architecture Industry Press, 2012.
- [18] AS3600, Australian Standard, Concrete Structures, AS3600-2001, Sydney, Australia, 2001.
- [19] BS EN 1992-1-1: 2004 – Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings, 2004.
- [20] Bakhsh, A.H., Wafa F.F. and Akhtaruzzaman A.A.. Torsional behavior of plain high-strength concrete beams. ACI Structural Journal, 87(5), 583-588, 1990.

SODYUM BORHİDRÜRÜN HİDROLİZİNDEN HİDROJEN ÜRETİMİNDE KULLANILMAK ÜZERE Al-Cr SÜTUNLU BENTONİT DESTEKLİ KOBALT BORÜR KATALİZÖR GELİŞTİRİLMESİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Mehmet MÜDÜROĞLU

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü

mmuduroglu1988@hotmail.com ORCID: 0009-0009-7775-8964

Prof. Dr. İlker KIPÇAK

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü

ikipcak@ogu.edu.tr ORCID: 0000-0003-2265-8201

Özet

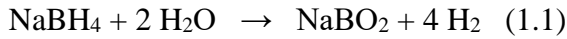
Günümüzde petrol, doğal gaz, kömür vb. fosil yakıt kaynakları dünya enerji talebinin büyük bir kısmını karşılamasına rağmen hızla tükenmektedir. Bu yakıtların yanmaları sonucunda oluşan gazlar küresel ısınma, asit yağmurları, ozon tabakasının delinmesi ve hava kirliliği gibi sorunlara neden olmaktadır. Bu küresel sorunların üstesinden gelmenin tek yolunun fosil yakıtlara dayalı mevcut enerji sisteminin sürdürülebilir bir enerji sistemi ile değiştirilmesi olduğu rapor edilmektedir. Alternatifler arasından hidrojen oldukça temiz ve verimli bir enerji kaynağı olarak ön plana çıkmaktadır. Hidrojenin güvenli bir şekilde depolaması ve gerektiğinde dönüştürülerek kullanılması hidrojen ekonomisinin temelini oluşturmaktadır. NaBH_4 , LiBH_4 , NaAlH_4 , $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ ve NH_3BH_3 yüksek hidrojen depolama kapasitesine sahip hidrürler olarak ön plana çıkmaktadır. Bu hidrürlerden hızlı ve verimli şekilde hidrojen üretebilmek için ekonomik ve etkili katalizörlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, sodyum borhidrürün (NaBH_4) hidrolizinden hidrojen üretiminde kullanılmak üzere Al-Cr sütunlu, sodyum ile iyon değiştirme işlemine tabi tutulmuş bentonit (Na-bentonit) destekli kobalt borür (CoB) katalizörler sentezlendi. Farklı oranlarda Al-Cr metalleri ile sütunlanmış Na-bentonit kompozitleri hazırlanarak bu destek malzemesi üzerine CoB tutturuldu ve elde edilen katalizörlerin hidroliz tepkimesindeki etkinlikleri incelendi. Çalışmada ayrıca hidrojen üretim hızına NaOH ve NaBH_4 derişimlerinin etkileri incelendi. En yüksek hidrojen üretim hızına %3 Cr oranıyla hazırlanan $\text{CoB@AlCr}_3/\text{Na-bentonit}$ katalizörü kullanıldığında, kütlece %10 NaOH ve %5 NaBH_4 derişimleri ile çalışıldığında, 2854 mL/dk. g_{kat} değeri ile ulaşıldı.

Anahtar Kelimeler: Sodyum Borhidrür, Kobalt Borür, Hidrojen, Bentonit, Katalizör

1.GİRİŞ

Son yılların en önemli sorunlarının başında küresel ısınma ve iklim değişikliği gelmektedir. CO₂ gibi sera gazları yayan fosil yakıtların yakılması nedeniyle ortaya çıkan bu sorun, çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi ihtiyacını doğurmuştur. Yenilenebilir ve temiz enerji kaynağı alternatiflerinin en başında yer alan hidrojen doğrudan hidrojenli araçlarda kullanılabilir veya elektrik üretimi, amonyak üretimi, Fischer-Tropsch sentez süreci aracılığıyla hidrokarbon yakıtları ve kimyasal bileşiklerin üretimi için kullanılabilir [1]. 122 kJ/g değerindeki hidrojenin enerji yoğunluğu, benzininkinin en az üç katı ve diğer hidrokarbon yakıtlarının en az dört katı değerindedir [2].

Günümüzde, farklı hidrojen depolama ve üretim yöntemleri araştırılmakta ve uygulanmaktadır. Bunlar arasında yüksek basınçlı gaz hidrojen depolama, düşük sıcaklıklı sıvı hidrojen depolama, katı depolama, buhar reformasyonu, suyun ayrıştırılması, suyun fotokatalitik parçalanması, biyohidrojen üretimi ve hidroliz yoluyla hidrojen üretimi yer almaktadır [3–5]. Çok sayıda hidrojen üretim ve depolama teknolojileri arasında katı hidrojen depolama malzemeleri olan hidrürlerin hidrolizinden hidrojen üretimi; güvenliği, yüksek verimliliği, kontrol edilebilir tepkimeleri, kolay depolama ve taşıma özellikleri nedeniyle umut verici bir yöntem olarak düşünülmektedir [6–8]. Sodyum borhidrür (NaBH₄) gibi katı hidrojen depolama malzemeleri, taşınabilir enerji sağlama cihazları veya gemiler ve açık deniz tesisleri için enerji üretimi amacıyla yakıt hücreleri ile birleştirilebilir [9–11]. Elektrik ihtiyacı duyulduğunda, yakın mesafelerde bulunan suyu alarak sodyum borhidrürün katalitik hidroliz reaksiyonunu gerçekleştirmek ve hidrojen üretimini sağlamak mümkündür. NaBH₄ aşağıda verilen hidroliz tepkimesi ile 4 mol hidrojen gazı oluşturur ve bu hidrojenin yarısı sudan gelir:



Bir katalizör olmadan NaBH₄'ün kendiliğinden hidrolizi oldukça yavaş gerçekleşmektedir. Bu nedenle NaBH₄'ün hidrolizi için düşük maliyetli ve etkin katalizörlere ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, NaBH₄'ün hidrolizinden hidrojen üretiminde kullanılmak üzere Al-Cr sütunlu bentonit destekli kobalt borür (CoB) katalizörler sentezlenmiştir. Farklı oranlarda Al-Cr metalleri ile sütunlanmış Na-bentonit destekleri hazırlanarak, üzerine CoB tutturulmuş ve bu suretle elde edilen katalizörlerin hidroliz tepkimesindeki etkinlikleri incelenmiştir. Çalışmada ayrıca hidrojen üretim hızına NaOH ve NaBH₄ derişimlerinin etkileri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Malzemeler

Çalışmada Ordu-Fatsa yöresinden temin edilen bentonit kili kullanılmıştır. Deneysel çalışma; destek malzemesinin hazırlanması, katalizör sentezi ve katalitik test aşamalarından oluşmaktadır.

2.2. Destek Malzemesinin Hazırlanması

Ordu-Fatsa yöresinden temin edilen bentonit kili öğütülerek boyutu küçültüldü. ASTM standartlı elek kullanılarak 75 µm'nin altına elendi. Bentonit kili Na⁺ katyonuyla doyurularak Na-bentonit formuna dönüştürüldü. Doyurma işlemi 1 g kil/11 mL çözelti oranıyla, 1 M NaCl

çözeltisi kullanılarak hazırlandı. Karışım oda sıcaklığında 24 saat karıştırıldıktan sonra 24 saat beklemeye bırakıldı. Çözeltinin üst fazında süspansiyon halinde bulunan faz ayrılarak 100 °C sıcaklıkta kurutuldu ve stoklandı [12].

Deneylerde destek malzemesi olarak kullanılmak üzere %0, 1, 3, 6, 12 ve 18 oranlarında Cr içeren AlCrX/Na-bentonit (Cr: %X; Al: %100-X) kompozitleri hazırlandı. Bu amaçla bir beher içine 2 g Na-bentonit tartılıp üzerine 100 mL saf su eklenerek oda sıcaklığında 24 saat süreyle manyetik karıştırıcı üzerinde karıştırıldı. Başka bir beherde istenen Al-Cr oranlarını sağlayacak şekilde toplam 50 mL, 0,2 M CrCl₃·6H₂O ve 0,2 M Al(NO₃)₃·9H₂O karıştırıldı. Karışım, 70 °C’de manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. Karışımın üzerine 70 °C sıcaklıkta 100 mL, 0,2 M NaOH eklendi. Çözelti 400 d/dk hızla 2 saat boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. Oda sıcaklığına soğutulan karışım 24 saat boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. Santrifüj ile ayrılan katı faz saf su ile on kez yıkandı. 80 °C etüvde 24 saat kurutulan numune 500 °C’de iki saat kül fırınında kalsine edildi.

2.3. Katalizör Sentezi

Deneyisel çalışmada kullanılan destekli katalizörler %10 CoB içerecek şekilde emdirme kimyasal indirgeme yöntemiyle hazırlandı. Bu amaçla 0,44 g CoCl₂·6H₂O tartılarak üzerine 50 mL distile su eklendi ve bu çözeltiliye 1 g destek malzemesi ilave edildi. Karışım 300 d/dk hızla 24 saat boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. Karışım 24 saat süreyle 80 °C’de etüve kurutuldu. Numuneye 50 mL su eklenip 5 °C’ye soğutuldu. Hızla karıştırıldığı sırada üzerine 10 mL distile su içerisinde 0,385 g NaBH₄ çözülerek hazırlanan çözeltili damla damla eklendi. Süzülerek sıvı fazdan ayrılan numune, saf su ile üç kez yıkandı. 80 °C etüvde 24 saat kurutulan topaklı yapıdaki numune bir havanda toz haline getirildi. Hazırlanan katalizörler destek malzemeleri ve Al-Cr içerikleri ile birlikte Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan katalizörler

Katalizör	Destek Malzemesi	Al-Cr Oranı
CoB@Al/Na-bentonit	Al/Na-bentonit	%100 Al
CoB@AlCr1/Na-bentonit	AlCr1/Na-bentonit	%99 Al + %1 Cr
CoB@AlCr3/Na-bentonit	AlCr3/Na-bentonit	%97 Al + %3 Cr
CoB@AlCr6/Na-bentonit	AlCr6/Na-bentonit	%94 Al + %6 Cr
CoB@AlCr12/Na-bentonit	AlCr12/Na-bentonit	%88 Al + %12 Cr
CoB@AlCr18/Na-bentonit	AlCr18/Na-bentonit	%82 Al + %18 Cr

2.4. Katalitik Test

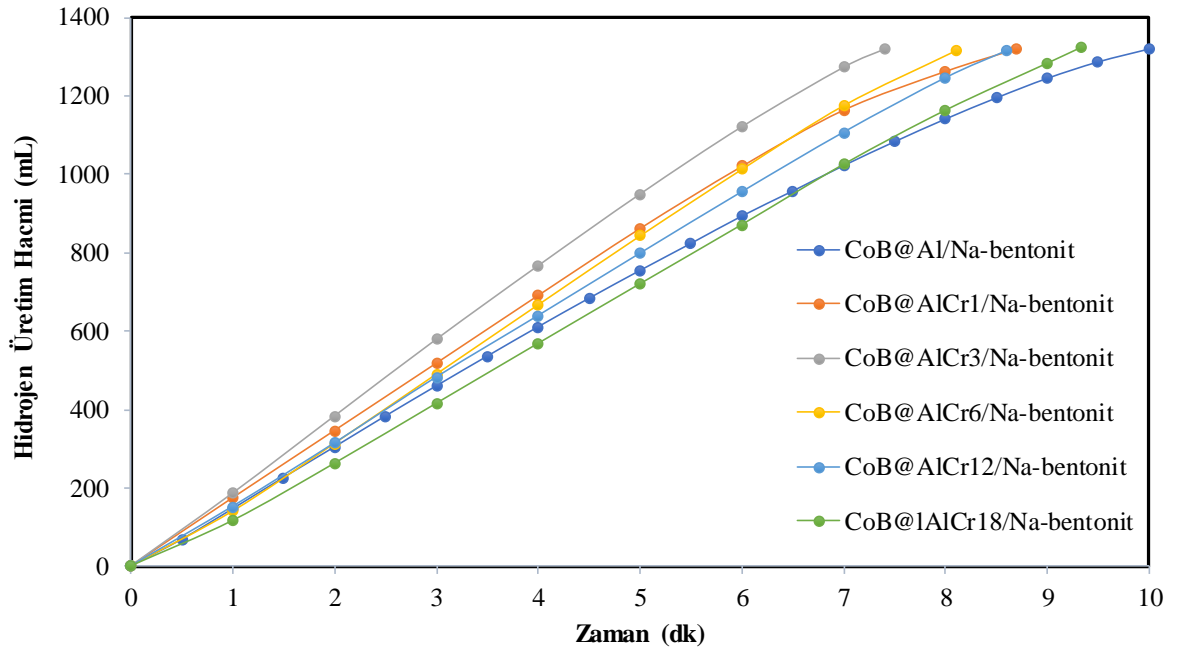
Üretilen katalizörlerin NaBH₄’ün hidroliz tepkimesindeki aktiviteleri 100 mL’lik ceketli-ısıtıcılı cam reaktörde test edildi. Tepkime ortamının sıcaklığını 50°C’de sabit tutmak için ısıtmalı sirkülasyonlu bir su banyosu kullanıldı. Belirlenen ağırlıkça % derişimleri sağlamak için gereken NaBH₄ ve NaOH tartıldı. Toplam ağırlığı 10 g yapacak miktarda distile su reaktöre konuldu. 0,1 g katalizör eklenmesiyle tepkime süresi başlatıldı. Hidroliz sırasında üretilen hidrojen gazının hacmi, hidrojen üretimi durana kadar bir gaz yıkama şişesindeki su seviyesinin

yer değiştirmesi üzerinden zamanın fonksiyonu olarak kaydedildi. Zamana karşı çizilen hidrojen üretim hacmi eğrilerinin eğimlerinden tepkime hızları hesaplandı.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Al-Cr Oranının Etkisi

NaBH_4 'ün hidrolizi yoluyla hidrojen üretim hızına katalizördeki Al-Cr oranının etkisini incelemek amacıyla %0, 1, 3, 6, 12 ve 18 oranlarında Cr içeren katalizörlerle çalışıldı. Deneyler kütlice %5 NaBH_4 ve %5 NaOH derişimleriyle, 50 °C sıcaklıkta ve 0,1 g katalizör kullanılarak gerçekleştirildi. Sentezlenen katalizörlerle yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar Şekil 3.1 ve Çizelge 3.1'de verildi. Denemeler sırasında destek maddesindeki Cr oranının %0'dan %3'e kademeli olarak artmasıyla tepkime hızı 1,3 kat artarak 1365 mL/dk.g_{kat} değerinden 1808 mL/dk.g_{kat} değerine arttı. %3 değeri sonrasında Cr oranındaki artışla hidrojen üretim hızının azalıp %18 Cr oranı için 1456 mL/dk.g_{kat} değerine gerilediği görüldü. Bu nedenle en uygun Cr oranının en yüksek hidrojen üretim hızını veren %3 değeri olduğu belirlendi. Farklı oranlarda Cr içeren Al-Cr sütunlu Na-bentonit sentezlenen başka bir çalışmada, kompozite eklenen düşük miktardaki (%6'ya kadar) kromun katmanlar arası boşluğu (d_{001}) artırdığı, Cr miktarının daha fazla artmasıyla bu değerin azaldığı rapor edilmiştir [13]. Mevcut çalışmada tepkime hızında %3 Cr oranına kadar gözlenen artışın artan bu katmanlar arası boşluk değerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Katalizöre farklı oranlarda Cr eklenerek hazırlanan CrCoB/Na-bentonit katalizörlerle yapılan, NaBH_4 'ün hidrolizinin incelendiği diğer bir çalışmada da Cr miktarının %0'dan %0,5'e artmasıyla tepkime hızının arttığı, sonrasında ise düştüğü rapor edilmiştir [14].



Şekil 3.1. Farklı Al-Cr oranlarıyla hazırlanan CoB@Al-CrX/Na-bentonit katalizörlerinin hidrojen üretim hızına etkisi (küt. %5 NaBH_4 , %5 NaOH)

Çizelge 3.1. Farklı Al-Cr oranlarıyla hazırlanan CoB@AlCr-Na-bentonit katalizörlerle yapılan deney sonuçları

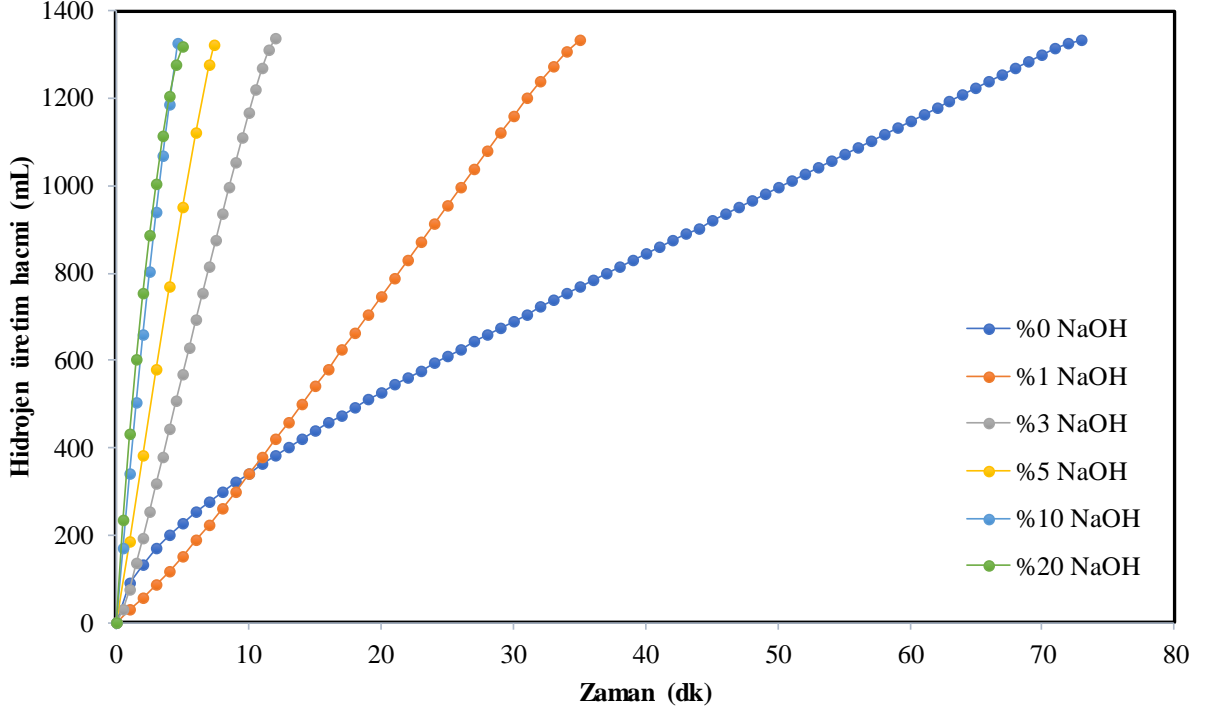
DENEY SONUÇLARI	Cr Oranı					
	%0	%1	%3	%6	%12	%18
Tepkime süresi (dk)	10	8,7	7,4	8,1	8,6	9,3
Toplanan hacim (mL)	1321	1322	1320	1316	1315	1323
Verim (%)	90,6	90,7	90,5	90,3	90,2	90,7
Tepkime hızı (mL/dk.g _{kat})	1365	1562	1808	1676	1553	1456

3.2. NaOH Derişiminin Etkisi

CoB@AlCr₃/Na-bentonit katalizörü ile kütlece %5 NaHB₄ derişiminde yapılan hidroliz deneylerinde NaOH derişiminin etkisi kütlece %0, %1, %3, %5, %10 ve %20 NaOH oranlarıyla çalışılarak incelendi. Deney sonuçları Şekil 3.2 ve Çizelge 3.2’de verildi. Kütlece %0 NaOH ile çalışıldığında tepkimenin oldukça yavaş ilerlediği gözlemlendi Tepkime ortamındaki NaOH oranının kütlece %1’den %10’a kadar artmasıyla hidrojen üretim hızının yaklaşık 7 kat artarak 397 mL/dk.g_{kat} değerinden 2854 mL/dk.g_{kat} değerine yükseldiği görüldü. Sonrasında NaOH oranının %20’ye artmasıyla tepkime hızı azaldı. Daha önce yapılan bir çalışmada hidroliz tepkimesindeki hız sınırlayıcı basamağın BH₄⁻ anyonuna OH⁻ anyonunun katılımıyla oluşan BH_x(OH⁻)_{4-x} gurubunun üretimi olduğu ileri sürülmüştür [15]. BH₄⁻ anyonu bu suretle B(OH⁻)₄⁻’e hidrolize olur ve daha sonra BO₂⁻ anyonuna dehidrate olur. Artan NaOH miktarı, işlemin ara ürünü olan ve daha yüksek bir hidrojen gazı salınım hızına yol açan B(OH⁻)₄⁻ anyonunun oluşumuna izin verir. Öte yandan, çözeltideki çok fazla OH⁻ anyonu, BH₄⁻ anyonlarının katalizörün aktif bölgelerine aktarılmasıyla güçlü bir şekilde rekabet ederek olumsuz bir etkiye yol açar [16]. Sonuç olarak, katalitik hidroliz süreci için en yüksek hidrojen üretim hızını sağlayan bir NaOH derişimi değeri ortaya çıkar. Bu çalışmada, optimum NaOH derişimi kütlece %10 olarak belirlendi ve sonraki deney parametresi bu derişimde çalışılarak gerçekleştirildi.

Çizelge 3.2. CoB@AlCr₃/Na-bentonit katalizörü ile farklı NaOH derişimlerinde yapılan deney sonuçları

DENEY SONUÇLARI	NaOH derişimi (küt. %)					
	%0	%1	%3	%5	%10	%20
Tepkime süresi (dk)	73	35	12	7,4	4,7	5
Toplanan hacim (mL)	1332	1332	1338	1320	1324	1316
Verim (%)	91,3	91,3	91,7	90,5	90,8	90,3
Tepkime hızı (mL/dk.g _{kat})	165	397	1182	1801	2854	2609



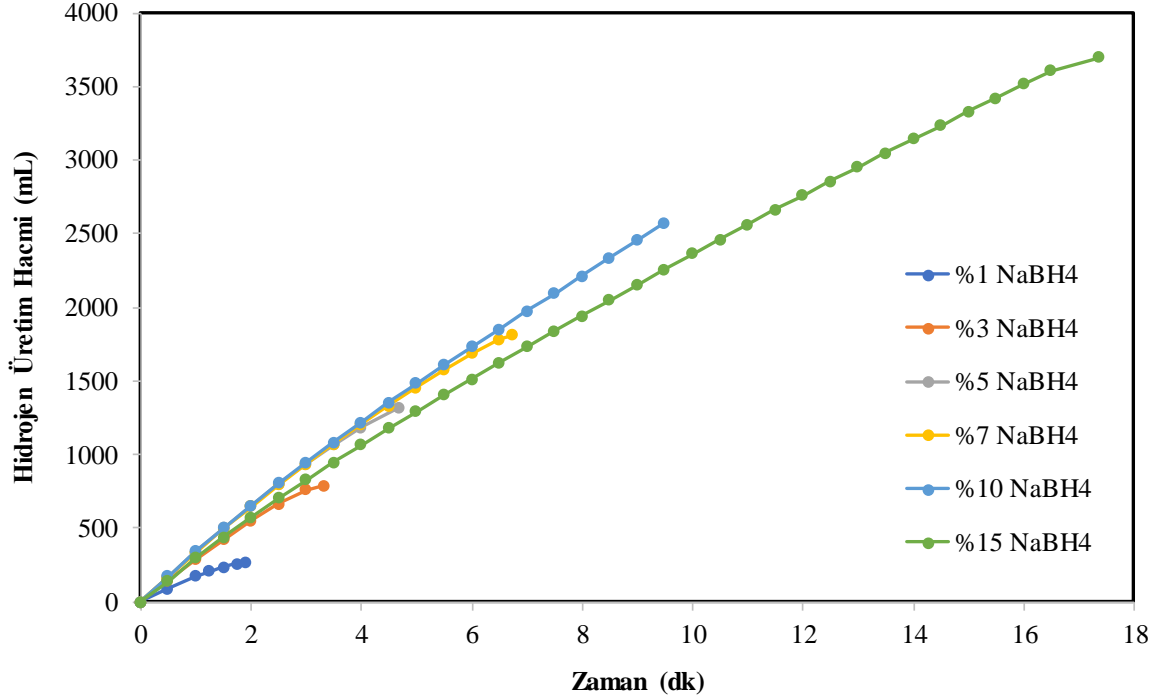
Şekil 3.2. CoB@AlCr3/Na-bentonit katalizörü için farklı NaOH derişimlerinin hidrojen üretim hızına etkisi (küt. %5 NaBH4)

3.3. NaBH4 Derişiminin Etkisi

CoB@AlCr3/Na-bentonit katalizörü ile kütlece %10 NaOH derişiminde çalışılarak çözeltildeki NaBH4 oranının %1 ile %15 aralığındaki değişiminin hidrojen üretim hacmine etkisi incelendi (Şekil 3.3 ve Çizelge 3.3). Kütlece %1'den %10'a artan NaBH4 derişimi ile tepkime hızının 1424 mL/dk.gkat değerinden 2663 mL/dk.gkat değerine arttığı saptandı. Sonrasında NaBH4 derişiminin %15'e artmasıyla tepkime hızının 2126 mL/dk.gkat değerine düştüğü belirlendi. Yüksek NaBH4 derişimlerinin çözeltili daha viskoz hale getirerek tepkenlerin katalizörün aktif bölgelerine difüzyonunu yavaşlattığı ve bu suretle hidroliz hızını düşürdüğü rapor edilmektedir [17].

Çizelge 3.3. CoB@AlCr3/Na-bentonit katalizörü ile farklı NaBH4 derişimlerinde yapılan deney sonuçları

DENEY SONUÇLARI	NaBH4 derişimi (küt. %)					
	%1	%3	%5	%7	%10	%15
Tepkime süresi (dk)	1,9	3,3	4,7	6,8	9,5	17,4
Toplanan hacim (mL)	268	792	1324	1810	2576	3696
Verim (%)	91,9	90,5	90,8	88,6	88,3	84,4
Tepkime hızı (mL/dk.gkat)	1424	2430	2854	2694	2663	2126



Şekil 3.3. CoB@AlCr₃/Na-bentonit katalizörü için farklı NaBH₄ derişimlerinin hidrojen üretim hızına etkisi (küt. %10 NaOH)

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmada NaBH₄'ün hidrolizinden hidrojen üretiminde kullanılmak amacıyla Al-Cr sütunlu bentonit destekli kobalt borür (CoB@AlCr_X/Na-bentonit) katalizörler sentezlendi. Bu kapsamda farklı krom oranlarında (X: %0, %1, %3, %6, %12, ve %18) katalizörler üretildi. Katalizördeki farklı krom oranlarının hacimsel hidrojen üretim hızına etkisi incelendi. %3 krom içeren CoB@AlCr₃/Na-bentonit katalizörü ile çalışıldığında en yüksek tepkime hızına ulaşıldı. İlâveten çözeltideki NaOH ve NaBH₄ miktarlarının hidrojen üretim hızına etkileri incelendi. Kütlece NaOH derişiminin %10'a kadar artmasıyla hidrojen üretim hızının arttığı, sonrasında azaldığı saptandı. Benzer şekilde çözeltideki NaBH₄ oranının %5'e kadar artmasıyla tepkime hızı arttı ve daha yüksek derişimlerde çalışıldığında tepkime hızında azalma gözlemlendi. En yüksek hidrojen üretim hızına CoB@AlCr₃/Na-bentonit katalizörü ile kütlece %10 NaOH ve %5 NaBH₄ derişimleri ile çalışıldığında, 2854 mL/dk.g_{kat} değeri ile ulaşıldı. Sonuç olarak Al-Cr sütunlu bentonit destekli CoB@AlCr₃/Na-bentonit kompozitinin NaBH₄'ün hidrolizinden hidrojen üretiminde etkili bir katalizör olarak kullanılabileceği belirlendi.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyonu birimi tarafından FYL-2024-3225'nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Chen H, Xiao H, Xia S, Wu D, Chen Y, Wang X, Yang H, Xiao J. Catalytic hydrotreatment of industrial wood tar under supercritical ethanol conditions. *Energy & Fuels* 2020; 34:5983–5989. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.0c00423>
- [2] Arun J, Gopinath KP, Vo DVN, SundarRajan P, Swathi, M. Co-hydrothermal gasification of Scenedesmus sp. with sewage sludge for bio-hydrogen production using novel solid catalyst derived from carbon-zinc battery waste. *Bioresource Technology Reports* 2020; 11:100459. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2020.100459>.
- [3] Liu W, Sun L, Li Z, Fujii M, Geng Y, Dong L, Fujita T. Trends and future challenges in hydrogen production and storage research. *Environmental Science and Pollution Research* 2020; 27:31092–31104. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09470-0>
- [4] Zhang B, Zhang SX, Yao R, Wu YH, Qiu JS. Progress and prospects of hydrogen production: Opportunities and challenges. *Journal of Electronic Science and Technology* 2021; 19:100080. <https://doi.org/10.1016/j.jnlest.2021.100080>.
- [5] Onat E, İzgi MS, Şahin Ö, Saka C. Highly active hydrogen production from hydrolysis of potassium borohydride by caffeine carbon quantum dot-supported cobalt catalyst in ethanol solvent by hydrothermal treatment. *International Journal of Hydrogen Energy* 2024; 51:362–75. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.08.176>.
- [6] Zheng J, Wang CG, Zhou H, Ye E, Xu J, Li Z, Loh XJ. Current research trends and perspectives on solid-state nanomaterials in hydrogen storage. *Research* 2021; 2021:3750689. <https://doi.org/10.34133/2021/3750689>
- [7] Huang Y, Cheng Y, Zhang J. A review of high density solid hydrogen storage materials by pyrolysis for promising mobile applications. *Industrial Engineering Chemistry Research* 2021; 60(7):2737–2771. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.0c04387>
- [8] Lang C, Jia Y, Yao X. Recent advances in liquid-phase chemical hydrogen storage. *Energy Storage Materials* 2020; 26:290–312. <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2020.01.010>
- [9] Ferreira MJF, Gales L, Fernandes VR, Rangel CM, Pinto AMFR. Alkali free hydrolysis of sodium borohydride for hydrogen generation under pressure. *International Journal of Hydrogen Energy* 2010; 35:9869–9878. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.02.121>
- [10] Zhu L, Swaminathan V, Gurau B, Masel RI, Shannon MA. An onboard hydrogen generation method based on hydrides and water recovery for micro-fuel cells. *Journal of Power Sources* 2009; 192:556–561. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2009.03.033>
- [11] Diwan M, Hanna D, Varma A. Method to release hydrogen from ammonia borane for portable fuel cell applications. *International Journal of Hydrogen Energy* 2010; 35:577–584. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2009.10.057>
- [12] Ersal EK. Sütunlu Kil Katalizörler Üzerinde Azo Boyar Madde İçeren Çözeltilerin Katalitik Islak Peroksit Oksidasyonu. Doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2017.

[13] Taşbatan M. Katalitik Islak Peroksit Oksidasyonu Yoluyla Azo Boyar Madde Gideriminde Kullanılmak Üzere Bentonit Destekli Katalizör Sentezi ve Karakterizasyonu Doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2019.

[14] Kalpazan E. Sodyum Borhidrürün Hidrolizinden Hidrojen Üretimi için Bentonit ve Zeolit Destekli Metal Borür Katalizörlerin Sentezi ve Karakterizasyonu. Doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2021.

[15] Wu Z, Ge S. Facile synthesis of a Co-B nanoparticle catalyst for efficient hydrogen generation via borohydride hydrolysis. *Catalysis Communications* 2011; 13:40–43. <https://doi:10.1016/j.catcom.2011.06.017>

[16] Wang J, Ke D, Li Y, Zhang H, Wang C, Zhao X, Yuan Y, Han S. Efficient hydrolysis of alkaline sodium borohydride catalyzed by cobalt nanoparticles supported on three-dimensional graphene oxide. *Materials Research Bulletin* 2017; 95:204–210. <http://dx.doi.org/10.1016/j.materresbull.2017.07.039>

[17] Chen B, Chen S, Bandal HA, Appiah-Ntiamoah R, Jadhav AR, Kim H. Cobalt nanoparticles supported on magnetic core-shell structured carbon as a highly efficient catalyst for hydrogen generation from NaBH₄ hydrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy* 2018; 43:9296–9306. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.03.193>

CHARACTERIZATION OF POLYMER NANOCOMPOSITES BY MECHANICAL ANALYSIS

Aykut ILGAZ

Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Çağış Yerleşkesi, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-9632-0281

Mehmet BAYIRLI

Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Çağış Yerleşkesi, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-7775-0251

Orhan ZEYBEK

Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Çağış Yerleşkesi, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-8379-3186

ABSTRACT

In this study, the mechanical properties of polymer nanocomposites containing 2.5 wt. % single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) were compared with the properties of the neat composite material. The effect of nanotubes on the mechanical performance of the materials was investigated by tensile and flexural tests. Tensile test results reveal that carbon nanotube doping into the pure sample causes approximately 15% increase in the Young modulus of the material. While the Young modulus value of the undoped material was calculated as 8892.45 MPa, this value for the doped sample was calculated as 10226.85 MPa. Unlike tensile loading, the nanotubes do not tend to increase the flexural strength of the composite material in the flexural tests. Neat composite sample showed higher values in terms of flexural modulus and flexural strength than carbon nanotube filled samples. While the flexural modulus for the neat sample was estimated as 15588.50 MPa, this value was calculated as 12456.5 MPa in the nanotube filled sample. From the strain values, it is seen that the addition of carbon nanotubes improves the tensile properties of the nanocomposite material, but at the same time increases the brittleness of the material due to the aggregation of nanotubes in certain localized areas of the polymer material.

Keywords: Mechanical properties, Single-walled carbon nanotubes, Young modulus, Polymer composite.

1. Introduction

The strength of composite materials varies depending on the components within it as well as the applied force, load or pressure [1]. Composite materials that can maintain their form under small-scale loads or pressures cannot maintain their shape with increasing external force. Therefore, if a large force is applied, they begin to deform by changing their shape. In order to find a solution to this situation, reinforcement additives are added to the material. The mechanical, electrical and thermal properties of the materials have been improved with the help of reinforcement elements such as carbon black, carbon fiber and carbon nanotube [2-5].

Over the last 30 years, many researchers have investigated the mechanical properties of composite materials by doping. Allaoui and colleagues demonstrated that 1% carbon nanotube addition took the composite material to another level in terms of mechanics [6]. Panchagnula and Kuppan have analysed the mechanical performance of glass fiber reinforced composites

filled with carbon nanotube (CNTs) [7]. Que et al. have researched the mechanical properties of TiO₂/SiO₂/organically filled composite samples prepared by sol-gel processing. He found that the material hardness was 9 GPa when the titanium mole fraction was 0.5 [8].

In this study, the mechanical behaviours of unsaturated polyester based polymer nanocomposites doped with single walled carbon nanotubes (SWCNT) were analysed under tensile and bending tests. The effects of carbon nanotubes on the mechanical properties of the material are discussed.

2. Experimental Procedure

2.1 Material

The main components of the materials prepared for bending-tensile tests are glass fiber, unsaturated polyester, calcium carbonate, single-walled carbon nanotube. The filament diameter of the glass fiber is 15 μm and its percentage in the material is 22%. The resin used is unsaturated polyester with a viscosity value of 1280 cps and a monomer content of 36% and it is present in the material by weight by 29%. Calcium carbonate, which gives the material durability, is the largest component in the material by 32%. The diameter of the single-walled nanotubes is 14 nm and their length is 12 μm and they are present in the material by 2.5% by weight.

2.2 Tensile Tests

In applications requiring durability and flexibility, the desired feature of composite materials is that they have the highest tensile strength and flexibility under an external force or pressure and that they maintain their form without breaking or breaking. The most effective way to understand how high these properties of the material are is to apply tensile tests to the material. In this study, sample with length $L=150$ mm, width $W=10$ mm and thickness $t=5$ mm were used to tensile test in the fiber direction. The sample was placed in a Zwick Roell Z250 model tensile testing machine. The pulling speed of the device from both ends of the material was identical and set at 5 mm/min. The data obtained from the strain gauges operated simultaneously on the device were transferred to the computer with the help of a datalogger. Thanks to the TestXpert software program, data were reflected in graphs in the form of elongation amounts corresponding to tensile force. Additionally, the Young modulus of the material can be obtained from these data.

2.3 Bending Tests

Flexural testing deforms the test material, causing a concave surface or a bend before fracture occurs. The material is placed horizontally over two contact points and then a force is applied to the top of the material. The maximum force recorded is the flexural strength of the sample. Bend testing is carried out until the sample fails and is therefore ideal for testing brittle materials

such as ceramics and composites. The aims of the flexural test are: to determine the flexural modulus of the material and to determine the flexural strength of the material.

3. Results

The longitudinal elongation graphs corresponding to the applied stress are given in Figure 1 and Figure 2 for neat and SWCNT filled nanocomposite, respectively. In the case of small stresses applied to the material, the proportional increases in the elongation amounts in the material are revealed. In this elastic region, which is a reversible region, the performance of the material complies with Hooke's law and the elasticity modulus are calculated from this region and recorded in Table 1. Once the deformation zone is reached, the process becomes irreversible. Even if the force is removed from the material, the composite cannot return to its original state. The chemical structure of the material in the deformation zone also begins to deteriorate. In the yield region, the bonds between the components that make up the material begin to break and the material begins to break at the point where the distribution within the material is worst.

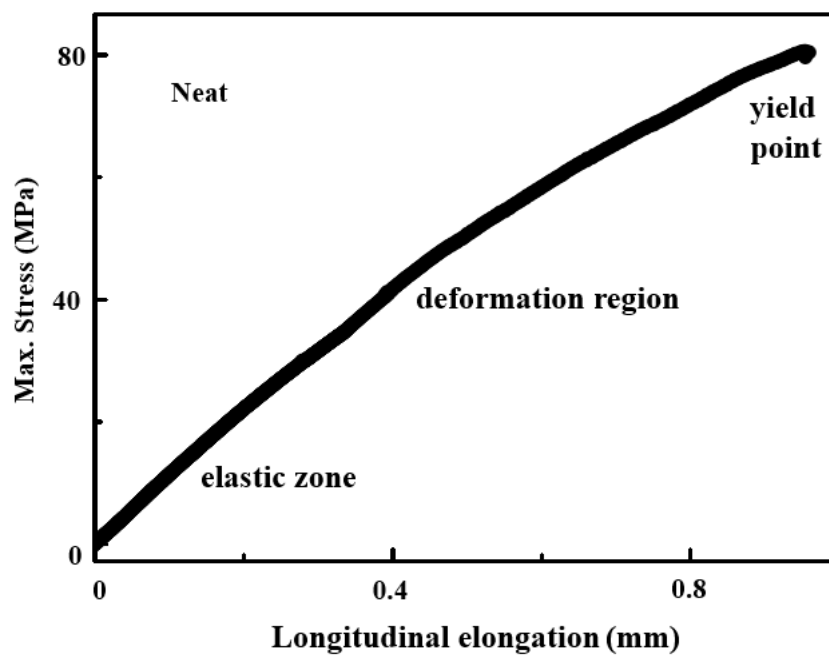


Fig. 1 The variation of the stress applied to a pure material depending on the longitudinal elongation that occurs in the material.

Table 1. Elasticity modulus, maximum stress and longitudinal elongation values of materials

Material	Young Modulus	Max. Stress	Longitudinal elongation
Neat	8892.45 MPa	80 MPa	1.18 mm
SWCNT	10226.85 MPa	132 MPa	1.49 mm

As seen in Figure 2, although the behaviour of the function is similar in the material strengthened with SWCNT, the amount of stress and elongation has increased. The modulus of elasticity was calculated from the elastic region and recorded in Table 1. It is seen from the obtained data that the elastic modulus of the material increased with the addition of carbon nanotubes to the standard material. Adding SWCNT to the material increases the strength of the bonds between the components, making the material one step ahead in applications requiring strength.

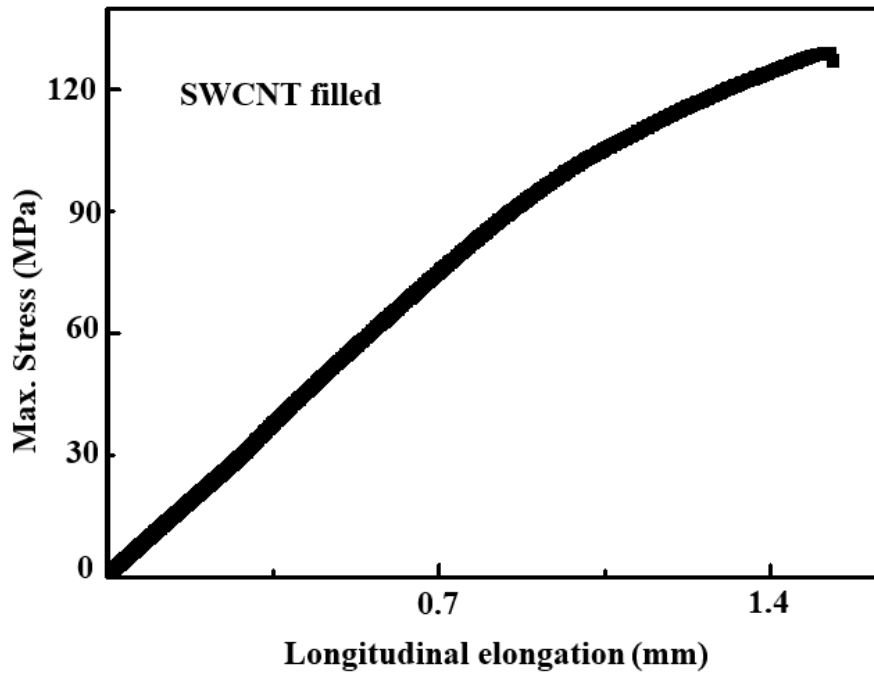


Fig. 2 The variation of the stress applied to a SWCNT filled material depending on the longitudinal elongation that occurs in the material.

Table 2. Flexural modulus, maximum stress and longitudinal elongation values of materials

Material	Flexural Modulus	Flexural Stress	Flexural Strain
Neat	15588.50 MPa	304 MPa	2.86
SWCNT	12456.54 MPa	251 MPa	2.79

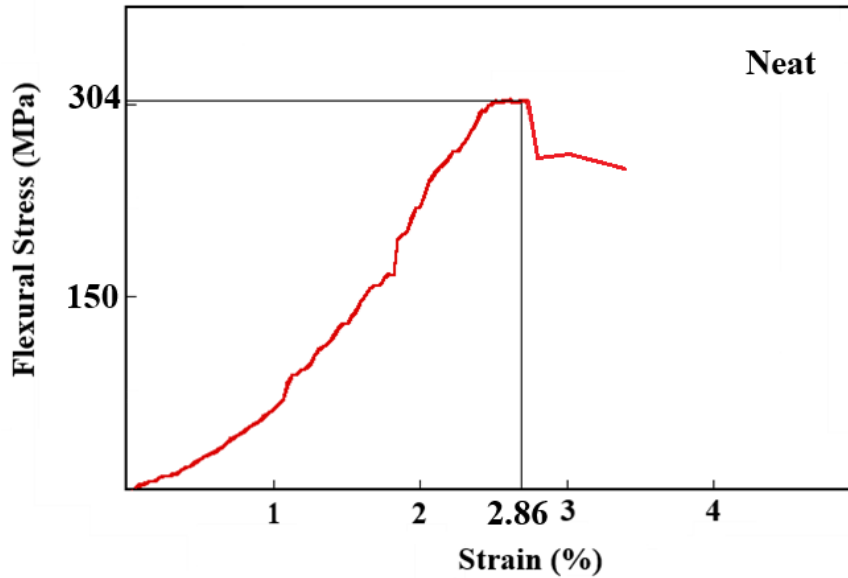


Fig. 3 The variation of the flexural stress applied to a neat material depending on the strain that occurs in the material.

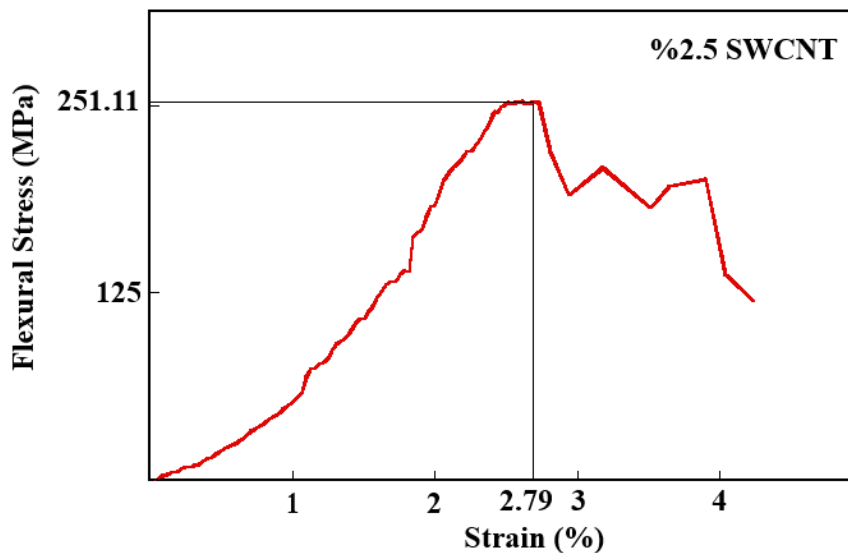


Fig. 4 The variation of the flexural stress applied to a SWCNT filled material depending on the strain that occurs in the material.

The flexural stress versus strain graphs are given in Figure 3 and Figure 4 for neat and SWCNT filled nanocomposite, respectively. The bending test allowed us to obtain different results about the material than the tensile test. In the bending process, the SWCNT-added material performed worse than the neat material. The carbon nanotube, which is a reinforcing material, did not create the expected effect and on the contrary made the material more brittle. Glass fibers, one of the many components in the material, begin to break gradually from the bottom when the bending stress increases. This is one of the reasons why carbon nanotubes cannot have the expected effect.

