

BOOK OF FULL TEXT



**EUROASIA
JOURNAL OF**
MATHEMATICS-ENGINEERING
NATURAL & MEDICAL SCIENCES

**6. ANADOLU
ULUSLARARASI
UYGULAMALI
BİLİMLER
KONGRESİ**

Mühendislik, Matematik, Fen Bilimleri,
Sağlık Bilimleri, Ziraat, Veteriner Bilimi

VAN 21 - 23 MAYIS 2021
Özetlerin gönderileceği son tarih: 14 Mayıs 2021
Tam metinlerin gönderileceği son tarih: 20 Mayıs 2021
Kongre kitabı yayın tarihi: 27 Mayıs 2021

ANATOLIAN CONGRESSES

6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS

Issued: 27. 05. 2021

ISBN : 978-625-7341-32-5





ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21-23 , 2021
VAN

Edited By

DR. GÜLTEKİN GÜRÇAY

KHORRAM MANAFİDİZAJI

All rights of this book belong to UBAK Publishing house.

Without permission can't be duplicate or copied.

Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.

UBAK Publications – 2021 ©

Issued: 27.05.2021

ISBN: 978-625-7341-32-5

CONGRESS ID

ANATOLIAN CONGRESSES 6TH INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS

DATE – PLACE

MAY 21-23, 2021
VAN - TURKEY

ORGANIZATION

UBAK International Sciences Academy

CONGRESS ORGANIZING BOARD

Head of Congress: Dr. Ziyafat Huseynova
Head of Organizing Board: Dr Gültekin Gürçay
Organizing Committee Member: Dr. Nadire Kantarcıoğlu
Organizing Committee Member: Aynurə Əliyeva
Organizing Committee Member: Dr. Leman Kuzu
Organizing Committee Member: Dr. Zehra Fırat
Organizing Committee Member: Dr. Öğr. Üyesi Özcan Ekici
Organizing Committee Member: Editor of the EuroAsia Journal
Organizing Committee Member: Editor of UBAK Publishing house.
General Coordinator: Amaneh Manafidizaji

EVALUATION PROCESS

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

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey –India- Nigeria – Azerbaijan- Iran. Iraq

PRESENTATION

Oral presentation

LANGUAGES

Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Scientific & Review Committee

Dr. Gulmira ABDİRASULOVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV
Ufa State Petroleum Technological University

Dr. Maha Hamdan ALANAZİ
Riyad Kral Abdülaziz Teknoloji Enstitüsü

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Doç. Dr. Hülya BALKAYA
Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Mardin Artuklu Üniversitesi

Dr. Amina Salihi BAYERO
Yusuf Maitama Sule Üniversitesi

Dr. Karligash BAYTANASOVA
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Baurcan BOTAKARAEV
Hoca Ahmet Yesevi Üniversitesi

Dr. Ahmad Sharif FAKHEER
Ürdün Devlet Üniversitesi

Dr. Zehra FIRAT

Doç. Dr. Abbas GHAFARI
Tebriz Üniversitesi

Prof.Dr. Ariz Avaz GOZALOV
Moskova Devlet Üniversitesi

Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA
Bakü Avrasya Üniversitesi

Dr. Gültekin GÜRÇAY

Doç. Dr. Dilorom HAMROEVA
Özbekistan Bilimler Akademisi

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA
K.Zhubanov Aktobe Devlet Bölge Üniversitesi

Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Mamatkuli Jurayev
Özbekistan Bilim Akademisi

Dr. Kalemkas KALIBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Bouaraour Kamel
Ghardaia Üniversitesi

Dr. Nadire KANTARCIOĞLU

Prof. Dr. Ergün KOCA
Girne Amerikan Üniversitesi

Prof Dr. Bülent KURTIŞOĞLU
Ardahan Üniversitesi

Dr. Leman KUZU
İstanbul Kültür Üniversitesi

Sonali MALHOTRA
Delhi Balbahtri Academy

Dr. Alia R. MASALİMOVA
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Prof. Muntazir MEHDI
Pakistan Language Academy