4. Conclusions and Discussion

Tensile test results reveal that carbon nanotube doping into the pure sample causes approximately 15% increase in the Young modulus of the material. A different picture is seen in the flexural test results. Since nanotubes are reinforcing materials that tend to clump, the material has become brittle instead of elastic. It has been shown that there is a 20% loss in elasticity. As a result, the addition of single-walled carbon nanotubes to the matrix decreased the flexural strength while delaying the rupture of the material.

5. References

- [1] Hashin, Z., Analysis of Composite Materials—A Survey, ASME, J. Appl. Mech., 50(3): 481–505, 1983.
- [2] Chen, G.X., Kim, H.S., Park, B.H., Yoon, J.S., Controlled Functionalization of Multiwalled Carbon Nanotubes with Various Molecular-Weight Poly(Llactic acid), J. Phys. Chem., 109, 22237-22243, 2005.
- [3] Sengupta, R., Bhattacharya, M., Bandyopadhyay, S., Bhowmick, A. K., A review on the mechanical and electrical properties of graphite and modified graphite reinforced polymer composites, Progress in Polymer Science, 36, 638–670, 2011.
- [4] Acar, V., Akbulut, H., Sarikanat, M., Seydibeyoğlu, M.Ö., Seki Y., Erden S., Karbon Elyaf Takviyeli Prepreg Kompozitlerde Arayüzey Mekaniğinin Karbon Nanoyapı Katkısıyla İyileştirilmesi, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 10, 43-51, 2013.
- [5] Borrachero, B. O., Caballero, S. S., Fenollar, O., Selles, M. A., Natural-Fiber-Reinforced Polymer Composites for Automotive Parts Manufacturing, Key Engineering Materials, 793, 9-16,2019.
- [6] Allaoui, A., Bai, S., Cheng, H. M., Bai, J. B., Mechanical and electrical properties of a MWNT/epoxy composite, Composites Science and Technology, 62, 1993–1998, 2002.
- [7] Panchagnula, K.K., Kuppan, P., Improvement in the mechanical properties of neat GFRPs with multi-walled CNTs, Journal of Materials Research and Technology, 8, 366, 2019.
- [8] Que, W., Sun, Z., Zhou, Y., Lam, Y. L., Chan, Y. C. and Kam, C. H., Optical and mechanical properties of TiO₂/SiO₂ /organically modified silane composite films prepared by sol-gel processing, Thin Solid Films, 359, 177-183, 2000.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye olan katkıları eşit orandadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

TEMPERATURE DEPENDENT DIELECTRIC PROPERTIES OF NANOTUBE REINFORCED POLYMER NANOCOMPOSITES

Aykut ILGAZ

Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Çağış Yerleşkesi, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-9632-0281

Mehmet BAYIRLI

Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Çağış Yerleşkesi, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-7775-0251

Orhan ZEYBEK

Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Çağış Yerleşkesi, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-8379-3186

ABSTRACT

Composite materials with unique dielectric characteristics are widely used in gate dielectrics and especially in energy storage systems. In this study, the selected factors affecting the dielectric properties are temperature and frequency. Neat and nano-sized single-walled carbon nanotubes (SWCNT) filled polymer composites were prepared to investigate the effect of temperature and frequency on dielectric properties of composites. The real and imaginary components of the complex impedance were obtained as a function of temperature and frequency from impedance analysis data. The dielectric constant and dielectric loss were estimated using impedance data depending on temperature. Impedance analysis results demonstrate that SWCNT filled unsaturated polyester based nanocomposites showed higher dielectric constants due to Maxwell-Wagner-Sillars mechanism which originates from interface charge accumulation at low frequencies. Lattice polarization and electronic polarization also associated with high dielectric constant at this region. It was observed that when the frequency was increased, the dielectric constant decreased due to the movements of the dipoles with field for both specimens. The enhancement in temperature for all frequencies also increases the dielectric constant confirming Debye type behaviour. Similar to the dielectric constant, it has been revealed that dielectric loss, which defines the energy loss resulting from ionic conduction or polarization in the material, increases with the increase in temperature, but decreases with the increase in frequency.

Keywords: Dielectric constant, Dielectric loss, Single-walled carbon nanotubes, Impedance analysis.

3. Introduction

Polymer matrix composites (PMC) have become one of the most widely used microelectronics and engineering materials [1-3]. This situation made possible by developments in high-performance fibers such as carbon fiber, polyethylene, carbon nanotube, as well as

developments in polymers used as matrix materials [4-6]. One of the areas where polymer composite materials are used is capacitor applications. When reinforcements such as nanotubes are added to polymer composites, the materials can have high dielectric permittivity and low dielectric loss factor. Capacitor applications of these doped polymer dielectrics in energy vehicles or high-speed power devices are of interest. If the distribution of nanoscale reinforcing materials within the insulating polymer matrix is homogeneous, this triggers interface polarization, which will lead to improved dielectric properties of the composites [7-8]. Many researchers can investigate the dielectric response of composite films by impedance analysis in a certain frequency range. Samir et al. calculated dielectric permittivity with 0.5 wt.% nanotubes concentration [9]. They reported that a 30 times greater dielectric constant was obtained compared to the pure material. Jyoti et al. researched the dielectric and impedance characteristics of multi-walled carbon nanotube doped composite [10]. Helseth explained capacitive and resistive behaviour of MWCNT modified polyester resin-based composite [11]. Ilgaz et al studied relaxation process and dielectric properties of single walled carbon nanotubes reinforced composites using electric modulus formalism [12].

In this study, the dielectric characteristics of nanotube reinforced composites with 1.5 % single-walled carbon nanotube (SWCNT) additive were investigated with impedance analysis. The variation of real and imaginary parts of the complex impedance with frequency was obtained to estimate dielectric permittivity. The real and imaginary components of dielectric permittivity were estimated using impedance data depending on temperature.

2. Experimental Procedure

2.1 Material

The sample produced by the hot press production method contains 27% unsaturated polyester, 1.8% zinc sulphide, 9% filler, 0.7% peroxide, 30.5% calcium carbonate, 0.9% thickener, 1.6% styrene, 27% glass fiber and 1.5% single-walled carbon nanotube. The produced material cut into dimensions of 25 mm x 15 mm x 3 mm for impedance measurements when it came out of the mold.

2.2 Dielectric Measurement

One of the main types of polarization that will contribute to the dielectric constant in polymer nanocomposites is the interfacial polarization also called Maxwell-Wagner-Silars polarization that occurs because of the retention of conductive particles at the interfaces by the matrix at low frequencies [13]. The other mechanism is the dipole, or orientation polarization, observed at medium and high frequencies. These polarizations occurring at different frequencies are the biggest reason for the dielectric constant and losses.

The real part of the dielectric constant represents the energy stored in the material, while the imaginary part represents the losses in the material as heat in the electric field. The dielectric constant and the dielectric loss factor are described with equations (1) and (2) [10]

$$\varepsilon' = \frac{Z''}{\omega CZ^2} \quad (1)$$

$$\varepsilon'' = \frac{Z'}{\omega CZ^2} \quad (2)$$

where ω is angular frequency, C is the geometric capacitance, Z is impedance, Z' is real part of complex impedance, Z'' is imaginary part of complex impedance.

The electrical impedance measurements were carried out with MFIA Impedance Analyzer. Composite specimen with 25 mm length, 15 mm width and 3 mm thickness were deposited between parallel plate electrodes. A silver layer was coated on the surface of the sample to make the electrical contact more functional. Later, frequency and temperature dependent measurements began to be made.

3. Results

As shown in Fig. 1, dielectric constants for all temperatures in this work have higher value at low frequency region. The interface (MWS) polarization originating from the heterogeneity of polymer composites affects the dielectric properties of the nanocomposite. Other polarizations effects including electrode, atomic and dipole at low frequencies are negligible. When the effect of interface polarization decreases with increasing frequency the relative permittivity decreases accordingly. As the interface polarization weakens towards higher frequencies, the dipole polarization effect begins to increase. However, increasing the frequency reduces the polarization effects by activating the conductive particles in the material. Thus, the dielectric constant begins to decrease. When we examine the variation of dielectric constant with temperature, it can say that increasing temperature increases the dielectric constant.

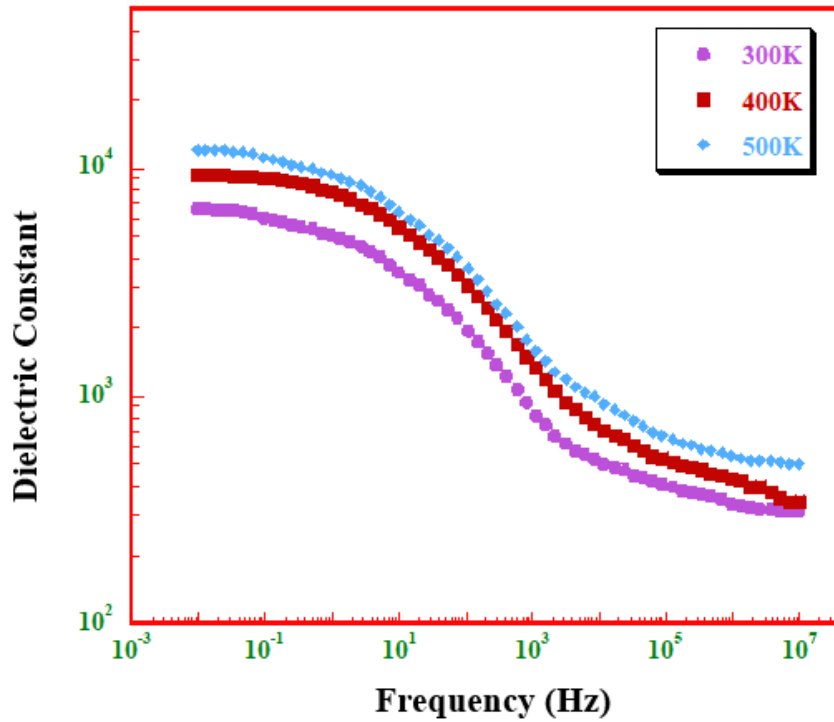


Fig. 1 Dielectric constants versus frequency depending on different temperatures

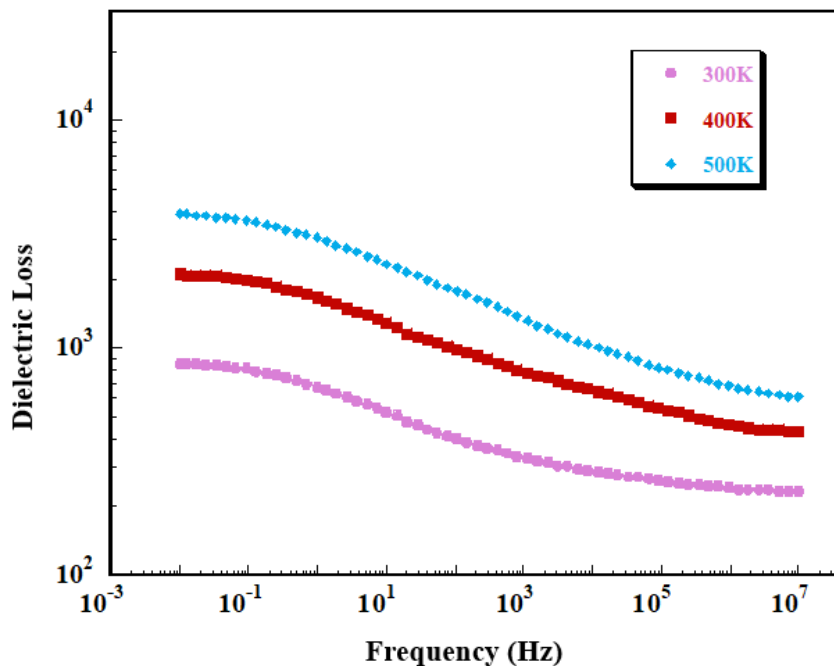


Fig. 2 Dielectric loss versus frequency depending on different temperatures

Figure 2 shows the variation of the dielectric loss (ϵ'') with frequency. These losses occur because the thermally excited dipoles in the dielectric material in the electric field cannot adapt to the change in the field direction and cannot rotate sufficiently as the temperature increases. In addition, the general characteristic of the loss spectra is that they give peak values at certain frequencies. However, as seen in graph 2, no loss peak observed within our frequency and temperature limits.

4. Conclusions and Discussion

It is revealed that the dielectric constant and dielectric losses are high at low frequencies due to the inhomogeneous internal structures of the samples and the polarizations occurring in the material, but with the increase in frequency, the effects of polarizations are weakened, leading to a decrease in the dielectric constants and losses. In the light of the calculations and analyses, it is revealed that the nanotube-doped material is ideal for applications such as microwave absorber materials, where semiconductors are generally used. Similarly, doped nanocomposites have come to the fore in terms of efficiency for applications requiring high dielectric constants, such as capacitors in the field of microelectronics. At the same time, considering the effect of temperature effects on dielectric properties, optimum operating conditions may be the subject of another study.

5. References

- [1] Kuilla, T., Bhadra, S., Yao, D., Kim, N.H., Bose, S., Lee, J.H., Recent advances in graphene based polymer composites, *Prog. Polym. Sci.* 35, 1350–1375, 2010.
- [2] Lee, H., Huh, M., Yoon, J., Lee, D., Kim, S. and Kang, S., Fabrication of carbon fiber SMC composites with vinyl ester resin and effect of carbon fiber content on mechanical properties, *Carbon Letters* Vol. 22, 101-104, 2017.
- [3] Davoodi, M.M., Sapuan, S.M., Ahmad, D., Ali, A., Khalina, A., Jonoobi, M., Mechanical properties of hybrid kenaf/glass reinforced epoxy composite for passenger car bumper beam. *Material Design*, 31, 4927, 2010.
- [4] Almuhammadi, K., Bera, T.K., Lubineau, G., Electrical impedance spectroscopy for measuring the impedance response of carbon-fiber-reinforced polymer composite laminates, *Compos. Struct.* 168, 510–521, 2017.
- [5] Belhimria, R., Samir, Z., Boukheir, S., Teixeira, S.S., Achour, M.E., Casaos, A.A., Dominguez, J.M.G., Costa, L.C., Hasnaoui, M.E., Thermal and dielectric properties of carbon nanotubes/graphite/polyester ternary composites, *Journal Composite Material*, 55, 3741–3750, 2021.
- [6] Nayak, L., Khastgir, D., Chaki, T., Study of alternating current impedance analysis and dielectric properties of carbon nanotube-based polysulfone nanocomposites, *Polym. Compos.* 33, 85–91, 2012.
- [7] Anju, V. P., and S. K. Narayanankutty, High dielectric constant polymer nanocomposite for embedded capacitor applications. *Mater. Sci. Eng. B*, 249, 114418, 2019.

[8] Hernandez, M., Carretero-Gonzalez, J., Verdejo, R., Ezquerra, T.A., Lopez-Manchado, M.A. Molecular dynamics of natural rubber/layered silicate nanocomposites as studied by dielectric relaxation spectroscopy and dynamic mechanical spectroscopy. *Macromolecules*, 43,643–651, 2010.

[9] Samir, Z., Merabet, Y. E., Graca, M.P.F, Teixeira, S. S., Achour, M.E., Costa, L.C. Dielectric behaviour of carbon nanotubes particles-filled polyester polymer composites. *Journal of Composite Materials*, 51(13),1831–1837, 2017.

[10] Jyoti, J., Kumar, A., Dhakate, S.R., Singh, B.P. Dielectric and impedance properties of three dimension graphene oxide-carbon nanotube acrylonitrile butadiene styrene hybrid composites, *Polymer Testing*, 68, 456–466, 2018.

[11] Helseth, L., Electrical impedance spectroscopy of multiwall carbon nanotube–PDMS composites under compression, *Material Research Express*, 5, 105002, 2018.

[12] Ilgaz, A., Dielectric analysis of single walled carbon nanotubes loaded SMC composites depending on resin type, *Ind. J. Pure Appl. Phys.*, 60, 521, 2022.

[13] Ilgaz, A., Impedance analysis of single walled carbon nanotube/vinylester polymer composites, *Kuwait J.Sci.*, 50, No.(3B), 177-189, 2023.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye olan katkıları eşit orandadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

GÜÇ SİSTEMLERİNDE ASENKRON MOTORUN GERİLİM KARARLILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Dr.Öğr. Üyesi Enes KAYMAZ

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

Prof. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU

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

ÖZET

Günümüzde, gelişen teknoloji ve enerji sektöründeki yeniliklere bağlı olarak artan enerji talebi, elektrik güç şebekelerinde aşırı yüklenme veya ani yük değişimi gibi durumlara bağlı olarak gerilim kararlılığı açısından olumsuzluklara yol açmaktadır. Güç sistemlerinde gerilim kararlılığının sağlanabilmesi açısından gerilim ve maksimum yüklenme parametresi değeri arasındaki ilişki oldukça önemlidir. Güç sistemlerinde gerilim kararlılığının artırılması ve güç kalitesinin iyileştirilmesi açısından öne çıkan faktörlerin başında asenkron motorların derece modeli gelmektedir. Yapılan bu çalışmada, güç sistemlerinde asenkron motorların farklı derece modellerinin gerilim kararlılığı üzerinde oluşturduğu etkiler incelenmektedir. Benzetim çalışması, Güç Sistemi Analizi Programı (PSAT) kullanılarak WSCC 3 - makineli 9 - baralı güç sisteminde asenkron motorların 1. derece, 3. derece ve 5. derece modelleri için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada tercih edilen üç farklı derece modeli, gerilim - maksimum yüklenme parametresi değeri bakımından karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen analizin ardından elde edilen sonuçlar incelendiğinde, asenkron motorun 5.derece modelinin gerilim-maksimum yüklenme parametresi açısından karşılaştırılan diğer derece modellerine kıyasla daha etkili sonuç verdiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Asenkron Motor, Gerilim Kararlılığı, Maksimum Yüklenme Parametresi.

1. GİRİŞ

Son yıllarda, teknolojik gelişmeler, artan dünya nüfusu ve gelişen yaşam standartları gibi faktörler güç sistemlerinden talep edilen elektrik enerjisine olan ihtiyacı arttırmaktadır. Artan elektriksel güç talebi, enerji iletim hatlarında aşırı yüklenme veya generatörlerin maksimum limitlerde çalıştırılması gibi olumsuz durumlara yol açarak güç kalitesi ve gerilim kararlılığı açısından problemler meydana getirmektedir. Güç sistemleri farklı çalışma koşullarına maruz kaldığında sabit bir gerilim seviyesi sağlanması son derece önemlidir (Çelik ve Durgut, 2018). Aksi takdirde sistemde kısa devre veya hatların devre dışı kalması gibi istenmeyen durumlar oluşabilir. Gerilim kararlılığı, bir güç sisteminin bozucu bir etkiye maruz kalmasının ardından, baralardaki gerilim seviyesinin belirlenen sınırlarda tutulmasıdır. Ayrıca, gerilim kararlılığı baralardaki gerilim- maksimum yüklenme parametresi arasındaki ilişki olarak da ifade edilmektedir (Döşoğlu ve ark.,2019).

Güç sistemlerinin sürekli ve geçici durum çalışmalarında, gerilim kararlılığını iyileştirmek, sistemin güvenliğini sağlamak ve transfer kapasitesini iyileştirmek amacıyla çeşitli modellere ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, çok makineli güç sistemlerinde farklı yük modellerinin gerilim

kararlılığı üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalar mevcuttur (Hill,1993; Döşoğlu ve ark.,2017). Bir başka çalışmada, farklı tip Otomatik Gerilim Regülatörü (OGR) modellerinin gerilim - maksimum yüklenme parametresi değeri ve bara gerilim genlik profilleri açısından analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, OGR Tip III modelinin daha etkili sonuçlar sunduğu görülmüştür (Kaymaz ve ark, 2021a). Güç sistemlerinde gerilim kararlılığının iyileştirilmesinde yer alan etkili yöntemlerden bir tanesi de Güç Sistemi Kararlı Kılıcısı (GSKK) kullanılmasıdır. Özellikle GSKK Tip III modelinin maksimum yüklenme parametresi değeri ve bara gerilim genlik profilleri bakımından daha etkili sonuç verdiği görülmüştür (Kaymaz ve ark, 2021b). Bir diğer çalışmada (Kumar ve ark.,2020) tarafından, 14 baralı bir güç sisteminde rüzgar gücü entegre edilmesinin gerilim kararlılığı üzerindeki etkileri PSAT programında gerçekleştirilen analizler sonucunda incelenmiştir. Bir başka çalışmada ise GSKK VE OGR'nin de yer aldığı bir güç sisteminde farklı Türbin Yöneticisi (TY) modellerinin gerilim kararlılığı üzerindeki etkileri incelenmiş ve elde edilen sonuçlara göre TY 2 modelinin gerilim kararlılığı açısından daha etkili olduğu görülmüştür (Demirbaş ve ark.,2022). Güç sistemlerinde gerilim kararlılığını iyileştirmek amacıyla Esnek AC İletim Sistemi (FACTS) cihazlarının kullanıldığı çalışmalar da literatürde mevcuttur. Örneğin, farklı FACTS cihazlarının gerilim kararlılığına etkisinin incelendiği bir çalışmada, Birleşik Güç Akış Kontrolü (UPFC) cihazının gerilim kararlılığı açısından en etkili sonuçları ve en düşük reaktif güç kaybını sağladığı görülmüştür (Dwivedi ve Vadhera,2019). Farklı FACTS cihazlarının kullanıldığı ilgili çalışmalarda (Sose-Yome, 2005 ve Kamarposhti, 2011) sürekli yük akışı için sistemin maksimum yüklenme parametresi ve yük barasındaki gerilimleri incelenmiş ve Tristör Kontrollü Seri Kompanzator (TCSC) ile sistemin gerilim kararlılığının iyileştirildiği görülmüştür. Bir başka çalışmada ise, sistemin yüklenebilirliğinin çalışma koşullarına göre iyileştirilmesinde Statik Senkron Kompanzator'e (STATCOM) kıyasla Statik Var Kompanzator (SVC) daha önemli bir rol oynamıştır (Bhole ve Nigam, 2015). Güç sistemlerinde senkron generatörlerin gerilim kararlılığı üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalarda da mevcuttur. İlgili çalışmalarda, (Döşoğlu ve ark., 2015; ve Demirbaş ve ark., 2020), senkron generatörlere ait dinamik modellerinin güç sistemi kararlılığına etkisi farklı derece modelleri için karşılaştırılmıştır. Senkron makineler gibi asenkron makinelerin de gerilim kararlılığı analizinde kullanıldığı çalışmalar yer almaktadır. (Vargas ve ark., 2009) tarafından sunulan çalışmada, PV eğrileri kullanılarak asenkron motor yükleri ve gerilim kararlılığı değerlendirmesi yapılmıştır. Bir başka çalışmada ise, asenkron motorların farklı derece modellerinin kullanımının gerilim kararlılığı açısından sistem üzerindeki etkileri incelenmiştir (Sun ve ark.,2005).

Yapılan bu çalışmada, literatürde yer alan çalışmalardan farklı olarak asenkron motorların farklı derece modellerinin gerilim kararlılığı üzerinde oluşturduğu etkiler incelenmektedir. Benzetim çalışması, Güç Sistemi Analizi Programı (PSAT) kullanılarak WSCC 3 - makineli 9 -baralı güç sisteminde asenkron motorların 1. derece, 3. derece ve 5. derece modelleri için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada tercih edilen üç farklı derece modeli, gerilim - maksimum yüklenme parametresi değeri bakımından karşılaştırılmıştır.

2. ASENKRON MOTORLARIN DERECE MODELLERİ

Asenkron motorlar için temelde üç model mevcuttur. Bunlar; saf mekanik model (1.derece), tek kafesli rotor modeli (3.derece) ve çift kafesli rotor modelidir (5.derece) (Milano,2005).

2.1. Asenkron Motor 1. Derece Modeli

Asenkron motor 1. derece modelinde sadece mekanik durum değişkeni, yani devrenin sabit durum koşulu dikkate alınır. Bu modele ait diferansiyel eşitlik Denklem (1)'de verildiği gibidir:

$$\dot{\sigma} = \frac{1}{2H_m} \left(T_m(\sigma) - \frac{r_{R1} V^2 / \sigma}{(r_s + r_{R1} / \sigma)^2 + (x_s + x_{R1})^2} \right) \quad (1)$$

Burada, H_m eylemsizlik sabiti, T_m mekanik tork, σ kayma, r_s stator direnci, x_s stator reaktansı, r_{R1} 1.kafes rotor direnci, x_{R1} 1.kafes rotor reaktansı, r_{R2} 2.kafes rotor direnci, x_{R2} 2.kafes rotor reaktansı olarak ifade edilir. Asenkron motor 1. derece modeli için aktif ve reaktif güç denklemleri Denklem (2)'de verildiği gibidir:

$$P = - \frac{r_{R1} V^2 / \sigma}{(r_s + r_{R1} / \sigma)^2 + (x_s + x_{R1})^2} \quad (2)$$

$$Q = - \frac{V^2}{x_m} - \frac{(x_s + x_{R1}) V^2}{(r_s + r_{R1} / \sigma)^2 + (x_s + x_{R1})^2}$$

2.2. Asenkron Motor 3. Derece Modeli

Asenkron motor 3. derece modeli (tek kafesli model) için denklemler şebeke referans açısına göre gerçek (r) ve sanal (m) eksen açısından formüle edilmiştir. Senkron olarak dönen bir referans çerçevesinde, şebeke ve stator makine gerilimleri arasındaki bağlantı aşağıdaki gibidir:

$$v_r = -V \sin \theta \quad (3)$$

$$v_m = V \cos \theta$$

Asenkron motor 3. derece modeli için aktif ve reaktif güç denklemleri Denklem (4)'te verildiği gibidir:

$$P = -(v_r i_r + v_m i_m) \quad (4)$$

$$Q = -(v_m i_r - v_r i_m)$$

Stator direnci r_s ve gerilim ile akım arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla kullanılan diferansiyel denklemler aşağıda verildiği gibidir:

$$\dot{e}'_r = \Omega_b \sigma e'_m - (e'_r + (x_0 - x') i_m) / T'_0$$

$$\dot{e}'_m = -\Omega_b \sigma e'_r - (e'_m - (x_0 - x') i_r) / T'_0 \quad (5)$$

$$v_r - e'_r = r_s i_r - x' i_m$$

$$v_m - e'_m = r_s i_m + x' i_r$$

Denklem (5)'te yer alan x_0 , x' ve T_0 ifadeleri motor parametrelerinden elde edilebilir:

$$x_0 = x_s + x_m$$

$$x' = x_s + \frac{x_{R1} x_m}{x_{R1} + x_m} \quad (6)$$

$$T'_0 = \frac{x_{R1} x_m}{\Omega_b r_{R1}}$$

Sonuç olarak, mekanik eşitlik Denklem (7)'de verildiği gibi olur:

$$\dot{\sigma} = (T_m(\sigma) - T_e) / (2H_m) \quad (7)$$

Burada yer alan T_e elektriksel tork ifadesi Denklem (8)'de verildiği gibi hesaplanır:

$$T_e = (e'_r i_r + e'_m i_m) \quad (8)$$

2.3. Asenkron Motor 5. Derece Modeli

Asenkron motorun 5.derece modeli için tek kafesli modele benzer şekilde, makinenin gerçek ve sanal eksenine şebeke referans açısına göre tanımlanır ve Denklem (3) ile Denklem (4) uygulanır. Çift kafesli asenkron motor derece modelinde stator direnci ve gerilimler arasındaki ilişki Denklem (9)'da verildiği gibidir:

$$\begin{aligned} \dot{e}'_r &= \Omega_b \sigma e'_m - (e'_r + (x_0 - x')i_m) / T'_0 \\ \dot{e}'_m &= -\Omega_b \sigma e'_r - (e'_m - (x_0 - x')i_r) / T'_0 \\ \dot{e}''_r &= -\Omega_b \sigma (e'_m - e''_m) + \dot{e}'_r - (\dot{e}'_r - e''_m - (x' - x'')i_m) / T''_0 \\ \dot{e}''_m &= \Omega_b \sigma (e'_r - e''_r) + \dot{e}'_m - (e'_m - e''_r + (x' - x'')i_r) / T''_0 \\ v_r - e''_r &= r_s i_r - x'' i_m \\ v_m - e''_m &= r_s i_m + x'' i_r \end{aligned} \quad (9)$$

Burada x'' ve T''_0 ifadeleri Denklem (10)'da verildiği gibi hesaplanır:

$$\begin{aligned} x'' &= x_s + \frac{x_{R1} x_{R2} x_m}{x_{R1} x_{R2} + x_{R1} x_m + x_{R2} x_m} \\ T''_0 &= \frac{x_{R2} + x_{R1} x_m / (x_{R1} + x_m)}{\Omega_b r_{R2}} \end{aligned} \quad (10)$$

Kaymanın diferansiyel eşitliği Denklem (7)'de verildiği gibi iken, T_e elektriksel tork Denklem (11)'deki gibi hesaplanır:

$$T_e = (e''_r i_r + e''_m i_m) \quad (11)$$

3. STATİK GERİLİM KARARLILIĞI

Elektrik güç sistemlerinde, gerilim kararlılığı analizi gerçekleştirebilmek amacıyla sürekli yük akışı yapılır. Sürekli yük akışında, reaktif güç hesaplaması yapılarak belirlenen sınır aralıkları içerisinde yük barası gerilimi hesaplanmaktadır. Hesaplanan yük barası gerilimi ve maksimum yüklenme parametresi kullanılarak statik gerilim kararlılığı hesaplanmaktadır. Güç sistemlerinde statik gerilim kararlılığının hesaplanmasında, baranın aktif ve reaktif güç ifadeleri aşağıda yer alan denklemlerde verildiği gibidir (Kazemi ve Badrzadeh, 2004):

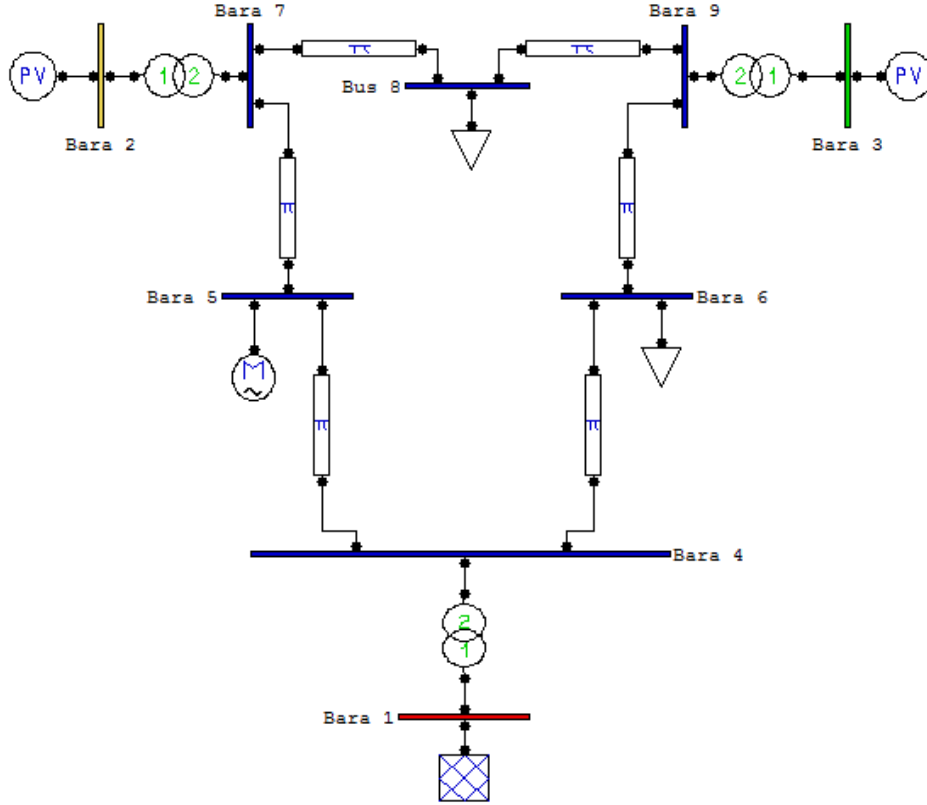
$$P_L = P_{L0}(1 + \lambda) \quad (1)$$

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

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 parametresi değeridir (Kazemi ve Badrzadeh, 2004).

4. BENZETİM ÇALIŞMASI

Bu çalışmada, analizin gerçekleştirildiği test sistemi olarak Görsel 1’de yer alan 3 makineli 9 baralı güç sistemi kullanılmıştır (Milano,2005). Sistemde yer alan 9 bara arasından, 1 numaralı bara salınım barası olarak, 2 ve 3 numaralı bara generatör barası olarak belirlenirken; 4,5,6,7,8 ve 9 numaralı baralar yük barası olarak kullanılmıştır. Sistemde 2-7 numaralı, 3-9 numaralı ve 1-4 numaralı baralar arasında transformatörler yer almaktadır. Sistemde, analizin gerçekleştirilmesi amacıyla 5 numaralı baraya 100 MVA gücünde ve 230 V gerilim değerinde asenkron motor bağlanmış olup, bu asenkron motorun 1, 3 ve 5. derece modelleri için sistemin maksimum yüklenme parametresi değerleri detaylı olarak incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.

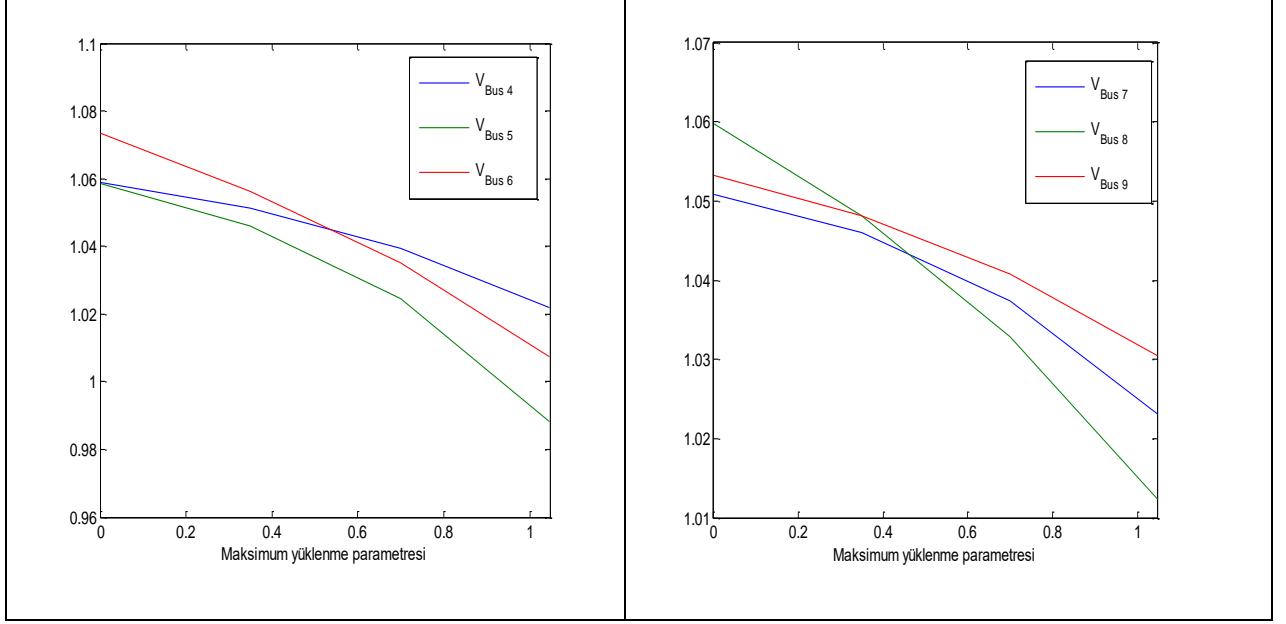


Görsel 1. 3 Makineli 9 Baralı Güç Sistemi

4.1. Benzetim Çalışması Sonuçları

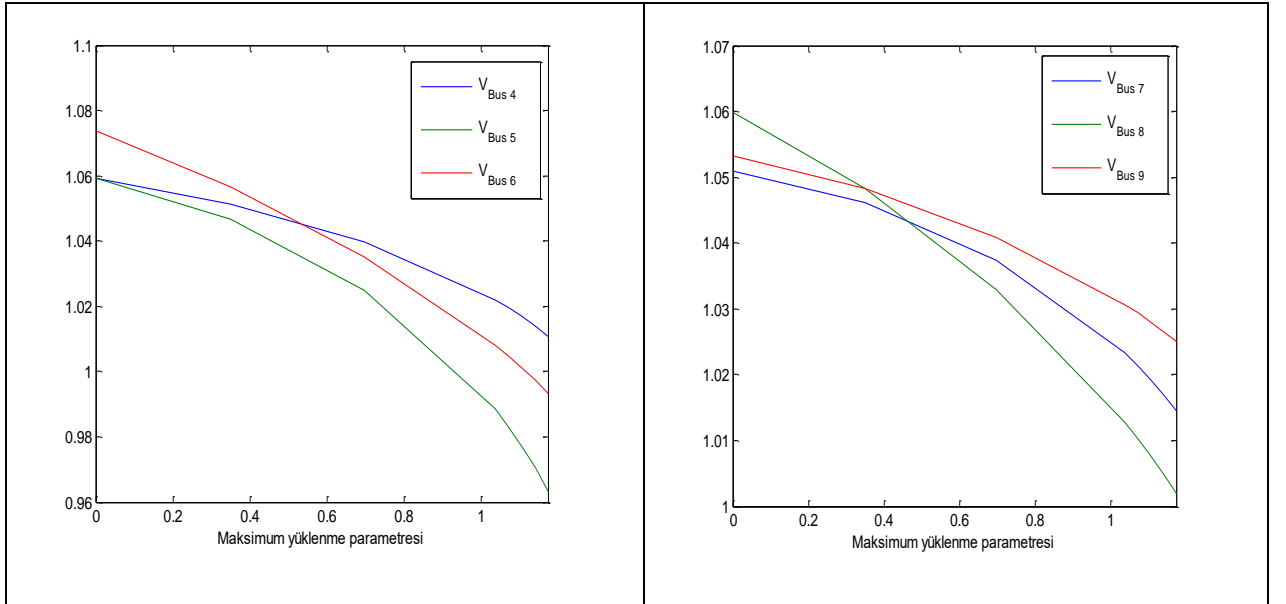
Benzetim çalışmasında, 3 makineli 9 baralı bir güç sisteminde yapılan ilk analizde, 5 numaralı baraya 100 MVA gücünde ve 230 V gerilim değerinde asenkron motor bağlanmıştır. Bu analizde asenkron motorun 1. derece modeli tercih edilmiş ve maksimum yüklenme parametresi

değeri (λ) **1.0468 p.u.** olarak elde edilmiştir. 1. derece modelinde yük baraları için elde edilen gerilim- maksimum yükleme parametresi grafikleri Görsel 2’de verilmiştir.



Görsel 2. Asenkron Motorun 1. Derece Modelindeki Sonuçları

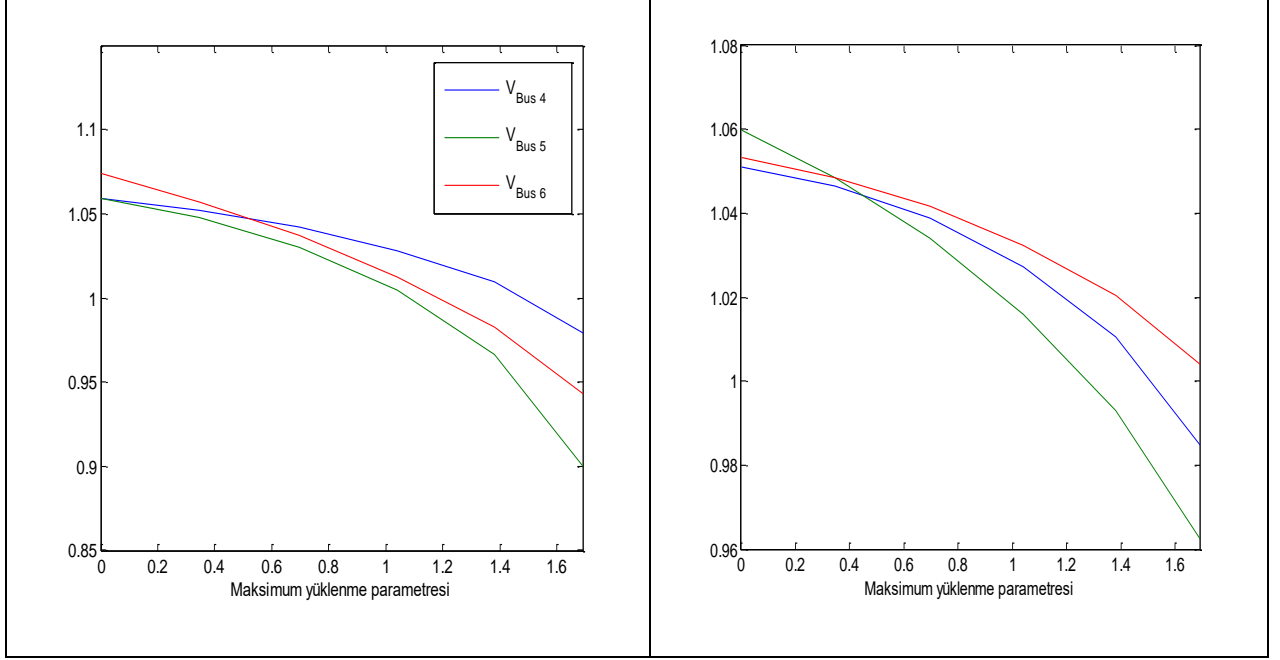
Gerçekleştirilen ikinci analizde, aynı baraya bağlı ve aynı güç ile gerilim değerine sahip olan asenkron motor için 3. derece modeli tercih edilmiş ve maksimum yüklenme parametresi değerinin (λ) **1.1722 p.u.** değerine yükseldiği görülmüştür. 3. derece modelinde yük baraları için elde edilen gerilim- maksimum yüklenme parametresi grafikleri Görsel 3’te verilmiştir.



Görsel 3. Asenkron Motorun 3. Derece Modelindeki Sonuçları

Son olarak üçüncü analizde ise önceki iki analizle de aynı koşullar dikkate alınarak asenkron motorun 5.derece modeli kullanılmış ve bu model kullanıldığında maksimum yüklenme

parametresi (λ) değeri **1.6895 p.u**'ya yükselmiştir. 5. derece modelinde yük baraları için elde edilen gerilim- maksimum yükleme parametresi grafikleri Görsel 4'te verilmiştir.



Görsel 4. Asenkron Motorun 5. Derece Modelindeki Sonuçları

Her üç derece modeli için elde edilen maksimum yüklenme parametresi değerleri ve gerilim- maksimum yüklenme parametresi grafikleri incelendiğinde, asenkron motorun 5.derece modelinin, 1. derece modeli ve 3. derece modeline kıyasla gerilim kararlılığı açısından daha etkili sonuç verdiği görülmektedir.

5. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada, asenkron motorların farklı derece modellerinin güç sistemlerinde gerilim kararlılığı üzerinde oluşturduğu etkiler incelenmiştir. Yapılan analizler PSAT programında WSCC 3 - makineli 9 -baralı güç sisteminde gerçekleştirilen sürekli yük akışı analizine göre değerlendirilmiştir. Çalışmada tercih edilen asenkron motorun üç farklı derece modeli, gerilim - maksimum yüklenme parametresi değerleri bakımından karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, asenkron motorun 5.derece modelinin gerilim-maksimum yüklenme parametresi açısından karşılaştırılan diğer derece modellerine kıyasla daha başarılı sonuç verdiği ve sistemde gerilim kararlılığının sağlanmasında daha etkili olduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışma ile FACTS cihazları ve farklı denetleyicilerin kullanıldığı güç sistemleri için çeşitli gerilim kararlılığı analizlerinin yapılmasına zemin hazırlanmıştır.

KAYNAKÇA

- Bhole, S. S., & Nigam, P. (2015) Improvement of voltage stability in power system by using SVC and STATCOM. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 4(2), 76-81.
- Çelik, E., & Durgut, R. (2018). Performance enhancement of automatic voltage regulator by modified cost function and symbiotic organisms search algorithm. *Engineering science and technology, an international journal*, 21(5), 1104-1111.
- Demirbaş M., Döşoğlu, M. K., Duman S. & Poyraz, G. (2022). Farklı TG Modellerinin Güç Sistemi Gerilim Kararlılığı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. *Bursa 3rd International Scientific Research Congress*, 1(1), 740-749.
- Döşoğlu, M. K., Dursun, M., Özbay, M., Poyraz, G., & Küçük, B. (2017). Effects on Static Voltage Stability of the Nonlinear Load Modelling in Power Systems. In *VI. International Multidisciplinary Congress of Eurasia IMCOFE 2017*. IMCOFE.
- Döşoğlu, M. K., & Doğan, M. U. (2019). Gerilim-Reaktif Güç Kontrol Modeli Kademe Değiştirici Transformatörün Gerilim Kararlılığı Üzerindeki Etkisi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3), 1378-1393.
- Dwivedi, A.K. & Vadhera, S., (2019). Reactive Power Sustainability and Voltage Stability with Different FACTS Devices Using PSAT, *6th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN)*, 248-253, Noida, India: IEEE, 2019.
- Hill, D. J. (1993). Nonlinear dynamic load models with recovery for voltage stability studies. *IEEE transactions on power systems*, 8(1), 166-176.
- Kaymaz E., Döşoğlu M.K. & Güvenç U. (2021a). Güç Sistemlerinde Farklı Otomatik Gerilim Regülatörü Modelleri ile Gerilim Kararlılığı Analizi. *II. International Hazar Scientific Researches Conference*, Bakü, Azerbayjan, 786-797.
- Kaymaz E., Döşoğlu M.K. & Güvenç U. (2021b). Güç Sistemi Kararlı Kılıcısı Modelleri ile Gerilim Kararlılığı Analizi. *4th International Nowruz Conference on Scientific Research*, Karabagh, Azerbayjan, 786-797.
- Kamarposhti, M. A., & Lesani, H. (2011). Effects of STATCOM, TCSC, SSSC and UPFC on static voltage stability. *Electrical Engineering*, 93, 33-42.
- 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, 619-626.
- Milano, F. An open source power system analysis toolbox. *IEEE Transactions on Power systems*, 20, 3, 1199-1206, 2005.
- Sode-Yome, A., Mithulanathan, N., & Lee, K. Y. (2005, August). Static voltage stability margin enhancement using STATCOM, TCSC and SSSC. In *2005 IEEE/PES Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific* (pp. 1-6). IEEE.

Sun, H. D., Zhou, X. X., & Li, R. M. (2005). Influence of Induction Motor Load Parameters on Power System Transient Voltage Stability. *Power System Technology*, 23.

Vargas, L. M., Jatskevich, J., & Marti, J. R. (2009, July). Induction motor loads and voltage stability assessment using PV curves. *In 2009 IEEE Power & Energy Society General Meeting (pp. 1-7). IEEE.*

SEKONDER GERİLİM KONTROLÜ VE TÜRBİN YÖNETİCİSİ MODELLERİN GÜÇ SİSTEMLERİNDE KÜÇÜK SİNYAL KARARLILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Dr.Öğr. Üyesi Enes KAYMAZ

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

Prof. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU

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

ÖZET

Çok makineli güç sistemlerinde geçici kararlılık durumları önemli konulardan birisidir. Özellikle de baralarda meydana gelen arızalar ve hatların devre dışı kalması durumlarında sistemin kısa süre içerisinde kararlı hale gelmesi ve oluşan salınımların hızlıca sönümlenmesi geçici kararlılık problemlerinin ortadan kaldırılmasında generatörlerde denetleyicilerin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bunları detaylı olarak analiz etmek için güç sistemlerinde küçük sinyal kararlılığı analizleri yapılmaktadır. Bu çalışmada 3 makineli 9 baralı güç sisteminde hatların belirli bir süre devre dışı kalması esnasında meydana gelen geçici kararlılık durumları için analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde senkron generatörlerde kullanılan Türbin Yönetici (TY) modellerin daha etkili bir şekilde kullanılması için benzetim çalışması sekonder gerilim kontrolünün kullanılması ile desteklenmiştir. Yapılan bu çalışma MATLAB/GUI tabanlı olan Güç Sistemleri Analizi Programı (PSAT)'da gerçekleştirilmiştir. Senkron generatörlerde derece modeli 2 kullanılmıştır. Bunun yanı sıra güç sistemi kararlı kılıcısı 2 modeli de bu çalışmada tercih edilmiştir. Sekonder gerilim kontrolünde ise otomatik gerilim regülatörü 2 modeli tercih edilmiştir. Küçük sinyal kararlılığı analizlerinde karşılaştırmalar TY 1 ve TY 2 modellerin ayrı ayrı kullanılması ile yapılmıştır. TY1 model ve TY 2 model karşılaştırmalarında gerçek ile sanal değerler ve katılım faktörlerinden elde edilen sonuçlar şekiller ile detaylı olarak verilirken, benzetim çalışmasında elde edilen özdeğerler, sönümleme yüzdesi, frekans, baskın değerler ve çalışma modları gibi parametrelerin sonuçları tablolar halinde sunulmuştur. Her iki modelin senkron generatörde kullanılması ile sistemin özdeğerlerinin sayısı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde, TY 2 modelin TY 1 modele göre daha etkili sonuçlar verdiği görülmüştür

Anahtar Kelimeler: TY modelleri, sekonder gerilim kontrolü, küçük sinyal kararlılığı, PSAT.

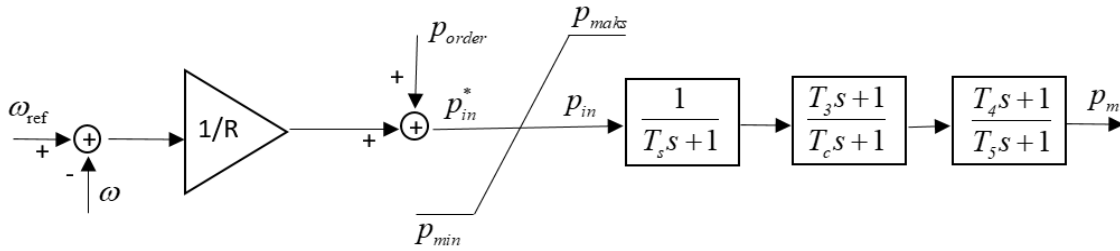
1. GİRİŞ

Çok makineli güç sistemleri geçici kararlılık durumlarına karşı çok duyarlıdır. Çeşitli arızalar ve hatların belli bir süre devre dışı kalmasında sistem kararlılığı büyük çoğunlukla bozulmaktadır. Bu problemi ortadan kaldırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunun ile ilgili literatürde birçok çalışma mevcuttur. Otomatik gerilim regülatörü senkron generatörde kullanılan denetleyici modellerinden birisidir. Geçici kararlılık esnasında sistemde istenilen gerilim değerine getirmede oldukça etkili bir şekilde kullanılmasının yanı sıra geçici kararlılık esnasında meydana gelen salınımları etkin bir şekilde sönümlemektedir [1]. Otomatik gerilim

regülatörün senkron generatörde kullanılmasında salınımların bastırmak için uygun bir kontrolcünün belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için çeşitli kontrolcülerin kullanımı yaygın olarak tercih edilmektedir. Kontrolcünün parametrelerinin belirlenmesinde çeşitli algoritmalar tercih edilmektedir [2,3]. Otomatik gerilim regülatörünün yanı sıra senkron generatörde geçici kararlılık durumlarını iyileştirmek için kullanılan bir diğer modelleme de güç sistemi kararlı kılıcısıdır. Genel olarak güç sistemi kararlı kılıcısı otomatik gerilim regülatörü ile birlikte kullanılmaktadır. Çeşitli güç sistemlerinde bozucu etkiye karşı güç sistemi kararlı kılıcısı ve otomatik gerilim regülatörü bir arada koordineli bir şekilde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra uygun parametrelerin belirlenmesi için optimizasyon algoritmaları ile birlikte kullanılmaktadır [4-6]. Türbin yöneticisi (TY) model de senkron generatörde kullanılan diğer önemli bir denetleyicidir. Türbin yöneticisi modellerin geçici kararlılık durumları iyileştirme ve gerilim kararlılığını sağlamada önemli bir rolü bulunmaktadır [7,8]. Otomatik gerilim regülatörünün bazı büyük güç sistemlerinde sistem kontrolünü sağlamada yetersiz olabileceği durumlar oluşmaktadır. Bu durumlarda otomatik gerilim regülatörünün aynı sistem içerisinde desteklenmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için sekonder gerilim kontrolü modelleri kullanılmaktadır. Sekonder gerilim kontrolünün farklı stratejilerde geliştirilerek geçici kararlılık çalışmalarında etkin bir şekilde kullanıldığı ilgili literatürde görülmektedir [9-11]. Sistem kararlılığını parametrelere karşı kontrol etmek için ve geçici kararlılık esnasında sistem frekans kararlılığını yorumlamak için güç sistemlerinin analizlerinde kullanılan konulardan birisi de küçük sinyal kararlılığıdır. Bu çalışmada, literatürde verilen çalışmalardan farklı olarak senkron generatörlerde kullanılan farklı TY modeller ile sekonder gerilim kontrolünün eş zamanlı kullanımı ile 3 makineli 9 baral güç sisteminin küçük sinyal kararlılığı analizi detaylı olarak incelenmiştir. Sistem özdeğerleri, sönümlenme yüzdesi, frekans, baskın değerler ve çalışma modları gibi parametrelerin küçük sinyal kararlılığı açısından ne gibi etkiler oluşturduğu analiz edilmiştir. Bu çalışmada farklı TY modellerin sekonder gerilim kontrolü ile kullanılmasında etkili sonuçlar elde edilerek yorumlanmıştır.

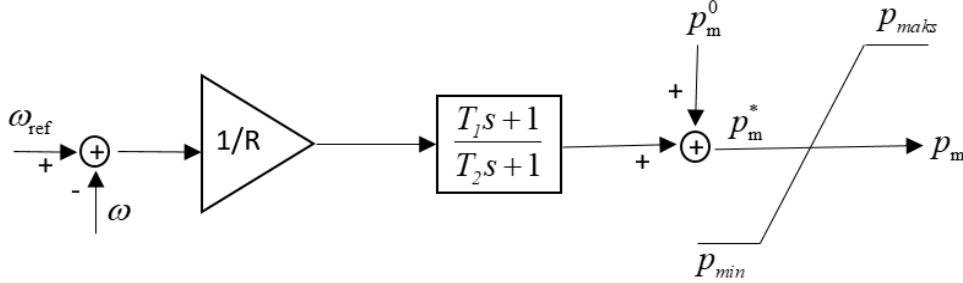
2. TÜRBİN YÖNETİCİSİ MODELLERİ

Senkron generatörde kullanılan TY modellerin asıl amacı, senkron generatörlerin frekans kontrolünü düzgün bir şekilde sağlamaktır. Makine içerisindeki düşme katsayısı ve mekanik moment kısıtlamasına göre generatörün çalışma anındaki güç değerini belirlemektedir. Senkron generatörün çalışma moduna bağlı olarak her durumda sistem kontrolünü sağlamaktadır. TY 1 ve TY 2 modelleri olarak senkron generatörlerde kullanılmaktadır. TY 1 modelin kontrol devresi Görsel 1’de gösterilmiştir.



Görsel 1. TY 1 model kontrol devresi

TY 1 model kontrol devresinde açısal hızın gerçek değeri ve referans değeri arasındaki fark $1/R$ kazanç oranı ile çarpılmakta olup, elde edilen aktif güç değeri ile harici bir aktif güç değeri ile toplanarak giriş gücü elde edilmektedir. Giriş gücünün en düşük ve en yüksek değeri ayarlandıktan sonra üç farklı transfer fonksiyonu yoluyla mekanik güç elde edilmektedir. TY 2 model kontrol devresi Görsel 2’de gösterilmiştir.



Görsel 2. TY 2 model kontrol devresi.

Bu kontrol devresinde açısal hızın gerçek değeri ile referans değeri arasındaki fark $1/R$ oranında kazanç değeri ile çarpılmakta ve transfer fonksiyonuna girmektedir. Daha sonra referans mekanik güç ile toplanmakta ve elde edilen mekanik güç ifadesinin en düşük ve en yüksek değerleri ayarlanarak mekanik gücün yeni değeri elde edilmektedir [12].

3. SEKONDER GERİLİM KONTROLÜ

Senkron generatörlerde kullanılan sekonder gerilim kontrolü 2 bölümden oluşmaktadır. Bunlar merkezi alan ve küme kontrol modelleridir. Sekonder gerilim kontrolünde öncelikli olarak pilot baranın belirlenmesi gerekmektedir. Sekonder gerilim kontrolünde senkron generatör ve pilot bara kontrolü eş zamanlı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu kontrolde senkron generatörde otomatik gerilim regülatörü kullanılmaktadır. Pilot baradan alınan bilgiler ise sekonder gerilim kontrolünü oluşturan merkezi alan ve küme kontrolünden geçmektedir. Geçici kararlılık esnasında sistem kararlılığının sağlanması için uygun olan bilgiler belirlenerek sekonder gerilim kontrolü vasıtasıyla otomatik gerilim regülatörüne gönderilmektedir. Merkezi alan ve küme kontrolünde sınırlandırıcı bloklar genel olarak istenilen parametrelerin elde edilmesi için tercih edilmektedir [13].

4. KÜÇÜK SİNYAL KARARLILIĞI

Küçük sinyal kararlılığı analizi çok makineli güç sistemlerinde elektromekanik salınımların çalışma modlarına bağlı olarak değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir. Generatörlerin tekli veya çoklu olarak çalışması halinde salınım durumları detaylı bir şekilde kontrol edilebilmektedir. Küçük sinyal kararlılığında düzgün hesaplama yapılabilmesi için çalışma modlarının en uygun şekilde seçilmesi gerekmektedir. Senkron generatörlerde kullanılan denetleyiciler sönümlenme işlemlerini çalışma modlarına bağlı olarak gerçekleştirmektedir. Bunun değerlendirilmesinde özdeğerler kullanılmaktadır. Küçük sinyal kararlılığında kullanılan özdeğer (λ) eşitliği Denklem 1’de gösterilmiştir.

$$\lambda = \sigma \pm j\omega \quad (1)$$

Küçük sinyal kararlılığında özdeğer hesaplamalarında Denklem 1’de verilen ilk kısım gerçek kısım (σ) sönümlenme durumunu göstermektedir. Denklem 1’deki ikinci kısım sanal ($j\omega$) sönümlenme durumunu göstermektedir. Dahası özdeğer hesaplamasında salınım frekansı ve sönümlenme oranları da dikkate alınmaktadır. Salınım frekansı (ϕ) ve sönümlenme oranı (ζ) eşitlikleri Denklem 2 ve Denklem 3’te gösterilmiştir.

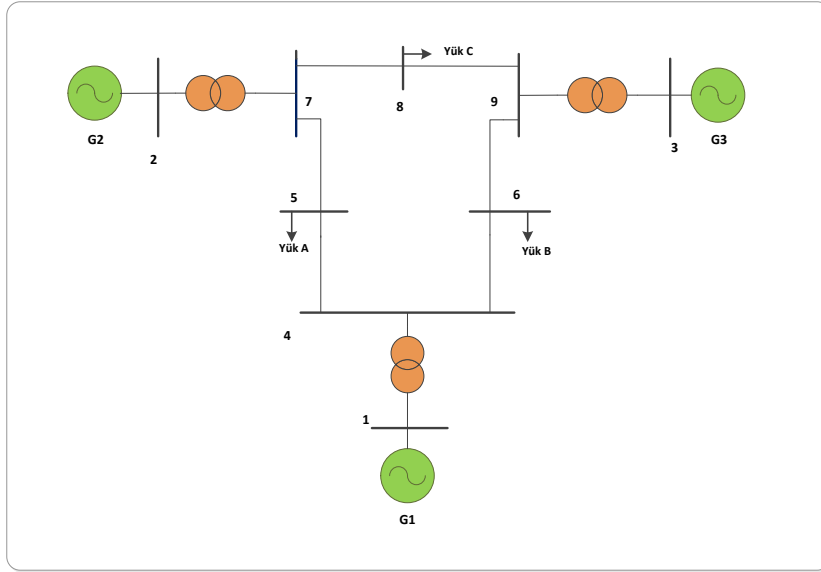
$$\phi = \frac{\omega}{2\pi} \quad (2)$$

$$\zeta = \frac{-\sigma}{\sqrt{\sigma^2 + \omega^2}} \quad (3)$$

Katılım faktörü de özdeğer hesaplamasında kullanılan diğer bir önemli ifadedir. Sistemin frekansa göre çalışma modlarının belirlenmesinde katılım faktörü ifadesi kullanılmaktadır. Özellikle de yerel alan ve bölgeler arası çalışma modlarında sistemde kullanılan özvektörlerin ne kadarlık kısımda katkı yaptığını göstermektedir [14,15].

5. BENZETİM ÇALIŞMASI

Benzetim çalışmasının gerçekleştirildiği 3 makineli 9 baralı sistem Görsel 3’te verilmiştir [16].



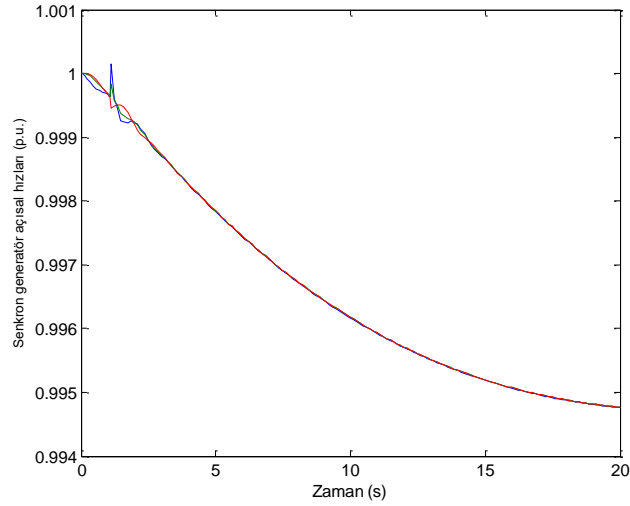
Görsel 1. 3 Makineli 9 Baralı Güç Sistemi

Bu test sisteminde 1 adet salınım barası, 2 adet generator barası ve 5 adet yük barası kullanılmaktadır. 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 numaralı baralar yük barası olarak kullanılmıştır. Senkron generatörlerde 2. derece modelinin kullanılması bu çalışma için tercih edilmiştir. Sistemde kullanılan senkron generatörlerde otomatik gerilim regülatörü kullanılmaktadır. Sistemde analiz amaçlı kullanılan sekonder gerilim kontrolü 2 ve 3 numaralı generatör baralarına bağlıdır. Pilot bara olarak 6 numaralı bara tercih edilmiştir. 3 makineli 9 baralı test sisteminde 2 ile 7 numaralı baralar ve 3 ile 9 numaralı baralar arasında transformatörler kullanılmıştır. 5 ile 7 numaralı baralar arasındaki hattın belirli bir süre devre dışı kalıp tekrar devreye girmesi ile geçici kararlılık durumu bu çalışma için düşünülmüştür. Benzetim çalışmasında 2 farklı

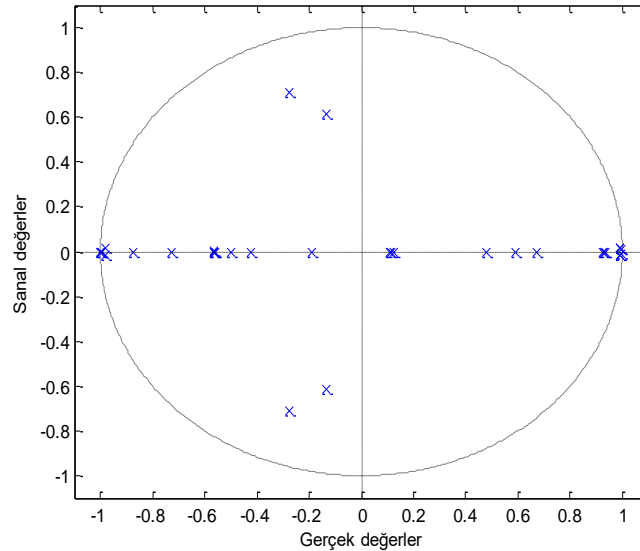
durum analiz edilmiştir. Birinci durumda güç sisteminde TY 1 model ve sekonder gerilim kontrolünün kullanıldığı durum için karşılaştırmalar yapılırken, ikinci durumda TY 2 model ve sekonder gerilim kontrolünün kullanıldığı duruma ait karşılaştırmalar yapılmıştır.

5.1. Benzetim Çalışması Sonuçları

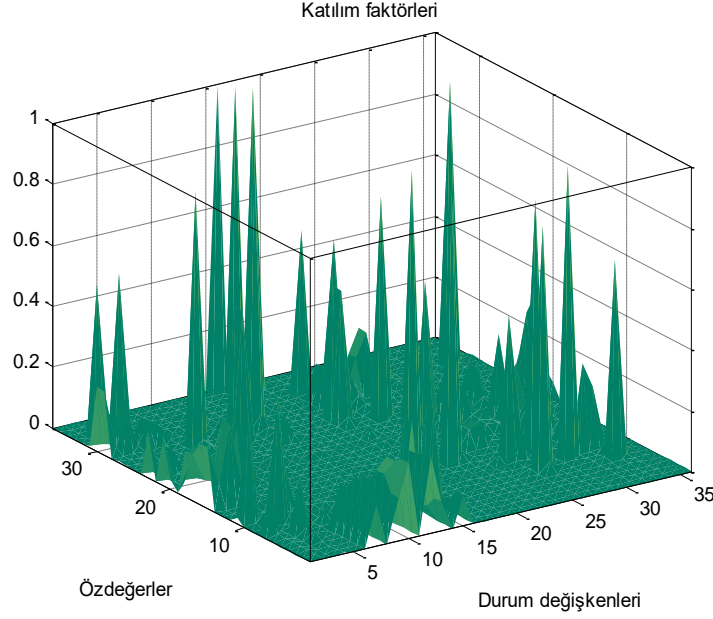
Yapılan çalışma iki analizden oluşmaktadır. İlk analiz, TY 1 model ve sekonder gerilim kontrolünün birlikte kullanıldığı durumdur. Senkron generator açılma hızları, gerçek-sanal değerler ve katılım faktörü sonuçları Görsel 4 ile Görsel 6 arasında gösterilirken özdeğerler, sönüm yüzdesi, frekans, baskın değerler ve çalışma modları sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.



Görsel 4. TY 1 model ve sekonder gerilim kontrolü ile senkron generator açılma hızları.



Görsel 5. TY 1 model ve sekonder gerilim kontrolü ile gerçek-sanal değerler



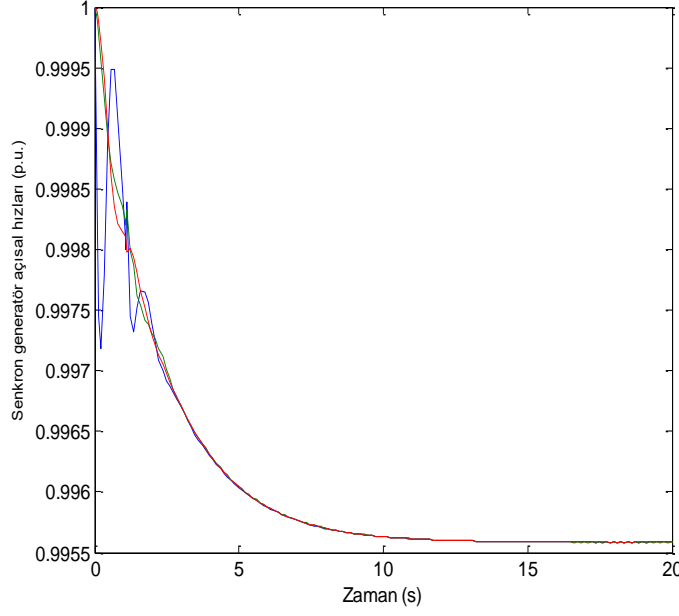
Görsel 6. TY 1 model ve sekonder gerilim kontrolü ile katılım faktörleri

Tablo 1. TY 1 model ve sekonder gerilim kontrolü ile elde edilen küçük sinyal kararlılığı sonuçları

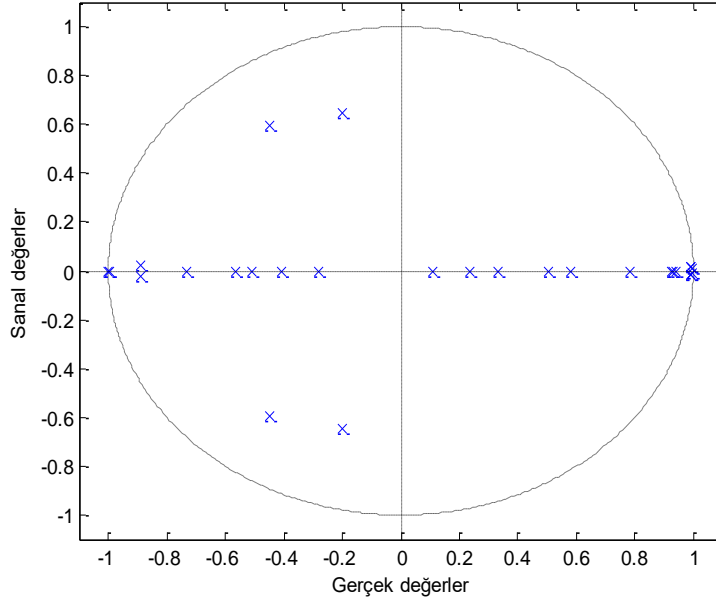
Özdeğerler	Sönüm yüzdesi	frekans	Baskın değerler	Çalışma modları
-29285 ± 5.3121	0.482	1.05	SG delta 2 , SG delta 1	Yerel alan
-1.5602 ± 5.3121	0.282	0.88116	SG delta 3 , SG omega 3	Bölgeler arası alan

Şekillerden elde edilen sonuçlar neticesinde, senkron generator açısal hız değerlerinin kararsız olduğu görülmektedir. Gerçek ve sanal değer kıyaslamasında 22 değer sağ ekseninde, 7 değer de sol ekseninde olduğu görülmektedir. Sıfır ekseninde 1 değer bulunmaktadır. Benzer şekilde katılım faktörlerinde de bazı sonuçların iyi bazı sonuçların ise kötü olduğu görülmektedir. Tablo 1’de elde edilen sonuçlar neticesinde, çalışma modlarında yerel alan ve bölgeler arası alan durumlarının her ikisinin de kullanılabildiği görülmektedir.

Benzetim çalışmasının ikinci analizinde TY 2 model ve sekonder gerilim kontrolünün beraber kullanıldığı durumların incelenmesi yapılmıştır. Senkron generator açısal hızları, gerçek-sanal değerler ve katılım faktörü sonuçları Görsel 7 ile Görsel 9 arasında gösterilirken, TY 2 model ile sekonder gerilim kontrolünün birlikte kullanıldığı durumdaki özdeğerler, sönüm yüzdesi, frekans, baskın değerler ve çalışma modları sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir.

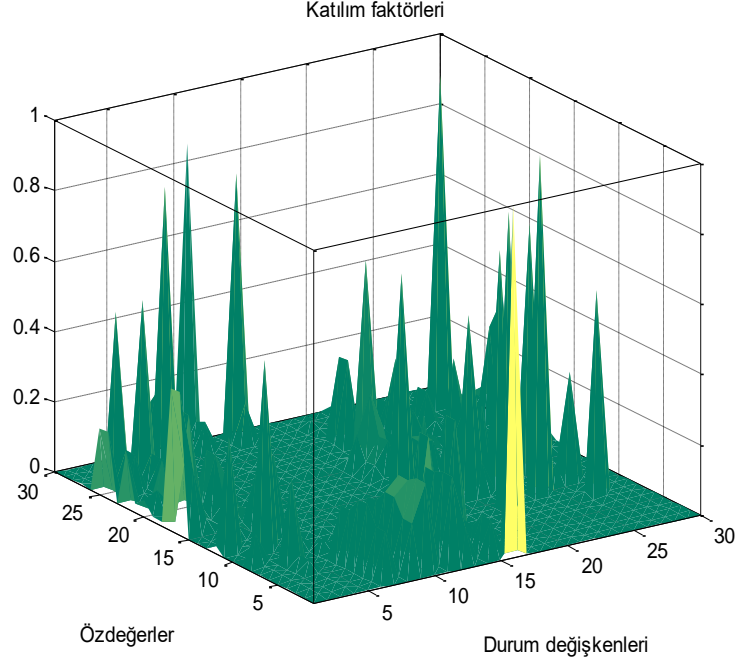


Görsel 7. TY 2 model ve sekonder gerilim kontrolü ile senkron generatör açısal hızları.



Görsel 8. TY 2 model ve sekonder gerilim kontrolü ile gerçek-sanal değerler.

Görsel 7 ile Görsel 9 arasında elde edilen sonuçlar neticesinde, senkron generatörlerin açısal hız değerlerinin kararlı hale geldikleri görülmektedir. Gerçek ve sanal değer kıyaslamasında 18 değer sağ ekseninde, 6 değer de sol ekseninde olduğu görülmektedir. Sıfır ekseninde 1 değer görülmektedir. Katılım faktörlerinde sonuçların çoğunluğunun iyi değerlere ulaştığı, analiz 1'e göre ise daha az sonucun kötü olduğu görülmektedir.. Tablo 1'de elde edilen sonuçlar neticesinde, sistemin daha kararlı hale gelmesi ile çalışma modlarının her ikisinde bölgeler arası alan durumlarına geçtiği görülmektedir.



Görsel 9.TY 2 model ve sekonder gerilim kontrolü ile katılım faktörleri.

Tablo 2. TY 2 model ve sekonder gerilim kontrolü ile elde edilen küçük sinyal kararlılığı sonuçları.

Özdeğerler	Sönüm yüzdesi	frekans	Baskın değerler	Çalışma modları
-2.3517 ± 5.5643	0.389	0.96143	SG delta 1 , SG omega 1	Bölgeler arası alan
-1.4401 ± 3.8755	0.348	0.658	SG delta 2 , SG delta 3	Bölgeler arası alan

Görsel 7 ile Görsel 9 arasında elde edilen sonuçlar neticesinde, senkron generatörlerin açılma hız değerlerinin kararlı hale geldikleri görülmektedir. Gerçek ve sanal değerler kıyaslamasında 18 değer sağ ekseninde, 6 değer de sol ekseninde olduğu görülmektedir. Sıfır ekseninde 1 değer görülmektedir. Katılım faktörlerinde sonuçların çoğunluğunun iyi değerlere ulaştığı, analiz 1'e göre ise daha az sonucun kötü olduğu görülmektedir. Tablo 1'de elde edilen sonuçlar neticesinde sistemin daha kararlı hale gelmesi ile çalışma modlarının her ikisinde bölgeler arası alan durumlarına geçtiği görülmektedir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada, 3 makineli 9 baralı sistemdeki farklı TY modelleri ve sekonder gerilim kontrolünün eş zamanlı kullanılması ile küçük sinyal kararlılığı analizi incelenmiştir. İki farklı model olarak kullanılan TY modellerin sekonder gerilim kontrolü ile beraber sistemdeki açılma hız değişimi, gerçek-sanal değerler, katılım faktörü özdeğerler, sönümlenme yüzdesi, frekans, baskın değerler ve çalışma modları gibi parametreler detaylıca yorumlanmıştır. Bu çalışmada TY 1 modelin kullanılması ile sistemin kararsız bir hal aldığı görülürken, TY 2 modelin kullanılması ile sistemin daha kararlı bir hal aldığı görülmüştür. Özellikle de sistemin kararlı hal almasında çalışma modunun yerel çalışmadan bölgeler arası alan çalışmaya geçmesinin

sistem bütünüünün kararlılığının sağlanmasında çok önemli rol oynadığı görülmüştür. Sistemdeki baskın parametrelerin genelde senkron generatör açısı ve açısal hız değerlerinde olduğu görülmektedir. Sistem kararlılığının sağlanmasında sistem frekansında azalmalar olduğu görülmektedir. Bu çalışma TY modelleri ile sekonder gerilim kontrolünde uygun otomatik gerilim regülatörü ve güç sistemi kararlı kılıcısı modellerin başka test sistemlerinde kullanılması, sistem salınımlarının kararlılık açısından çok hızlı bir şekilde sönmülenebilmesine ve çok hızlı kararlılığının yakalanabilmesi açısından başka çalışmalara zemin hazırlamış olacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Kumar, A. (2020). Nonlinear AVR for power system stabilisers robust phase compensation design. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 14(21), 4927-4935.
- [2] Sikander, A., Thakur, P., Bansal, R. C., & Rajasekar, S. (2018). A novel technique to design cuckoo search based FOPID controller for AVR in power systems. *Computers & Electrical Engineering*, 70, 261-274.
- [3] Sambariya, D. K., & Paliwal, D. (2016, March). Optimal design of PIDA controller using harmony search algorithm for AVR power system. In *2016 IEEE 6th International Conference on Power Systems (ICPS)* (pp. 1-6). IEEE.
- [4] Ramos, R. A. (2009). Stability analysis of power systems considering AVR and PSS output limiters. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 31(4), 153-159.
- [5] Liu, H., Su, J., Yang, Y., Qin, Z., & Li, C. (2020). Compatible decentralized control of avr and pss for improving power system stability. *IEEE Systems Journal*, 15(2), 2410-2419.
- [6] Kahouli, A., Guesmi, T., Abdallah, H. H., & Ouali, A. (2009, March). A genetic algorithm PSS and AVR controller for electrical power system stability. In *2009 6th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices* (pp. 1-6). IEEE.
- [7] Döşoğlu M.K., Kaymaz E., Güç Sistemlerinde Türbin Yönetici Modellerin Sekonder Gerilim Kontrolü Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, 3rd International Black Sea Modern Scientific Research Congress, pp.118-126, Samsun, 2023
- [8] Demirbaş M., Döşoğlu M.K. Duman S. [Poyraz G.](#) Farklı TG Modellerinin Güç Sistemi Gerilim Kararlılığı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, URSA 3rd International Scientific Research Congress, pp. 740-749, Bursa, 2022.
- [9] Popovic, D. S. (2002). Real-time coordination of secondary voltage control and power system stabilizer. *International journal of electrical power & energy systems*, 24(5), 405-413.
- [10] Gehao, S., Xiuceng, J., & Yi, Z. (2005, August). Optimal coordination for multi-agent based secondary voltage control in power system. In *2005 IEEE/PES Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific* (pp. 1-6). IEEE.
- [11] Wang, H. F., Li, H., & Chen, H. (2003). Coordinated secondary voltage control to eliminate voltage violations in power system contingencies. *IEEE transactions on Power Systems*, 18(2), 588-595.

- [12] Milano, F. (2010). *Power system modelling and scripting*. Springer Science & Business Media.
- [13] 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.
- [14] Essallah S., Buallegue A., Khedher A., “Integration of Automatic Voltage Regulator and Power System Stabilizer: Small-Signal Stability in DFIG-Based Wind Farms,” J. Mod. Power Syst. Clean Energy, c. 7, sayı 5, ss. 1115–1128, 2019.
- [15] Kundur P (1994) Power system stability and control. McGraw Hill, New York.
- [16] Milano, F. (2005). An open source power system analysis toolbox. *IEEE Transactions on Power systems*, 20(3), 1199-1206.

SHEAR BEHAVIOUR OF RC BEAMS WITH LOW CONCRETE COMPRESSION STRENGTH

Kagan Sogut

Kilis 7 Aralık University, kagan.sogut@kilis.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-0601-6420

ABSTRACT

The low concrete compression strength is one of the important parameters influencing the shear behaviour of reinforced concrete (RC) beams without steel shear links. The concrete strength plays a key role in determining the shear resistance of the beams. It is therefore vital to understand the shear behaviour of RC beams with low concrete compression strength. This study presents a total of nine finite element (FE)-modelled beams without steel shear links to investigate the parameters such as concrete compression strength and tension reinforcement ratio. The studied parameters for concrete strength were 5, 10, 15, 20, 25, and 30 MPa. The concrete compression strength significantly altered the shear behaviour from brittle to ductile. The beam with 5 MPa concrete compression strength failed in shear at a shear force of 13.5 kN, whereas the beam with 30 MPa concrete compression strength failed in flexure at a shear force of 38.4 kN. The cracked stiffness of the beams was considerably affected by the reinforcement ratio. However, the force capacity of the beam increased by about 8% with an increase in the tension reinforcement ratio.

Keywords: Concrete, finite element, shear behaviour.

1. INTRODUCTION

The low concrete compression strength, one of the key parameters influencing the shear behaviour, can lead to premature failure or inadequate load-bearing capacity. The shear transfer in RC beams typically involves aggregate interlock, dowel action of the reinforcement, and the tensile strength of the concrete [1]. Low concrete strength diminishes these mechanisms, making beams more susceptible to shear failure [1, 2]. It is therefore critical to understand the shear behaviour of RC beams with low concrete compression strength. This study presents a total of nine finite element (FE)-modelled beams without steel shear links to investigate this. Moreover, this study investigates the effect of tension reinforcement ratio on the shear behaviour of RC beams.

2. FE MODELLING

A two-dimensional FE model was developed and used to investigate the structural behaviour of RC beams with the low concrete compression strength. A total of nine RC beams were numerically tested by using VecTor2 software [3, 4]. The geometrical details of the beam together with reinforcement configuration were given in Figure 1. As can be seen in Figure 1, the beam taken as the control beam had a tension and compression reinforcement of 12 mm-

diameter steel bars. The beam numerically tested was 1700 mm long and had an a/d ratio of 3. The tested shear spans had no steel shear links. Both tension and compression reinforcement were to be designed to have 500 MPa yield and 600 MPa ultimate strengths.

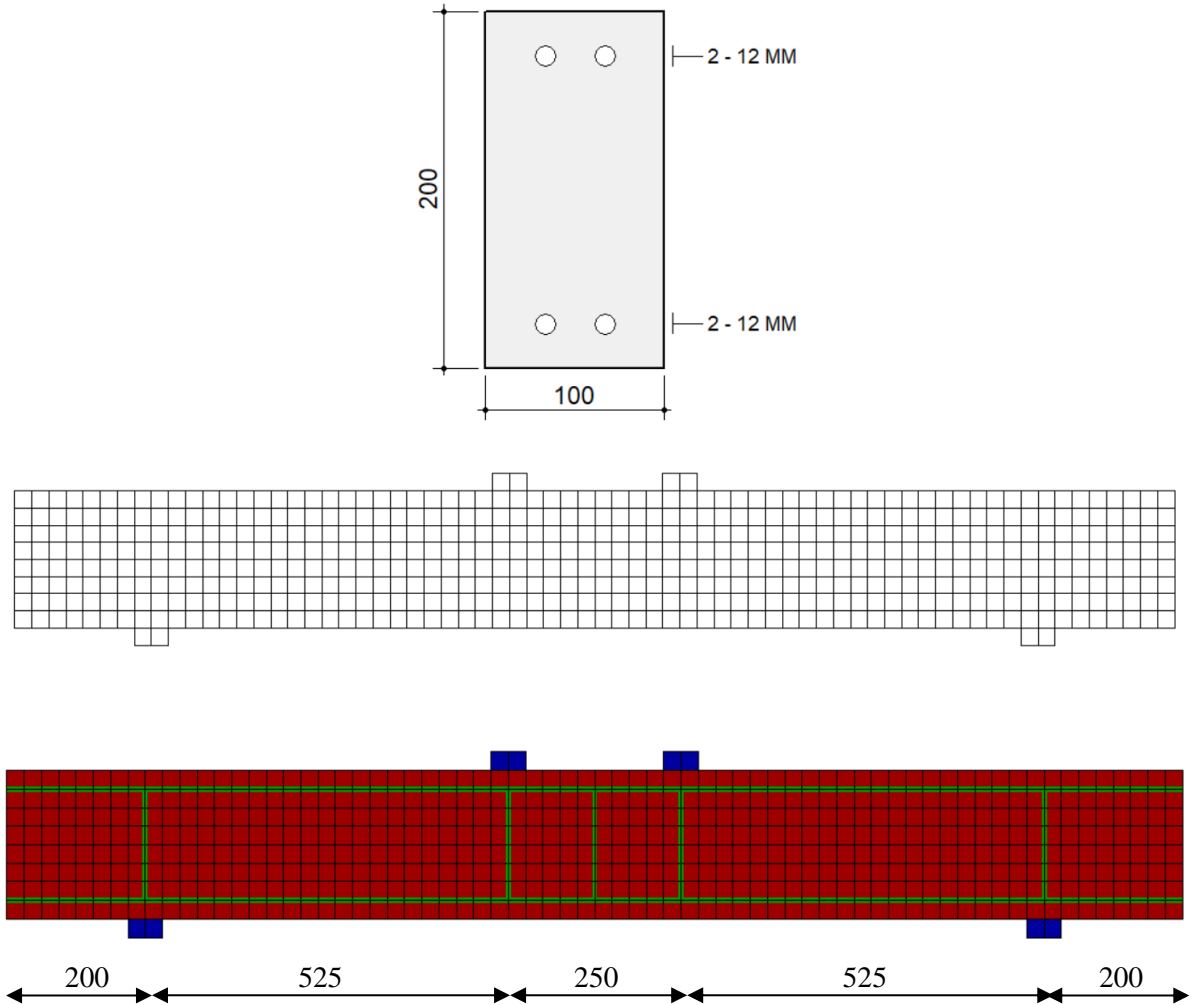
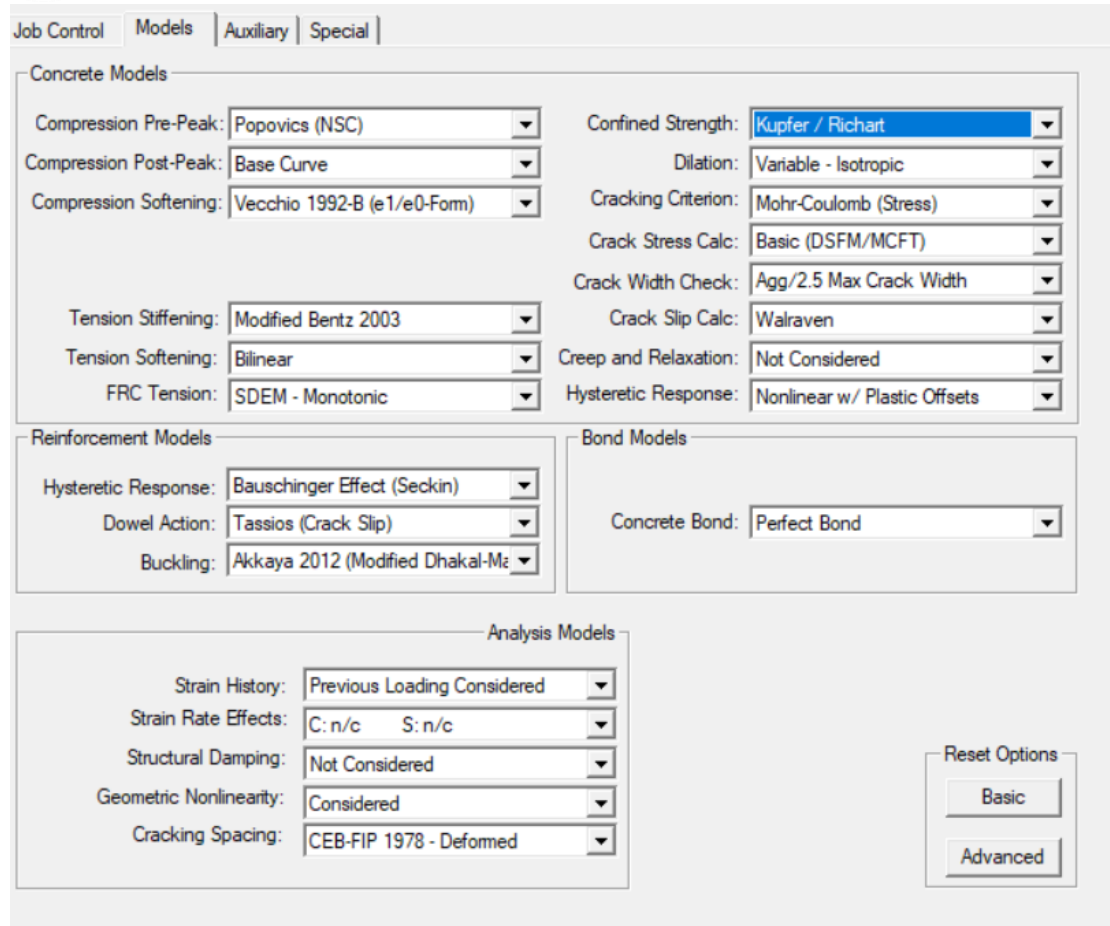


Figure 1. Details of numerically tested beams (all dimensions in millimeters)

The mesh size was selected to be 25 mm in both directions. The material models used in VecTor2 software were in Figure 2. The bond between the concrete and steel reinforcement was to be assumed as perfect [5, 6].



The screenshot displays the 'Material Models' section of the VecTor2 software. It is organized into three main panels: Concrete Models, Reinforcement Models, and Analysis Models. The Concrete Models panel includes settings for Pre-Peak (Popovics NSC), Post-Peak (Base Curve), Softening (Vecchio 1992-B), Confined Strength (Kupfer / Richart), Dilation (Variable - Isotropic), Cracking Criterion (Mohr-Coulomb), Crack Stress Calc (Basic DSFM/MCFT), Crack Width Check (Agg/2.5 Max Crack Width), Tension Stiffening (Modified Bentz 2003), Crack Slip Calc (Walraven), Tension Softening (Bilinear), Creep and Relaxation (Not Considered), FRC Tension (SDEM - Monotonic), and Hysteretic Response (Nonlinear w/ Plastic Offsets). The Reinforcement Models panel includes Hysteretic Response (Bauschinger Effect), Dowel Action (Tassios), and Buckling (Akkaya 2012). The Analysis Models panel includes Strain History (Previous Loading Considered), Strain Rate Effects (C: n/c S: n/c), Structural Damping (Not Considered), Geometric Nonlinearity (Considered), and Cracking Spacing (CEB-FIP 1978 - Deformed). A 'Reset Options' button is located at the bottom right, with 'Basic' and 'Advanced' sub-options.

Figure 2. The material models used in VecTor2 [3]

After developing the FE model, parametric studies were conducted. The effect of concrete strength was first investigated. The studied parameters for concrete strength were 5, 10, 15, 20, 25, and 30 MPa. The other parameter, tension reinforcement, influencing the shear behaviour was also examined. The beam with a concrete compression strength of 10 MPa with tension reinforcement varied from two 12 mm diameter steel bars to two 18 mm diameter steel bars. The details of parametric studies were given in Tables 1 and 2.

Table 1. Parametric study for concrete strength and ultimate shear strength

Beam	Concrete strength (MPa)	Tension reinforcement	Compression Reinforcement	Ultimate Shear Force (kN)
C5	5	2Ø12	2Ø12	13.5
C10	10	2Ø12	2Ø12	22.4
C15	15	2Ø12	2Ø12	29.4
C20	20	2Ø12	2Ø12	35.5
C25	25	2Ø12	2Ø12	37.8
C30	30	2Ø12	2Ø12	38.4

Table 2. Parametric study for tension reinforcement and ultimate shear strength

Beam	Concrete strength (MPa)	Tension reinforcement	Compression Reinforcement	Ultimate Shear Force (kN)
C10-2T12	10	2Ø12	2Ø12	22.4
C10-2T14	10	2Ø14	2Ø12	23.1
C10-2T16	10	2Ø16	2Ø12	23.6
C10-2T18	10	2Ø18	2Ø12	24.2

3. RESULTS AND DISCUSSION

Figure 3 compares the shear force-deflection curves for the beams with concrete strengths of 5, 10, 15, 20, 25, and 30 MPa. The beams had concrete strengths of 5, 10, and 15 MPa failed in shear. The beams with concrete strengths of 25 and 30 MPa failed in flexure with plateau as shown in Figure 3. The beam with 20 MPa concrete strength failed shear after yielding tension reinforcement. The ultimate shear strength capacities were given in Table 1. The concrete strength significantly affected the structural behaviour of the beams. The concrete strength altered the shear behaviour from brittle to ductile. The beam with 5 MPa concrete compression strength failed in shear at a shear force of 13.5 kN, whereas the beam with 30 MPa concrete compression strength failed in flexure at a shear force of 38.4 kN. As can be seen in Figure 3, the cracked stiffness was also effected by the concrete strength. The higher concrete strength resulted in stiffer behaviour after development of the cracks.

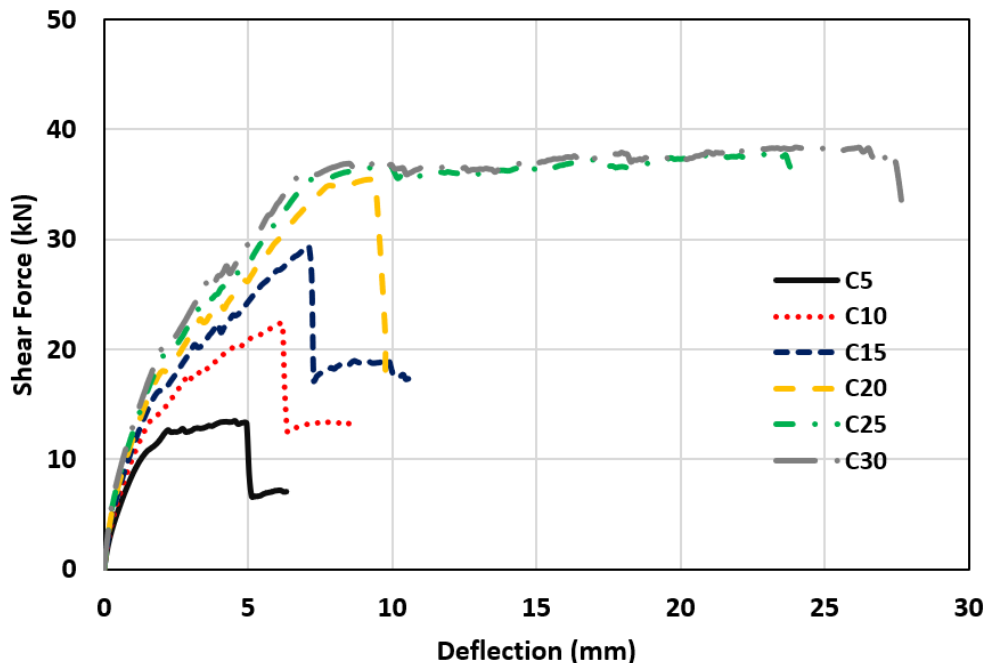


Figure 3. Shear force-deflection curves for the beams with different concrete strengths

Figure 4. demonstrates the shear force-deflection curves for the beams with tension reinforcement varied from two 12 mm-diameter to two 18 mm-diameter steel bars. All beams failed in shear, and the ultimate shear force capacity of each beam is given in Table 2. As can

be seen in Figure 4, the cracked stiffness of the beams was considerably effected by the reinforcement ratio. The beam reinforced with two 18 mm diameter steel bars had the stiffest behaviour. However, the force capacity of the beam increased by about 8% (from 22.4 kN to 24.2 kN) with an increase in the tension reinforcement ratio.

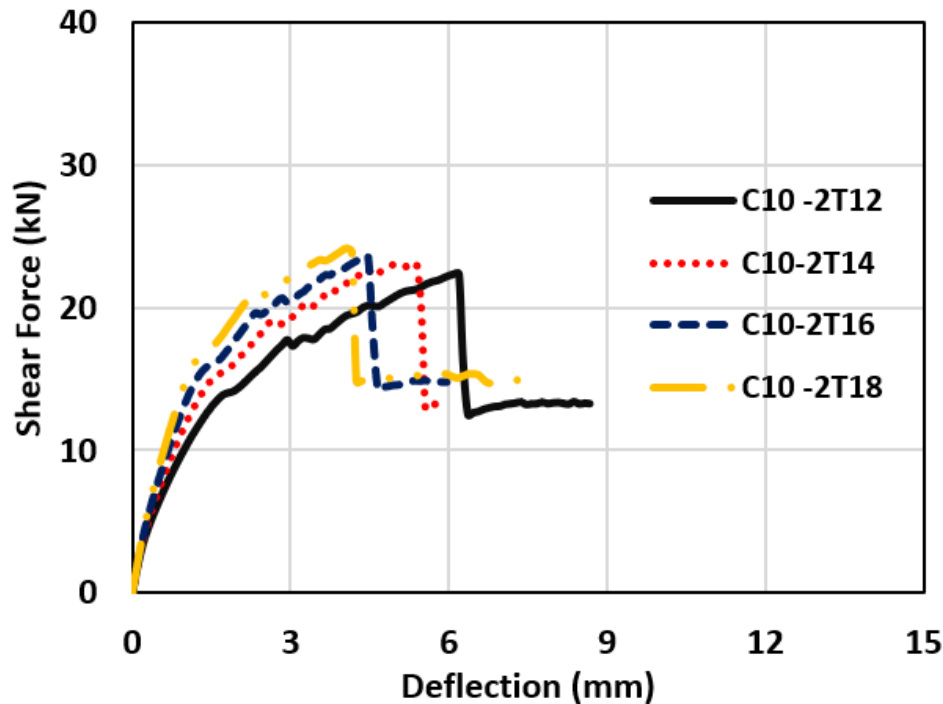


Figure 4. Shear force-deflection curves for the beams with different tension reinforcement ratios

4. CONCLUSIONS

The FE model was developed for RC beams without steel shear links. The effects of concrete strength and tension reinforcement were investigated, and the following can be summarised;

- The concrete strength significantly affected the structural behaviour of the beams. The concrete strength altered the shear behaviour from brittle to ductile.
- The stiffness of the beams increased with increasing tension reinforcement ratio. However, the force capacity of the beam increased by about 8% (from 22.4 kN to 24.2 kN) with an increase in the tension reinforcement ratio.

REFERENCES

- [1] ACI Committee 445 on Shear and Torsion (1998). Recent approaches to shear design of structural concrete. *Journal of Structural Engineering* 124(12): 1375-1417.
- [2] Dirar, S., Caro, M., Sogut, K., Quinn, A. (2024). Experimental behaviour, FE modelling and design of large-scale reinforced concrete deep beams shear-strengthened with embedded fibre reinforced polymer bars. *Structures*, 67, 106938.

- [3] Wong, P.S., Vecchio, F.J. and Trommels, H. (2013) VecTor2 & FormWorks user's manual (second edition). Toronto: University of Toronto.
- [4] Vecchio, F.J. (2000). Disturbed stress field model for reinforced concrete: formulation. *ASCE Journal of Structural Engineering*. 126(9):1070-1077.
- [5] Sogut, K., Dirar, S., Theofanous, M., Faramarzi, A., Nayak, A.N. (2021). Effect of transverse and longitudinal reinforcement ratios on the behaviour of RC T-beams shear strengthened with embedded FRP bars. *Composite Structures* 262: 113622.
- [6] Söğüt, K. (2023). Shear Behaviour of RC Beams: A Numerical Study. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 9(3), 248-252.

SHEAR STRENGTH PREDICTIONS OF TS500 DESIGN CODE

Kagan Sogut

Kilis 7 Aralık University, kagan.sogut@kilis.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-0601-6420

ABSTRACT

Key factors influencing the shear behaviour of reinforced concrete (RC) beams without steel shear links include the size effect, the shear span-to-effective depth (a/d) ratio, tension reinforcement, concrete compressive strength, and axial force. Turkish Standards 500: Requirements for design and construction of reinforced concrete structures (TS500) gives the design equation for RC beams without steel shear shear links by considering some of the above parameters. For example, it considers width of beam, effective depth of the beam, and concrete strength, whereas tension reinforcement ratio or shear span-to-effective depth (a/d) ratio is not considered. This paper aims to investigate TS500 predictions in terms of shear force capacities of RC beams without steel shear links. A total of 23 experimental results of such beams were considered. TS500 predicted the shear force capacity of the beams with a mean value of 1. However, the standard deviation was 0.25. The experimental results in current literature indicated that the shear force capacity of the beams increased with decreasing a/d the ratio. Additionally, an increase in the tension reinforcement ratio resulted in higher shear force capacity. However, TS500 gave constant predictions despite variations in a/d ratio and tension reinforcement ratio.

Keywords: Beam, reinforced concrete, shear behaviour, TS500.

1. INTRODUCTION

It is known that the behaviour of reinforced concrete (RC) beams without shear links in shear highly depends on the size effect, the shear span-to-effective depth (a/d) ratio, tension reinforcement, concrete compressive strength, and axial force [1]. However, Turkish Standards 500: Requirements for design and construction of reinforced concrete structures (TS500) gives the design equation for RC beams without steel shear shear links by considering axial force, width of the beam, effective depth of the beam, and concrete strength, whereas tension reinforcement ratio, or a/d ratio, is not considered [2, 3]. This is important since the insufficient shear-designed concrete members without steel shear links need to be strengthened [4,5]. For example, once the calculation of overall shear strengthened capacity, concrete contribution can be calculated by the equations offered by the current design code. Hence, it is vital to design code predictions. This paper aims to investigate TS500 predictions in terms of shear force capacities of RC beams without steel shear links. A total of 23 experimental results of such beams are compared to TS500 predictions.

2. METHODOLOGY

The RC beams without steel shear links, which were tested by Valerio and Ibell [6], Xu and Li [7], Thamrin et. al. [8], Rombach et. al. [9], Slowik [10], and Thamrin et. al. [11], were considered in this study to assess the TS500 design code. Table 1 shows details of the beams. All beams had a rectangular cross section. The beam width (b_w) varied from 110 mm to 200 mm. The beam height (h) was between 200 mm and 340 mm. The a/d ratio was higher than 2.5, which provided for investigation of slender beams. The tension reinforcement ratio was calculated as ($A_s / (b_w * d)$), whereas A_s is the tension reinforcement area. The concrete compression strength was also given in Table 1. All beams failed in shear.

Table 1. Details of RC beams in published literature

Reference	RC beam	Geometry	b_w (mm)	h (mm)	d (mm)	a/d	ρ_l (%)	f_c (MPa)
Slowik [10]	S2	Rectangular	120	250	220	2.5	1.8	35
	S3	Rectangular	120	250	220	2.7	1.8	35
	S5	Rectangular	120	250	220	3.4	1.8	35
	OI-2	Rectangular	120	250	220	3.4	1.8	35
	OI-1	Rectangular	120	250	220	4.1	1.8	35
	S1	Rectangular	120	250	220	4.1	1.8	35
	S5k	Rectangular	120	250	220	2.7	1.8	35
	S3k	Rectangular	120	250	220	2.5	1.8	35
Valerio and Ibell [6]	1	Rectangular	110	220	189	2.65	1.09	40.8
Rombach et al. [9]	1L1	Rectangular	200	340	300	5	1.57	49.7
	1L2	Rectangular	200	340	300	5	1.57	50.8
	1K1	Rectangular	200	340	300	3	1.57	55.4
	1K2	Rectangular	200	340	300	3	1.57	55.5
Xu and Li [7]	Beam5.1	Rectangular	100	200	180	5.1	1.18	33.1
	Beam4.6	Rectangular	100	200	180	4.6	1.18	33.1
	Beam4.0	Rectangular	100	200	180	4	1.18	33.1
Thamrin et al. [11]	R01-E	Rectangular	125	250	219	3.7	1	32
	R03-E	Rectangular	125	250	219	3.7	1.5	32
	R03-E	Rectangular	125	250	212	3.8	2.5	32
Thamrin et al. [8]	BSL-08	Rectangular	130	230	200	3	0.6	13
	BSL-09	Rectangular	130	230	200	3	0.9	13
	BSL-11	Rectangular	130	230	200	3	0.6	33.5
	BSL-12	Rectangular	130	230	200	3	0.9	33.5

TS500 considers calculating the shear cracking strength (V_{cr}) as follows;

$$V_{cr} = 0.65 * f_{ctk} * b_w * d \quad (1)$$

Where f_{ctk} is the tensile strength of the concrete, and it is calculated as follows;

$$f_{ctk} = 0.35 * \sqrt{f_{ck}} \quad (2)$$

Where f_{ck} is the concrete compression strength. The concrete contribution is generally calculated as follows;

$$V_c = 0.8 * V_{cr} \quad (3)$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

Shear force capacities of the RC beams tested by Valerio and Ibell [6], Xu and Li [7], Thamrin et. al. [8], Rombach et. al. [9], Slowik [10], and Thamrin et. al. [11] were given Table 2. The shear strength predictions of the TS500 design code were also given in Table 2. It should be noted that shear cracking strength (V_{cr}) was considered for the comparison.

Table 2. Comparison of shear strength capacities of RC beams

Reference	RC beam	V,exp. (kN)	fctd (MPa)	Vcr,TS500 (kN)	Vcr,TS500 / V, exp.
Slowik [10]	S2	40.5	2.07	35.5	0.88
	S3	42	2.07	35.5	0.85
	S5	42	2.07	35.5	0.85
	OI-2	43.5	2.07	35.5	0.82
	OI-1	45	2.07	35.5	0.79
	S1	43.5	2.07	35.5	0.82
	S5k	51	2.07	35.5	0.70
	S3k	51	2.07	35.5	0.70
Valerio and Ibell [6]	1	22.5	2.24	30.2	1.34
Rombach et al. [9]	1L1	75.5	2.47	96.2	1.27
	1L2	79	2.49	97.3	1.23
	1K1	75.5	2.61	101.6	1.35
	1K2	69.5	2.61	101.7	1.46
Xu and Li [7]	Beam5.1	16.8	2.01	23.6	1.40
	Beam4.6	18.4	2.01	23.6	1.28
	Beam4.0	20.05	2.01	23.6	1.18
Thamrin et al. (2016)	R01-E	32.6	1.98	35.2	1.08
	R03-E	37	1.98	35.2	0.95
	R03-E	37.6	1.98	34.1	0.91
Thamrin et al. [8]	BSL-08	27.4	1.26	21.3	0.78
	BSL-09	29.2	1.26	21.3	0.73
	BSL-11	35.7	2.03	34.2	0.96
	BSL-12	43.9	2.03	34.2	0.78
				mean	1.00
				Standard deviation	0.25

TS500 design code predicted the ultimate shear strength capacities of RC beams without existing steel shear links with a mean value of 1. However, the standard deviation was 0.25.

It should be noted that the concrete contribution value as given in Equation 3 was not compared to the experimental results. If it was, the mean value would be reduced to 0.80.

Figure 1 compares shear force capacities of the beams tested by Slowik [10] to those predicted by the TS500 design code. As can be seen in Figure 1, the experimental results reported by Slowik [10] showed that an increase in a/d ratio from 2.5 to 4.1 resulted in a decrease in shear force capacity of RC beams. However, the predictions of TS500 were constant at a shear force of 35,5 kN.

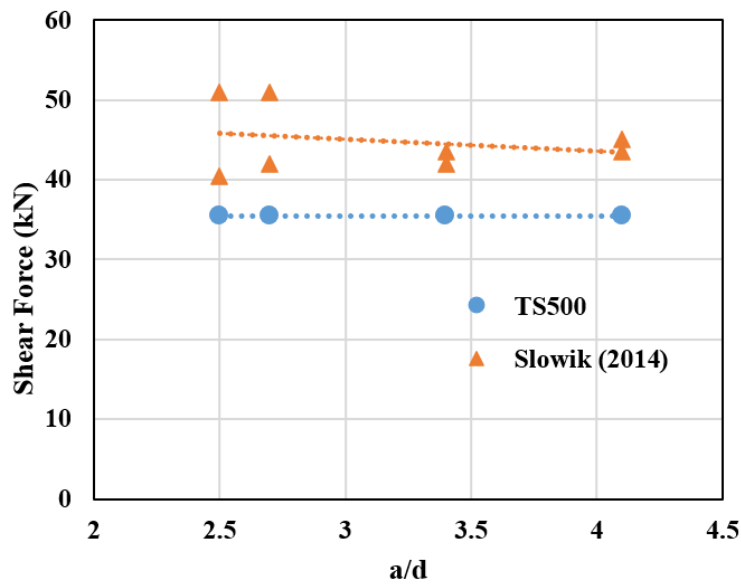


Figure 1. Shear force capacity vs. a/d ratio

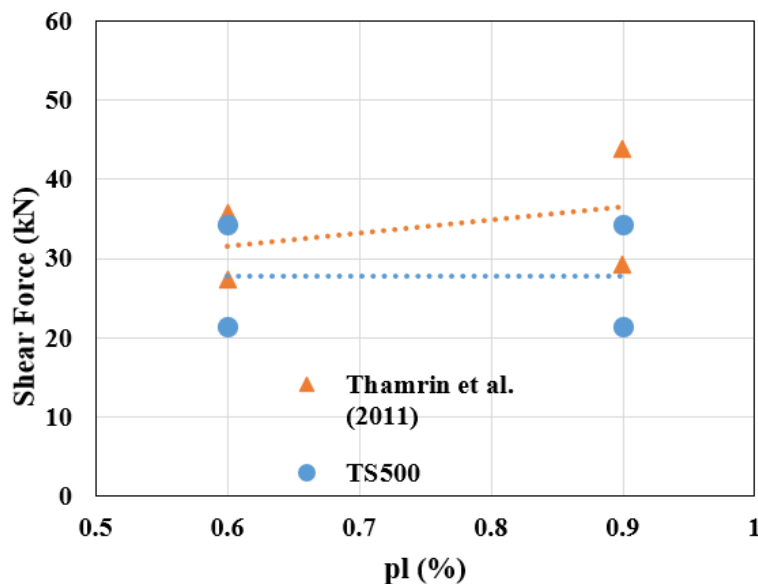


Figure 2. Shear force capacity vs. tension reinforcement ratio

The comparison between the shear force capacities of the beams tested by Thamrain et al. [8] and those predicted by the TS500 design code is given in Figure 2 to investigate the effect of tension reinforcement ratio. An increase in tension reinforcement ratio from 0.6 to 0.9% instigated an enhancement in shear force capacities of RC beams [8].

However, the predictions of TS500 were also constant with increasing tension reinforcement ratio. The results reported above proved that the predictions of the TS500 design code were not sensitive to a/d ratio and tension reinforcement ratio.

4. CONCLUSIONS

This paper aimed to investigate TS500 predictions in terms of shear force capacity. The experimental results were compared to TS500 predictions. Based on the results, the following can be addressed:

- TS500 design code predicted the ultimate shear strength capacities of RC beams without existing steel shear links with a mean value of 1. However, the standard deviation was 0.25. It should be noted that the concrete contribution value as given in Equation 3 was not compared to the experimental results. If it was, the mean value would be reduced to 0.80.
- An increase or a decrease in the a/d ratio did not change TS500 predictions. The predictions of TS500 were also constant with increasing tension reinforcement ratio.

REFERENCES

- [1] ACI Committee 445 on Shear and Torsion (1998). Recent approaches to shear design of structural concrete. *Journal of Structural Engineering* 124(12): 1375-1417.
- [2] TS 500: Requirements for design and construction of reinforced concrete structures, TSE (Turkish Standards Institute), Ankara, Turkey, 2014.
- [3] Söğüt, K. (2023). Shear behaviour of RC beams: A numerical study. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 9(3), 248-252.
- [4] Dirar, S., Caro, M., Sogut, K., Quinn, A. (2024). Experimental behaviour, FE modelling and design of large-scale reinforced concrete deep beams shear-strengthened with embedded fibre reinforced polymer bars. *Structures*, 67, 106938.
- [5] Sogut, K., Dirar, S., Theofanous, M., Faramarzi, A., Nayak, A.N. (2021). Effect of transverse and longitudinal reinforcement ratios on the behaviour of RC T-beams shear strengthened with embedded FRP bars. *Composite Structures*, 262: 113622.
- [6] Valerio, P. and Ibell, T.J. (2003). Shear strengthening of existing concrete bridges. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Structures and Buildings*, 156(1):75-84.
- [7] Xu, T. and Li, J. (2009). Experimental investigations of failure modes of reinforced concrete beams without web reinforcement. *Engineering Structures*, 185: 47-57.
- [8] Thamrin, R., Aziz, A., Yeoh, D., Azlina, N., Ali, M. (2011). Experimental study on diagonal shear cracks of concrete beams without stirrups longitudinally reinforced with GFRP bars. *Proceeding of FIB Symposium 'Concrete Engineering for Excellence and Efficiency'*, Prague, Czech Republic, 1177–1180.

- [9] Rombach, G.A., Kohl, M., Nghiep, V.H (2011). Shear design of concrete members without shear reinforcement—A solved problem? *Procedia Engineering*, 14: 134-140.
- [10] Slowik, M. (2014). Shear failure mechanism in concrete beams. *Procedia Materials Science*, 3: 1977-1982.
- [11] Thamrin, R., Tanjung, J., Aryanti, R., Nur, O. F., Devinus, A. (2016). Shear strength of reinforced concrete T-beams without stirrups. *Journal of Engineering Science and Technology*, 11(4): 548-562.

IN OCCUPATIONAL SAFETY PLANNING AND STUDIES DIFFERENCES BETWEEN THE CONSTRUCTION SECTOR AND OTHER SECTORS

Lecturer. Dr. Sıtkı Alper ÖZDEMİR¹,

¹ İskenderun Technical University, Iskenderun Vocational School of Higher Education, Construction Department Hatay / Türkiye, salper.ozdemir@iste.edu.tr-0000-0001-7331-8026

Prof. Dr. Mustafa Tolga ÇÖĞÜRCÜ²

² Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, Konya / Türkiye, mtcogurcu@ktun.edu.tr-0000-0002-2487-797X

Res. Asst. Mehmet Akif ARSLAN²

³ Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, Konya / Türkiye, maarslan@ktun.edu.tr- 0000-0003-3220-0739

Asst. Prof. Dr. Mustafa ONÜÇYILDIZ²

⁴ Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, Konya / Türkiye, monucyildiz@ktun.edu.tr- 0000-0003-0811-9017

ABSTRACT

Hundreds of occupational accidents occur every year in production processes related to the construction sector and other manufacturing and health sectors, and occupational diseases related to the sector emerge. These problems are tried to be prevented with OHS practices, preventive and protective works and procedures carried out within the legal context Annual occupational accidents and occupational diseases statistics are used to identify these problematic points and to determine the usefulness of the revisions made Protection of workers' health, prevention of occupational accidents and prevention of all health problems that may arise from manufacturing in the real sector depend on OHS planning and implementation activities to be carried out with the right action plans. In this study, occupational accidents and occupational diseases in the construction sector, other manufacturing sectors and the health sector were investigated and analysed proportionally. Activities to be considered on a sectoral basis in OHS practices and legal regulation requirements were investigated.

Keywords Occupational health, occupational accidents, occupational diseases, occupational accident statistics

INTRODUCTION

Occupational health and safety (OHS) is of vital importance for all sectors in terms of planning and implementation activities. However, when occupational safety practices are compared between sectors, differences in implementation draw attention (Walters vd., 2022). On a sectoral basis, the construction sector is one of the sectors with the highest risk factor in terms of occupational accidents and occupational diseases. (Martínez-Aires vd., 2024). According to International Labour Organization (ILO) data, 20% of occupational accidents occur in the construction sector (Anonim, 2021a). There are serious risks in terms of occupational safety in sectors other than the construction sector. In this study, occupational safety practices, accident rates and the development of OHS planning and practices between the construction sector and other sectors are analysed comparatively.

WORK SAFETY PRACTICES IN CONSTRUCTION SECTOR

The construction sector has difficult and hazardous working conditions due to working conditions, duration and struggling with physical nature. (Woźniak & Hoła, 2024). Factors such as falling from height, working with heavy materials, use of machinery, long working hours and jobs that require excessive attention increase the risk of occupational accidents (Anonim, 2021b). Therefore, the provision of occupational safety in the construction sector mostly includes regulations for the prevention of physical hazards. Some of these regulations are given below. These are (Anonim, 2020, 2021a);

- **Risk of Falling from Height:** It is the most common type of accident in the construction industry and accounts for more than 50% of total accidents. This situation is taken under control with work at height guidelines.
- **Heavy Construction Machinery:** Accidents while working with construction machinery can have fatal consequences. This situation is taken under control with the instructions for the use of work machines.
- **Personal Protective Equipment (PPE):** Construction workers are required to use protective equipment such as hard hats and safety belts. This situation is controlled by directives on the use of protective equipment.
- It is also known that 50% of the work accidents in the construction sector are caused by falls from height.
- It is known that 30% of fatal accidents in the construction sector are caused or related to construction machinery.

OCCUPATIONAL SAFETY PRACTICES IN OTHER SECTORS

Occupational safety practices in sectors other than the construction sector generally vary depending on the working conditions and risk factors of the relevant sector (Li vd., 2024; Suh, 2021). For example, in the manufacturing industry, machine safety and the use of chemical

substances come to the fore, while in the health sector, biological risks and ergonomic factors come to the fore.

Manufacturing Industry:

- **Machine Safety:** Working with machines in the manufacturing sector is one of the main causes of occupational accidents. Deficiencies such as not using accident prevention guidelines and calibration procedures cause accidents (Özkan & Ulaş, 2024).
- **Chemical Substances:** In sectors where hazardous chemicals are used, there is a risk of occupational diseases due to exposure to these substances (Anik vd., 2024).

Health Sector:

- **Biological Risks:** Healthcare workers may be exposed to infectious diseases and biological agents (Anonim, 2021a).
- **Ergonomics and Psychosocial Risks:** Long working hours of health workers, standing working factors and stressful working environment cause occupational diseases (Yoo vd., 2024).

Statistics:

- In the manufacturing industry, 25% of occupational accidents are caused by machine malfunctions (Suh, 2021).
- In the health sector, 15% of occupational accidents are caused by biological exposures and occupational diseases are more common (Anonim, 2021a).

DIFFERENCES BETWEEN THE CONSTRUCTION SECTOR AND OTHER SECTORS

The construction sector has some differences in terms of occupational safety compared to other sectors. The most important of these differences are working conditions, equipment used and sector-specific risk factors.

- **Nature of Risk:** While the risks in the construction sector stand out as physical factors such as falls from height, machine accidents, chemical, biological and ergonomic risks are seen more as risk factors in the health and manufacturing sectors. (Trillo-Cabello vd., 2021).
- **Temporary Work Areas:** Construction sites in the construction industry are often temporary and dynamic workplaces. This requires constant reorganisation of safety measures (Anonim, 2021a). In other sectors, the working environment is generally more stable and long-term, so safety measures can be standardised more easily.
- **OHS Culture:** Occupational safety culture in the construction sector is generally lower than in other sectors. The education level of workers in the construction sector is seen as the most obvious reason for this situation (Anonim, 2021b).

COMPARATIVE STATISTICS OF OCCUPATIONAL SAFETY PRACTICES BY SECTORS

Occupational safety assessment by sectors is given below on a sectoral basis.

- **Construction Sector:** The rate of fatal occupational accidents is higher in the construction sector compared to other sectors. Moreover, according to TUIK data, 5 per cent of work accidents in the construction sector result in death (Anonim, 2021b).
- **Manufacturing Sector:** Occupational accidents in the manufacturing sector mostly result in injuries and fatal accidents account for 2% of all accidents.
- **Health Sector:** The health sector has the highest rate of occupational diseases according to the occupational disease assessment. The rate of occupational diseases in this sector is above 10 per cent (Anonim, 2021a).

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

OHS policies are vitally important in all sectors For this reason, occupational health and safety is taken under control by evaluating the work situation, working conditions, accident risk factors and physical conditions in all sectors. As seen in this study, the construction sector ranks first with a value of 5% in terms of the rate of occupational accidents resulting in death on a sectoral basis. Working conditions and machine work increase the risk of occupational accidents in the construction sector excessively. On the other hand, occupational safety measures are also important in the manufacturing sector and the health sector, especially the goal of preventing occupational diseases is the most important factor in taking these measures. Occupational accidents, deaths and injuries resulting from occupational accidents and the rates of occupational diseases on a sectoral basis are evaluated annually in the form of statistics According to the results, it is seen that increasing protective and preventive actions and strengthening the inspection functions in this field in the process will be the most effective situation in preventing occupational accidents and occupational diseases. Legal regulations, revisions to be made in the OHS organisation on sectoral basis and increasing the frequency of inspection processes will be the most effective solution for the protection of occupational safety and worker health.

REFERENCES

- Anik, A. H., Toha, M., & Tareq, S. M. (2024). Occupational chemical safety and management: A case study to identify best practices for sustainable advancement of Bangladesh. *Hygiene and Environmental Health Advances*, 12, 100110. <https://doi.org/10.1016/J.HEHA.2024.100110>
- Anonim. (2020). *International Labour Organization*. <https://webapps.ilo.org/dyn/legosh/en/f?p=14100:1000:0::NO::>
- Anonim. (2021a). *Annual Report 2021 International Labour Organization*. <https://www.ilo.org/publications/annual-report-2021>
- Anonim. (2021b). *TÜİK, İş kazaları ve meslek hastalıkları istatistikleri*. <https://www.tuik.gov.tr/>.

- Li, H., Wang, Y., Chong, D., Rajendra, D., & Skitmore, M. (2024). Fine-Kinney fuzzy-based occupational health risk assessment for Workers in different construction trades. *Automation in Construction*, 168, 105738. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2024.105738>
- Martínez-Aires, M. D., López-Alonso, M., de la Hoz-Torres, M. L., Aguilar-Aguilera, A., & Arezes, P. (2024). Occupational risk prevention in the European Union construction sector: 30 Years since the publication of the Directive. *Safety Science*, 177, 106593. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2024.106593>
- Özkan, E. K., & Ulaş, H. B. (2024). Comparison of four machine learning methods for occupational accidents based on national data on metal sector in Turkey. *Safety Science*, 174, 106468. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2024.106468>
- Suh, Y. (2021). Sectoral patterns of accident process for occupational safety using narrative texts of OSHA database. *Safety Science*, 142, 105363. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2021.105363>
- Trillo-Cabello, A. F., Carrillo-Castrillo, J. A., & Rubio-Romero, J. C. (2021). Perception of risk in construction. Exploring the factors that influence experts in occupational health and safety. *Safety Science*, 133, 104990. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2020.104990>
- Walters, D., Johnstone, R., Bluff, E., Jørgen Limborg, H., & Gensby, U. (2022). Prevention services for occupational safety and health in the European Union: Anachronisms or supports for better practice? *Safety Science*, 152, 105793. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2022.105793>
- Woźniak, Z., & Hoła, B. (2024). The structure of near misses and occupational accidents in the polish construction industry. *Heliyon*, 10(4), e26410. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E26410>
- Yoo, H., Yang, M., Song, J. H., Yoon, J. H., Lee, W., Jang, J., Yoon, M., & Kang, M. Y. (2024). Investigation of Working Conditions and Health Status in Platform Workers in the Republic of Korea. *Safety and Health at Work*, 15(1), 17-23. <https://doi.org/10.1016/J.SHAW.2024.01.002>

THE IMPORTANCE AND STATISTICAL ANALYSIS OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH IN THE CONSTRUCTION SECTOR

Lecturer. Dr. Sıtkı Alper ÖZDEMİR¹,

¹ İskenderun Technical University, Iskenderun Vocational School of Higher Education, Construction Department Hatay / Türkiye, salper.ozdemir@iste.edu.tr-0000-0001-7331-8026

Prof. Dr. Mustafa Tolga ÇÖĞÜRCÜ²

² Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, Konya / Türkiye, mtcogurcu@ktun.edu.tr-0000-0002-2487-797X

Res. Asst. Mehmet Akif ARSLAN²

³ Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, Konya / Türkiye, maarslan@ktun.edu.tr- 0000-0003-3220-0739

Asst. Prof. Dr. Mustafa ONÜÇYILDIZ²

⁴ Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, Konya / Türkiye, monucyildiz@ktun.edu.tr- 0000-0003-0811-9017

ABSTRACT

As in all manufacturing-based production sectors, occupational health and safety is of vital importance in the construction industry. Due to the dynamic nature of construction sites, many manufacturing teams operate in the same area and at the same time, which increases the risk of occupational accidents. According to statistical data, thousands of work accidents with injury and/or death occur every year. Prevention of occupational accidents is possible by analyzing the data obtained through the studies to be carried out in this field correctly and reflecting them to the relevant legislation provisions. The use of protective tools and clothing under the assurance of legislative provisions, making construction site areas precautionary in terms of occupational safety and auditing these practices will be the most effective solution methods in preventing occupational accidents in the real sector. In this study, occupational accidents in the construction sector are analyzed, the importance given to occupational safety and worker health is evaluated and the practices in this field are analyzed with statistical data.

Keywords: Occupational health, occupational accidents, occupational safety legislation, preventive actions.

INTRODUCTION

The construction industry is recognized as one of the most dangerous industries in the world in terms of work area, employee portfolio, working time and job severity (Woźniak & Hoła, 2024). Occupational accidents and working conditions in the construction industry carry a high risk in terms of occupational diseases caused by workplaces (Li, Wang, Chong, Rajendra, & Skitmore, 2024). According to the International Labor Organization, approximately 20% of occupational accidents occur in the construction industry (Anonymous, 2020a). The main causes of occupational accidents are falls from height, careless and/or improper use of hand tools, electric shocks, and accidents caused by not using protective materials. As a result of these situations, accidents result in injury or fatal work accidents. In this study, the importance given to occupational safety and worker health in the construction sector was evaluated and the practices in this field were analyzed with statistical data.

OCCUPATIONAL SAFETY PRACTICES and STATISTICAL DATA

Occupational safety practices in the construction sector are evaluated according to many criteria. Factors such as the size, organizational structure, economic status, quality and number of project-scale manufacturing teams constitute the most important criteria in this evaluation. According to the data announced by the Turkish Statistical Institute, the importance given to occupational safety practices in small and medium-sized construction companies is lower compared to large-scale companies (Anonymous, 2021a).

According to TUIK data (Anonymous, 2021a);

- Approximately 2500 work accidents occur in the construction sector every year in Turkey.
- Approximately 35% of work accidents in Turkey occur in the construction sector.
- In 2020, more than 50% of occupational accidents in the construction industry occurred as a result of falls from height (Table 1).

Table 1. Construction sector occupational accident data

Sector Type	Number of Accidents	Percentage	Accident Type
Construction	2500	%35	Falling from a height

According to Table 1, it is seen that occupational accidents are inevitably experienced when the correct and proper use of occupational safety measures is not realised.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN LEGISLATION

The Occupational Health and Safety Law No. 6331 (Anonymous, 2012), which entered into force with legal regulations in Turkey, introduces various obligations in order to protect occupational safety and health in workplaces. According to the relevant law, occupational health and safety in workplaces, the presence of certified technical personnel to be employed in workplaces and occupational safety trainings to be given to personnel who will work in the field of work are mandatory (Anonymous, 2021).

According to legal practices and statistical findings (Anonymous, 2021a);

- By 2021, only 40 per cent of workers in the construction industry receive regular occupational safety training.
- Occupational safety inspections revealed that 60 per cent of construction projects did not comply with basic occupational safety rules.

The data above show that although there are occupational health and safety legislations, there are deficiencies in practice.

WORK SAFETY AND ACCIDENTS

It is seen that occupational accidents are significantly reduced in construction projects where the measures are fully implemented according to the occupational safety legislation. This situation shows that investments in occupational health and safety are the most important factor in preventing occupational accidents. (Anonymous, 2021b).

- According to ILO (International Labour Organization) reports, the rate of occupational accidents at construction sites where occupational safety measures are taken is 70% lower than at construction sites where no measures are taken. (Anonymous, 2021c).
- In Turkey, the rate of fatal accidents at construction sites where occupational safety measures are strictly implemented has fallen below 10 per cent (Anonymous, 2021a).

When the data in the reports above are analysed, it can be seen how taking occupational safety measures can reduce accidents to a great extent.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Various suggestions can be presented for the systematic dissemination of occupational safety culture in the construction sector and for increasing occupational health and safety. In particular, it is important that occupational safety culture is adopted as a value among companies and employees, not as an obligation (Trask and Linderoth, 2023). In this way, it will be possible to prevent occupational accidents and accidents with injury and / or death will be prevented.

According to TUIK data, the accident rate of employees who receive occupational safety training is 50% lower than those who do not receive training. Based on this data, it should be ensured that employees receive regular occupational safety trainings.

Occupational safety technologies (drones, sensors, worker tracking systems) should be disseminated on construction sites with reference to technological developments in the occupational safety sector (Anonymous, 2020b).

The occupational safety inspection process should be tightened through legal arrangements and revisions to be made/to be made in the legislation. Occupational health and safety inspections should be tightened and sanctions should be imposed by increasing the effectiveness of these inspections (Anonymous, 2021b).

In conclusion, occupational health and safety measures in the construction industry are of vital importance in preventing occupational accidents and protecting workers' health. Promoting a culture of occupational safety and ensuring that companies fully fulfil their obligations in this area is one of the most effective ways to reduce occupational accidents and fatalities in the sector. Statistics clearly show that the importance given to occupational safety measures and practices significantly reduce occupational accidents. For this reason, increasing occupational safety investments and inspections with the legislative revisions to be made is of critical importance for the safe sustainability of the sector and the protection of employees.

REFERENCES

- Anonymous. Law No. 6331 on Occupational Health and Safety. Pub. L. No. 6331 (2012). Accessed from <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6331&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>.
- Anonymous. (2020a). International Labour Organization. Retrieved on 15 October 2024 from [https://webapps.ilo.org/dyn/legosh/en/f?p=14100:1000:0::NO:::~:open=1](https://webapps.ilo.org/dyn/legosh/en/f?p=14100:1000:0::NO:::).
- Anonymous. (2020b). Presidency of Strategy Development 2020 Annual Report. Accessed from <https://www.csgb.gov.tr/sgb/duyurular/2020-yili-faaliyet-raporu/> on 15 October 2024.
- Anonymous. (2021a). TurkStat, Occupational accidents and occupational diseases statistics. <https://www.tuik.gov.tr/>.
- Anonymous. (2021b). 2021 Performance Programme of the Presidency of Strategy Development. Accessed from <https://www.csgb.gov.tr/sgb/duyurular/2021-yili-performans-programi/> on 15 October 2024.
- Anonim. (2021c). Annual Report 2021 International Labour Organization. 15 Ekim 2024 tarihinde <https://www.ilo.org/publications/annual-report-2021> accessed from.
- Li, H., Wang, Y., Chong, D., Rajendra, D. ve Skitmore, M. (2024). Fine-Kinney fuzzy-based occupational health risk assessment for Workers in different construction trades. *Automation in Construction*, 168, 105738. doi:10.1016/J.AUTCON.2024.105738

Trask, C. ve Linderoth, H. C. (2023). Digital technologies in construction: A systematic mapping review of evidence for improved occupational health and safety. *Journal of Building Engineering*, 80, 108082. doi:10.1016/J.JOBE.2023.108082

Woźniak, Z. ve Hoła, B. (2024). The structure of near misses and occupational accidents in the polish construction industry. *Heliyon*, 10(4), e26410. doi:10.1016/J.HELIYON.2024.E26410

CUMHURİYET'İN İLANININ ANKARA'YA VE KENTSEL MEKÂN ORGANİZASYONUNA YANSIMALARI

Prof. Dr., Mehmet Emin BARIŞ

Ankara Üniversitesi, ebaris@ankara.edu.tr - 0000-0002-5344-2166

Arş. Gör., Seher Simay KUŞOĞLU

Ankara Üniversitesi, sskusoglu@ankara.edu.tr - 0000-0001-8932-5490

ÖZET

Tarihi Frig Dönemi'ne (MÖ 8. Yüzyıl) dayanan Ankara, Frig'lerin, Lyd'lerin, Perslerin, Büyük İskender'in ve Galat'ların Ankyra'sı olarak adlandırılmıştır. Ankara gerek Bağdat Demiryolu ile bir düğüm noktası gerekse ipek ticareti yolunun önemli bir uğrak noktası olması sebebi ile yüzyıllar boyu önemli bir kent olmuştur. Anadolu topraklarında uzun yıllar boyunca hüküm süren Osmanlı Devleti döneminde yönetim merkezi İstanbul iken 'Kurtuluş Savaşı' sonrası 'Cumhuriyet'in ilanı ile birlikte Ankara olmuştur. Yeni kurulan 'Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nin başkenti olarak Ankara'nın seçilmesi ile birlikte yönetim biçiminin gereksinimi olan kamusal yapılar Ankara'da inşa edilmiştir. Cumhuriyet öncesi geniş tarım arazileri ve bağ evleri bulunan ve ticaret yolları üzerinde uğrak noktası olarak kullanılan Ankara, cumhuriyetin ilk kent planlaması yapılan kenti de olmuştur. Mustafa Kemal Atatürk'ün fikir önderliğinde Ankara'nın planlanması için yapılan yarışmayı kazanan ve Hermann Jansen tarafından hazırlanan plan ile kent düzenlenmeye başlanmıştır. Avrupa ülkelerinde 19.yüzyılda başlayan kentsel kamusal mekanların halk tarafından kullanımı Türkiye'de savaş izlerinin silinmesi ve cumhuriyet ilanı sonrası kentlerin yeniden düzenlenmesi ile birlikte kentsel açık ve yeşil alanların oluşturulması ile başlamıştır. Ankara'da kamu yapılarının inşaları yanı sıra bulvar, yol ağaçlandırması, Güvenpark, Gençlik Parkı, Orman Çiftliği gibi kavramların oluşumları da cumhuriyet sonrası gerçekleşmiştir. Bu çalışma kapsamında, Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nin başkenti Ankara'nın kamusal yapıları ve kentsel kamusal açık ve yeşil alanlarının planlanma, uygulama ve değişimleri irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Cumhuriyet, Yönetim Biçimi, Kent, Kentsel Mekân Değişimi.

FOOTPRINTS OF THE DECLARATION OF THE REPUBLIC ON ANKARA AND URBAN SPACE ORGANIZATION

Prof. Dr., Mehmet Emin BARIŞ

Ankara University, ebaris@ankara.edu.tr - 0000-0002-5344-2166

Arş. Gör., Seher Simay KUŞOĞLU

Ankara University, sskusoglu@ankara.edu.tr - 0000-0001-8932-5490

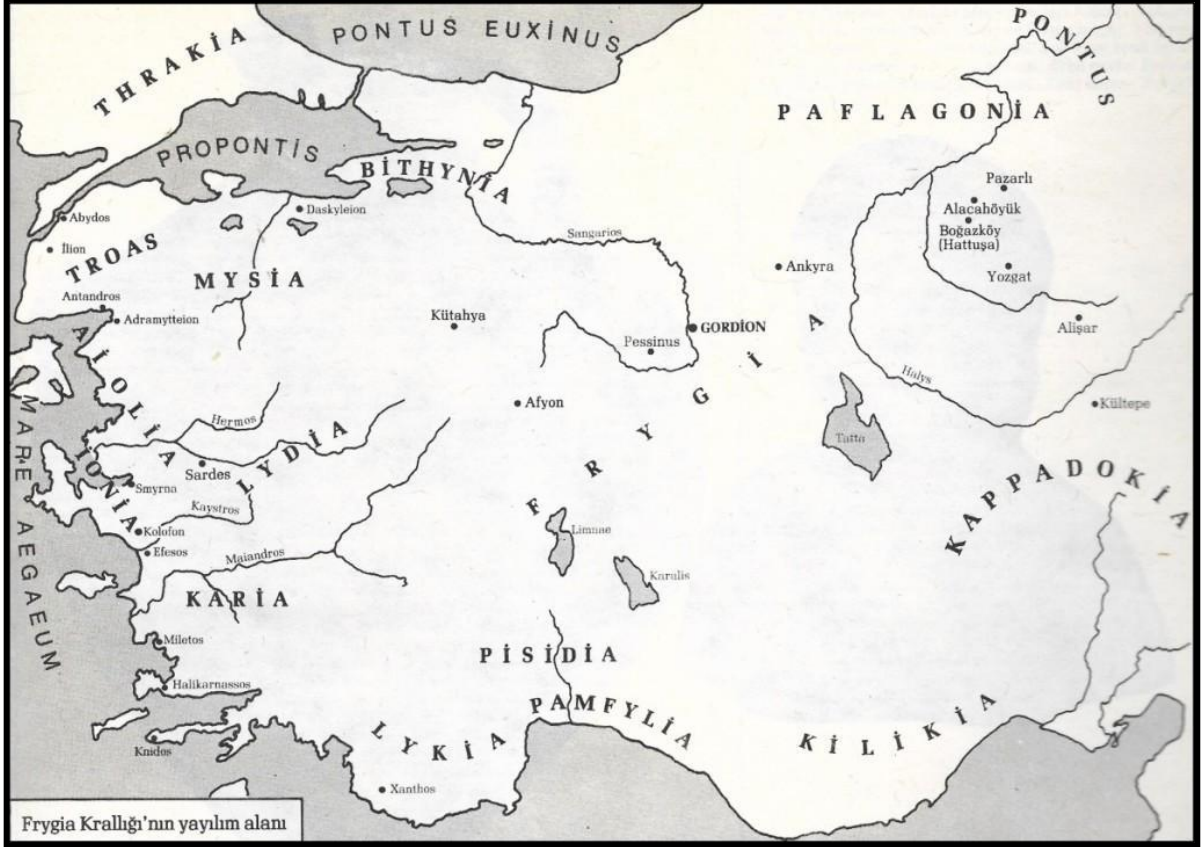
ABSTRACT

Ankara, whose history dates back to the Phrygian Period (8th century BC), was called the Ankyra of the Phrygians, Lydians, Persians, Alexander the Great and Galatians. Ankara has been an important city for centuries, both because it was a junction point on the Baghdad Railway and because it was an important stopping point on the silk trade route. During the Ottoman Empire, which ruled Anatolia for many years, the administrative center was Istanbul, but after the declaration of the Republic following the War of Independence, Ankara became the capital city. With the selection of Ankara as the capital of the newly established 'Republic of Turkey', required public structures for the form of government were built in Ankara. Ankara, which had large agricultural lands and vineyards before the Republic and was used as a resting location on trade routes, was also the first planned city as 'urban' of the Republic. With the leadership of Mustafa Kemal Atatürk, a competition was held for the planning of Ankara and the city began to be organized with the plan prepared by Hermann Jansen. The use of urban spaces by the public began in European countries in the 19th century and began in Turkey with the elimination of traces of war and the reorganization of cities after the declaration of the republic besides the creation of urban open and green areas. In addition to the construction of public buildings in Ankara, the formation of concepts such as boulevards, road afforestation, Güvenpark, Gençlik Parkı, Orman Çiftliği and so on also took place after the republic. Within the scope of this study, the planning, implementation and changes of public structures and urban public open and green spaces of Ankara, the capital of the Republic of Turkey, will be examined.

Keywords: Republic, Management Style, City, Changes of Urban Places.

1. GİRİŞ

Geçmiş ile ilgili ancak M.Ö. 8. Yüzyıl Frig Dönemi'ne kadar net bilgi ile ulaşılabilen Ankara; Frigya, Lydia, Galatia, Pers, Hitit, Roma ve Osmanlı gibi birçok uygarlık döneminde kent kimliğini oluşturmuş ve korumuştur (Görsel 1). Özellikle sahip olduğu taşınmaz kültür varlıkları, arkeolojik kalıntılar ve güncel haritaları anımsatan gezgin rehberleri ve gravürler ile geçmişini yaşatan ve yansıtan kent, farklı dönemlerde Ankyra, Ancyra, Gordion, Angoura, Angora gibi farklı isimlere de sahip olmuştur (TMMOB 2011).



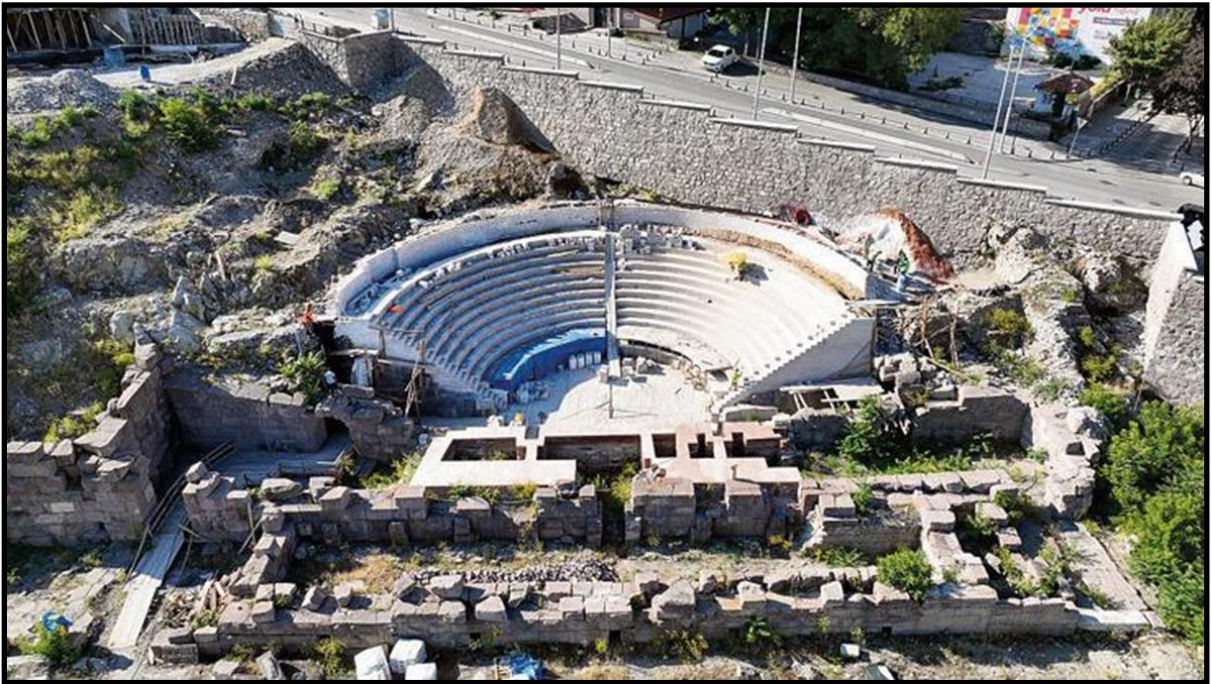
Görsel 1. Frygia Dönemi Ankyra, Anonymous 2024a

Tarihi süreci içinde Ankara; öncelikle Galatlar Dönemi'nde Galatların bir kolu tarafından merkez olarak kullanılmış (Görsel 2) yanı sıra en parlak dönemi olan Roma İmparatorluğu Dönemi'nde taşra örgütünün başkenti seçilmiştir (Durmuşoğlu 2020).

Baharat yolu hattında önemli bir durak noktası olması ya da ipek ticareti için kullanılan İpek Yolu'nun önemli bir düğüm noktası oluşturması kente yeterli ünü kazandıramamıştır. Bizans Dönemi ile ilgili yeterince somut veri olmasa da kentte Roma dönemi yansımaları açık bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Ankara Kalesi'nin hemen kale duvarlarından başlayarak Bentderesi Caddesi'ne uzanan alanda yer alan Antik Roma Tiyatrosu (Görsel 3), I. TBMM karşısında kalan Roma Yolu ve Çankırı Caddesi'ne yakın konumlanmış olan Roma Hamamı (Görsel 4) kentteki Roma Dönemi yapılarının açık göstergelerindedir (TMMOB 2011).



Görsel 2. Galatia Dönemi Ancyra, Anonim 2024a

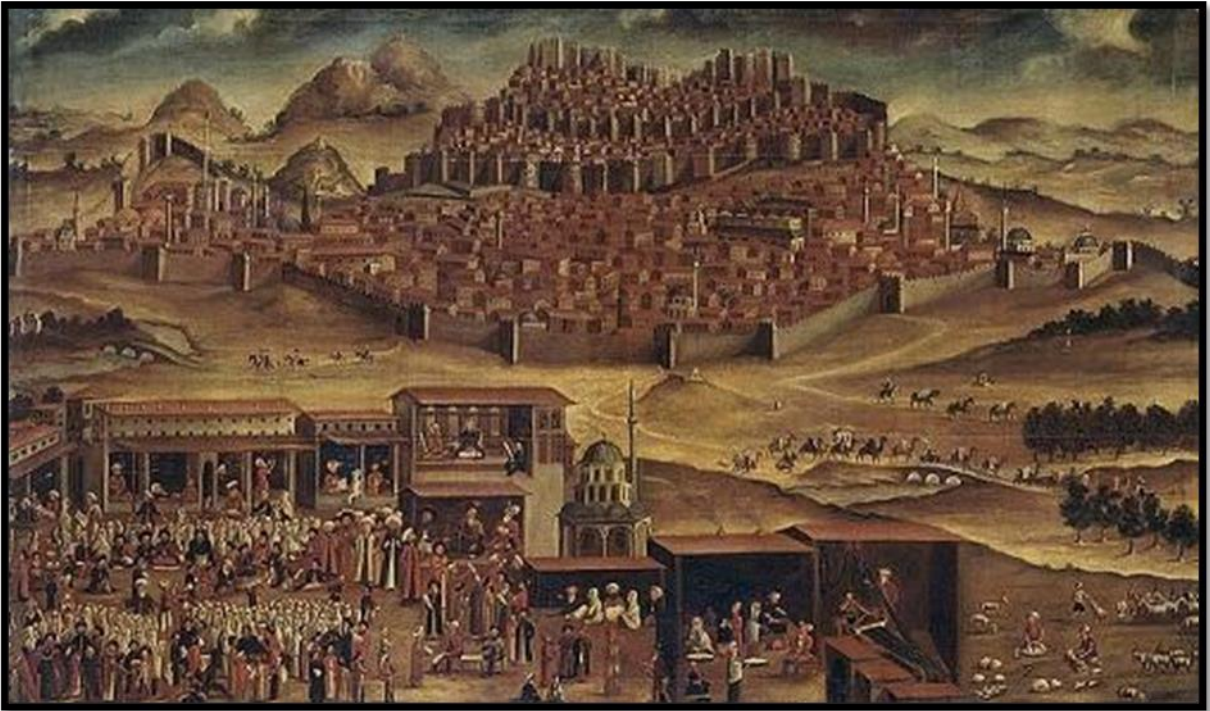


Görsel 3. Antik Roma Tiyatrosu, Ulus, Ankara, Anonim 2024b



Görsel 4. Antik Roma Hamamı, Ulus, Ankara, Anonim 2024c

Roma Dönemi sonrasında birkaç yüzyıllık süreçte Osmanlı Devleti idaresinde mevcut varlığı ve düzenini korumuş (Görsel 5), yönetimi kent merkezinin üst kotlarında iç kale içine, halkı ise tepenin eteklerine dış kale içine yerleşmiş olması dışında kayda değer bir gelişim göstermemiştir.



Görsel 5. Osmanlı Dönemi Angoura Kenti, Anonim 2024d

16 Mart 1920'de; Meclisi Mebusan ile birlikte memleketin tüm kamu kurum ve kuruluşları resmen ve cebren işgal edildikten sonra (Gürkan 1973) çalışmalar ve toplantılar hızlandırılmıştır. 19. yüzyıldan itibaren, önce Osmanlı Devleti sonrasında ise Cumhuriyet idaresi tarafından yürütülmeye çalışılan modernleşme hareketi bir kültürel kimlik inşası

hüviyetine bürünmüştür (Durmuşoğlu 2020). Yeni başkent oluşturma projesi ve/veya başkentin İstanbul yerine Ankara tercih edilmesi de bu politikalar kapsamında değerlendirilmelidir (Tankut 1990). Osmanlı yönetimi döneminde başlayan çalışmalar 29 Ekim 1923'te cumhuriyetin ilanı ile sonuca ulaşmış (Görsel 6) ve ulus-devlet inşa süreci de Türk toplumunun modernleşme projesi olarak kentsel gelişimi gerçekleştirmiştir (Tekeli 2001).



Görsel 6. Atatürk ve dönem mebusları TBMM önünde, Anonim 2024e

Yeni kurulan cumhuriyet devletinin başkenti olarak seçilen Ankara, bir başkentin sahip olması gereken tüm özelliklere göre yeniden planlanmıştır. Bu planlar ve yeni inşalar/yapılanmalar ile birlikte bir yandan Kurtuluş Savaşı'nın izleri silinmiş bir yandan da Ankara başkent olma yolunda hızla değişmiş ve dönüşmüştür. Atatürk ve yakın arkadaşlarının fikir önderliğinde birçok proje hazırlanmış ve Güvenpark, Gençlik Parkı, Orman Çiftliği gibi birçok kentsel açık ve yeşil alan da başkente ve kentlilere kazandırılmıştır.

Osmanlı Devleti döneminde dahi kentsel kamusal alanların ve/veya kentsel açık ve yeşil alanların kullanımları gözlemlenemezken Cumhuriyet ile birlikte eşit haklara sahip olan kadın, erkek, çocuk fark etmeksizin halk, kentsel kamusal mekanları kullanmaya başlamıştır. Bu kapsamda gerek mekanları kullanan halk, mekân organizasyonunu etkilemiş gerekse kentsel mekân organizasyonları kullanıcıların kullanım biçimleri ve davranışlarını değiştirmiştir.

Bu çalışma kapsamında Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nde cumhuriyetin ilanının Ankara kentine ve kentin mekân organizasyonuna yansımaları gerek yapılaşma gerek sosyo-kültürel dönüşüm açısından irdelenmiştir.

2. CUMHURİYET ÖNCESİ ANKARA

Ankara'nın geçmişine dair bilgi edinilen kaynaklar, gezginler ve onların hazırladıkları gezi rehberleri ile gravürler aracılığı ile güvenilirlik kazanmaktadır. Gezginlerin Osmanlı topraklarına ilgi duymaları 16. yüzyıldan itibaren başlamış ve 19. Yüzyıl sonunda sayıları 4000'e ulaşmıştır. Bu dönemde gezginler ya da gezgin grupları tarafından gezi rehberleri hazırlanmıştır. Kent rehberi olarak kullanılan planlara büyük benzerlik gösteren bu gravürler ve rehberler kentlere dair topografya, mimari, günlük yaşam, iklim ve benzeri konulardaki bilgi kaynaklarını oluşturmaktadır (TMMOB 2011).

Frig Döneminde (M.Ö. 8-6. Yüzyıl) Ankara, güncel Ankara'nın Çankırı Caddesi'nin iki yanında, antik Roma Hamamı ile Hacıbayram Tepesi'nin arasında yoğunlaşmaktadır. Kentin Frig sonrası evresi ile Helenistik dönemi arasında kalan dönem çok iyi bilinmemekle birlikte Büyük İskender'in Ankara'ya uğradığı ve fetihlere çıkmadan önce burada güç topladığı bilgilerini aktaran antik kaynaklar bulunmaktadır. Galat Dönemi ise kentin Frig dönemindeki canlılığını yeniden kazandığı bir dönem olmuş Galat'ların ardından Roma dönemi Ankara'sı ise Anadolu içlerindeki en önemli Roma şehrinin burası olduğuna işaret eden anıtsal yapılarını bırakmıştır (TMMOB 2011).

Bir kentin tarihinin okunabilmesi için en güvenilir bilgi kaynaklarından biri tarihi ve arkeolojik yapıların varlığıdır. Ankara kenti için de yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen ya da hali hazırda somut olarak göz önünde bulunan bu kültürel miras değerleri, kentin Türk-İslam Dönemi yapılarını (TMMOB 2011) yanı sıra Cumhuriyet dönemi yapılarını da içermektedir. Ankara kentinin tarihi irdelendiğinde yüzyıllarca birçok devlet ve millete ev sahipliği yapmış olmasına rağmen cumhuriyet döneminin tariflemek için etkin olduğu görülmektedir. Gerek bu çalışma kapsamında gerek Ankara tarihi çalışmaları kapsamında irdelenen Ankara'nın sınırlarını Dışkapı-Çankaya arasında kalan Atatürk Bulvarı ile can bulan kuzey güney aksı ile Bentderesi-Gençlik parkı arasında kalan kesişim alanı oluşturmaktadır.

Altındağ Belediyesi tarafından yapılan Ankara tanımı; *“En erken Frig Dönemine kadar gidebildiğimiz, onun üzerine Helenistik, Galat ve Roma dönemi Ankaralıların yerleştiği, geç Ortaçağ'da önemli bir Hristiyanlık merkezinden İslam ağırlıklı bir şehir olmaya doğru giden, ... bir Ahi şehri iken Osmanlı taşrasının parçası haline gelen, ama yine üretimden gelen gücüyle ayakta kalan ve en nihayet Cumhuriyet'in ... alternatif bir iktidar merkezi olarak yükselen bir yerden bahsediyoruz”* biçiminde yapılmıştır (TMMOB 2011).

Ankara'nın kent kimliği milattan önceki yıllara dayanmakta olsa da özellikle de gözlemlenebilen ve yorumlanabilen yapıları içeren kent oluşumu cumhuriyet ilanı sonrasında olmuş ve güncel Ankara kentini şekillendiren çekirdek rolünü de üstlenmiştir. Bu kapsamda bu çalışmada da bahsi geçen Ankara, Cumhuriyetin ilanından sonra yeni kurulan kent çekirdeği ile sonraki yakın dönemde yeni oluşum ve gelişim gösteren, farklı niteliklerdeki kentsel açık ve yeşil alanlar olmuştur.

3. CUMHURİYETİN İLANI VE ANKARA

Mustafa Kemal, Ankara hakkındaki görüşlerini “... *usul ve kaide şudur ki, genel durumu idare ve sevk mesuliyetini deruhde edenler, en mühim hedefe ve en yakın tehlikeye, mümkün olduğu kadar yakın bulunur. Yeter ki bu yakınlık, genel durumu gözden ayıracak derecede olmasın. Ankara bu şartları nefsinde toplamış bir noktaydı*” tamimi ile ifade etmiş (Gürkan 1973) ve bu görüşü ile Ankara’nın gerek kurtuluş hareketinin karargâhı ve merkezi gerekse yeni cumhuriyet devletinin başkenti olmasına vesile olmuştur.

18 Aralık 1919 da Sivas’tan ayrılan Mustafa Kemal, Kayseri Kırşehir yolu ile 27 Aralık 1919 Cumartesi günü saat 14:00’de Ankara’ya gelmiş ve dönemde konaklamasına imkan sunan Ziraat Mektebine yerleşmiştir. Osmanlı Devleti’ne ait olan Meclisi Mebusan’ın elbet işgal edileceği öngörüsü ile İstanbul’daki tanıdığı vekillere 13 Mart 1920’de gizlice davet göndermiş ve 16 Mart 1920 günü de İngilizler tarafından Meclisi Mebusan resmen işgal edilmiştir. Bu işgal ile birlikte Osmanlı Devleti’nin yediyüz yıllık hakimiyeti resmen son bulmuş ve Türk Milleti yaşamak, özgür olmak ve gelecekte de var olmak için tek seçeneğin vatani savunmak olduğu netlik kazanmıştır (Gürkan 1973).

Başta Meclisi Mebusan olmak üzere devlerin bütün resmi dairelerinin işgal edilmiş olması ile Mustafa Kemal, Ankara’da toplanacak meclis için hazırlıklarını yapmış 19 Mart 1920’de vilayet ve müstakil Livalar ile birlikte Kolordu kumandanlarına bir tamimi telgraf ile göndermiş, bu tamim üzerine gelen vekiller de Taşhan’da – o zaman muallim mektebi olarak kullanılan- toplanmaya başlamıştır. Meclis için yapılmış bir bina olmadığından Enver Paşa tarafından 1915’te Taşhan mevkiinde inşasına başlanmış olan binada toplanılmış ve burada yapılan yoğun çalışmaların ardından 23 Nisan 1920 günü yoğun halk katılımı ile birlikte Hacı Bayram Camii’nde kılınan namazın ardından Türkiye Büyük Millet Meclisi’nin açılışı yapılmıştır (Gürkan 1973).

Türkiye Büyük Millet Meclisi’nin Ankara’da açılması bir tesadüf değil, yeni kurulan ülkenin başkenti olarak seçilmesinin sonuçlarından biridir. Yüzyıllarca aynı topraklarda hüküm süren Osmanlı Devleti’nde Eskişehir, Manisa, Bursa, İstanbul gibi birçok kent yönetim merkezi olarak tercih edilmiştir ancak Mustafa Kemal’in önerisinin desteklenmesi ile başkent Ankara olmuştur.

Gerek Milli Mücadele sürecinde karargah olarak kullanılan gerekse Heyeti Temsiliye’nin merkezi olarak kullanılan Ankara; Sivas, Kütahya, Eskişehir gibi güvenlik açısından güçlü olduğu belirtilen kentlerin tercih edilmesini geride bırakmış olup özellikle Ankaralıların gayretleri ile başkent olmuştur (Durmuşoğlu 2020). Atay’ın (2008) aktardığı üzere dönemde ülkenin birçok bölgesinde ayaklanmalar yaşanırken Ankara halkı Mustafa Kemal’e ve Milli Mücadele hareketine yalnızca inandıkları için sahip çıkmış ve destek vermiştir. Ortaylı’ya göre ise (2018) Ankara, Anadolu’nun Millî Mücadele’ye muhalif unsurlarının barınmadığı en iyi örgütlenen kenti olmuştur.

13 Ekim 1923’te ulusal başkent ilan edilen Ankara’nın seçilmesi, önemli nedenler ve amaçlar içermektedir. Yeni kurulan Cumhuriyet’in başkenti olarak Ankara, tarihsel olarak zengin siyasal ve kültürel ilişkilere sahip Anadolu’nun en önemli şehirlerinden biri olmuştur. Kurtuluş

Savaşı döneminde Millet Meclisi'nin kurulması, savaşın yönetim merkezi olması, Ankara halkı tarafından verilen büyük destek, yeni yönetimin 'Ankara Hükümeti' olarak tanınması ve dönemin telgraf ağı, demiryolu gibi iletişim ve ulaşım imkânlarına sahip olması Ankara kentinin başkent seçilmesinin nedenleri arasında yer almıştır (Durmuşoğlu 2020).

Demiryolu çalışmaları devam ederken şube hattının da kent merkezine doğru yapılması ile kentin batıya doğru gelişmesi sağlanmıştır (Tekeli 1991). Yanı sıra kent merkezinde yer alan eski hanlardan Taşhan başta olmak üzere birçok hanın kullanımı da yalnızca gece konaklama imkanı verecek biçimde değişikliğe uğramıştır (Aktüre 1978).

Kurtuluş Savaşı sürecinde yoksul, çorak, bakımsız ve gelişmemiş bir Anadolu kenti olan (Meydan 2014) Ankara için Mustafa Kemal; "Ben Ankara'yı hükümet merkezi yapmakla... Türk'ün imkansız imkan hale getiren kudretini dünyaya bir kez daha tekrar etmek istedim. Bir gün gelecek şu çorak tarlalar yeşil ağaçların çevirdiği villaların arasından uzanan yeşil sahalara, asfaltlarla bezenecek... Hem de bunu hepimiz göreceğiz. O kadar yakında olacak." söyleminde bulunmuştur (Meydan 2021).

4. ERKEN CUMHURİYET DÖNEMİ VE KENTSEL MEKAN ORGANİZASYONU (1925-1940)

Meydan'a göre (2014); 27 Aralık 1919'dan itibaren emperyalizme ve yeni işbirlikçilere karşı verilen Kurtuluş Savaşı'nın karargahı olan Ankara, 13 Ekim 1923'ten itibaren de geri kalmışlığa, bağınazlığa karşı yürütülen uygarlık savaşının merkezi olmuştur.

Erken Cumhuriyet Dönemi'nde ülkenin mekânsal stratejisini oluşturan temel unsurlar arasında Ankara'nın başkent seçilmesinin yanında ülke çapında demiryolları ağlarının inşa edilmesi ve Anadolu kentlerinde fabrikaların kurulması şeklinde gerçekleşmiştir (Durmuşoğlu 2020). Demiryolu'nun son bulduğu Ankara Gar'ı da planlama sürecinde önemli bir etken olmuştur. Yeni başkent planlanma sürecinde eski kent merkezi Ulus ile yeni kent merkezi Kızılay arasında kentliler için 'Yenişehir' bölgesi kurulmuştur.

Yenişehir'in kullanıcıları ise Türkiye Cumhuriyeti Devleti ile entegre hareket eden, kentin sosyo-kültürel yapısını değiştirmede başat rol üstlenen çoğunlukla yurtdışında eğitimlerini tamamlamış olan Osmanlı'nın soylu aileleri olmuştur (Nalbantoğlu 1984). Bu ailelerin temel etkisi Türkiye halkına modern hayat tarzını imgelemek, bu hayat tarzını yürütmek ve halka benimsetmek olmuştur.

Cumhuriyet'in ilk yıllarında henüz inşa edilen kamusal yapıların yanı sıra toplumsal yapı da yeni ve ilk olarak oluşturulan kentsel kamusal alan üzerinde sosyal ve kültürel aktiviteler aracılığı ile inşa edilmeye başlanmıştır.

"...bugün Kızılay Meydanı olarak bildiğimiz yere Şehremini Ahmet Bey tarafından yerleştirilen havuzun (Görsel 7) etrafı kısa zamanda Yenişehir'in ilk rekreasyon alanına dönüşür. Havuzbaşı iyi giyimli burjuva bireylerin Riyaset-i Cumhur Mızıkası'nın çaldığı klasik Batı müziği eşliğinde gezip dinlendiği bir alan olacaktır." (Batuman 2002). Avrupa'daki burjuva tanımının aksine Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nin kurulma sürecinde devlete karşı bir örgütlenme yerine devletle organik bir ilişki içinde olan burjuvazinin 'havuz'u kullanma biçimi toplumun sosyo-kültürel yapısını da doğrudan etkilemiştir.



Görsel 7. Yenisehir havuzu, Kızılay, Ankara, Anonim 2024f

Batuman'a göre (2002), “*Kentin bütününü sarmalayıp Ankara’ı cumhuriyetin başkenti yapacak olan yalnızca Yenisehir değil kentin kuzey güney aksını oluşturacak, eski ve yeni kent merkezlerini birbirine bağlayacak ve Orduevi, Halkevi, Sergievi gibi düğümleri eklemleyecek olan Atatürk Bulvarı’dır*” (Görsel 8). Eski kent merkezi olan Ulus’ta, Zafer Anıtı inşa edilmiş ve etrafında yeni bir meydan oluşturulmuş, bir yandan da karşılıklı konumlanmış olan Meclis Binası ve Ankara Palas arasında Cumhuriyet Bulvarı oluşturulmuştur.



Görsel 8. Atatürk Bulvarı ve Kızılay Parkı, Kızılay, Anonim 2024g

1935 yılı itibari ile bütün bakanlık binaları tamamlanıp Yenisehir’e taşınmış ancak yeni Meclis binasının hizmete girmesi gecikmiştir. “...1925 tarihli Lörcher planından başlayarak, ‘Havuzbaşı’ başkentin sembolik odağı olacak temsili bir meydanı barındırmaya adaydır. Lörcher planında ‘Cumhuriyet Meydanı’ olarak anılan alan, 1927 yılında düzenlenen ve Hermann Jansen tarafından kazanılan yarışmanın şartnamesinde ‘Kurtuluş Meydanı’ olarak isimlendirilmektedir” (Tankut 1990).

5. CUMHURİYETİN KENTSEL KAMUSAL MEKANA VE SOSYO-KÜLTÜREL YAPIYA YANSIMALARI (1940-1960)

Osmanlı Dönemi boyunca mutlak monarşi ile yönetilen toplumda kadınların neredeyse hiç sözü bulunmamaktadır. Cumhuriyet ile birlikte demokrasinin yönetim biçimi olarak benimsenmesi kadını, erkek ile eşit kılmıştır. Başta seçme ve seçilme hakkı, eğitim hakkı gibi birçok hakkını kazanan kadınlar toplumun yapısını da etkilemiştir.

Eğitilmiş ve zengin olan Osmanlı ailelerinden seçilen ve hatta bir kısmının eğitim amacı ile yurtdışına gönderilmesi ve dönmesi sağlanan aileler başkent Ankara’da kurulan ‘Yenişehir’in seçilmiş aileleri olmuştur. Cumhuriyetin ilk burjuva aileleri, Şehremi Ahmet Bey tarafından yaptırılan ‘havuz’ ve çevresini kullanmış ve toplumun her kesiminin kullanması için de teşvik edici rolü üstlenmiştir.

Cumhuriyet öncesinde kamusal kullanıma imkân sağlayacak kentsel açık ve yeşil alanlar bulunmazken, Ankara’nın yeni Cumhuriyet Devleti’nin başkenti olarak düzenlenmesi sürecinde kentsel mekân organizasyonlarında yapılan değişiklikler kente açık ve yeşil alanlar ile bunların kamusal kullanımını kazandırmıştır. Mekânsal düzenleme ile birlikte cumhuriyetin ilk burjuva ailelerinin özellikle de kadınlarının havuz çevresinde toplanmaları, gezinti ve yürüyüş yapımları ve Riyaset-i Cumhur Mızıkası’nın çaldığı klasik müzikler eşliğinde (Batuman 2002) eğlenmeleri kentin diğer kadınlarına da örnek olmuştur. Güncel Ankara kentinde Güvenpark olarak bilinen alandaki havuz ile karşısında konumlanan Kızılay Binası’nın çevresinde tesis edilen park cumhuriyetin toplumun sosyo-kültürel yapısındaki ilk değişimleri başlatan mekanlar olmuştur.

Mustafa Kemal Atatürk’ün ‘kültürparklar’ adı altında kentte yaşayan özellikle gençlerin olmak üzere tüm kentlilerin rekreasyonel gereksinimlerini karşılamalarının yanı sıra eğitsel, kültürel, sanatsal aktivitelere katılma/gerçekleştirme gereksinimlerini de karşılayacak mekân oluşturma düşüncesi de yine toplumun sosyo-kültürel yapısını değiştirip dönüştürecek ikinci bir mekân organizasyonu değişikliğinin yansımasıdır. Batuman (2002) tarafından da aktarıldığı üzere, bu kapsamda niyet ve görüşlerini Hermann Jansen ile paylaşmış ve böyle bir mekânı tasarlamasını talep etmiştir. Güncel kent içinde Gençlik Parkı olarak bilinen alan aslında Türkiye Cumhuriyeti’nin ilk kültür parkı olma özelliğini taşımaktadır.

Yenişehir’in havuz çevresinde olduğu gibi de başta kadınlar ve gençler geniş su ögesi barındıran bu parkı sosyo-kültürel gereksinimlerini karşılamak amacı ile kullanmışlardır (Görsel 9). Kamu binalarında çalışan memurların mesai bitiminde dinlenmek, eğlenmek gibi amaçlar ile kentte önemli bir uğrak yeri olmuş kentsel mekân organizasyonunda yapılan bu değişiklik ile de toplumun sosyal ve kültürel yapısı da değiştirilmiş ve şekillendirilmiştir.



Görsel 9. Gençlik Parkı (eski yapısı) kullanım biçimleri, Ankara, Anonim 2024h

Mustafa Kemal'in kentsel kamusal mekanlar ile ilgili düşünceleri yalnızca kültür parklar ile sınırlı kalmamış her kentin kendine has tarım-orman çiftliklerinin olması gerektiğini belirtmiştir. Özellikle Osmanlı Dönemi boyunca toprağı işlemek ve/veya hayvanların bakımını yapmak gibi görevleri olmasına rağmen mal ve mülk satın alma, kendi arazilerini işleme veya kendi hayvanlarına bakma hakkı olmayan halk, cumhuriyetin ilanı sonrasında demokrasinin getirdiğı satın alma hakkına da sahip olmuştur. Bu kapsamda halkın kendi arazilerinde tarımsal faaliyetlerini sağlıklı bir biçimde sürdürebilmesi için Yüksek Ziraat Enstitüsü (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi), Köy Enstitüleri, Kent Çiftlikleri gibi oluşumlar da cumhuriyetin kentsel mekân organizasyonuna etkileri arasında yer almaktadır.

Cumhuriyet ile birlikte Ankara'nın planlanması kapsamında Mustafa Kemal Atatürk'ün 'Modern Ankara' projesinde çok önem verdiği iki konudan biri Orman Çiftliği (1935) diğeri ise Ankara'nın su ihtiyacını karşılamak için Mühendis Tahsin İbrahim Bey'e yaptırdığı Çubuk Barajı(1936) olmuştur (Meydan 2014). Tarımsal faaliyetlerin sağlıklı ve doğru yapılabilmesi için eğitimlerin de içinde yer aldığı, kentin kendi özünde yetişen tarım ürünlerinin üretildiğı ve bu ürünlerin işlendiğı imalathane, atölye ve fabrikaları barındıran 'Orman Çiftlikleri' projelerinin ilki Ankara'daki 'Atatürk Orman Çiftliği'dir. Kente dışarıdan gelen konuklara Marmara Oteli'nde konaklama imkanı ile kent sakinlerine de Marmara Havuzu ile bir aktivite olanağı sunan hem kentin merkez tarım alanı hem de büyük bir rekreasyon alanı olma özelliğı taşıyan bu çiftlik cumhuriyetin, Ankara'da oluşturduğu en bariz mekânsal organizasyon değişiklikleri arasında yer almaktadır.

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kamusal yaşamı şekillendiren ve onunla şekillenen kentler, farklı kültürlerin ve sosyal, kültürel, ekonomik yaşamların mekâna dönüştüğü, birbirine eklemlendiğı, böylece uygarlık tarihinin oluşturulduğu alanlardır. Kentsel mekanların kullanımları yapılardan ziyade açık ve yeşil alanları ile ilişkilendirilmektedir.

Kentlerde yaşayan insanların hareketini kolaylaştıran, rekreasyonel faaliyetlerde bulunma imkanı sunan, insanları dinlendiren, canlandıran, heyecanlandıran ve doğaya olan özlemini bir nebze de olsa gideren mekanlar olarak da tanımlanabilecek olan kentsel açık ve yeşil alanlar Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nin kurulması ve yönetim biçiminin cumhuriyet olarak ilan etmesi ile kazanılmıştır. Osmanlı Devleti döneminde dahi saray halkı haricinde insanların

kullanımında olan kentsel açık ve yeşil alanlar bulunmazken cumhuriyetin ilanı ve yeni devletin başkentinin Ankara seçilmesi ile birlikte ülkenin planlanması için örnek olarak Ankara planlanmaya başlanmıştır. Ankara'nın planlanması yalnızca yönetim merkezi oluşumunu sağlayacak kamu kurum ve kuruluşları ve/veya kentlilerin lüks konutları ile sınırlı kalmamış kentsel açık ve yeşil alanların oluşturulmasına da imkan vermiştir.

Sosyo-kültürel yapısında da değişiklik yaşayan Anadolu insanı, cumhuriyetin sunduğu 'eşitlik' ile cinsiyet, yaş, ekonomik yapı ve eğitim yapısı farkı gözetmeksizin kentsel kamusal mekanları özgürce kullanmayı başlamıştır. Bu kapsamda öncelikli olarak Yenışehir ve Kızılay'da tesis edilen Güvenlik Parkı (Güvenpark) içinde yer alan 'havuz' kullanımı halkı bu alanları kullanmaya teşvik edici özelliğe sahip olmuştur. Burjuva ailelerin, kadınların da kentsel kamusal mekanları kullanmaya teşvik edilmesi konusunda da katkısı büyük olmuştur.

Demiryolu'nun oluşturulması ve geliştirilmesi ile Ankara Gar'ının kent merkezinde konumlanması, Mustafa Kemal'in kültürpark fikrinin de Hermann Jansen'in 'kente gelenlerin karşılandığı Ankara' yaratma fikri ile birleşmesi sonucunda tasarlanan ve tesis edilen Gençlik Parkı, havuzdan sonra en büyük sosyo-kültürel yapı değişimini sağlayan kentin en büyük kentsel açık ve yeşil alanını oluşturan kamusal mekan olmuştur.

Gerek başkent Ankara'nın gerek örnek teşkil ederek memleketin tüm kentlerinde kurularak ülkenin ekonomik gelişim temelini oluşturan Orman Çiftlikleri ise Mustafa Kemal Atatürk'ün projelerinden bir diğeridir. Bu kapsamda Ankara'da, tasarlanması ve tesisi süresince bizzat ilgilendiği Orman Çiftliği, kentin gerek zirai gereksinimlerini karşılayan gerek üretim ve üretilen ürünün işlenmesi ile ekonomik kalkınmasını sağlayan gerekse Ankara'lılara ve başkent Ankara'yı ziyarete gelenlere rekreasyonel imkanlar sağlayan büyük kentsel açık ve yeşil alanı olmuştur.

Cumhuriyetin ilanı, Ankara kenti için kentsel mekan organizasyonunu tamamen değiştirecek nitelikte büyük bir etki ve öneme sahip olmakla birlikte cumhuriyetin getirdiği demokrasi ile kentin kullanım biçimini de etkilemiştir. Aynı zamanda kentlilerin demokrasi ile kavuştuğu özgürlükleri ile de kentsel mekan organizasyonu etkilenmiş değişmeye ve dönüşmeye başlamıştır.

Kentler yaşayan, değişen, dönüşen aynı zamanda yaşatan, değiştiren, dönüştüren mekanlardır.

KAYNAKÇA

- Anonymous. 2024a. Web Sitesi: <https://aktuelarkeoloji.com.tr/kategori/arkeoloji/cities-and-urban-life-in-the-hittite-world-a-trail-search>, Erişim Tarihi: 27.10.2024.
- Anonim. 2024a. Web Sitesi: <https://www.sanatinyolculugu.com/galatia-hilal-erden/>, Erişim Tarihi: 27.10.2024ç
- Anonim. 2024b. Web Sitesi: <https://www.tarihiKentlerBirliđi.org/koruma-ozendirme-yarismasi-sonuclandi-2/>, Erişim Tarihi: 27.10.2024.
- Anonim. 2024c. Web Sitesi: https://www.bilgeyik.com/ankara-roma-hamami-ankyra-caracalla-hamami-914#google_vignette, Erişim Tarihi: 27.10.2024.
- Anonim. 2024d. Web Sitesi: <https://osmanlimuzigi.istanbul.edu.tr/tr/haber/ankara-manzarasi-canlandi-640050006C00620078004A00660037004C0036006B003100>, Erişim Tarihi: 27.10.2024.
- Anonim. 2024e. Web Sitesi: <https://kemalaturk.net/inkilaplari/>, Erişim Tarihi: 27.10.2024.
- Anonim. 2024f. Web Sitesi: <https://www.modamuzayede.com/en/product/6158137/fotokart-ankara-yenisehir-genel-gorunum-ve-yasam-fk>, Erişim Tarihi: 28.10.2024.
- Anonim. 2024g. Web Sitesi: <https://gr.pinterest.com/pin/758926974685967286/>, Erişim Tarihi: 28.10.2024.
- Anonim. 2024h. Web Sitesi: <https://serbestiyet.com/yazarlar/fiskiyeinin-altinda-izdivac-79101/>, Erişim Tarihi: 28.10.2024.
- Aktüre, S. 19. Yüzyıl Sonunda Anadolu Kenti Mekânsal Yapı Çözümlemesi, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, Ankara, 1978.
- Atay, F. R. Çankaya. Pozitif Yayınları, İstanbul, 2008.
- Balcıoğlu, E. M. “Ancyra’dan Ankara’ya: 3000 Senelik Bir Destan”. Kimlik, Sınırsallık, Zaman İçinde, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, Ankara, 1992.
- Batuman. B. Mekân, Kimlik ve Sosyal Çatışma: Cumhuriyet’in İlk Kamusal Mekânı Olarak Kızılay Meydanı. Ankara’nın Kamusal Yüzleri, İletişim Yayınları, İstanbul, 2002.
- Durmuşoğlu, Y. G. 2020. Ankara’nın Yeni Başkent Olarak Seçilmesi Fikrinin Ortaya Çıkışı. Türk Dünyası Araştırmaları, 125(247), 299-312.
- Gürkan, A. Cumhuriyet, Meclis, Hükümetler, Başkanlar. Güneş Matbaacılık T.A.Ş., Ankara, 1973.
- Kayador, V. “Bir Zamanlar Ankara Sinemaları”. Kebikeç Yayınları, Ankara, 2000.
- Meydan, S. 2014. Modern Ankara Projesi. Akl-ı Kemal, Atatürk’ün Akıllı Projeleri, Cilt 5, İnkılap Yayınları, 375, İstanbul.
- Meydan, S. 2021. Örnek Çiftlikler (Yeşil Cennet) Projesi. Akl-ı Kemal, Atatürk’ün Akıllı Projeleri, Cilt 1, İnkılap Yayınları, 365, İstanbul.

Nalbantoğlu, G. “1923-1928 Ankara’sında Konut sorunu ve Konut Gelişmesi”. Tarih içinde Ankara içinde, ODTÜ Mimarlık Fakóltesi Yayınları, Ankara, 1984.

Ortaylı, İ. Gazi Mustafa Kemal Atatürk. Kronik Kitap, İstanbul, 2018.

Tankut, G. Bir Başkentin İmarı Ankara: (1929-1939). ODTÜ Mimarlık Fakóltesi Yayınları, Ankara, 1990.

Tekeli, İ. Ankara’da Tarih İçinde Sanayinin Gelişimi ve Mekânsal Farklılaşması. Ankara’da Tarih İçinde Sanayi Üretiminin Tarihsel Gelişim Süreci ve Mekânsal Örgütlenme Biçimlerine İlişkin Çözümler, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 1991.

Tekeli, İ. Modernite Aşılırken Kent Planlaması. İmge Kitabevi, Ankara, 2001.

TMMOB ANKARA ŞUBESİ. Ankara/Altındağ Tarihi Kent Merkezi Mimarlık Rehberi. MATTEK Matbaacılık, Ankara, 2011.

MEME ESTETİĞİ AMELİYATI GEÇİRMENİN ÖZ BAKIM GÜCÜNE ETKİSİ

Uzm. Hem. Ali Mert Güneş

Maltepe Üniversitesi, alimertguness@gmail.com – ORCID: 0009-0000-6833-2464

Dr. Öğr. Üyesi Hatice Erdoğan

Maltepe Üniversitesi, haticeerdogan@maltepe.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada meme estetiği ameliyatı olacak hastaların tanımlayıcı bir çalışma ile öz bakım gücünün ölçülmesi hedeflendi. İstanbul ilinde hizmet veren bir özel üniversite hastanesinde. Şubat 2023 – Temmuz 2023 tarihleri arasında meme estetiği ameliyatı olacak olan 80 hasta ile hem ameliyat öncesi yüz yüze tekniği ile hem de ameliyattan bir hafta sonra telefon görüşmesi ile gerçekleştirildi. Araştırma verileri ‘Hasta Tanıtıcı Formu’, ‘Ameliyat ile İlgili Bilgi Formu’ ve ‘Öz Bakım Gücü Ölçeği’ ile toplandı. Verilerin analizinde SPSS (Statistical Package Program for Social Science) 21.0 programı kullanılarak analiz edildi. Öz bakım gücü ölçek puanlarının normallik sınavında Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testler kullanılmıştır. Gruplardaki örneklem büyüklüğü 50’den büyük olduğundan Kolmogorov-Smirnov testi dikkate alınmıştır. Analizlerde güven aralığı %95 (anlamlılık düzeyi $p<0,05$) olarak belirlenmiştir. Araştırmaya katılan hastaların öz bakım gücü ölçek puan ortalamasının ameliyat öncesi $139,66\pm 13,27$; ameliyat sonrası $141,25\pm 13,43$ olduğu, ameliyat sonrası öz bakım gücü daha yüksek olmakla birlikte ameliyat öncesi ve sonrası öz bakım gücü arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlendi.

Meme estetiği ameliyatı hastaların öz bakım gücünü etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle yaygın olarak tercih edilen bir seçenek olduğunu söyleyebiliriz.

Anahtar Kelimeler : Beden Algısı, Estetik Cerrahi, Öz Bakım

THE EFFECT OF UNDERGOING BREAST AESTHETIC SURGERY ON SELF-CARE

Uzm. Hem. Ali Mert Güneş

Maltepe Üniversitesi, alimertgunes@gmail.com – ORCID: 0009-0000-6833-2464

Dr. Öğr. Üyesi Hatice Erdoğan

Maltepe Üniversitesi, haticeerdogan@maltepe.edu.tr

ABSTRACT

In this study, it was aimed to measure the self-care power of patients who will undergo breast aesthetic surgery with a descriptive study. It is in a private university hospital serving in the province of Istanbul. February July 2023 - between February 2023 and 80 patients who will have breast aesthetic surgery were performed both with the preoperative face-to-face technique and with a telephone interview one week after the operation. Dec. The research data were collected with the 'Patient Identification Form', 'Surgery-Related Information Form' and the 'Self-Care Power Scale'. In the analysis of the data, SPSS (Statistical Package Program for Social Science) 21.0 program was used to analyze the data. Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests were used to test the normality of self-care strength scale scores. Since the sample size in the groups is larger than 50, the Kolmogorov-Smirnov test was taken into account. The confidence December in the analyses was determined as 95% (significance level $p < 0.05$). The mean self-care power scale score of the patients participating in the study was 139.66 ± 13.27 before surgery; it was determined that it was 141.25 ± 13.43 after surgery, while the postoperative self-care power was higher, there was no significant difference between the preoperative and postoperative self-care power. Dec.

It has been concluded that breast aesthetic surgery does not affect the self-care capacity of patients. For this reason, we can say that it is a widely preferred option.

Keywords: Body Perception, Plastic Surgery, Self Care

HEMODİYALİZ TEDAVİSİ ALAN HASTALARDA OKSİDATİF STRES VE ENFLAMASYON GELİŞİMİNDE MİYELOPEROKSİDAZIN ROLÜ¹

Mahmut Demirhan

Erciyes Üniversitesi- mydemirhan@hotmail.com - 0009-0008-9002-2399

Prof. Dr. Kader KÖSE

Erciyes Üniversitesi- kosekader@gmail.com - 0000-0002-1693-1155

Asst. Prof. İnyet GÜNTÜRK

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi- inyetgntrk@gmail.com - 0000-0002-8299-1359

Prof. Dr. Cevat YAZICI

Erciyes Üniversitesi- yazici@erciyes.edu.tr - 0000-0003-0625-9542

Prof. Dr. İsmail KOÇYİĞİT

Erciyes Üniversitesi, ikocyigit@erciyes.edu.tr - 0000-0002-6654-4727

ÖZET

Kronik böbrek yetmezliği (KBY) dünya genelinde oldukça yaygın görülen, progresif bir hastalıktır ve hastalar kardiyovasküler hastalıklar (KVH) gibi ciddi komplikasyonlarla karşı karşıyadır. KBY ile ilişkili KVH' nın önlenmesi için özellikle bu hastalarda oksidatif stres ve enflamatuvar durumun takibi önem taşımaktadır. Miyeloperoksidaz (MPO) da bu amaçla araştırmalarda sıklıkla tercih edilen bir enzimdir. MPO ölçümü için hem aktiviteye dayalı yöntemler hem de doğrudan protein olarak tayini kullanılabilir. Ancak önceki çalışmalarda böyle bir karşılaştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada hemodiyaliz hastalarında aktivite ve kütle cinsinden ölçülen MPO düzeylerinin karşılaştırılması planlanmıştır. Bununla birlikte, MPO kaynaklı HOCl ürünü olan ileri oksidasyon protein ürünleri (AOPP) ve MPO' ya benzer şekilde nötrofil degranülasyon ürünü olan nötrofil elastaz (NE) düzeyleri aracılığı ile üremik ortamın ve HD seansının nötrofil aktivasyonuna etkilerinin değerlendirilmesi de amaçlanmıştır. Bu amaçla 18 yaş üstü, en az altı aydır düzenli HD tedavisi alan 17 hasta ve ayrıca 10 sağlıklı gönüllü, çalışmaya dahil edildi. Hastalardan ardışık iki HD seansı öncesi ve sonrası olmak üzere toplam dört kez; kontrol grubunu oluşturan sağlıklı gönüllülerden sadece bir kez alınan kan örneklerinde tam kan sayımı, albümin, total protein, BUN ve kreatinin gibi rutin analizler, AOPP, NE ve farklı iki yöntemle MPO tayini yapıldı. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; HD tedavisi alan KBY hastalarında plazma MPO aktiviteleri ve protein kütleleri ve AOPP düzeyleri önemli ölçüde yüksek bulundu ($p<0.05$). Bununla birlikte, hastaların HD giriş ve çıkış değerleri incelendiğinde sadece aktivite üzerinden ölçülen MPO düzeylerinde anlamlı olarak artış izlendi ve AOPP ve NE düzeyleri de bu artışla benzer değişim gösterdi. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, HD tedavisi alan hastalarda kronik bir oksidatif stres ve enflamasyonun varlığı aşıkardır. Bu hastalarda artan NE ve AOPP düzeyleri ile gösterilen nötrofil aktivasyonu sonucu ortaya çıkan oksidatif stresten primer olarak MPO' nun

¹ Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje No: TYL-2019-8631) tarafından desteklenen "Hemodiyaliz ve üremik toksinlerin, aktivite ve kütle yöntemleri ile ölçülen miyeloperoksidaz düzeylerine etkisi" başlıklı tezden üretilmiştir.

sorumlu olduğu ve bu durumun MPO aktivite ölçümü ile daha doğru bir şekilde yansıtılabileceği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler : Enflamasyon, Hemodiyaliz, Oksidatif Stres, Miyeloperoksidaz, Nötrofil Elastaz

1. GİRİŞ

Kronik böbrek hastalığı (KBH) oldukça yüksek prevalansı olan, geri dönüşümsüz ve progresif bir hastalıktır [1]. Bu hastalar yaşamları süresince çeşitli komplikasyonlarla karşı karşıyadır ve bunların arasında kardiyovasküler hastalıklar önemli bir yer tutar [2,3]. KBH' nin özellikle son yıllarda artan prevalansı ve ortaya çıkan kardiyovasküler olayların önemli bir mortalite nedeni oluşu, bu hastalarda ateroskleroz ve ilişkili komplikasyonların tanımlanması ve uygun belirteçlerle takip edilmesine ilişkin çalışmaları yoğunlaştırmıştır. Hipertansiyon, hiperkolesterolemi, obezite gibi geleneksel olarak tanımlanmış risk faktörleri kardiyovasküler hastalıkların sıklığını açıklamada yetersiz kaldığından, araştırmalar özellikle oksidatif stres ve enflamasyon üzerine odaklanmaktadır [3, 4].

Kronik böbrek hastalarında özellikle üremik toksinlerin artışına bağlı olarak reaktif oksijen ve nitrojen türleri gibi prooksidan moleküllerin artışı ve bununla birlikte antioksidan mekanizmaların zayıflığı ile ortaya çıkan oksidatif stres (OS), doğrudan etkilerinin yanı sıra enflamatuvar mediatörlerin artışına yol açarak kronik enflamasyon gelişimine ve endotel disfonksiyonuna da katkı sağlamaktadır [5-8]. Dahası KBH tedavisinde önemli bir yer tutan hemodiyaliz (HD), yöntemi de biyouyumsuz membranlarla kanın teması başta olmak üzere, antikoagülan kullanımı, dializat sıvısı, vasküler erişim gibi çeşitli faktörlerle reaktif türlerin salınımını tetiklemektedir [7, 9].

Bununla birlikte, KBH hastalarında OS, enflamasyon ve endotel disfonksiyonu arasındaki bağlantının altında yatan kesin patofizyolojik mekanizmalar henüz olarak ortaya konulamamıştır. Dolayısıyla takip ve tedavi sürecinde kullanılabilecek biyobelirteçler de araştırılmaya devam etmektedir [10, 11].

Kardiyovasküler hastalıklar için önemli bir risk faktörü olarak kabul edilen artan miyeloperoksidaz (MPO; E.C. 1.11.1.7) düzeylerinin [12-14], KBH hastalarında KVH gelişimini öngörme de kullanılabileceği gösterilmiştir [15].

Başlıca nötrofillerde ve daha az miktarda monositlerde bulunan lizozomal bir enzim olan MPO tetramerik yapılı, 146-150 kD ağırlığında, katyonik, glikozile bir hemoproteindir [16]. MPO, nötrofil azurofilik granüllerin içinde paketlenir ve mikrobiyal aktiviteye karşı oluşturulan spesifik olmayan immün savunma sistemine katılır [17, 18]. MPO'nun başlıca fonksiyonu, solunum patlaması sırasında, HOCl gibi oksidan ajanları üreterek, mikroorganizmaları etkisiz hale getirmektir. Ancak MPO'nun bir kısmı ekstraselüler ortama geçer ve HOCl üretimi ile biyomoleküllerin oksidasyonuna sonuçta da doku hasarına yol açar [17, 19]. Böylece MPO'nun organizmadaki rolü hem OS hem de enflamasyonun bir arada değerlendirilmesinde kullanışlı bir belirteç olarak kullanılmasını sağlamaktadır [20].

MPO ölçümü için immunoassay [21] veya aktiviteye bağlı [22] yöntemler kullanılabilir. KBH hastalarında da benzer şekilde farklı MPO ölçüm yöntemlerine bağlı olarak çelişkili sonuçların ortaya çıkmış olabileceği öne sürülmüştür [4]. Ancak literatürde bunu doğrudan araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada HD hastalarında seans öncesi ve sonrası ölçümlerle, aktivite ve kütle cinsinden ölçülen MPO düzeylerinin karşılaştırılması planlanmıştır. Bununla birlikte, MPO kaynaklı HOCl ürünü olan AOPP ve MPO' ya benzer şekilde nötrofil degranülasyon ürünü olan nötrofil elastaz [17] düzeyleri de araştırılmış ve HD ile ilişkilerinin değerlendirilmesi de amaçlanmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen (Proje no: TYL-2019-8631) ve Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanan (20.06.2018 tarih, karar no: 2018/331) bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda yapıldı.

2.1.Çalışma Grupları:

2.1.1. Hasta Grubu:

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Semiha-Asım Kibar Organ Nakli ve Diyaliz Hastanesinde takip ve tedavileri sürdürülen, en az altı aydır haftada üç kez dört saat süreyle düzenli HD tedavisi alan 17 hasta ve ayrıca 10 sağlıklı gönüllü, çalışmaya dâhil edildi. Çalışma kapsamında hastaların belirlenmesi sırasında, diyabet, kronik respiratuvar yetmezlik, akut enfeksiyon, ateş, malignan tümörler ve hepatit gibi sistemik hastalığı bulunan HD hastaları, çalışma dışında bırakıldı.

HD seanslarında, Althin TINA ve Dialog B Braun marka diyaliz makineleri kullanıldı; selüloz membrandan imal edilen diyalizerler (Dicea 150 G), bikarbonatlı diyaliz sıvıları (Baxter, Eczacıbaşı; Bikardi, Eczacıbaşı; Ren-Acet SFY/Ren-Bikar SFY, Ren-Med Tıbbi Ürünler) ve antikoagülan olarak heparin kullanıldı. HD seansı sırasında, tüm hastaların kan akım hızı, 250-300 mL/dakika ve diyalizat akım hızı, 500 mL/dakika olacak şekilde düzenlendi.

Ayrıca tüm hastalar, konvansiyel tedavi olarak, folik asit, B vitamin kompleksi ve demir preparatları da kullanmaktaydı.

2.1.2. Kontrol Grubu:

Rutin laboratuvar sonuçlarına göre, herhangi bir sistemik hastalığı olmayan; sigara içmeyen ve son bir aydır, hiçbir ilaç kullanmayan 10 sağlıklı gönüllü, çalışmanın Kontrol Grubu' nu oluşturdu. Sağlıklı gönüllülerin belirlenmesi sırasında; hastaların yaş ve cinsiyet dağılımının hasta grubuna benzer olmasına dikkat edildi.

2.2.Çalışma Planı:

Hastalardan ardışık iki HD seansı öncesi ve sonrası olmak üzere toplam dört kez; kontrol grubunu oluşturan sağlıklı gönüllülerden sadece bir kez alınan kan örneklerinde tam kan sayımı (complete blood count; CBC) yapıldı. Antikoagülanlı ve antikoagülanlı tüplere alınan kan örnekleri, 4°C'de 1500 g'de 15 dk santrifüj edildi. Serum örneklerinin bir kısmı, aynı gün rutin

analizlerde kullanıldı. Ayrılan plazma ve geri kalan serum örnekleri, biyokimyasal ölçümler için, alikotlanarak çalışma günlerine kadar -80°C’de saklandı.

2.2.1 Rutin Analizler

Serum örneklerinde kan üre azotu (BUN), kreatinin, total protein ve albümin gibi rutin biyokimya analizleri ve C-reaktif protein (CRP) ölçümü yapıldı. CBC için, Siemens Advia 2120i marka otoanalizörler kullanıldı. Rutin biyokimya testleri ve CRP ölçümü, uygun ticari kitler kullanılarak otoanalizörde (Cobas® c 702; Roche Diagnostics) yapıldı.

2.2.2 Biyokimyasal Çalışma

Çalışma günlerine kadar, küçük hacimli tüplerde dondurularak saklanan EDTA’lı plazma örneklerinde MPO aktivitesi ile MPO protein kütlesi ve AOPP düzeyleri tayin edildi. Serum örneklerinde de NE düzeyleri ölçüldü.

Miyeloperoksidaz Aktivitesi Tayini

Plazma MPO aktivitesi tayininde, Bradley ve ark. [22] tarafından geliştirilen yöntem kullanıldı.

Yöntemin prensibi; bir peroksidaz substratı olan O-dianisidinin, H₂O₂ varlığında, MPO tarafından oksitlenmesi ve zamana bağlı oluşan sarı-turuncu renkteki oksidasyon ürününün spektrofotometrede 460 nm dalga boyunda izlenmesi esasına dayanır. MPO aktivitesiyle doğru orantılı olan rengin şiddeti, optik dansite (OD) artışı şeklinde izlenir. Bu çalışmada plazma örneklerinde ölçülen MPO aktivitesi, litre plazma başına verildi (Ü/L). MPO aktivitesi tayininde kullanılan yöntemin CV değeri, % 5.0 olarak bulundu.

Plazma Miyeloperoksidaz Kütlesi Tayini

MPO protein kütlesi düzeyleri, yarışmasız olarak antijen-antikor komplekslerinin oluşumuna dayanan Abcam marka ELISA kiti (Abcam, Cambridge, CB2 0AX, UK, Katalog No: ab119605) ile tayin edildi.

Plazma AOPP Tayini

Plazma AOPP düzeylerinin ölçümünde, Witko Sarsat ve ark. [23] tarafından geliştirilen yöntem kullanıldı.

Yöntemin prensibi; plazmada bulunan klorlu oksidanlar ile proteinlerin çapraz bağlanma ürünlerinin, potasyum iyodürü oksitlemesi ve açığa çıkan triiyodid iyonunun renk şiddetinin spektrofotometrede 340 nm dalga boyunda ölçülmesi esasına dayanır. Plazma AOPP konsantrasyonları, litrede mikromol kloramin T ekivalanı (µmol/L) olarak verildi. AOPP ölçümünde kullanılan yöntemin CV değeri, % 3.78 olarak bulundu.

Serum Nötrofil Elastaz Tayini

Serum NE düzeylerinin ölçümünde, Thermo Fisher Scientific marka ELISA kiti (Waltham, Massachusetts, ABD, Katalog No: BMS269) kullanıldı.

2.3 İstatistiksel Değerlendirme

Veriler “IBM SPSS Statistics 23.0” istatistik paket programında değerlendirildi.

Çalışma gruplarının yaş ve cinsiyet dağılımı, *bağımsız student t testi* ve *Ki kare* testleri ile karşılaştırıldı. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu, *Shapiro-Wilk* testi ile kontrol edildi; normal dağılıma uyan verilerde kontrol grubu ile hasta grubu giriş ve çıkış değerlerinin karşılaştırılmasında *student “t” testi*, uymayanlarda *Mann Whitney U* testi kullanıldı. Hastaların HD seansı giriş ve çıkış değerlerinin ve seanslar arası giriş ve çıkışların kendi aralarında karşılaştırılmasında; normal dağılıma uyan verilerde *bağımlı iki örneklem “t” testi*, uymayanlarda *Wilcoxon* testi kullanıldı.

Tüm istatistiki karşılaştırmalarda, anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışma gruplarının yaş ve cinsiyet dağılımları Çizelge 1. ‘de gösterilmektedir. Gruplar arasında yaş ve cinsiyetleri açısından anlamlı bir fark görülmemiştir ($p > 0.05$).

Sağlıklı gönüllüler ile HD hastalarının ilk HD seansı öncesinde ölçülen CBC değerleri, Çizelge 2’de gösterildi. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; HD hastalarında, hemoglobin hematokrit ve lenfosit düzeyleri önemli ölçüde düşük bulundu ($p < 0.05$). Buna karşılık, nötrofil ve monosit değerleri bakımından, her ne kadar özellikle nötrofil değeri sayısal olarak hastalarda daha yüksek olsa da, kontrol ve hasta grupları arasında istatistiki anlamda fark olmadığı belirlendi ($p > 0.05$) (Çizelge 2).

Çizelge 3’te görüldüğü gibi, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, hastalarda HD girişlerinde serum BUN, kreatinin ve CRP düzeyleri önemli ölçüde yüksek bulundu ($p < 0.05$). Her iki seansta da diyaliz sonunda, BUN değerleri kontrol grubuna benzer olsa da; kreatinin ve CRP düzeylerinin, hastalarda hala önemli ölçüde yüksek olduğu belirlendi ($p < 0.05$).

Ardışık HD seanslarının her ikisinde de BUN ve kreatinin düzeylerinin seans sonlarında istatistiki anlamda düştüğü ($p < 0.05$) gözlemlendi. Buna karşılık, CRP düzeylerinin diyalize rağmen hala çok yüksek olduğu saptandı ($p > 0.05$) (Çizelge 4). Bu durum kronik bir enflamasyon varlığını göstermektedir. Benzer şekilde hastalarda kontrole göre albümin düzeyleri de anlamlı düşük olarak bulundu ($p < 0.05$).

Çizelge 4’te görüldüğü gibi; kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, hastalarda her iki seansta da HD öncesi ve sonrası plazma MPO aktiviteleri ve AOPP düzeyleri önemli ölçüde yüksek bulundu ($p < 0.05$). MPO, protein kütlesi olarak değerlendirildiğinde; kontrol grubuna göre hastalarda ilk seansın giriş ve çıkışında yüksek bulunan MPO kütle miktarının ($p < 0.05$), ardışık yapılan 2. seansta kontrol değerlerinden istatistiki anlamda farklı olmadığı belirlendi ($p > 0.05$).

HD giriş ve çıkış değerleri, birbiriyle karşılaştırıldığında; her iki seansta da, HD-giriş değerlerine göre, diyaliz sonunda ölçülen MPO aktivite değerlerinin yükseldiği aksine MPO

kütle ölçümlerinin fark göstermediği gözlemlendi. AOPP ve NE düzeylerinde her iki seansta da giriş ve çıkış değerleri arasında ise MPO aktivite değerlerine benzer şekilde anlamlı bir artış izlendi.

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; NE düzeylerinin hastalarda yüksek olduğu; ancak bu yüksek değerlerin HD seansından önce değil de ($p>0.05$); sadece seans sonlarında istatistiksel öneme sahip olduğu ($p<0.05$) belirlendi (Çizelge 4).

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada MPO' daki değişimlerin HD hastalarında enflamasyon ve OS ile ilişkisi gösterilmiştir. Bunun yanı sıra, AOPP ve NE düzeylerindeki değişimle birlikte incelendiğinde, özellikle MPO aktivitelerindeki artışın nötrofil aktivasyonunu yansıtmada daha kullanışlı olduğu da söylenebilir.

Başlıca fonksiyonu, solunum patlaması sırasında, antimikrobiyal ajanları oluşturmak olan MPO; nötrofillerde ve daha az miktarda monositlerde bulunduğu [24]; nötrofil aktivasyonunun göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada da nötrofillere spesifik olan NE ve MPO seviyelerinin [25], plazmada yüksek düzeyde bulunması, nötrofil degranülasyonunu ve aktivasyonunu; başka bir ifadeyle, oksidatif hasar oluşturabilen aktif nötrofillerin varlığını yansıtmaktadır. NE bu çalışmada HD ile artmış olarak gösterilmiş ancak HD öncesi her ne kadar sayısal bir artış olsa da kontrol grubuna istatistiksel açıdan benzer olarak bulunmuştur. Buna karşılık; Caimi ve ark. [26], elastaz seviyelerinin HD hastalarında anlamlı olarak arttığını göstermişlerdir.

İnsanlarda klorlu oksidanların üretimi, yüksek MPO aktivitesine sahip nötrofillerin bir özelliğidir [25]. Bu nedenle, AOPP oluşumunda *in vivo* tek kaynağın, aktif nötrofillerden salınan HOCl aracılığıyla oluşan kloraminler olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla AOPP'nin nötrofil kaynaklı oksidatif hasarın gösterilmesinde, spesifik bir *marker* olduğu öne sürülmektedir [23, 27, 28]. Literatürde HD hastalarında AOPP' nin yükseldiğini gösteren çalışmalar mevcuttur [23, 29] Witko-Sarsat ve ark. [23], MPO' ya paralel şekilde, diyaliz öncesi yüksek buldukları AOPP düzeylerinin, diyaliz sonunda daha da yükseldiğini göstermişlerdir. Diğer taraftan, diyalizden önce yüksek buldukları AOPP'nin seans sırasında/sonunda değişmediğini bildiren Ward ve ark. [29], bu durumu, kısmen diyaliz sonunda normale yakın buldukları nötrofil oksijen radikal üretimine bağlamışlardır. Hatta hafif, orta ve ileri KBY hastalarında, plazma AOPP değerlerinin, ilerleyici renal fonksiyon kaybına bağlı olarak giderek yükseldiği ve AOPP ile glomerüler filtrasyon değeri arasında kuvvetli negatif ilişki olduğu da belirlenmiştir [30]. Bu çalışmada da, HD hastalarının hepsinde yüksek plazma MPO aktivitesinin yanı sıra, AOPP düzeyleri de yüksek bulunmuştur.

HD hastalarında oksidatif stres ve enflamasyonun değerlendirilmesi, hastaların takibi açısından önemlidir. Bu amaçla literatürde çeşitli parametreler kullanılmakla birlikte, hem oksidatif stres hem de enflamasyonu bir arada değerlendirmeye olanak sağlaması açısından nötrofil aktivasyon ürünlerinin kullanımı öne çıkmaktadır.

Bu çalışmanın bulguları ve literatür bilgisi birlikte değerlendirildiğinde; enflamasyon nedeniyle nötrofil aktivasyonu sırasında başlıca MPO tarafından üretilen klorlu oksidanlar ve diğer SOR

türevlerinin, HD hastalarında gözlenen artmış oksidatif stresin başlıca kaynağı oldukları düşünülebilir.

Daha açık bir ifadeyle, KBY'li hastalarda gözlenen kronik enflamasyonun, nötrofil aktivasyonu ile ilişkili olabileceği ve aktif nötrofiller tarafından aşırı SOR üretimine yol açabileceği söylenebilir. Şöyle ki, HD hastalarında MPO aktivitesinin plazmada yüksek olması; nötrofillerden plazmaya aşırı miktarda MPO salındığı ve daha da önemlisi MPO' nun da plazmada AOPP oluşumuna yol açtığı şeklinde yorumlanabilir. Plazma AOPP düzeyleri de, HD hastalarında protein oksidasyonu aracılı oksidatif stresin değerlendirilmesinde, literatüre katkıda bulunabilecek önemli bir parametre olarak kabul edilebilir.

Ayrıca diyaliz sırasında daha da yükselen CRP, NE, MPO ve AOPP düzeyleri nedeniyle, oksidatif stresin SDBY'li hastalarda KVH gelişimine katkıda bulunabileceği ve MPO özellikle aktivite ölçümü ile AOPP'nin KVH gelişimini öngörmede birer marker olabilecekleri düşünülebilir.

Sonuç olarak, yakın gelecekte plazmada oksidatif stres ölçümü, yüksek KVH riski taşıyan HD hastalarını tanımlamaya ve böylece yüksek risk altındaki hastaların tedavi protokolünün, oksidatif stresi de önleyecek şekilde düzenlenmesine katkıda bulunabilir.

Çizelge 1. Çalışma Gruplarının Yaş ve Cinsiyet Dağılımı

	n	Total Yaş (yıl)	n	Erkek Yaş (yıl)	n	Kadın Yaş (yıl)
Hasta	17	53.82 ± 16.81	8	59.62 ± 16.84	9	48.67 ± 15.93
Kontrol	10	52.20 ± 16.80	5	51.00 ± 15.73	5	53.40 ± 19.59

Veriler, ortalama ± standart sapma (X ± SD) olarak gösterildi.

Çizelge 2. Çalışma Gruplarının CBC Değerleri

	Kontrol (n: 10)	Hasta (n: 17)	<i>p</i> değeri
Hemoglobin (g/dL)	13.72 ± 2.63	10.21 ± 1.84	0.000

Hematokrit (%)	41.46 ± 5.53	29.51 ± 8.50	0.001
Nötrofil (x10 ³ /μL)	3.76 ± 0.70	5.10 ± 2.86	0.081
Lenfosit (x10 ³ /μL)	2.26 ± 0.30	1.44 (1.20-1.66)	0.000
Monosit (x10 ³ /μL)	0.51 ± 0.13	0.55 (0.45-0.86)	0.200

Sonuçlar ortalama ± standart sapma veya %50 (%25- %75 persentil) şeklinde verildi.

Çizelge 3. Çalışma Gruplarının Rutin Biyokimya Sonuçları

KONTROL (n: 10)		HASTA (n: 17)			
		1.HD Giriş	1.HD Çıkış	2.HD Giriş	2.HD Çıkış
BUN (mg/dL)	13.46 ± 3.90	52.17 ± 12.61*	15.80 (10.50-16.40) ^a	49.49±14.09*	13.40 (9.85-16.40) ^b
Kreatinin (mg/dL)	0.91 ± 0.19	8.91 ± 2.43*	3.09 (2.10-3.39) ^{*,a}	8.66 ± 3.36*	3.08 (1.99-4.45) ^{*,b}
CRP (mg/L)	1.16 ± 0.73	6.17 (3.19-28.30)*	6.74 (4.37-29.40) ^{*,a}	8.65 (1.79-38.68)*	8.49 (1.86-38.72)*
Albümin (g/dL)	4.51 ± 0.31	3.67 ± 0.48*	4.01 ± 0.46 ^{*,a}	3.85 ± 0.41*	4.20 ± 0.70 ^b
Total Protein	6.96 ± 0.34	6.84 ± 0.61	7.34 ± 0.64 ^a	6.56 ± 0.5	7.15 ± 0.98 ^b

Sonuçlar ortalama ± standart sapma (X ± SD) veya %50 (%25- %75 persentil) şeklinde verildi.

İstatistiki karşılaştırma:

- Kontrol ile HD gruplarının karşılaştırılması: Normal dağılıma uyan/uymayan veriler için; Bağımsız student *t* testi/ Mann Whitney U testi (*: p< 0.05)
- HD giriş ve çıkış değerlerinin karşılaştırılması: Eşleştirilmiş student *t* testi/Wilcoxon testi

(^a: p< 0.05; İlk HD giriş ve çıkış seansı)

(^b: p< 0.05; ikinci- HD giriş-çıkış seansı)

Çizelge 4. Çalışma Gruplarında Plazma MPO, AOPP ve Serum NE Düzeyleri

		HASTA (n: 17)			
KONTROL (n: 10)		1.HD Giriş	1.HD Çıkış	2.HD Giriş	2.HD Çıkış
MPO (U/L)	65.50 (62.92-69.63)	83.38 ±20.84*	111.23±25.26 ^{*a}	92.71±19.71*	121.39 ±27.54 ^{*b}
MPO (ng/mL)	2.37 (1.52-2.38)	3.45 ±1.17*	3.53 ± 1.18*	2.70 ± 0.96	2.72 ± 0.96
AOPP (µmol/L)	50.16 ± 7.06	73.76 ±11.61*	90.06 ±18.07 ^{*a}	77.10 ±15.85*	93.10 ± 15.71 ^{*b}
NE (ng/mL)	58.19 ± 0.50	69.29 ± 16.80	87.04 ±17.28 ^{*a}	63.66 ±12.63	90.04 ±19.28 ^{*b}

Sonuçlar ortalama ± standart sapma (X ± SD) veya %50 (%25- %75 persentil) şeklinde verildi.

İstatistiki karşılaştırma:

- Kontrol ile HD gruplarının karşılaştırılması: Normal dağılıma uyan/uymayan veriler için; Bağımsız student t testi/ Mann Whitney U testi (*: p< 0.05)
- HD giriş ve çıkış değerlerinin karşılaştırılması: Eşleştirilmiş student t testi/Wilcoxon testi
(a: p< 0.05; İlk HD giriş ve çıkış seansı)
(b: p< 0.05; ikinci- HD giriş-çıkış seansı)

KAYNAKÇA:

- [1]. Ammirati AL. Chronic Kidney Disease. Rev Assoc Med Bras (1992), January, 66 (Suppl 1), 2020.
- [2]. Provenzano M, Andreucci M, De Nicola L, Garofalo C, Battaglia Y, Borrelli S, Gagliardi I, Faga T, Michael A, Mastroberto P, Serraino GF, Licastro N, Ielapi N, Serra R. The Role of Prognostic and Predictive Biomarkers for Assessing Cardiovascular Risk in Chronic Kidney Disease Patients. Biomed Res Int, October, 2314128, 2020.
- [3]. Kane J, Lemieux A, Baranwal G, Misra S. The Role of Cardio-Renal Inflammation in Deciding the Fate of the Arteriovenous Fistula in Haemodialysis Therapy. Cells, October, 13(19), 2024.
- [4]. Podkowińska A, Formanowicz D. Chronic Kidney Disease as Oxidative Stress- and Inflammatory-Mediated Cardiovascular Disease. Antioxidants (Basel). August, 9(8), 2020.
- [5]. Praschberger M, Hermann M, Wanner J, Jirovetz L, Exner M, Kapiotis S, Gmeiner BM, Laggner H. The uremic toxin indoxyl sulfate acts as a pro- or antioxidant on LDL oxidation. Free Radic Res, June, 48(6), 2014
- [6]. Lekawanvijit S , Kompa AR , Wang BH , Kelly DJ , Krum H . Cardiorenal syndrome: the emerging role of protein-bound uremic toxins . Circ Res, 111, 2012.
- [7]. Liakopoulos V, Roumeliotis S, Zarogiannis S, Eleftheriadis T, Mertens PR. Oxidative stress in hemodialysis: Causative mechanisms, clinical implications, and possible therapeutic interventions. Semin Dial. January, 32(1), 2019.
- [8]. Daenen K, Andries A, Mekahli D, Van Schepdael A, Jouret F, Bammens B. Oxidative stress in chronic kidney disease. Pediatr Nephrol, June, 34(6), 2019.

- [9]. Coppolino G, Leonardi G, Andreucci M, Bolignano D. Oxidative Stress and Kidney Function: A Brief Update. *Curr Pharm Des*, 24(40), 2018.
- [10]. Roumeliotis S, Liakopoulos V, Dounousi E, Mark PB. Oxidative Stress in End-Stage Renal Disease: Pathophysiology and Potential Interventions. *Oxid Med Cell Longev*, July, 2023.
- [11]. Liakopoulos V, Roumeliotis S, Gorny X, Dounousi E, Mertens PR. Oxidative stress in hemodialysis patients: A review of the literature. *Oxid Med Cell Longev*, 3081856, 2017.
- [12]. Janus SE, Hajjari J, Chami T, Karnib M, Al-Kindi SG, Rashid I. Myeloperoxidase is Independently Associated with Incident Heart Failure in Patients with Coronary Artery Disease and Kidney Disease. *Curr Probl Cardiol*, November, 47(11), 2022.
- [13]. Li J, Cao T, Wei Y, Zhang N, Zhou Z, Wang Z, Li J, Zhang Y, Wang S, Wang P, Cheng N, Ye L, Li M, Yu Y, Ding C, Tan Z, Zhan B, He Q, Bao H, Wu Y, Liu L, Li J, Xu X, Cheng X, Huang X. A Review of Novel Cardiac Biomarkers in Acute or Chronic Cardiovascular Diseases: The Role of Soluble ST2 (sST2), Lipoprotein-Associated Phospholipase A2 (Lp-PLA2), Myeloperoxidase (MPO), and Procalcitonin (PCT). *Dis Markers*. August, 6258865, 2021.
- [14]. Patoulias D, Stavropoulos K, Imprialos K, Athyros V, Grassos H, Doumas M, Faselis C. Inflammatory Markers in Cardiovascular Disease; Lessons Learned and Future Perspectives. *Curr Vasc Pharmacol*, 19(3), 2021.
- [15]. Noor S, Alam F, Fatima F, Orakzai S. Myeloperoxidase: Indicator of cardiovascular disease in chronic kidney disease patients of tertiary care hospital of Karachi. *J Pak Med Assoc*, April, 71(4), 2021.

- [16]. Anatoliotakis N, Deftereos S, Bouras G, et al. Myeloperoxidase: expressing inflammation and oxidative stress in cardiovascular disease. *Curr Top Med Chem*, 13, 2013.
- [17]. Kisic B, Miric D, Dragojevic I, Rasic J, Popovic L. Role of Myeloperoxidase in Patients with Chronic Kidney Disease. *Oxid Med Cell Longev*, April, 2016:1069743, 2016.
- [18]. Khan AA, Rahmani AH, Aldebasi YH, Aly SM. Biochemical and pathological studies on peroxidases -an updated review. *Glob J Health Sci*, May, 6, 2014.
- [19]. Davies MJ, Hawkins CL, Pattison DI, and Rees MD. Mammalian heme peroxidases: from molecular mechanisms to health implications. *Antioxid Redox Signal*, July, 10, 2008.
- [20]. Strobel NA, Fassett RG, Marsh SA, Coombes JS. Oxidative stress biomarkers as predictors of cardiovascular disease. *Int J Cardiol*, March, 147(2), 2011.
- [21]. Zhou X, Liao W, Peng W, Xie T, Yin Q, Zheng Y. Effects and Action Mechanism of Huoxue Tongluo Formula on the Formation of Neutrophil Extracellular Traps. *Evid Based Complement Alternat Med*, August, 2022:1240967, 2022.
- [22]. Bradley PP, Priebat DA, Christensen RD, Rothstein G. Measurement of cutaneous inflammation: estimation of neutrophil content with an enzyme marker. *J Invest Dermatol*, March, 78(3), 1982.
- [23]. Witko-Sarsat V, Friedlander M, Capeillère-Blandin C, Nguyen-Khoa T, Nguyen AT, et al. Advanced oxidation protein products as a novel marker of oxidative stress in uremia. *Kidney Int*, May, 49, 1996.
- [24]. Van der Veen BS, de Winther MP, Heeringa P. Myeloperoxidase: molecular mechanisms of action and their relevance to human health and disease. *Antioxidant Redox Signal*, November, 11, 2009.

- [25]. Klebanoff SJ. Myeloperoxidase: friend and foe. *J Leukoc Biol*, May, 77, 2005.
- [26]. Caimi G, Carollo C, Hopps E, Montana M, Lo Presti R. Protein oxidation in chronic kidney disease. *Clin Hemorheol Microcirc*, 54(4), 2013.
- [27]. Piwowar A. Advanced oxidation protein products. Part I. Mechanism of the formation, characteristics and property. *Pol Merkur Lekarski*, February, 28, 2010.
- [28]. Descamps-Latscha B, Witko-Sarsat V. Importance of oxidatively modified proteins in chronic renal failure. *Kidney Int*, February, 59 (Suppl.78), 2001.
- [29]. Ward RA, Ouseph R, McLeish KR. Effects of high-flux hemodialysis on oxidant stress. *Kidney Int*, January, 63, 2003.
- [30]. Witko-Sarsat V, Friedlander M, Nguyen-Khoa T, Capeillère-Blandin C, Nguyen AT, et al. Advanced oxidation protein products as novel mediators of inflammation and monocyte activation in chronic renal failure. *J Immunol*, September, 161, 1998.

MS HASTALIĞINDAKİ DENGE PARAMETRELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ AĞ ANALİZİ

Suna ÇELİK

Çiğli Aydoğan Yağcı Bilsem, sunacelik678@gmail.com - 0009-0007-3316-5273

Meltem SEVİNÇ

Çiğli Aydoğan Yağcı Bilsem, sevincmeltem2007@gmail.com - 0000-0001-6351-3370

Gözde ZABZUN

Çiğli Aydoğan Yağcı Bilsem, gzabzun@gmail.com - 0000-0002-9502-8756

ÖZET

Çalışmada, MS (Multiple Skleroz) hastalarına uygulanan denge testlerinden elde edilen parametrelerin ilişkisi incelenmiştir. 46 yetişkin MS hastasına yapılan 14 farklı duyuşsal, bilişsel ve fiziksel test; yapay zekâ destekli ağ analizi ile cinsiyet, yaş gibi değişkenlere göre ilişkilendirilmiştir. Analiz yapay zekâ destekli JASP programı üzerinden temel merkezilik ölçütlerine göre ağ yapıları incelenerek ortaya konulmuştur. Analiz sonuçlarına göre cinsiyete bağlı parametreler arasında anlamlı farklılık saptanmıştır. Ayrıca yaş bağlamında yapılan incelemeler sonucunda, özellikle 40 yaş öncesi ve sonrası arasında belirgin parametre farklılıkları görülmüştür. Çalışma, MS'li hastalarda denge sorununun erken teşhisi ve tedavisi adına cinsiyet ve yaş kategorilerine göre daha hızlı karar alınabilmesine yardımcı olmakla beraber, geliştirilecek yapay zekâ destekli uygulamalar için de zemin oluşturabilir. Proje bu yönüyle yenilikçi ve geliştirilebilirdir.

Anahtar Kelimeler: Multiple Skleroz (MS), Ağ Analizi, Yapay Zeka

1. GİRİŞ

Multiple Skleroz: MS(Multiple Skleroz) beyin içerisindeki ve beyin ile vücut arasındaki bilgi akışının bozulmasından oluşan öngörülemez bir merkezi sinir sistemi hastalığıdır. National MS Society, MS hastalığının belirtilerini vücutta bir veya daha fazla uzuvda uyuşma, boyun hareketlerinde oluşan elektrik çarpması hissi (Lhermitte işareti), titreme, denge kaybı ve beyincik hacminde küçülme (Özkarabulut vd., 2018) olarak tanımlamaktadır. Belirtilere yönelik hastalık teşhisi sırasında kullanılan test yöntemleri ne kadar doğru belirti analizleri içerse de yanlış teşhis ve tedaviye de yol açabilmektedir. Bu yanlış teşhis ve tedavi, hastalığın hızlı ilerlemesine veya MS olmayan bir hastanın gerçek hastalığına yönelik tedavisinin gecikmesine sebep olabilmektedir (Özyiğit vd., 2018).

MS, yapılan birçok test ve inceleme ile beraber teşhisi konulan süregelen bir hastalıktır. Bu süreç içerisinde yapılan testler hem hastayı yıpratmakta hem de teşhis sonuçlarının açıklanma sürecine bağlı olarak hastalığın seyrinin ilerlemesine sebep olabilmektedir. Bu ilerleme durumu MS'li bireyleri hastalığın etkilerini daha hızlı yaşayacakları bir sürece sürükleyebilmektedir (Tülek, 2013). Örneğin, Antifosfolipid sendromu olarak değerlendirilmesi gereken bir hastalık yapılan test sonuçlarının ve MS hastalığı ile arasındaki bağlantının yanlış yorumlanması ile beraber hastaya 18 yıl boyunca MS hastalığı teşhisi konulmasına yol açmıştır (Vallabh ve Rohit, 2002). Yanlış teşhisle beraber yanlış tedavi yöntemleri de uygulanarak hastalık sürecinde istenmeyen sorunların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

MS hastalığının, bireylerin gündelik yaşamlarını olumsuz yönde etkileyen pek çok fiziksel ve bilişsel etkileri vardır. Bu etkilerden biri de denge kaybı, düşme sıklığıdır (Temiz ve ark.,2022). MS hastalarının gündelik yaşamda düşme (denge kaybı yaşama) oranı yaklaşık %75 oranında seyretmektedir (Luca ve ark., 2011). Bu durum bireyin hem fiziksel hem psikolojik olarak zarar görmesine neden olmaktadır (Lesley ve Rudolph, 2004; Kurt ve ark.,2009). MS hastaları gündelik yaşamlarındaki etkinliklerinden ve görevlerinden yeterli verimi alamamaktadırlar (Borazan ve ark., 2007). Bu verimsizlik hastaları psikolojik olarak da etkilemekte ve yaşam kalitelerinin düşmesine yol açmaktadır. Hastalığın teşhisi sırasında harcanan zaman ise bu gibi durumların sıklaşması ve hastalığın seyrinin giderek hızlanmasına sebep olmaktadır (Pittion-Vouyovitch,2006). Sonuç olarak, MS hastalığında erken teşhisin hem bireyin yaşam kalitesi hem de yapılacak tedavinin boyutu için önemlidir (Akkuş ve Kapucu, 2006). Bu çalışmada elde edilen analiz sonuçlarına göre MS hastalarına uygulanan denge testlerinden elde edilen parametrelerin yaş ve cinsiyete göre değişkenlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Çalışmada, MS hastalarında “denge kaybı” testlerinin ve teşhislerin doğruluğunu arttırmak ve denge kaybı belirtisinin analizi için uygulanan testlerin etkilerinin yaş ve cinsiyete bağlı büyüklüğü bulunmak istenmiştir. Bu sayede, denge kaybı sorunu yaşayan MS’li bireylerin ilişkili olan test sonuçları hızlıca karşılaştırılarak, erken ve doğru tedavi sürecine geçilebilmesi için öneri sunulmaktadır.

Karmaşık Ağ Analizi: Karmaşıklık teorisi, dünyadaki her olayın, olgunun doğrudan veya dolaylı olarak birbirine bağlı olduğu gerçeğine dayanmaktadır. Bu teoriye göre dünyadaki her olay aslında bir ağın parçasıdır (Hofstad, 2017). Karmaşık ağ bilimi, ağı oluşturan birimlerin, birimler arasındaki ilişkilerin ve ağın bilgi akışının belirli kurallar ve disiplinler çerçevesinde analiz edilmesini sağlar (Strrogatz, 2001). Günümüzde ileri ağ analizi araştırmaları genel olarak sosyal ağların analizine odaklanmış olsa da hemen hemen tüm alanlarda ilgi çekmektedir (Wasserman ve Faust, 1990). Karmaşık ağ analizi teknikleri başlangıçta sosyal ağları analiz etmek için kullanılmış olsa da artık spor, ulaşım, eğitim, bankacılık, sosyoloji, biyoloji gibi daha karmaşık yapılarda da kullanılmaktadır (Aslan ve Kaya, 2018).

Karmaşık ağları analiz etmenin en önemli kısmı yapısal analizdir. Çünkü yapısal analiz ağ oluşumunun en önemli işaretlerini içermektedir. Ağların yapısal analizinde çizge teorisi kullanılmaktadır. Çizge teorisi sosyoloji ve matematik temelli araştırmalara dayansa da telekomünikasyon, bilişim ve biyoloji gibi birçok alanda ağ analizinde önemli bir rol oynamaktadır (Van Der Hofstad, 2017). Ağları temsil eden çizgeler, düğümlerin ve düğümler arasındaki bağlantıların anlaşılması kolay bir görselde ifade edilmesine olanak tanır. Özellikle anlaşılması zor ve matematiksel olarak ifade edilebilen ağların diyagramlar halinde sunulması, anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır.

$$G=(V,E)$$

Denklem bir çizge olan G , düğümlerinden oluşan bir V kümesini ve E bağlantılarının bir kümesini temsil eder. Burada modellenecek varlıklar (Vertex) (V) ve varlıklar arasındaki ilişkiler (Edges) (E) olarak temsil edilir (van der Hofstad, 2017). Gerçek hayattaki bir problem bir çizge ile modellendiğinde, problemler çizge teorisinde geliştirilen yöntemler kullanılarak çözülebilir ve daha sonra gerçek hayatta yeniden uygulanabilir. Bu çalışma, çizge teorisine

dayalı karmaşık bir ağ analizinin, MS hastalarına uygulanan testler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkardığını göstermeyi amaçlamaktadır.

Novartis firmasının 2017'de geliştirdiği MS Takip™ mobil uygulaması, MS hastalarının kişiselleştirilmiş olarak genel sağlık durumlarını ve hastalık belirtilerinin takibinde bireylere yardımcı olmaktadır. Uygulamada, günlük olarak kullanılan ilaçları, randevuları hatırlatma, egzersiz programı ve alerji bölümleri yer almaktadır. Uygulamanın Türkçe olması ve kişiselleştirilmiş verileri incelemesi açısından oldukça etkili olduğu söylenebilir ancak veri tabanı denge sorunlarına yönelik gelişmiş değildir. Algantekin (2013) çalışmasında, MS'li hastalarda yorgunluğun denge üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışma grubunda yer alan 20-40 yaşlarında değişen MS hastalarında yorgunluk ve denge arasında düşük bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Ancak çalışma, denge değerlerine yer vermemiştir.

Küçük ve arkadaşları (2018)'in çalışmasında 17 MS'li hastanın denge sorunları, Romberg, Expanded Disability Status Scale ve Berg Denge Ölçeği ile değerlendirilmiştir. Elde edilen parametreler ve çalışılan hasta sayıları bakımından mevcut proje ile farklılaşmaktadır. Karaca (2012)'nin kapsamlı çalışmasında, MS teşhis süreci için matematiksel bir modelleme oluşturup yorumlamıştır. Mevcut proje ile farklılaşması ile birlikte elde edilen sonuçlarla böyle bir matematiksel model oluşturulması için ilham vermektedir.

Yapılan çalışmalara bakıldığında MS ile ilgili yapılmış pek çok çalışmaya ulaşmak mümkündür ancak denge sorunundaki parametrelerin doğrudan incelendiği ve cinsiyet-yaş kategorilerine ayrılmasıyla ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmada elde edilen veriler bir yapay zeka algoritması için veri setini oluşturmaktadır. Yapılacak uygulamaya cinsiyet ve yaş değerleri girilmesi ile hangi parametrelere öncelik verilmesi gerektiği ve hızlı bir görselde yapılması gereken testlerin neler olduğunu sıralayabilir. Ayrıca bu yöntemi doktorlar karar almada kullanabileceği gibi ilaç sektörü de MS hastalarının yaş ve cinsiyet ayrımına göre önleyici, tedavi edici gelişmelerde bu verilerin sonuçlarını göz önünde bulundurabilecektir. Sonuç olarak mevcut çalışmada, literatür incelendiğinde, cinsiyet ve yaş gruplarına göre ayırım yapan ve bunun MS hastalığı ve yapılan testler arasındaki ilişkiyle bağıntısını inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda gerçek hastalardan elde edilen test sonuçlarını cinsiyet ve yaş değişkenlerine göre ağ analizi yapılmış ve sonuçlar yapay zeka destekli program aracılığı ile desteklenmiştir.

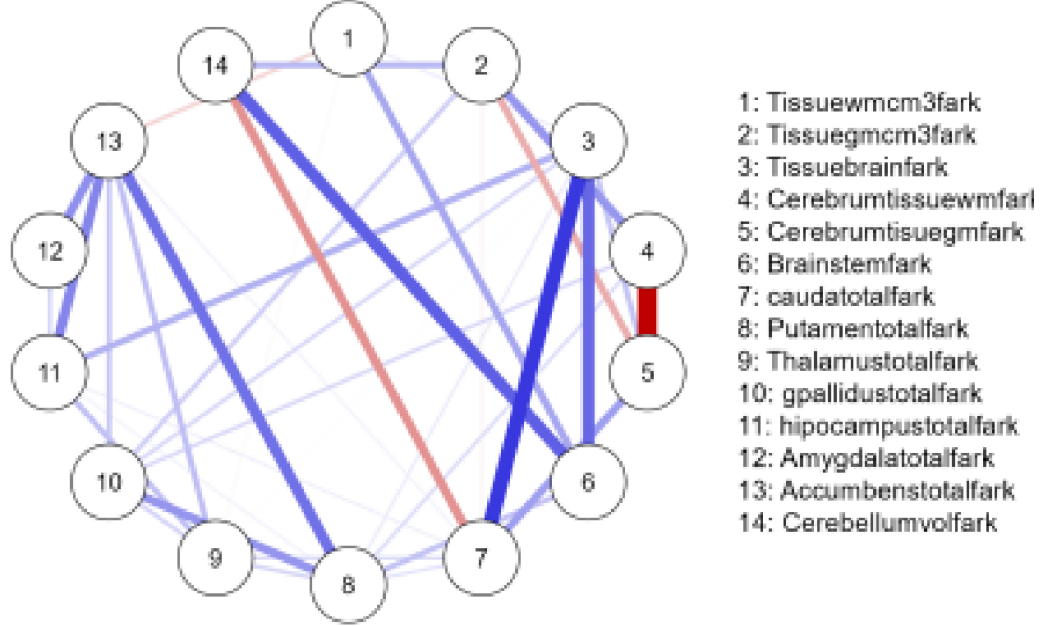
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada önerilen çözüm, MS'li hastalara uygulanana denge testlerinden elde edilen parametrelerin yaş ve cinsiyete göre analizlerinin çizge kuramı temelli olan *ağ analizi* ile belirlemektir. Denge sorununa yönelik parametreler, MS hastası 46 yetiştikten alınan 14 farklı test verisi incelenmiş ve yorumlanmıştır.

Ağ analiz yöntemi uygulanırken yapay zeka destekli JASP (Jeffreys's Amazing Statistics Program) uygulaması kullanılmıştır. Program, istatistiksel analiz için ücretsiz ve açık kaynaklı bir programdır. Program, genellikle anlaşılması kolay tablolar ve grafikler ürettiğinden ve açık kaynaklı olmasından dolayı tercih edilmiştir.

Ağ analizi, değişkenler arasındaki ağ yapısını ve bu ağ yapısının özelliklerini ortaya koymak, ağdaki güçlü ve zayıf bağları tanımlamak, ağdaki etkileşimin yoğunluğunu belirlemek ve değişkenlerin ağdaki rollerini ortaya koymak amacıyla kullanılmaktadır. Ağ; çizge, düğümlerden (köşeler) ve bu düğümleri birbirine bağlayan kenarlardan (yaylardan,

bağıntılardan) oluşmaktadır. Ağ yapısındaki kenarların kalınlığı değişkenler arasındaki ilişkinin şiddetini, mavi renkler değişkenler arasındaki pozitif ilişkiyi kırmızı renkler ise değişkenler arasındaki negatif ilişkiyi göstermektedir. Görsel 1’de cinsiyet ve yaş ayrımı olmaksızın test sonuçlarından elde edilen 14 parametre arasındaki ilişkiyi gösteren ağ yapısı görselleştirilmiştir.



Görsel 1: Test Verilerinin Birbiri ile İlişisini Gösteren Ağ Yapısı

Görsel 1’de görselleştirilen ilişkiyi daha ayrıntılı açıklayabilmek için ağ analizinde kullanılan merkezilik ölçütlerinden de yararlanılmıştır.

2.1. Karmaşık Ağ Analizinde Temel Merkezilik Ölçütleri

Merkezilik ölçütleri bir ağdaki güçlü, zayıf, ilişkili ve ilişkisiz bağlantıları ortaya koymaktadır. Çalışmada, derece, yakınlık, arasındalık, özvektör merkezilik ölçütlerinden yararlanılmıştır.

2.1.1. Derece Merkeziliği

Ağın merkezi düğümlerini tespit etmek için kullanılan ve temel bir ölçüt olan derece merkeziliği, bir ağdaki herhangi bir düğüme gelen bağlantı sayısı ile hesaplanır. Bu, hesaplaması basit olmasına rağmen, bir düğümün ağ içindeki konumunu belirleyebilmek için önemli bir ölçüttür. Genellikle karmaşık ağlarda, bir düğümün sahip olduğu bağlantı sayısı arttıkça o düğümün önemi ve etkisi artar. Gerçekte en yüksek dereceye sahip düğüm, ağın en aktif veya en etkili üyesi olarak yorumlanabilir.

$$(C_i)^D = \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

Bu bağlamda, i düğümü, derece merkeziliği hesaplanacak olan düğümü temsil ederken, j ise ağ içindeki diğer düğümleri ifade eder. Eğer i düğümü, ağın komşuluk matrisine göre

herhangi bir j düğümüne bağlı ise, o zaman $a_{ij}=1$ olur; aksi takdirde, $a_{ij}=0$ olur. Bu yöntemle, i düğümünün derecesi, kendisine bağlı olan diğer düğümlerin sayısının toplamı olarak ifade edilir.

2.1.2. Yakınlık Merkeziliği

Ağın merkezi düğümlerini tanımlamak amacıyla kullanılan diğer bir merkezilik ölçüsü olan yakınlık merkeziliği, bir ağdaki herhangi bir düğümün, diğer tüm düğümlere olan en kısa yol uzunluklarının (jeodezik mesafe) ortalaması ile hesaplanır. Yakınlık merkeziliği, bir düğümün ağdaki diğer düğümlere olan fiziksel veya bilgisayarlı yakınlığını ölçen bir ölçüdür. Bu metrik, ağdaki düğümler arasındaki en kısa yolların ortalama uzunluğunu temsil eder. Ağdaki tüm düğümlere en yakın olan düğüm, bilginin ağ içinde en hızlı görselde iletilmesini sağlayan kritik bir konumda bulunur.

$$(C_i)^C = (l_i)^{-1} = \frac{n-1}{\sum d_{ij}}$$

Bu bağlamda, d_{ij} , i ve j düğümleri arasındaki en kısa mesafeyi temsil eder ve i ile j arasındaki en kısa yolun uzunluğunu ifade eder. l_i ise, yakınlık merkeziliği hesaplanacak olan düğümün diğer tüm düğümlere olan ortalama mesafesini belirtir.

2.1.3. Arasındalık Merkeziliği

Ağdaki merkezi düğümleri belirlemek için kullanılan bir ölçüt olan arasındalık merkeziliği, hesaplaması karmaşık gibi görünse de, bir düğümden ne sıklıkla geçildiğini ölçerek önemli bilgiler sunan bir ölçüttür. Özellikle ağdaki farklı toplulukların kesişim noktalarında bulunan düğümlerin tanımlanmasında etkili bir merkezilik ölçütüdür. Bu merkezilik ölçütüne göre, üzerinden en fazla geçilen düğüm, ağdaki en merkezi düğümün bilgisini sunmaktadır.

$$(C_k)^B = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{G_{ikj}}{G_{ij}}, i \neq j \neq k$$

Bu bağlamda, C_k , i ve j düğümleri arasında bulunan n düğümünün arasındalık merkeziliğini ifade ederken, G_{ij} , i düğümünden j düğümüne olan en kısa yolların sayısını belirtir. G_{ikj} ise, i ile j düğümleri arasındaki ve aynı zamanda k düğümü üzerinden geçen en kısa yolların sayısı olarak kabul edilir.

2.1.4. Özvektör Merkeziliği

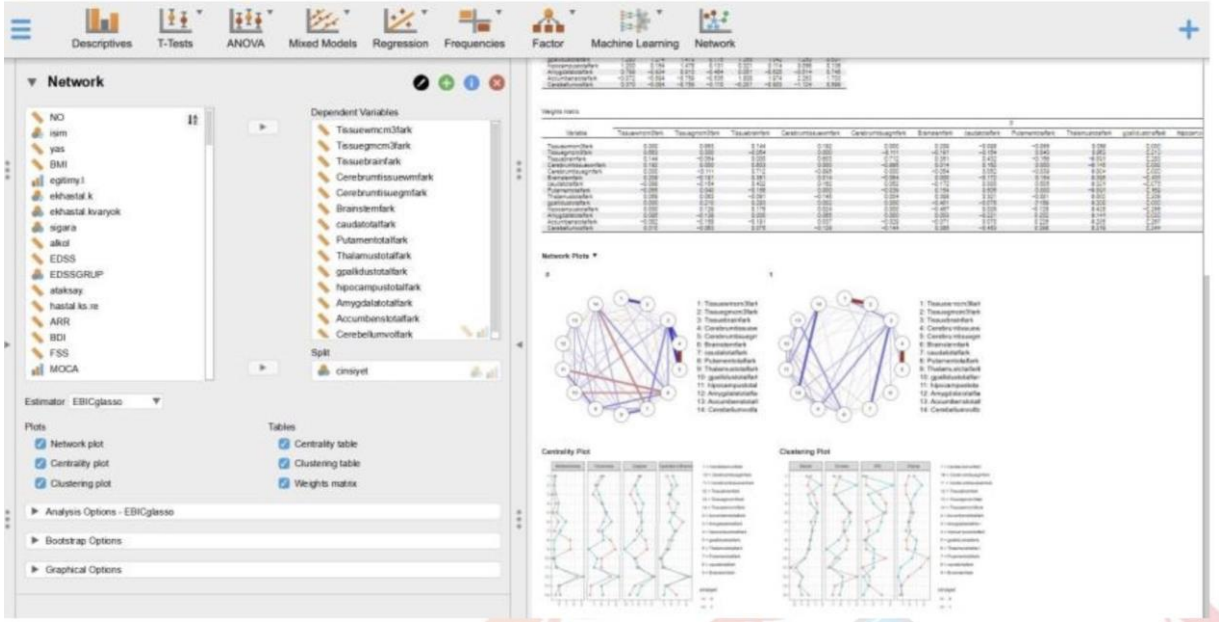
Ağ merkeziliği ölçümünde kullanılan diğer bir ölçüt olan özvektör merkeziliği, bir düğümün sadece bağlı olduğu düğümlerin sayısına değil, aynı zamanda bağlı olduğu düğümlerin kalitesine de dikkat etmektedir. Özvektör merkeziliği perspektifine göre, bir ağdaki bir düğümün anahtar düğümlere olan bağlantıları, diğer sıradan bağlantılardan daha fazla etkiye

sahip olabilir. Bir düğümün bağlı olduğu düğümlerin daha merkezi bir konumda olması, o düğümün daha merkezi bir konumda olduğunu gösterir. Bu ölçütü hesaplariken, komşu düğümlerin merkezilik seviyelerinin toplamı dikkate alınır.

$$X_v = \frac{1}{\lambda} \sum_{t \in M(v)} X_t \quad X_t = \frac{1}{\lambda} \sum_{v \in G} \alpha_{v,t} X_v$$

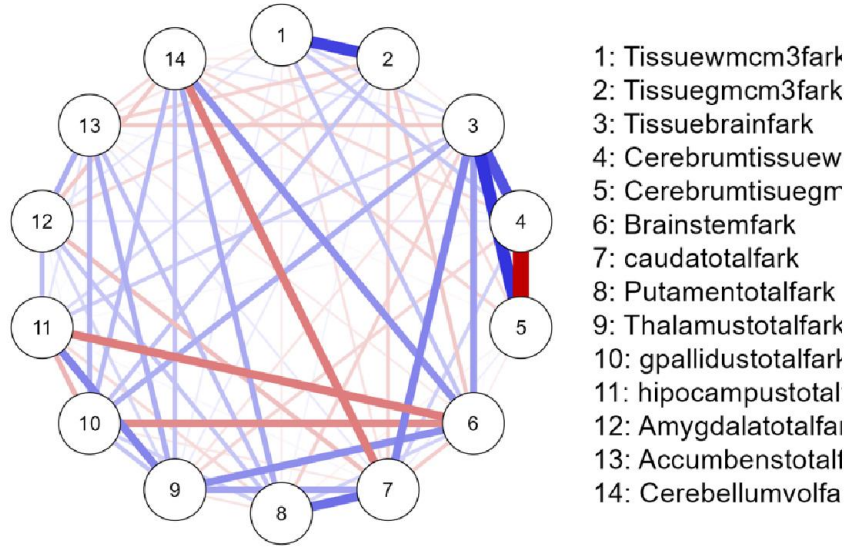
Bu bağlamda, $M(v)$, v düğümünün bağlı olduğu düğümler kümesini temsil ederken, G , ağdaki tüm düğümlerin kümesini gösterir. λ özvektör katsayısını, $\alpha_{v,t}$ komşu matrisi, X_v düğümünün özdeğerini ve X_t v düğümünün özvektörünü ifade eder.

Temel merkezilik özelliklerini yapay zeka tabanlı JASP uygulamasında cinsiyet ve 40 yaş öncesi-sonrası olarak çizgeler ve ilişkiler hesaplanmıştır. Ekran Görüntüsü 1' de görüldüğü gibi cinsiyete bağlı oluşan çizgeler ve merkezilik ölçütlerinin görselleştirilmiştir.



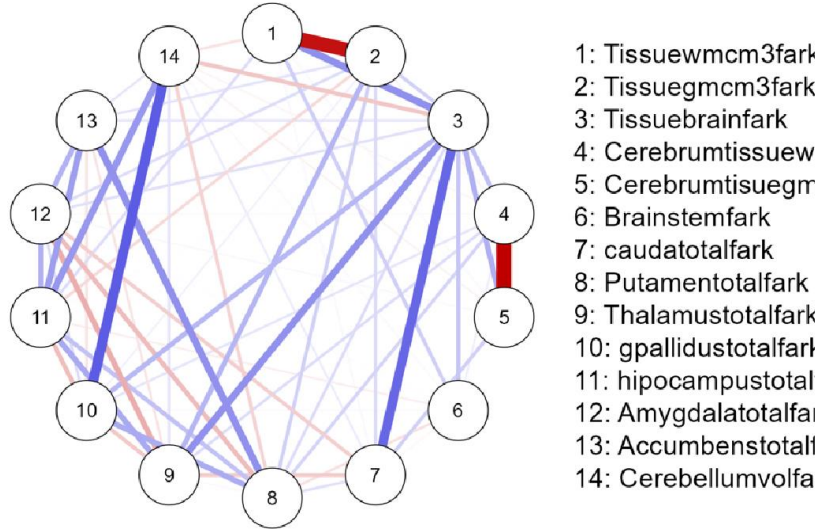
Ekran Görüntüsü 1: JASP Sonuç Ekranı

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME



Görsel 2: Erkek Hasta Verilerinin Birbiri ile İlişisini Gösteren Ağ Yapısı

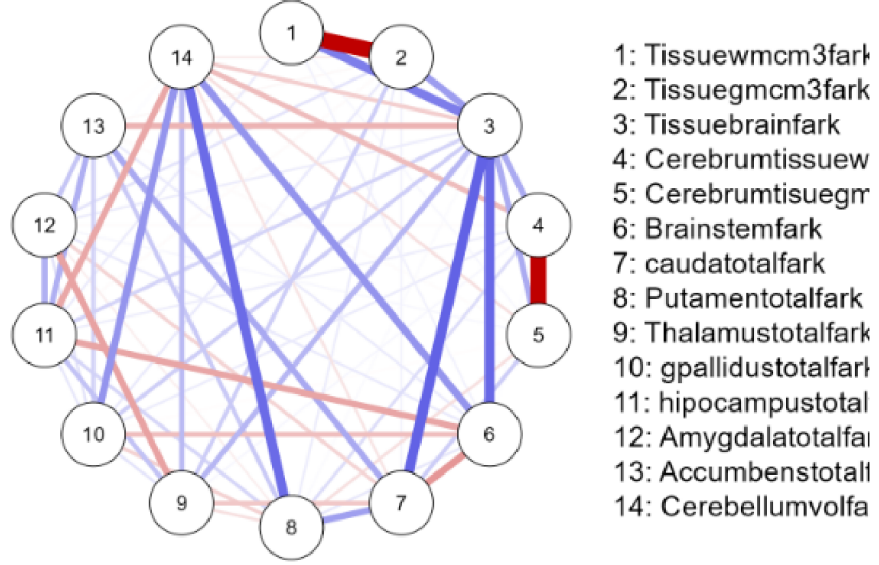
Görsel 2'ye göre MS tanısı konmuş erkek hastalarına uygulanan denge testleri sonucunda elde edilmiş değerlerin ilişkisi görselleştirilmiştir. Buna göre, erkek hastalarda en belirgin bağ pozitif yönlü olarak, 3 ile 5. değerler ile gösterilen tissuebrainfark ile cerebrumtisuegm arasındadır. Ayrıca 4 ve 5. veriler arasında da bağ kuvvetli olup, ters yönde birbirini etkilemektedir. Görsel 2'deki sonuçlara göre MS'li bir hastanın denge testlerinin sonuçları arasında daha hızlı ve doğru karar vermek için birbiri ile bağlantılı verilerin ilişki yoğunluğu göz önünde bulundurulabilir.



Görsel 3: Kadın Hasta Verilerinin Birbiri ile İlişisini Gösteren Ağ Yapısı

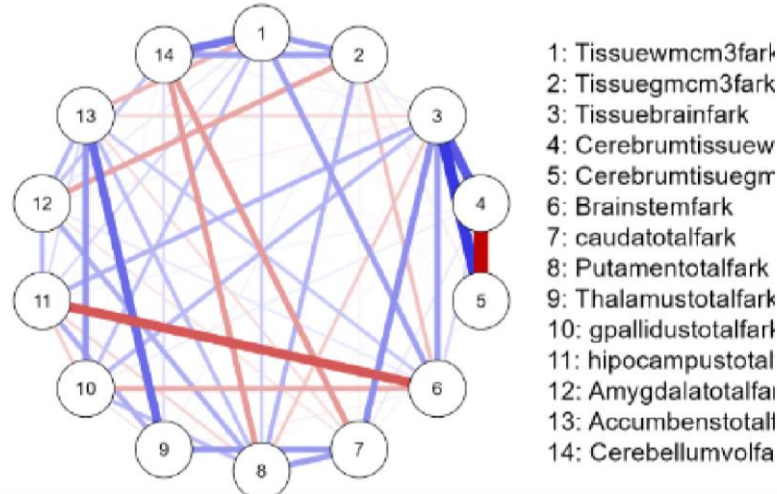
Görsel 3'te ise MS tanısı konmuş kadın hastalara uygulanan denge testleri sonucunda elde edilmiş değerlerin ilişkisi görselleştirilmiştir. Buna göre erkeklere göre farklılaşan 10 ve 14 numara ile gösterilmiş gpallidustotalfark ile cerebellumvolfa arasında pozitif yönde bağlantı bulunmaktadır. Bireylerin cinsiyeti ve yapılan testlerden alınan sonuçları arasındaki

bağıntı yapay zekâ temelli network analiziyle oluşturulmuştur. Kadın ve erkeklerdeki test değerlerinin sonuçları Görsel 1'e benzese de kadınlardaki hipocampustol ve erkeklerdeki acuumbenstootal ve bağlantıları sonuçları farklı ilişki düzeylerini vermiştir.



Görsel 4: 40 yaş altı MS'lilerin Verilerinin Birbiri ile İlişisini Gösteren Ağ Yapısı

Ayrıca yaş gruplarına göre incelendiğinde ise özellikle 40 yaş öncesi ve sonrasında test değerlerinin bağlantılarında farklılaşma tespit edilmiştir. Bu durum Görsel 4 ve Görsel 5 'te ağ yapısı ile görselleştirilmiştir.

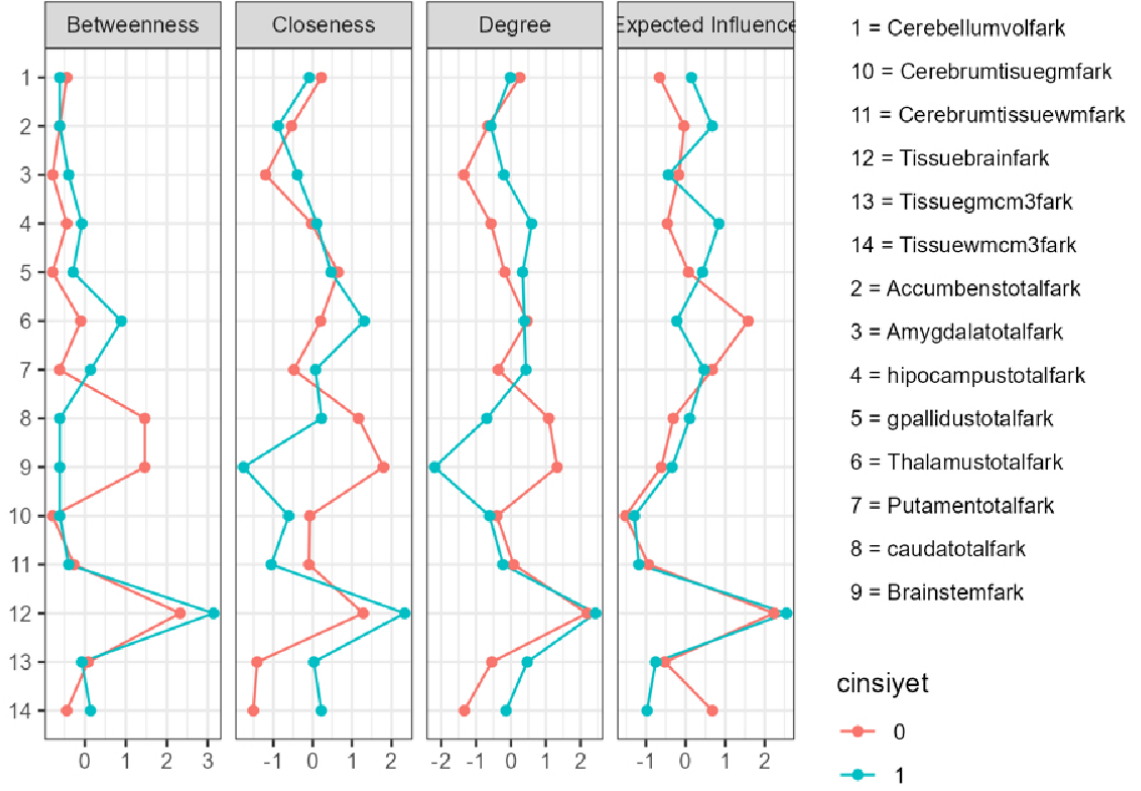


Görsel 5: 40 yaş üstü MS'lilerin Verilerinin Birbiri ile İlişisini Gösteren Ağ Yapısı

Cinsiyet ve yaş değerlerine göre uygulanan testlerden alınan sonuçların farklı değerlere sahip olması sebebiyle test verilerinin bu farklılıklar gözeterek yorumlanması daha hızlı ve doğru sonuçların çıkmasını sağlayacaktır. Bu sayede hem hastalığın teşhisi sırasında uygulanan test sayısı ve süresi minimuma indirgenebilecek hem de farklı gruplar arasındaki farklılık göz önüne alınarak uygulanan test tipleri düzenlenebilecektir. Testlerin uygulanma sırasında aralarındaki pozitif yönlü bağlantıya bağlı olarak yapılan değişiklikler test sonuçlarının sonuçlanma sürecini hızlandırabilecektir. Örneğin 3 ile belirtilen tissuebrainfark ve 5 ile

belirtilen cerebrumtissuegm arasındaki pozitif yönlü bağlantının büyüklüğü göz önüne alınarak 2 ile belirtilen tissuegmcm3fark'ın analizine yönelik testten önce 5 ile belirtilen cerebrumtissuegm değerinin analizinin yapılabilecektir. Böylece sonuçlara daha hızlı bir görselde erişilebilecektir.

Ayrıca çalışmada, oluşan ağ yapılarındaki parametrelerin temel merkezilik ölçütleri hesaplanarak yorumlanmıştır. Merkezilik ölçütleri kullanılarak elde edilen grafik Görsel 6'te görselleştirilmiştir.

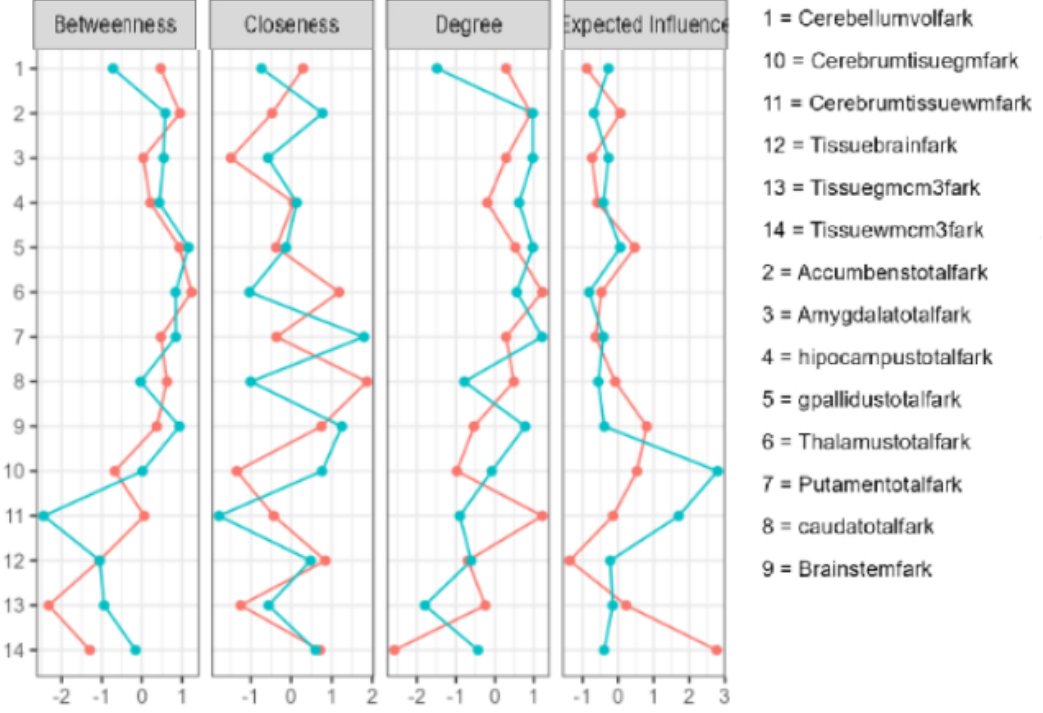


Görsel 6: MS Hastalarında Cinsiyetlere göre Merkezilik Ölçütleri
*Kırmızı (0): Erkek, Mavi (1): Kadın'ı temsil etmektedir.

Görsel 6, MS hastalarının cinsiyetlere göre ağ analizinde arasındalık, yakınlık, derece ve beklenen etkisinin ölçütlerine göre görselleştirilmiştir. Buna göre, cinsiyete göre farklılaşmalar daha net bir görselde görülmektedir. Örneğin derece merkeziliğinde, 9. değer ile gösterilen brainstemfark değeri kadınlarda ve erkeklerde farklı yönlerde ağ analizini yönlendirmektedir. Çünkü derece merkeziliği, ağ yapısındaki belirtilen değer için ağı en çok etkileyen değer gibi yorumlanmaktadır. Diğer ölçütlerde 9. değerini yani, brainstemfark değerinin kadın ve erkeklerde oldukça farklılaştığını gözlemlenmiştir. Ancak, 12. değer olarak görselleştirilen tissuebrainfark değerinin ise kadın ve erkeklerde anlamlı bir farklılık oluşturmadığı söylenebilir.

Ayrıca Görsel 6 ve Görsel 7 birlikte incelendiğinde cerebellumvolvark bölgesinin hem arasındalık merkeziliği hem de yakınlık merkeziliği açısından en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu, cerebellumvolvark parametresinin ağdaki diğer bölgeler arasında önemli bir bağlantı noktası olduğunu ve ağdaki diğer bölgelere kolayca erişebildiğini göstermektedir. cerebrumtissuegmfark parametresi ise yüksek derece merkeziliğine sahiptir. Bu,

cerebrumtissuegm fark bölgesinin ağda birçok bağlantıya sahip olduğunu göstermektedir. Beklenen etki ölçümüne göre, cerebellumvolfark parametresi en yüksek etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu, cerebellumvolfark parametresinin ağdaki diğer parametreler üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Genel olarak, Görsel 6-7'da gösterilen tablo, cerebellumvolfark parametresinin ağda önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Cerebellumvolfark ise, ağdaki diğer parametreler arasında bilgi aktarımında, ağdaki diğer bölgelere erişimde ve ağdaki diğer bölgeler üzerinde etkiye sahip olmada önemli bir rol oynamaktadır.



Görsel 7: MS Hastalarında Cinsiyetlere göre Merkezilik Ölçütleri
*Kırmızı: 40 yaş üstü, Mavi: 40 yaş altını temsil etmektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Proje, gerçek bir veri seti üzerinde gerçekleştirilen analizlere dayanmaktadır. Bu durum, analiz sonuçlarının güvenilirliğini sağlamaktadır. Bununla birlikte, daha fazla Multiple Skleroz hastasının verilerinin dahil edilmesi, analiz sonuçlarını daha sağlam hale getirebileceği önerilmektedir. Bu nedenle, çalışmanın kapsamının genişletilmesi, analiz ölçütlerini daha hassas hale getirme potansiyeline sahiptir. Çalışma, MS hastalığının denge sorunlarına odaklanmıştır. Ancak, gelecekte geliştirilecek uygulamaların hastalığın diğer süreçlerini de ele alacak görselde tasarlanması, çalışmanın etkisini artırabilir ve uygulama alanını genişletebilir.

KAYNAKÇA

Akkuş Y, Kapucu S. Multipl Skleroz ve Hasta Eğitimi. Hemşirelik Yüksekokulu Derg. (2006) 57–63.

Aslan, S. and Kaya, M., "Topic recommendation for authors as a link prediction problem", Future Generation Computer Systems, 89: 249–264 (2018).

- Borazan H, Kartal E, Telcioğlu Ş. Sklerozlu Olguda Anestezi Uygulaması. *Selcuk Tıp Derg.* 2007; 23: 95-98.
- Lesley JW and Rudolph H. Dressendorferi. Exercise and Multiple Sclerosis. *İsportsMed.* 2004; 34 (15): 1077-1100
- Luca P, Anna K, Nikolaos P, Laura L, Francesca T, Patrizia P, Carlo P. The Relationship Between İnfratentorial Lesions, Balance Deficit and Accidental Falls in Multiple Sclerosis. *Journal of the Neurological Sciences.* 304 (2011) 55–60.
- Özkarabulut, A. H., Onur, H. N., & Yaşar, İ. (2018). Multiple Skleroz (MS) hastalığı öncesi ve sonrası beslenme alışkanlıklarının karşılaştırılması, yeterli ve dengeli beslenmenin ms ataklarına olan etkisinin irdelenmesi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (6), 535-550.
- Özyiğit, F., Kabay, S. C., & Özlem, A. (2016). Multipl skleroz hastalarında ilaç kullanımı. *Klinik Tıp Aile Hekimliği*, 8(4), 11-15
- Pittion-VouyovitchS, DebouverieM, GuilleminF, VandenbergheN, AnxionnatR, VespignaniH. Fatigue in Multiple Sclerosis is Related to Disability, Depression and Quality of Life. *Journal of the Neurological Sciences.* 243 (2006), 39 – 45.
- Strogatz, S. H., "Exploring complex networks", *Nature*, 410 (6825): 268–276 (2001).
- Temiz, G. Semiha, A, Büşra, E, Elif, K. , Çivioğlu, E., Arın, S. ve Çoban, S. Gençlerde Nörolojik Hastalıklarda Farkındalık; Multiple Skleroz. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(2), 292-302.
- Tülek Z. (2013). Nörolojik sistem hastalıkları ve bakım. In: Durna Z., editor. *İç hastalıkları hemşireliği*. İstanbul: Akademi Basın ve Yayıncılık. p. 290-6. 6.
- Vallabh J, Rohit B. Quality of Life in Patients With Multiple Sclerosis: The İmpact of Fatigue and Depression. *Journal of the Neurological Sciences.* 205 (2002) ,51– 58.
- van der Hofstad, R., "Random Graphs and Complex Networks", Cambridge University Press, Cambridge, 255–263 (2017).
- Wasserman, S. and Faust, K., "Social Network Analysis", Cambridge University Press, (1994).

ASSESSMENT OF SHEAR STRENGTH PARAMETERS OF MODIFIED LOESS WITH COMMON ADMIXTURES IN GORGAN, IRAN

Seyed Erfan Hosseini, Mohammad K. Alizadeh, Amir Mesbah

Islamic Azad University, Aghghala Branch, Aghghala, Iran

Abstract:

Non-saturated soils that while saturation greatly decrease their volume, have sudden settlement due to increasing humidity, fracture and structural crack are called loess soils. Whereas importance of civil projects including: dams, canals and constructions bearing this type of soil and thereof problems, it is required for carrying out more research and study in relation to loess soils. This research studies shear strength parameters by using grading test, Atterberg limit, compression, direct shear and consolidation and then effect of using cement and lime additives on stability of loess soils is studied. In related tests, lime and cement are separately added to mixed ratios under different percentages of soil and for different times the stabilized samples are processed and effect of aforesaid additives on shear strength parameters of soil is studied. Results show that upon passing time the effect of additives and collapsible potential is greatly decreased and upon increasing percentage of cement and lime the maximum dry density is decreased; however, optimum humidity is increased. In addition, liquid limit and plastic index is decreased; however, plastic index limit is increased. It is to be noted that results of direct shear test reveal increasing shear strength of soil due to increasing cohesion parameter and soil friction angle.

Keywords: Loess Soils, Shear Strength, Cement, Lime.

DECHLORINATION OF WATER POLLUTANTS USING PALLADIUM: MECHANISMS OF CATALYST DEACTIVATION AND REGENERATION

Amira Soliman, Khaled Abdelrahman, Mona Al-Mansouri
Department of Environmental Chemistry, Cairo University, Egypt

Abstract:

Palladium-catalyzed hydrodechlorination is an advanced method for treating water contaminated with chlorinated organic compounds (COCs). This study explores the catalytic activity and deactivation mechanisms of Pd/Al₂O₃ catalysts in the presence of sulfur-containing compounds, such as sulfides, which inhibit performance by poisoning active sites. Experiments showed that oxidative regeneration using potassium permanganate under acidic conditions can fully restore catalytic efficiency within 30 minutes. This contrasts with neutral pH conditions, where regeneration was slower and incomplete. The findings highlight the potential of permanganate oxidation to re-activate palladium catalysts by removing Pd-bound sulfides. These insights could lead to more effective strategies for addressing water pollution through catalytic remediation.

Keywords: Hydrodechlorination, palladium catalyst, deactivation, regeneration, water treatment

OPTICAL CHARACTERISTICS OF ZINC OXIDE THIN FILMS DOPED WITH TRANSITION METALS

Lamia Khaldoun, Ismail Al-Farsi, Zeinab Ahmadi, Omar Al-Yahya
Department of Materials Science, Sultan Qaboos University, Oman

Abstract:

This research investigates the optical properties of zinc oxide (ZnO) thin films doped with transition metals, deposited on polycrystalline silicon substrates. Using atmospheric pressure chemical vapor deposition (APCVD), a low-cost technique, ZnO and doped-ZnO films were synthesized under controlled conditions. Optical characterization revealed that the substrate morphology significantly affects the reflectance and optical parameters. The presence of transition metal dopants induced a notable shift in plasma frequency, resulting in variations in free carrier absorption. Reflectance was higher in doped films, influenced by the roughness of the substrate. A detailed analysis using the extended Drude model demonstrated improved optical conductivity in doped films compared to undoped samples. This study provides valuable insights into optimizing ZnO-based materials for applications in photonics and optoelectronics.

Keywords: Zinc oxide, thin films, doping, optical properties, APCVD

METHANE AND VOLATILE ORGANIC COMPOUND EMISSIONS FROM PETROLEUM REFINERIES IN THE MIDDLE EAST

Huda Al-Najjar, Ahmed Hassan, Samira El-Mohandes
Department of Environmental Studies, University of Jordan, Jordan

Abstract:

Airborne emissions from petroleum refineries pose significant environmental and health risks. This study quantifies methane and non-methane volatile organic compounds (VOCs) emitted from flaring activities at oil refineries in the Middle East. Using data from 2020, flaring emissions were analyzed with the ISCST3 dispersion model to calculate ground-level concentrations near refinery sites. Results indicate that VOC levels exceed regional ambient air quality standards, particularly near densely populated areas. The study highlights the need for stringent monitoring and mitigation strategies to reduce flaring-related emissions.

Recommendations include upgrading flare systems and implementing advanced emission control technologies to minimize environmental degradation and public health impacts.

Keywords: Methane emissions, volatile organic compounds, oil refineries, air pollution, ISCST3 model

ADSORPTION OF HEAVY METALS USING BIOCHAR DERIVED FROM COCONUT SHELL

Priya Sharma, Ravi Narayan, Deepa Kulkarni
Department of Environmental Science, Indian Institute of Science, Bangalore, India

Abstract:

Biochar derived from coconut shells was investigated as an adsorbent for the removal of lead (Pb^{2+}) ions from aqueous solutions. Batch experiments assessed the influence of pH, ion concentration, contact time, and temperature on adsorption efficiency. Optimal removal occurred at pH 6. Characterization techniques, including SEM, PXRD, and FTIR, confirmed the high surface area and functional group diversity of the biochar. Adsorption data were modeled using Langmuir and Freundlich isotherms, with kinetics following a pseudo-second-order reaction. The biochar demonstrated excellent performance in removing Pb^{2+} from synthetic wastewater, highlighting its potential as a cost-effective, sustainable solution for industrial water treatment.

Keywords: Biochar, lead removal, adsorption isotherms, coconut shell, wastewater treatment

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SILVER NANOPARTICLES FOR ORGANIC MATRIX INCORPORATION

Rania Karim, Bassam Jaber, Layla Mahmoud
Department of Chemistry, Lebanese American University, Lebanon

Abstract:

The synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) incorporated into organic matrices was analyzed, focusing on the kinetics of their formation and stability. Spectrophotometric titration determined the complex composition as Ag₂TCPP (tetra(p-carboxyphenyl)porphyrin). The rate-limiting step in Ag(I) binding exhibited a rate constant of $4.67 \times 10^2 \text{ mol}^{-1}\text{s}^{-1}$. Thermodynamic analysis revealed instability due to weak Ag-ligand interactions, corroborated by theoretical modeling. The results emphasize the critical role of reaction conditions in stabilizing AgNP complexes for applications in sensors and catalysts.

Keywords: Silver nanoparticles, porphyrin complex, kinetics, spectrophotometry, stability

ELECTRICAL CHARACTERIZATION OF POLYMER-BASED SCHOTTKY DIODES

Naveed Qureshi, Ayesha Khan

Department of Physics, Quaid-i-Azam University, Pakistan

Abstract:

This study investigates the electronic properties of Au/polyaniline/Ag Schottky diodes using current-voltage (I-V) measurements. The diodes displayed rectifying behavior with calculated ideality factors of 1.92 and barrier heights of 0.25 eV. Cheung's functions were applied to analyze series resistance, revealing values of 1.1 k Ω and 1.3 k Ω . The findings provide insights into optimizing polymer-based Schottky diodes for use in sensors and electronic devices.

Keywords: Schottky diodes, polyaniline, I-V characteristics, electronic properties

ENHANCED SEPARATION OF WATER-SOLUBLE VITAMINS USING MODIFIED HPTLC

Dr. Layla Rashidi, Hassan Bahrami, Mona Zadeh

Department of Pharmaceutical Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Iran

Abstract:

A novel High-Performance Thin Layer Chromatography (HPTLC) method for separating water-soluble vitamins was developed using oxalic acid-impregnated plates. The modified plates improved separation efficiency and resolution for vitamins C, B1, B2, and folic acid. Optimization of mobile phase composition yielded superior sensitivity and reproducibility compared to traditional methods. This technique provides a rapid and accurate tool for vitamin analysis in pharmaceuticals and food products.

Keywords: HPTLC, water-soluble vitamins, oxalic acid, analytical method

EXERGY ANALYSIS OF MULTISTAGE REFRIGERATION CYCLES FOR HYDROCARBON RECOVERY

Mohammad Rahmani, Sima Tavakoli, Farhad Esfandiari

Department of Mechanical Engineering, Isfahan University of Technology, Iran

Abstract:

This study examines the exergy efficiency of multistage refrigeration cycles used in hydrocarbon recovery processes. Computational modeling identified the components with the highest exergy destruction, including heat exchangers and expansion valves. The cycle's exergetic efficiency was calculated at 39.9%, suggesting significant room for improvement. Sensitivity analysis revealed pressure drops and molar flows as key factors influencing performance. These findings support optimizing cycle design to enhance energy efficiency in hydrocarbon recovery plants.

Keywords: Exergy analysis, refrigeration cycle, hydrocarbon recovery, energy efficiency

ANALYSIS OF BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) SOFTWARE DEVELOPMENT STRATEGIES IN A CLOUD ENVIRONMENT

Dr. Mia Torres

ICT Convergence and Integration Research Division, SOC Research Institute, Korea Institute of Construction Technology, Senior Researcher

Abstract:

According as the Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry projects have grown more complex and larger, the number of utilization of BIM for 3D design and simulation is increasing significantly. Therefore, typical applications of BIM such as clash detection and alternative measures based on 3-dimensional planning are expanded to process management, cost and quantity management, structural analysis, check for regulation, and various domains for virtual design and construction. Presently, commercial BIM software is operated on single-user environment, so initial cost is so high and the investment may be wasted frequently. Cloud computing that is a next-generation internet technology enables simple internet devices (such as PC, Tablet, Smart phone etc) to use services and resources of BIM software. In this paper, we suggested developing method of the BIM software based on cloud computing environment in order to expand utilization of BIM and reduce cost of BIM software. First, for the benchmarking, we surveyed successful case of BIM and cloud computing. And we analyzed needs and opportunities of BIM and cloud computing in AEC Industry. Finally, we suggested main functions of BIM software based on cloud computing environment and developed a simple prototype of cloud computing BIM software for basic BIM model viewing.

Keywords: Construction IT, BIM(Building Information Modeling), Cloud Computing, BIM Service Based Cloud Computing, Viewer Based BIM Server, 3D Design.

SIMULATION AND PARAMETRIZATION OF A C-SHAPED ELECTROMAGNET USING FINITE ELEMENT METHODS FOR MAGNETIC CHARACTERIZATION

Dr. L. Rivera, M. Castaneda

Departamento de Ciencias Básicas, Grupo Electromagnetismo Aplicado, Universidad EAFIT,
Medellín, Colombia

Abstract:

This article presents the simulation, parameterization and optimization of an electromagnet with the C-shaped configuration, intended for the study of magnetic properties of materials. The electromagnet studied consists of a C-shaped yoke, which provides self-shielding for minimizing losses of magnetic flux density, two poles of high magnetic permeability and power coils wound on the poles. The main physical variable studied was the static magnetic flux density in a column within the gap between the poles, with 4cm² of square cross section and a length of 5cm, seeking a suitable set of parameters that allow us to achieve a uniform magnetic flux density of 1x10⁴ Gauss values above this in the column, when the system operates at room temperature and with a current consumption not exceeding 5A. By means of a magnetostatic analysis by the finite element method, the magnetic flux density and the distribution of the magnetic field lines were visualized and quantified. From the results obtained by simulating an initial configuration of electromagnet, a structural optimization of the geometry of the adjustable caps for the ends of the poles was performed. The magnetic permeability effect of the soft magnetic materials used in the poles system, such as low-carbon steel (0.08% C), Permalloy (45% Ni, 54.7% Fe) and Mumetal (21.2% Fe, 78.5% Ni), was also evaluated. The intensity and uniformity of the magnetic field in the gap showed a high dependence with the factors described above. The magnetic field achieved in the column was uniform and its magnitude ranged between 1.5x10⁴ Gauss and 1.9x10⁴ Gauss according to the material of the pole used, with the possibility of increasing the magnetic field by choosing a suitable geometry of the cap, introducing a cooling system for the coils and adjusting the spacing between the poles. This makes the device a versatile and scalable tool to generate the magnetic field necessary to perform magnetic characterization of materials by techniques such as vibrating sample magnetometry (VSM), Hall-effect, Kerr-effect magnetometry, among others. Additionally, a CAD design of the modules of the electromagnet is presented in order to facilitate the construction and scaling of the physical device.

Keywords: Electromagnet, Finite Elements Method, Magnetostatic, Magnetometry, Modeling.

THERMAL CONDUCTIVITY ANALYSIS OF LIGHTWEIGHT WOODEN STRUCTURES INSULATED WITH MINERAL WOOL

D. Hargreaves, R. Baxter

Department of Materials Science and Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.

Abstract:

The major part of light weight timber constructions consists of insulation. Mineral wool is the most commonly used insulation due to its cost efficiency and easy handling. The fiber orientation and porosity of this insulation material enables flowthrough. The air flow resistance is low. If leakage occurs in the insulated bay section, the convective flow may cause energy losses and infiltration of the exterior wall with moisture and particles. In particular the infiltrated moisture may lead to thermal bridges and growth of health endangering mould and mildew. In order to prevent this problem, different numerical calculation models have been developed. All models developed so far have a potential for completion. The implementation of the flow-through properties of mineral wool insulation may help to improve the existing models. Assuming that the real pressure difference between interior and exterior surface is larger than the prescribed pressure difference in the standard test procedure for mineral wool ISO 9053 / EN 29053, measurements were performed using the measurement setup for research on convective moisture transfer "MSRCMT". These measurements show, that structural inhomogeneities of mineral wool effect the permeability only at higher pressure differences, as applied in MSRCMT. Additional microscopic investigations show, that the location of a leak within the construction has a crucial influence on the air flow-through and the infiltration rate. The results clearly indicate that the empirical values for the acoustic resistance of mineral wool should not be used for the calculation of convective transfer mechanisms.

Keywords: convection, convective transfer, infiltration, mineralwool, permeability, resistance, leakage

IDENTIFICATION OF CAUSES FOR INADEQUATE CONSTRUCTION SITE SAFETY AND PRIORITY ASSESSMENT FROM MULTIPLE VIEWPOINTS

Cheng Wei, Ying Zhao

Faculty of Construction Management and Real Estate, Chongqing University, P.R.China

Abstract:

Construction site safety in China has aroused comprehensive concern all over the world. It is imperative to investigate the main causes of poor construction site safety. This paper divides all the causes into four aspects, namely the factors of workers, object, environment and management and sets up the accident causes element system based on Delphi Method. This is followed by the application of structural equation modeling to examine the importance of each aspect of causes from the standpoints of different roles related to the construction respectively. The results indicate that all the four aspects of factors are in need of improvement, and different roles have different ideas considering the priority of those factors. The paper has instructive significance for the practitioners to take measures to improve construction site safety in China accordingly.

Keywords: construction site safety, Delphi Method, structuralequation modeling, different perspective.

STABILITY OPTIMIZATION FOR FUNCTIONALLY GRADED PIPES IN FLUID TRANSPORT APPLICATIONS

Nabil S. Asfour, Dr. Zainab M. Ali

National Research Centre, 12622 Dokki, Cairo, Egypt

Abstract:

This paper presents an exact analytical model for optimizing stability of thin-walled, composite, functionally graded pipes conveying fluid. The critical flow velocity at which divergence occurs is maximized for a specified total structural mass in order to ensure the economic feasibility of the attained optimum designs. The composition of the material of construction is optimized by defining the spatial distribution of volume fractions of the material constituents using piecewise variations along the pipe length. The major aim is to tailor the material distribution in the axial direction so as to avoid the occurrence of divergence instability without the penalty of increasing structural mass. Three types of boundary conditions have been examined; namely, Hinged-Hinged, Clamped- Hinged and Clamped-Clamped pipelines. The resulting optimization problem has been formulated as a nonlinear mathematical programming problem solved by invoking the MatLab optimization toolbox routines, which implement constrained function minimization routine named "fmincon" interacting with the associated eigenvalue problem routines. In fact, the proposed mathematical models have succeeded in maximizing the critical flow velocity without mass penalty and producing efficient and economic designs having enhanced stability characteristics as compared with the baseline designs.

Keywords: Functionally graded materials, pipe flow, optimumdesign, fluid- structure interaction

DESIGN OPTIMIZATION OF THE LAUNCH NOSE IN INCREMENTAL LAUNCHING OF CONTINUOUS BRIDGES

Tianyu Liu, Feng Zhou, Liang Chen

School of Civil Engineering and Transportation, South China University of Technology,
Guangzhou, 510640, China

Abstract:

The launching nose plays an important role in the incremental launching construction. The parameters of the launching nose essentially affect the internal forces of the girder during the construction. The appropriate parameters can decrease the internal forces in the girder and save the material and reduce the cost. The simplified structural model, which is made with displacement method according to the characteristic of incremental launching construction and the variation rule of the internal forces, calculates and analyzes the effect of the length, the rigidity and weight of launch nose on the internal forces of girder during the incremental launching construction. The method, which can calculate the launching nose parameters for the optimum incremental launching construction, is achieved. This method is simple, reliable and easy for practical use.

Keywords: incremental launching, launching nose, optimum analysis, displacement method

UTILIZATION OF "STREAMLINED" MATERIAL ACCOUNTING METHODS FOR ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

Dr. Emma J. Richards

School of Chemical Engineering, University of Queensland, Brisbane, Australia.

Abstract:

This paper reports a new application of material accounting techniques to characterise and quantify material stocks and flows at the “neighbourhood” scale. The study area is the main campus of the University of New South Wales in Sydney, Australia. The system boundary is defined by the urban structural unit (USU), a typological construct devised to facilitate assessment of the metabolism of urban systems. A streamlined material flow analysis (MFA) was applied to quantify the stocks and flows of key construction materials within the campus USU over time, drawing on empirical data from a major campus development project. The results are reviewed to assess the efficacy of the method in supporting urban environmental evaluation and design practice, for example to facilitate estimation of significant impacts such as greenhouse gas emissions. It is concluded that linking a service (in this case, teaching students) enabled by a given product (university buildings) to the amount of materials used in creating that product offers a potential way to reduce the environmental impact of that service, through more efficient use of materials.

Keywords: Construction materials, material flow analysis, urban metabolism, urban structural unit.

DEVELOPMENT OF MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPS) FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTION

Bianca Schweiger, Lucile Bahnweg, Barbara Palm, Ute Steinfeld

KIST Europe Forschungsgesellschaft mbH, Campus E 7.1, D-66123 Saarbruecken, Germany

Abstract:

The occurrence and removal of trace organic contaminants in the aquatic environment has become a focus of environmental concern. For the selective removal of carbamazepine from loaded waters molecularly imprinted polymers (MIPs) were synthesized with carbamazepine as template. Parameters varied were the type of monomer, crosslinker, and porogen, the ratio of starting materials, and the synthesis temperature. Best results were obtained with a template to crosslinker ratio of 1:20, toluene as porogen, and methacrylic acid (MAA) as monomer. MIPs were then capable to recover carbamazepine by 93% from a 10⁻⁵ M landfill leachate solution containing also caffeine and salicylic acid. By comparison, carbamazepine recoveries of 75% were achieved using a nonimprinted polymer (NIP) synthesized under the same conditions, but without template. In landfill leachate containing solutions carbamazepine was adsorbed by 93-96% compared with an uptake of 73% by activated carbon. The best solvent for desorption was acetonitrile, with which the amount of solvent necessary and dilution with water was tested. Selected MIPs were tested for their reusability and showed good results for at least five cycles. Adsorption isotherms were prepared with carbamazepine solutions in the concentration range of 0.01 M to 5*10⁻⁶ M. The heterogeneity index showed a more homogenous binding site distribution.

Keywords: Carbamazepine, landfill leachate, removal, reuse

REMOVAL OF PENTACHLOROPHENOL THROUGH ADSORPTION AND BIODEGRADATION PROCESSES

Dr. Emma Thompson, Dr. Liam Carter

Rakmi Abd Rahman is with the National University of Malaysia,
Department of Chemical and Process, Faculty of Engineering and Built
Environment, 43600, Bangi Selangor

Nurina Anuar is with National University of Malaysia

Abstract:

Removal of PCP by a system combining biodegradation by biofilm and adsorption was investigated here. Three studies were conducted employing batch tests, sequencing batch reactor (SBR) and continuous biofilm activated carbon column reactor (BACCOR). The combination of biofilm-GAC batch process removed about 30% more PCP than GAC adsorption alone. For the SBR processes, both the suspended and attached biomass could remove more than 90% of the PCP after acclimatisation. BACCOR was able to remove more than 98% of PCP-Na at concentrations ranging from 10 to 100 mg/L, at empty bed contact time (EBCT) ranging from 0.75 to 4 hours. Pure and mixed cultures from BACCOR were tested for use of PCP as sole carbon and energy source under aerobic conditions. The isolates were able to degrade up to 42% of PCP under aerobic conditions in pure cultures. However, mixed cultures were found able to degrade more than 99% PCP indicating interdependence of species.

Keywords: Adsorption, biodegradation, identification, isolated bacteria, pentachlorophenol.

DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF VAGINAL SUPPOSITORIES INCORPORATING LACTOBACILLUS STRAINS

Aisha M. Elshafie, Sara H. Qureshi

Prince of Songkla University, Songkla, 90110 Thailand

Abstract:

The objective of this study was to develop vaginal suppository containing lactobacillus. Four kinds of vaginal suppositories containing *Lactobacillus paracasei* HL32 were formulated: 1) a conventional suppository with Witepsol H-15 as a base, 2) a conventional suppository with mixed polyethylene glycols (PEGs) as a base, 3) a hollow-type suppository with Witepsol H-15 as a base and 4) a hollow-type suppository with mixed PEGs as a base. The release studies demonstrated that the hollow-type suppository with mixed PEGs as the base gave the highest release of *L. paracasei* HL32 and was microbiological stable after storage at 2- 8°C over the period of 3 months.

Keywords: *Lactobacillus paracasei* HL32, vaginal suppository, release study, hollow-type, viability.

SERICIN FILM: IMPACT OF CONCENTRATION ON PHYSICAL CHARACTERISTICS

Fatima Zahra, Ali R. Khan, Zainab S. Malik, Haroon J. Ahmad

Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University, Thailand

Abstract:

Silk sericin (SS) is a glue-like protein from silkworm cocoon. With its outstanding moisturization and activation collagen synthesis properties, silk protein is applied for wound healing. Since wound dressing in film preparation can facilitate patients- convenience and reduce risk of wound contraction, SS and polyvinyl alcohol (PVA) films were prepared with various concentrations of SS. Their physical properties such as surface density, light transmission, protein dissolution and tensile modulus were investigated. The results presented that 3% SS with 2% PVA is the best ingredient for SS film forming.

Keywords: Sericin, silk protein, film, wound healing.

EVALUATION AND VALIDATION OF AN OPTIMIZED RP-HPLC METHOD WITH FLUORESCENT DETECTION FOR NORFLOXACIN

R. Smithson, K. G. Cheng, T. F. Moreno

Department of Mechanical Engineering, University of Sydney, Sydney, Australia.

Abstract:

A new reverse phase-high performance liquid chromatography (RP-HPLC) method with fluorescent detector (FLD) was developed and optimized for Norfloxacin determination in human plasma. Mobile phase specifications, extraction method and excitation and emission wavelengths were varied for optimization. HPLC system contained a reverse phase C18 (5 μm , 4.6 mm \times 150 mm) column with FLD operated at excitation 330 nm and emission 440 nm. The optimized mobile phase consisted of 14% acetonitrile in buffer solution. The aqueous phase was prepared by mixing 2g of citric acid, 2g sodium acetate and 1 ml of triethylamine in 1 L of Milli-Q water was run at a flow rate of 1.2 mL/min. The standard curve was linear for the range tested (0.156–20 $\mu\text{g/mL}$) and the coefficient of determination was 0.9978. Aceclofenac sodium was used as internal standard. A detection limit of 0.078 $\mu\text{g/mL}$ was achieved. Run time was set at 10 minutes because retention time of norfloxacin was 0.99 min. which shows the rapidness of this method of analysis. The present assay showed good accuracy, precision and sensitivity for Norfloxacin determination in human plasma with a new internal standard and can be applied pharmacokinetic evaluation of Norfloxacin tablets after oral administration in human.

Keywords: Norfloxacin, Aceclofenac sodium, Method optimization, RP-HPLC method, Fluorescent detection, Calibration curve.

ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF PLUMERIA ALBA FLOWERS

Omar Hassan, Neha A. Mehta, Clara S. Jennings, Faisal K. Rahman

*University Technology Mara, Kuala Pilah branch, Negeri Sembilan, Malaysia

**Management and Science university, Shah Alam, Selangor, Malaysia

Abstract:

Antibacterial activity of *Plumeria alba* (Frangipani) petals methanolic extracts were evaluated against *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Enterococcus faecalis* and *Serratia marcescens* by using disk diffusion method. Concentration extracts (80 %) showed the highest inhibition zone towards *Escherichia coli* (14.3 mm). Frangipani extract also showed high antibacterial activity against *Staphylococcus saprophyticus*, *Proteus vulgaris* and *Serratia marcescens*, but not more than the zones of the positive control used. Comparison between two broad spectrum antibiotics to frangipani extracts showed that the 80 % concentration extracts produce the same zone of inhibition as Streptomycin. Frangipani extracts showed no bacterial activity towards *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Enterococcus faecalis*. There are differences in the sensitivity of different bacteria to frangipani extracts, suggesting that frangipani-s potency varies between these bacteria. The present results indicate that frangipani showed significant antibacterial activity especially to *Escherichia coli*.

Keywords: Frangipani, *Plumeria alba*, anti microbial, *Escherichia coli*

PREEMPTIVE DETECTION OF FALSE ALERTS IN DRUG-DRUG INTERACTIONS

Dr. J. L. Martin, Dr. S. K. Patel

Institute of Biomedical Informatics, National Yang-Ming University, No. 155, Sec. 2, Linong St., Beitou District, Taipei City 112, Taiwan

Abstract:

Researchers of drug-drug interaction alert systems have often suggested that there were high overridden rate for alerts and also too false alerts. However, research about decreasing false alerts is scant. Therefore, the aim of this article attempts to proactive identification of false alert for drug-drug interaction and provide solution to decrease false alerts. This research involved retrospective analysis prescribing database and calculated false alert rate by using MYSQL and JAVA. Results of this study showed 17% of false alerts and the false alert rate in the hospitals (37%) was more than in the clinics. To conclude, this study described the importance that drug-drug interaction alert system should not only detect drug name but also detect frequency or route, as well as in providing solution to decrease false alerts.

Keywords: drug-drug interaction, proactive identification, false alert

EFFECTS OF ETHANOLIC AND ISOPROPYL: HEXANE (7:3) EXTRACTS OF ZINGIBER OFFICINALE ROSE ON ANTIBACTERIAL ACTIVITY

Mei Chen, Jie Li, Xiaowei Wang

Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract:

In this investigation, the antibacterial effects of ethanolic and 7:3 isopropyl –hexane mixture extracts of *Zingiber officinale* were evaluated against three Gram positive bacteria, *B. cereus*, *S. epidermidis*, *S. aureus* and three Gram negative bacteria, *E. coli*, *K. pneumoniae* and *P. aeruginosa*. Utilizing paper disk diffusion and well methods in-vitro, MIC and MBC were determined by macrodilution. The results showed that ethanolic rhizome extract of ginger had significantly active than Isopropyl –hexane extract. Further work needs to be done in these extracts including fractionation to isolate active constituents and subsequent pharmacological evaluation.

Keywords: Antibacterial, Medicinal plant extract, *Zingiber officinale*.

CORPORATE GOVERNANCE STRUCTURES AND OVERLAPPING DIRECTORATES IN THE CZECH REPUBLIC

Assis. Prof. Dr. Ondřej Nowak

Department of Business Economics, Faculty of Business Administration, University of
Economics, Prague, Czech Republic

Abstract:

This paper presents an exploration into the structure of the corporate governance network and interlocking directorates in the Czech Republic. First a literature overview and a basic terminology of the network theory is presented. Further in the text, statistics and other calculations relevant to corporate governance networks are presented. For this purpose an empirical data set consisting of 2 906 joint stock companies in the Czech Republic was examined. Industries with the highest average number of interlocks per company were healthcare, and energy and utilities. There is no observable link between the financial performance of the company and the number of its interlocks. Also interlocks with financial companies are very rare.

Keywords: Corporate Governance, Interlocking Directorates, Network Theory, Czech Republic.

THE IMPACT OF STAKEHOLDER ENGAGEMENT STRATEGIES ON CONSUMER ADOPTION AND FINANCIAL SUCCESS: A STUDY OF THE FERTILIZER SECTOR IN VIETNAM

Nguyen Thi Thanh, Le Minh Khoa, Tran Van Hai, Hoang Thi Lan

Universiti Teknologi Petronas, Perak, Malaysia

Abstract:

There has been a growing emphasis in communication management from simple coordination of promotional tools to a complex strategic process. This study will examine the current marketing communications and engagement strategies used in addressing the key stakeholders. In the case of fertilizer industry in Malaysia, there has been little empirical research on stakeholder communication when major challenges facing the modern corporation is the need to communicate its identity, its values and products in order to distinguish itself from competitors. The study will employ both quantitative and qualitative methods and the use of Structural Equation Modeling (SEM) to establish a causal relationship amongst the key factors of stakeholder communication strategies and increment in consumers- choice/acceptance and impact on financial performance. One of the major contributions is a conceptual framework for communication strategies and engagement in increasing consumers- acceptance level and the firm-s financial performance.

Keywords: Consumers' acceptance, financial performance, stakeholder communication strategies.

ANALYSIS OF RUBBER BYPRODUCTS UTILIZATION AT VIGOR MANUFACTURING COMPANY

Y. Chantarasiri, T. Sokolov

Sarisa Pechpoohong is with the Suan Sunandha Rajabhat Bangkok, Thailand

Abstract:

The eco-efficient use of "waste" makes sense from economic, social, and environmental perspectives. By efficiency diverting "waste" products back into useful and/or profitable inputs, industries and entire societies can reap the benefits of improved financial profit, decreased environmental degradation, and overall well-being of humanity. In this project, several material flows at Company Limited were investigated. Principles of "industrial ecology" were applied to improve the management of waste rubbers that are used in the jewelry manufacturing process. complete this project, a brief engineering analysis stream, and investigated eco-efficient principles for more efficient handling of the materials and wastes were conducted, and the result were used to propose implementation strategies.

Keywords: Rubber, ecology, waste.

COMBATING MONEY LAUNDERING IN THE FINANCIAL SECTOR: LESSONS FROM THE INDONESIAN CONTEXT

Rani S. Kartika

Faculty of Law, University of Indonesia, Jakarta, Indonesia

Abstract:

This paper explores the issue of money laundering within the financial sector, focusing on the Indonesian context. It investigates the challenges and strategies employed to combat money laundering, highlighting the effectiveness of regulatory frameworks, enforcement measures, and financial monitoring systems. The study draws lessons from Indonesia's experiences with the Financial Transaction Reports and Analysis Centre (PPATK) and discusses the role of public-private partnerships in strengthening anti-money laundering efforts. By analyzing case studies and reviewing current policies, the paper aims to offer insights into how Indonesia's practices could inform global approaches to combating financial crimes.

Keywords: Money Laundering, Financial Sector, Indonesia, Anti-Money Laundering, Regulatory Framework

INTEGRATED ENERGY SOLUTIONS WITH A FOCUS ON RENEWABLE RESOURCES FOR SMALL INDUSTRIAL PARKS

Dr. Ivan Markovic, Jovan Petrovic

Department of Materials Science and Engineering, Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), Moscow, Russia.

Abstract:

The deficit of power for electricity demand reaches almost 30% for consumers in the last few years. This reflects with continually increasing the price of electricity, and today the price for small industry is almost 110Euro/MWh. The high price is additional problem for the owners in the economy crisis which is reflected with higher price of the goods. The paper gives analyses of the energy needs for real agro complex in Macedonia, private vinery with capacity of over 2 million liters in a year and with self grapes and fruits fields. The existing power supply is from grid with 10/04 kV transformer. The geographical and meteorological condition of the vinery location gives opportunity for including renewable as a power supply option for the vinery complex. After observation of the monthly energy needs for the vinery, the base scenario is the existing power supply from the distribution grid. The electricity bill in small industry has three factors: electricity in high and low tariffs in kWh and the power engaged for the technological process of production in kW. These three factors make the total electricity bill and it is over 110 Euro/MWh which is the price near competitive for renewable option. On the other side investments in renewable (especially photovoltaic (PV)) has tendency of decreasing with price of near 1,5 Euro/W. This means that renewable with PV can be real option for power supply for small industry capacities (under 500kW installed power). Therefore, the other scenarios give the option with PV and the last one includes wind option. The paper presents some scenarios for power supply of the vinery as the followings: • Base scenario of existing conventional power supply from the grid • Scenario with implementation of renewable of Photovoltaic • Scenario with implementation of renewable of Photovoltaic and Wind power The total power installed in a vinery is near 570 kW, but the maximum needs are around 250kW. At the end of the full paper some of the results from scenarios will be presented. The paper also includes the environmental impacts of the renewable scenarios, as well as financial needs for investments and revenues from renewable.

Keywords: Energy, Power Supply, Renewable, Efficiency.

PREDICTIVE ANALYSIS OF POTENTIAL DISTRESS IN NIGERIA'S BANKING INDUSTRY USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES

Prof. Dr. B. A. Okafor

Department of Mathematics & Statistics, Lagos State Polytechnic Ikorodu

Abstract:

One of the most significant threats to the economy of a nation is the bankruptcy of its banks. This study evaluates the susceptibility of Nigerian banks to failure with a view to identifying ratios and financial data that are sensitive to solvency of the bank. Further, a predictive model is generated to guide all stakeholders in the industry. Thirty quoted banks that had published Annual Reports for the year preceding the consolidation i.e. year 2004 were selected. They were examined for distress using the Multilayer Perceptron Neural Network Analysis. The model was used to analyze further reforms by the Central Bank of Nigeria using published Annual Reports of twenty quoted banks for the year 2008 and 2011. The model can thus be used for future prediction of failure in the Nigerian banking system.

Keywords: Bank, Bankruptcy, Financial Ratios, Neural Network, Multilayer Perceptron, Predictive Model

EFFECTIVENESS OF METROPOLITAN GOVERNANCE FOR SUSTAINABILITY AND ECONOMIC GROWTH: A CASE STUDY OF HO CHI MINH CITY

Nguyen Hoang Minh, Le Thi Hoa

Abstract:

Malaysia has successfully applied economic planning to guide the development of the country from an economy of agriculture and mining to a largely industrialised one. Now, with its sights set on attaining the economic level of a fully developed nation by 2020, the planning system must be made even more efficient and focused. It must ensure that every investment made in the country, contribute towards creating the desirable objective of a strong, modern, internationally competitive, technologically advanced, post-industrial economy. Cities in Malaysia must also be fully aware of the enormous competition it faces in a region with rapidly expanding and modernising economies, all contending for the same pool of potential international investments. Efficiency of urban governance is also fundamental issue in development characterized by sustainability, subsidiarity, equity, transparency and accountability, civic engagement and citizenship, and security. As described above, city competitiveness is harnessed through 'city marketing and city management'. High technology and high skilled industries, together with finance, transportation, tourism, business, information and professional services shopping and other commercial activities, are the principal components of the nation-s economy, which must be developed to a level well beyond where it is now. In this respect, Kuala Lumpur being the premier city must play the leading role.

Keywords: Economic planning, sustainability, efficiency, urban governance and city competitiveness.

A STUDY ON A NEURO-FUZZY INFERENCE MODEL FOR PROJECTING GROSS DOMESTIC PRODUCT GROWTH

Dr. A. Nikos

Royal Holloway University of London

Abstract:

In this paper we present a Adaptive Neuro-Fuzzy System (ANFIS) with inputs the lagged dependent variable for the prediction of Gross domestic Product growth rate in six countries. We compare the results with those of Autoregressive (AR) model. We conclude that the forecasting performance of neuro-fuzzy-system in the out-of-sample period is much more superior and can be a very useful alternative tool used by the national statistical services and the banking and finance industry.

Keywords: Autoregressive model, Forecasting, Gross DomesticProduct, Neuro-Fuzzy

CHALLENGES OF DELAYED PAYMENTS IN THE INDONESIAN CONSTRUCTION SECTOR

Dr. T. R. Setiawan, Yusri Azhar

Faculty of Built Environment, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia

Abstract:

The purpose of this study is to identify the underlying causes of late payment from the contractors- perspective in the Malaysian construction industry and to recommend effective solutions to mitigate late payment problems. The target groups of respondents in this study were Grades G3, G5, G6 and G7 contractors with specialization in building works and civil engineering works registered with the Construction Industry Development Board (CIDB) in Malaysia. Results from this study were analyzed with Statistical Package for the Social Science (SPSS 15.0). From this study, it was found that respondents have highest ranked five significant variables out of a total of forty-one variables which can caused late payment problems: a) cash flow problems due to deficiencies in client-s management capacity (mean = 3.96); b) client-s ineffective utilization of funds (mean = 3.88); c) scarcity of capital to finance the project (mean = 3.81); d) clients failure to generate income from bank when sales of houses do not hit the targeted amount (mean=3.72); and e) poor cash flow because of lack of proper process implementation, delay in releasing of the retention monies to contractor and delay in the evaluation and certification of interim and final payment (mean = 3.66).

Keywords: Underlying causes, late payment, constructionindustry, Malaysia.

OPTIMAL VOLTAGE/VAR CONTROL IN DISTRIBUTION NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATION USING NSGA

Dr. Elena Petrovna, Dr. Amir Khalid

Department of Electrical Engineering, Manipal Institute of Technology, Manipal-576104,
Karnataka, India

Abstract:

In this paper, a method based on Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA) has been presented for the Volt / Var control in power distribution systems with dispersed generation (DG). Genetic algorithm approach is used due to its broad applicability, ease of use and high accuracy. The proposed method is better suited for volt/var control problems. A multi-objective optimization problem has been formulated for the volt/var control of the distribution system. The non-dominated sorting genetic algorithm based method proposed in this paper, alleviates the problem of tuning the weighting factors required in solving the multi-objective volt/var control optimization problems. Based on the simulation studies carried out on the distribution system, the proposed scheme has been found to be simple, accurate and easy to apply to solve the multiobjective volt/var control optimization problem of the distribution system with dispersed generation.

Keywords: Dispersed Generation, Distribution System, Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm, Voltage / Reactive power control.

HANDWRITING RECOGNITION THROUGH CONJUGATE GRADIENT NEURAL NETWORKS: A SPECTRAL APPROACH TO SPEECH ANALYSIS

Prof. Dr. Lara Thompson

Near East University, Electrical & Electronics Engineering Department, North Cyprus,

Abstract:

There are two common methodologies to verify signatures: the functional approach and the parametric approach. This paper presents a new approach for dynamic handwritten signature verification (HSV) using the Neural Network with verification by the Conjugate Gradient Neural Network (NN). It is yet another avenue in the approach to HSV that is found to produce excellent results when compared with other methods of dynamic. Experimental results show the system is insensitive to the order of base-classifiers and gets a high verification ratio.

Keywords: Signature Verification, MATLAB Software, Conjugate Gradient, Segmentation, Skilled Forgery, and Genuine.

ENHANCEMENT OF FLASH EVAPORATION DESALINATION BY UTILIZING OCEAN THERMOCLINE AND HEAT RECOVERY

Rajesh Kumar, Aisha Malik, Arun Verma

Signal Processing Laboratory - Science Faculty of Tunis, 1060 Tunis, Tunisia

Abstract:

This study explores the enhancement of flash evaporation desalination processes by utilizing ocean thermocline and heat recovery mechanisms. The proposed system leverages the temperature difference between surface waters and deeper ocean layers to improve desalination efficiency. By integrating heat recovery techniques, the process achieves higher energy efficiency, reduced environmental impact, and increased fresh water production. The application of ocean thermocline as a heat source for desalination offers a sustainable approach to addressing global water scarcity issues. The results demonstrate that the proposed method can significantly lower operational costs and improve the overall performance of desalination plants. This study provides a comprehensive evaluation of the potential benefits of combining ocean thermocline with heat recovery technologies in desalination systems.

Keywords: Flash evaporation, desalination, ocean thermocline, heat recovery, energy efficiency.

DEVELOPING AN IMAGE PROCESSING FRAMEWORK FOR OUTDOOR CHILDCARE ENVIRONMENTS

Dr. Sofia Cheng, Dr. Ryuichi Matsuda

Electrical Engineering Department, University of Arak Islamic Azad, Member of young
Researchers Club of Arak Islamic Azad University

Abstract:

In this paper application of artificial intelligence for baby and children caring is studied. Then a new idea for injury prevention and safety announcement is presented by using digital image processing. The paper presents the structure of the proposed system. The system determines the possibility of the dangers for children and babies in yards, gardens and swimming pools or etc. In the presented idea, multi camera System is used and receiver videos are processed to find the hazardous areas then the entrance of children and babies in the determined hazardous areas are analyzed. In this condition the system does the programmed action capture, produce alarm or tone or send message.

Keywords: Baby and children Care and Nursing, Intelligent Control Systems for Nursing, Electronic Care and Nursing, Dangers and safety for children and babies, Motion detection, Expert danger alarm systems.

NETWORK MANAGEMENT SYSTEM COMPONENT: DEVICE DISCOVERY USING SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL

Farhad Rezaei

Maharaja Agrasen Institute of Technology, Delhi as a lecturer. She is also a final year student of M.E., Delhi College of Engineering, India.

Abstract:

Virtually all existing networked system management tools use a Manager/Agent paradigm. That is, distributed agents are deployed on managed devices to collect local information and report it back to some management unit. Even those that use standard protocols such as SNMP fall into this model. Using standard protocol has the advantage of interoperability among devices from different vendors. However, it may not be able to provide customized information that is of interest to satisfy specific management needs. In this dissertation work, different approaches are used to collect information regarding the devices attached to a Local Area Network. An SNMP aware application is being developed that will manage the discovery procedure and will be used as data collector.

Keywords: ICMP Scanner, Network Discovery, NetworkManagement, SNMP Scanner.

EXTRACTING THEMATIC ROLES THROUGH SHALLOW PARSING TECHNIQUES

Nisha Rao, Vikram Singh

Department of Computer Science, Indian Institute of Technology (IIT) Delhi, India.

Abstract:

Extracting thematic (semantic) roles is one of the major steps in representing text meaning. It refers to finding the semantic relations between a predicate and syntactic constituents in a sentence. In this paper we present a rule-based approach to extract semantic roles from Persian sentences. The system exploits a twophase architecture to (1) identify the arguments and (2) label them for each predicate. For the first phase we developed a rule based shallow parser to chunk Persian sentences and for the second phase we developed a knowledge-based system to assign 16 selected thematic roles to the chunks. The experimental results of testing each phase are shown at the end of the paper.

Keywords: Natural Language Processing, Semantic RoleLabeling, Shallow parsing, Thematic Roles.

INNOVATIVE IMAGE PROCESSING STRATEGIES FOR OUTDOOR CHILDCARE SETTINGS

Layla Zare, Amir Rahmani

Department of Computer Science, University of Tehran, Iran

Abstract:

This study explores innovative image processing strategies to enhance the monitoring and safety of children in outdoor childcare settings. With the growing demand for more effective surveillance techniques, the research presents a framework using advanced computer vision and image processing algorithms to identify and track children, ensuring their safety in dynamic outdoor environments. Key strategies involve object detection, real-time tracking, and behavior analysis, employing machine learning models to adapt to changing conditions. The findings suggest that these technologies can significantly improve safety protocols and assist caregivers in managing large groups of children in outdoor settings. The study contributes to the development of automated systems for childcare institutions, optimizing supervision and reducing potential risks.

Keywords: Image Processing, Childcare Safety, Object Detection, Real-time Tracking, Machine Learning

ISOLATION OF β -SITOSTEROL DIARABINOSIDE FROM RHIZOMES OF ALPINIA GALANGA

Prof. Dr. A. R. Smith, Jane Doe

Department of Pharmacognosy, University of Oxford, United Kingdom.

Abstract:

The present study focuses on the isolation and characterization of β -sitosterol diarabinoside from the rhizomes of *Alpinia galanga*, a medicinal plant known for its various pharmacological properties. Using advanced chromatographic techniques, the compound was successfully isolated, and its structural elucidation was carried out through spectroscopic methods such as NMR and mass spectrometry. β -Sitosterol diarabinoside has demonstrated potential therapeutic effects, including anti-inflammatory and antioxidant properties, making it a promising candidate for further pharmaceutical applications. This study adds valuable insight into the bioactive components of *Alpinia galanga*, contributing to the understanding of its medicinal uses.

Keywords: β -Sitosterol diarabinoside, *Alpinia galanga*, isolation, chromatographic techniques, pharmacological properties.

UTILIZATION OF DATA MINING CLASSIFICATION METHODS IN PHARMACEUTICAL DESIGN

Carlos Ramirez, Dr. Anna Johnson

Department of Statistics and Probability, Faculty of Informatics and Statistics, University of
Economics, Prague Czech Republic

Abstract:

Data mining incorporates a group of statistical methods used to analyze a set of information, or a data set. It operates with models and algorithms, which are powerful tools with the great potential. They can help people to understand the patterns in certain chunk of information so it is obvious that the data mining tools have a wide area of applications. For example in the theoretical chemistry data mining tools can be used to predict molecule properties or improve computer-assisted drug design. Classification analysis is one of the major data mining methodologies. The aim of the contribution is to create a classification model, which would be able to deal with a huge data set with high accuracy. For this purpose logistic regression, Bayesian logistic regression and random forest models were built using R software. The Bayesian logistic regression in Latent GOLD software was created as well. These classification methods belong to supervised learning methods. It was necessary to reduce data matrix dimension before construct models and thus the factor analysis (FA) was used. Those models were applied to predict the biological activity of molecules, potential new drug candidates.

Keywords: data mining, classification, drug design, QSAR

ZnO NANOPARTİKÜLLERİNE MARUZ BIRAKILAN FARELERİN KAN DOKUSUNDA ANTİOKSİDAN PARAMETRELERİ (CAT, SOD VE GST) ÜZERİNE ETKİLERİ

Doç. Dr. Tüzün AYTEKİN

Cukurova Üniversitesi, İmamoğlu MYO, Adana, Türkiye. tuzunay@cu.edu.tr
(0000-0003-2666-0798)

Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN

Çukurova Üniversitesi, Ceyhan Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Adana, Türkiye
hcogun@cu.edu.tr (0000-0001-6559-4397),

ÖZET

Nanoteknolojinin temelini oluşturan nanopartiküller büyüklüğü 1-100 nm arasında kalan toz parçalarına verilen adıdır. Çinko biyolojik sistemlerde görev yapan önemli iz metallerden biridir. Bu çalışmada farelere (Swiss Albino) ZnO NP'lerin oral gavaj yoluyla (0.5 ve 5.0 mg/kg vücut ağırlığı/gün) 9 gün boyunca uygulanarak fare eritrositteki serum antioksidan sistem parametrelerinin CAT, SOD ve GST aktiviteleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmamızda serum antioksidan parametrelerinin analizleri (CAT, SOD ve GST) spektrofotometrik yöntemlerle yapılmıştır. Farelerde 9 gün süre sonunda kontrol grubuna göre CAT düzeyleri artma gözlenirken, SOD ve GST düzeylerinde azalmalar gözlenmiştir. Bu çalışma, eritrositteki antioksidan enzimlerin genel olarak Zn NP'den etkilendiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: ZnO Nanopartikül, Antioksidan, Fare

EFFECTS OF ZnO NANOPARTICLES EXPOSED ON ANTIOXIDANT PARAMETERS (CAT, SOD AND GST) IN BLOOD TISSUE OF MICE

ABSTRACT

Nanoparticles, which form the basis of nanotechnology, are the name given to dust particles with a size between 1-100 nm. Zinc is one of the important trace metals that function in biological systems. In this study, ZnO NPs were administered to mice (Swiss Albino) by oral gavage (0.5 and 5.0 mg/kg body weight/day) for 9 days and the effects on serum antioxidant system parameters CAT, SOD and GST activities in mouse erythrocytes were investigated. In our study, serum antioxidant parameters (CAT, SOD and GST) were analyzed by spectrophotometric methods. While CAT levels increased compared to the control group at the end of 9 days in mice, decreases were observed in SOD and GST levels. This study showed that antioxidant enzymes in erythrocytes were generally affected by Zn NP.

Keywords: ZnO Nanoparticle, Antioxidant, Mouse

Giriş

Son yıllarda tüm dünyada kullanılan nanomalzemelerin biyomedikal ve endüstriyel uygulamalarda insan sağlığı ve çevre için potansiyel faydaları artık literatürde kabul edilmektedir (Service 2003). Bu şekilde NP'lerin endüstriyel kullanımının artması, üretimi ve aşırı kullanımı canlılara solunum, beslenme ve deri yoluyla etkilemektedir. Bu nedenle, nanopartiküllerin canlıya olan etkisi ile ilgili birçok çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Balasubramanian vd., 2010).

"Antioksidan" olarak isimlendirilen terim oksijen kullanımını engelleyen kimyasal maddeyi ifade etmektedir. Bir antioksidan ajan, serbest radikallerin zararlı etkilerine karşı etki ederek zararı en aza indirmeye çalışır. Canlı sistemlerde oksidanlarla savaşmak üzere çeşitli antioksidan elementler vardır. Örneğin, enzimatik olanlar arasında katalazlar (CAT; hidrojen peroksidi suya dönüştürür), süperoksit dismutaz (SOD; süperoksit anyon radikalini hidrojen peroksite dönüştürür), glutatyon-S-transferaz (GST; glutatyon ve ksenobiyotik konjugasyonunu katalize eder) yer almaktadır (Hidalgo vd. 2002; Sanchez vd. 2005).

Çinko, çok sayıda proteinde önemli bir elementtir ve hücre çoğalması ve apoptoz, serbest radikallere karşı savunma ve DNA hasarı onarımı gibi biyolojik fonksiyonlarda önemli bir rol oynamaktadır. Düşük hücresel çinko, oksidatif stresi artırabilmekte ve doğrudan DNA hasarına neden olan oksidatif stresi artırabilmektedir ve DNA hasarı onarım yanıtını bozabilmektedir (Ho, 2004). Farklı metallerde aynı etkiyi göstermektedir. Örneğin Barath Manikanth ve arkadaşların, yaptıkları bir çalışmada altın nanopartikülünün (AuNP) reaksiyon oksijen türlerinin (ROS) oluşumunu inhibe ederek ve serbest radikalleri temizleyerek bir antioksidan ajan olarak etkili bir rol oynadığını gözlemlemişlerdir (Barath Mani Kanth vd., 2010).

Bu araştırmanın amacı, ZnNP'lerin (ZnONP'ler) farelerin kan hücrelerindeki katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon-S-transferaz (GST) olmak üzere oksidatif stres belirteçleri üzerindeki etkilerini incelemektir.

Materyal ve Metod

Deney hayvanları (Erkek Swiss Albino Fareler) Çukurova Üniversitesi Deney Hayvanları Araştırma Merkezi'nden temin edilmiş, hayvanlar havalandırılmalı uygun hayvan deney odasında paslanmaz çelik kafeslere yerleştirilmiştir. Kontrol ve deney fareleri, aydınlık/karanlık döngüsünde 12 saat boyunca 22 ± 2 °C sıcaklıkta ve %50 nemde standart koşullar altında tutulmuştur. Farelerin ağırlığı yaklaşık 25-30 gr olacak şekilde on sekiz (18) erkek fare 3 gruba ayrılmıştır;

I. grup: kontrol,

II. grup: 0.5 mg/kg vücut ağırlığı ZnO NP,

III. grup: 5.0 mg/kg vücut ağırlığı ZnO NP

(N= her grup için 6), bir kontrol grubu ve iki deney grubundan oluşturuldu. Deneyler sırasında standart fare yemi (Rat Food, DSA Agrifood Products Inc., Kırıkkale, Türkiye) ile beslenmiştir.

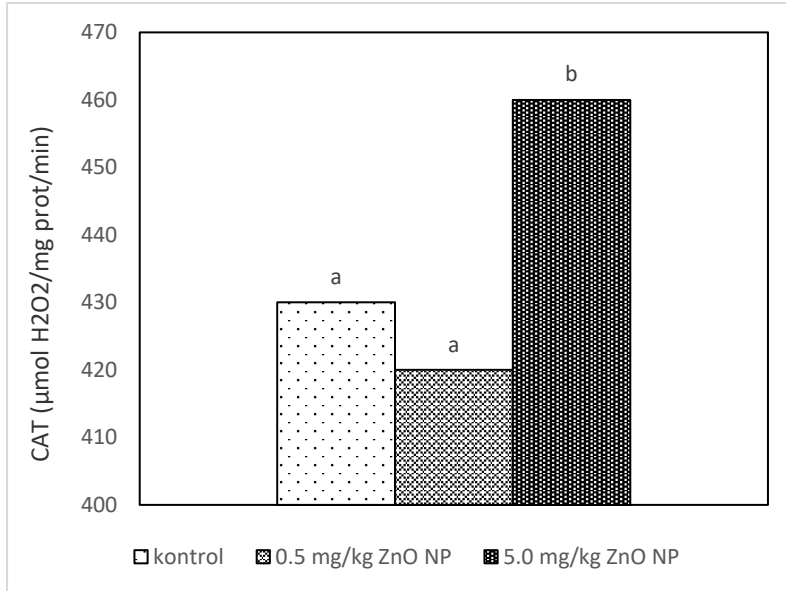
Fareler 100 ul su içinde oral gavaj (0, 0.5 ve 5.0 mg/kg vücut ağırlığı/gün) yoluyla ZnO NP 9 günün sonunda, fare yüksek dozda anestezi (ketasol %10) edilmiş, kanlar enjektör aracılığı ile alınmış ve cam tüplere konulmuştur. Kan örnekleri, serum ve hücreleri ayırmak için 3000 g'de (Hettich Universal 30 RF, Almanya) 5 dakika (4 °C) santrifüjlenmiştir.

Antioksidan sistem parametrelerinin ölçümleri; fare eritrositlerde CAT aktivitesi (Bermeyer, 1974), SOD aktivitesi (McCord ve Fridovich 1969), GST aktivite (Livingstone vd, 1992, Habig vd, 1974) analizleri kolorimetrik yöntemlerle yapılmıştır.

Verileri analiz etmek için bir SPSS istatistik yazılımı (SPSS 17, Chicago, IL) kullanılmıştır.

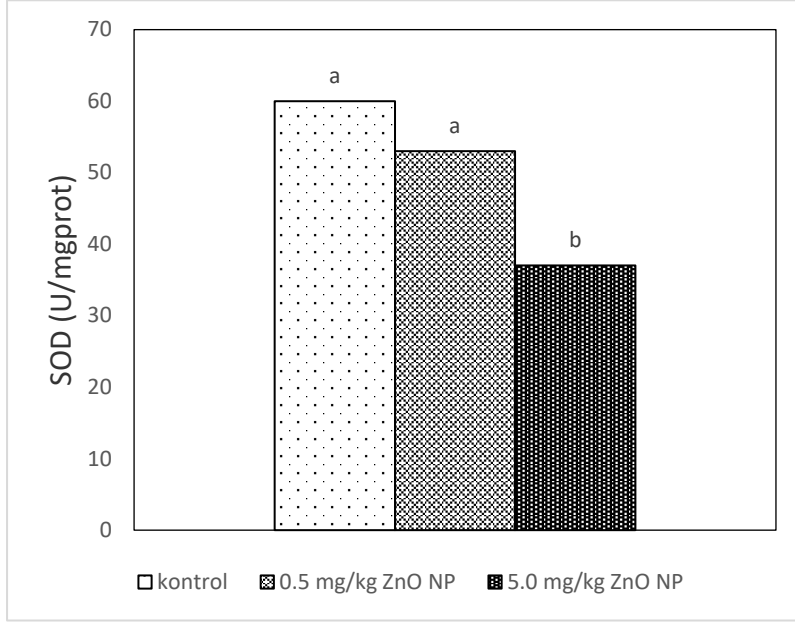
Bulgular ve Tartışma

Deneyler sırasında hiçbir grupta ölümle karşılaşmamıştır. Farelerin dış görünüşünde değişiklik olmamıştır. Farelerin davranışında herhangi bir değişiklik ile karşılaşmamıştır.

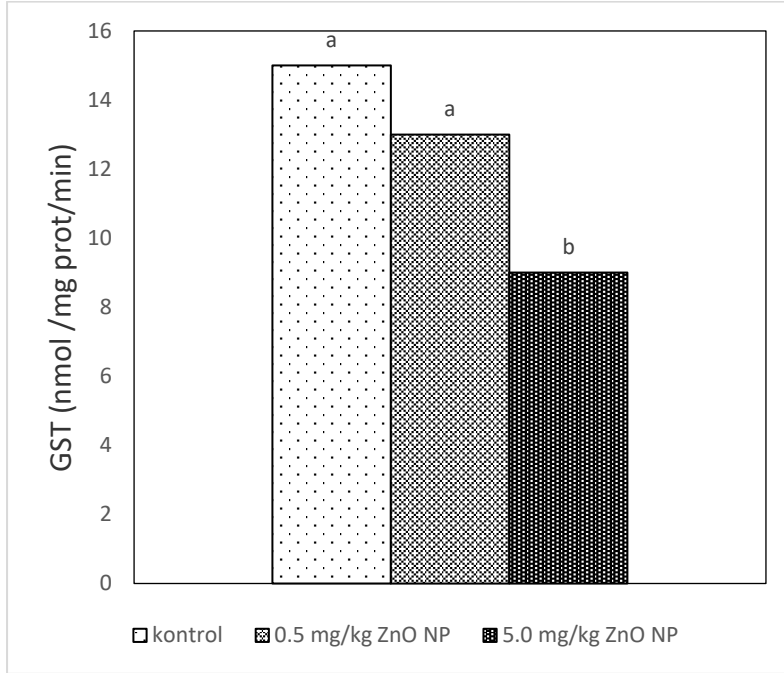


Şekil1. Farelerde ZnO NP 9. günde CAT (µmol H₂O₂/mg prot/min) düzeyleri (Şekillerdeki a ve b harfleri konsantrasyon farklarını göstermektedir).

Farelerde 9 gün süre sonunda kontrole göre CAT düzeyleri özellikle çinko nanopartikülleri ve karışımlarında kontrole göre artış gözlenmiştir ($p>0.05$; Şekil1).



Şekil2. Farelerde ZnO NP 9. günde SOD (U/mg prot) düzeyleri (Şekillerdeki a ve b harfleri konsantrasyon farklarını göstermektedir).



Şekil3. Farelerde ZnO NP 9. günde GST (mmol /mg prot/min) düzeyleri (Şekillerdeki a ve b harfleri konsantrasyon farklarını göstermektedir).

GST düzeylerinde önemli azalmalar çinko nanopartikülleri konsantrasyonlarında kontrole göre gözlenmiştir ($p>0.05$; Şekil3).

Canlı sistemlerde bulunan antioksidan savunma sistem enzimleri, canlının dokularında çevresel faktörlere ve maruz kaldığı ksenobiyotik olarak adlandırılan kimyasal maddelerin oluşturduğu reaktif oksijen türleri (ROS) oluşumuna karşı koruyucu görev üstlenmektedir. Ayrıca oluşabilecek strese karşı hassastırlar ve kimyasal maddelere karşı farklı tepkiler göstermektedirler (Lushchak, 2011).

Antioksidan sistemlerin oksidatif strese neden olduğu ve hücre hasarına ve ölümüne yol açtığı bilinmektedir. Shrivastava ve arkadaşlarının (2013) yaptıkları çalışmalara göre nano partiküller hücrenin stoplazması ve çekirdeğine etkilemekte ve canlılara zarar verebilmektedir.

CAT, vücudun oksidatif strese karşı savunmasında önemli bir antioksidan enzimdir (Ighodaro ve Akinloye 2018). Ayrıca Katalaz, hemen hemen tüm aerobik hücrelerin peroksizomunda bulunan bir hem enzimidir. Çalışmamızda CAT düzeylerinin çinko oksit nanopartiküllerinde yüksek çıkmasının sebebi ROS'a karşı koruyucu özelliğini arttırmak için arttığı düşünülmektedir.

Antioksidatif enzimler olan SOD ve CAT genellikle lipid peroksitlerin zararlı etkilerine karşı koruma sağlayarak hücresel bütünlüğün korunmasına yardımcı olmaktadır (Ighodaro ve Akinloye 2018). SOD ve GST düzeyleri çalışmamızda düşük çıkması hücresel hasarları en aza indirmek ve ROS karşı savunma sisteminin bir göstergesidir.

Sonuç olarak çalışmamızda antioksidan sistem parametrelerindeki değişikliklerin ZnO nanopartiküllerinin fare kanında ölçülen parametrelere bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Antioksidan parametreleri ZnO önemli şekilde etkilemişlerdir. Bu çalışma, nanopartiküllerin eritrosit zarına bağlanabileceği ve ayrıca antioksidan sistem parametrelerinin de buna bağlı olarak seviyelerini değiştirebileceği için eritrositlerin çok önemli olduğunu göstermiştir.

Kaynaklar

- Balasubramanian, S. K., Jittiwat, J., Manikandan, J., Ong, C. N., Liya, E. Y., & Ong, W. Y. (2010). Biodistribution of gold nanoparticles and gene expression changes in the liver and spleen after intravenous administration in rats. *Biomaterials*, 31(8), 2034-2042.
- BarathManiKanth, S., Kalishwaralal, K., Sriram, M., Pandian, S. R. K., Youn, H. S., Eom, S., & Gurunathan, S. (2010). Anti-oxidant effect of gold nanoparticles restrains hyperglycemic conditions in diabetic mice. *Journal of nanobiotechnology*, 8, 1-15.

- Bergmeyer, H. U. (Ed.). (2012). *Methods of enzymatic analysis*. Elsevier.
- Habig, W.H., Pabst, M.J., Jakoby, W.B., 1974. Glutathione S-transferases: the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *Biol. Chem.* 249, 7130–7139.
- Hidalgo, M. C., Expósito, A., Palma, J. M., & de la Higuera, M. (2002). Oxidative stress generated by dietary Zn-deficiency: studies in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *The international journal of biochemistry & cell biology*, 34(2), 183-193.
- Ho, E. (2004). Zinc deficiency, DNA damage and cancer risk. *The Journal of nutritional biochemistry*, 15(10), 572-578.
- Ighodaro, O. M., & Akinloye, O. A. (2018). First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. *Alexandria journal of medicine*, 54(4), 287-293.
- Livingstone, D.R., Lips, F., Martinez, P.G., Pipe, R.K., 1992. Antioxidant enzymes in the digestive gland of the common mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.* 112,265–276.
- Lushchak, V. I. (2011). Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquatic toxicology*, 101(1), 13-30.
- McCullough, B. J., Kolokythas, O., Maki, J. H., & Green, D. E. (2013). Ferumoxytol in clinical practice: implications for MRI. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 37(6), 1476-1479.
- Sanchez, W., Palluel, O., Meunier, L., Coquery, M., Porcher, J. M., & Ait-Aissa, S. (2005). Copper-induced oxidative stress in three-spined stickleback: relationship with hepatic metal levels. *Environmental toxicology and pharmacology*, 19(1), 177-183.
- Service, R. F. (2003). Nanomaterials show signs of toxicity. *American Chemical Society meeting*. 243-243.
- Shrivastava, R., Raza, S., Yadav, A., Kushwaha, P., & Flora, S. J. (2014). Effects of sub-acute exposure to TiO₂, ZnO and Al₂O₃ nanoparticles on oxidative stress and histological changes in mouse liver and brain. *Drug and chemical toxicology*, 37(3), 336-347.