Dr. Amanbay MOLDİBAEV
Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ
Munzur Üniversitesi

Dr. Aysulu B. SARSEKENOVA
Orleu Milli Kalkınma Enstitüsü

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA
Dosmukhamedov Atyrau Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Yeliz KINDAP TEPE
Cumhuriyet Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Özkan TİMURKAN
Atatürk Üniversitesi

Dr. K.A. TLEUBERGENOVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Doç. Dr. Yıldırım İsmail TOSUN
Şırnak Üniversitesi

Dr. Botagul TURGUNBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

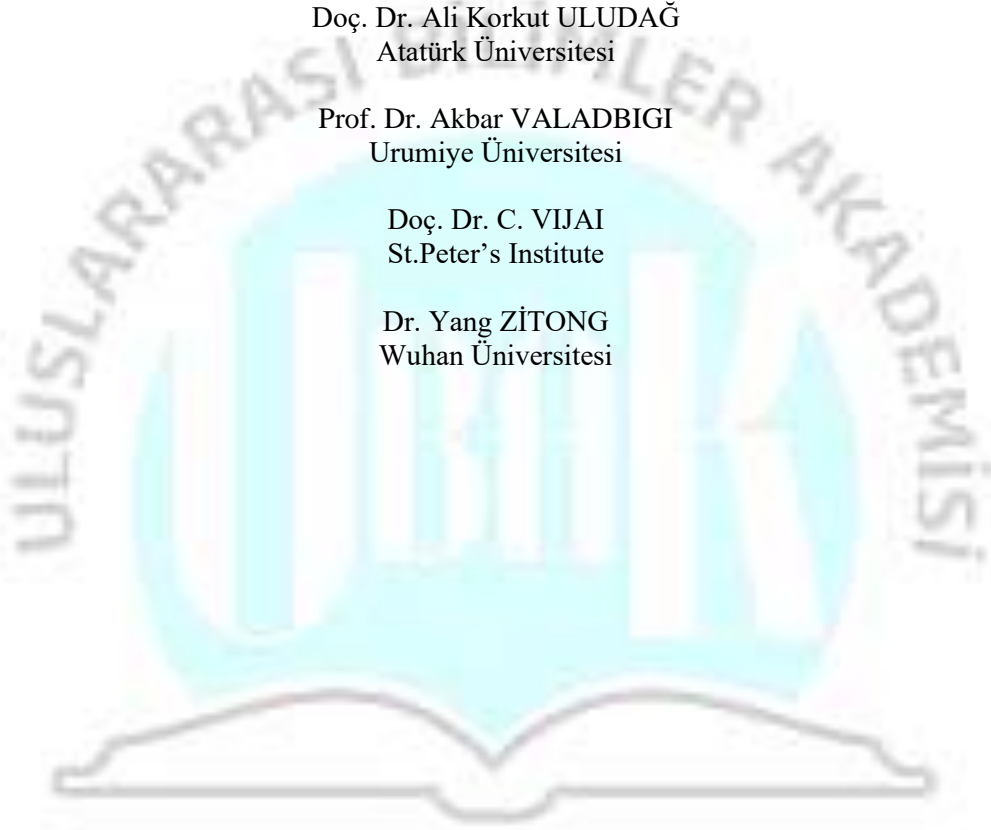
Dr. Dinarakhan TURSUNALIEVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Doç. Dr. Ali Korkut ULUDAĞ
Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Akbar VALADBİĞİ
Urumiye Üniversitesi

Doç. Dr. C. VIJAI
St.Peter's Institute

Dr. Yang ZITONG
Wuhan Üniversitesi



ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN - TURKEY

CONGRESS PROGRAM
Online (with Video Conference) Presentation

Meeting ID: 820 2896 0677
Passcode: 212223



ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

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,

exp. H-2, S- 1 NAME SURNAME

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

22. 05. 2021

10: 00 – 12:00

Meeting ID: 820 2896 0677

Passcode: 212223

HALL: 1

SESSION : 1

MODERATOR:

DR. HÜLYA YILMAZ

MEHMET ALİ AYÇİLEK
PROF. DR. YÜCEL AYRIÇAY
NUR ESRA BEKEREÇİ

İslami Finansa Diyanet Personelinin Bakış Açısı Üzerine Bir Araştırma

DR. ULVİ SANDALCI

Endüstri 4.0 Nin Getirdiği Yeni Bir Vergileme: Robot Vergisi

DR. ULVİ SANDALCI

Vergi Takozu, Doğrudan Yabancı Yatırımlar Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Oecd Ülkeleri Örneği

KÜBRA ÇİFTÇİ

İdari Uyuşmazlıklarda Alternatif Çözüm Yolu Olarak Ombudsmanlık Kurumu Ve Sağlık
Ombudsmanlığı Uygulamaları

DR. HÜLYA YILMAZ

Covid-19 Sürecinde Sürdürülebilir Finansman Araçlarının Ülke Ve Şirketler Açısından Önemi

İNCI SANDALCI
ULVI SANDALCI

Ekonomik Gelişmişlik Ve Kamu Etkinlik Düzeyi İlişkisi

İNCI SANDALCI
ULVI SANDALCI

Vergi Uyumunun Bir Bileşeni Olarak Vergi Okuryazarlığı

SERKAN ARAS

A Novel Meta-Learning Method For Forecasting Bitcoin Volatility

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

22. 05. 2021		10: 00 – 12:00
Meeting ID: 820 2896 0677		Passcode: 212223
HALL: 2		SESSION: 1
	10:15 – 12:00 (Turkey Time) 8:15 -10:00 (Nigeria Time)	MODERATOR: DOÇ. DR. MUSTAFA KAYA
ARŞ. GÖR. DR. MUHAMMED TUNAGÜR ÖĞRETMEN ALİ ASLANTÜRK	8. Sınıf Ders Kitaplarında Yer Alan Metinlerin 2019 Türkçe Öğretim Programındaki Metinlerde Bulunması Gereken Nitelikler Bakımından İncelenmesi	
DOÇ. DR. MUSTAFA KAYA ÖĞRETMEN MERVE TAŞ TETİK	Uzaktan Eğitim Sürecinde Öğrenci Ödevleri Hakkında Veli Görüşlerinin İncelenmesi	
DOÇ. DR. MUSTAFA KAYA ÖĞRETMEN ÖMER KOÇ	6. Sınıf Ders Kitaplarında Yer Alan Metinlerin 2019 Türkçe Öğretim Programındaki Metinlerde Bulunması Gereken Nitelikler Bakımından İncelenmesi	
DR. HASAN BOZKAYA	Suriye’den Türkiye’ye Yönelen Göçün Eğitim Üzerindeki Etkisine Dair Yönetici Ve Öğretmen Görüşleri	
ABDULGAFFAR MUHAMMAD, BUSHRA IBRAHİM MARYAM ABDULMALİK MUHAMMAD UMAR HAMISU	Administrators Supervisory Skills and Teachers Job Performance in Secondary Schools in Kaduna North Local Government Area, Kaduna State	
EMİNE ESRA KAZANCI	Ekoloji Dedektifleri İş Başında	

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

22. 05. 2021

10: 00 – 12:00

Meeting ID: 820 2896 0677

Passcode: 212223

HALL: 3

SESSION: 1

MODERATOR:

PROF. DR. SACIDE PEHLIVAN

DR. ÖĞR. ÜYESİ ENVER YÜKSEL

Böbrek Nakli Yapılan Hepatit B Hastalarında Klinik Seyir Ve Hepatit Göstergeleri

DR.ÖĞR.ÜYESİ, DENİZ GENÇ
YL. ÖĞRENCİSİ BURCU GÜNAYDIN
PROF.DR., AKIN ALADAĞ
PROF.DR.,EMİNE FİGEN TARHAN

Alerjik Astımın Eşlik Ettiği Primer Sjögren Sendromlu Hastaların T Yardımcı Lenfositlerinde
Dental Folikül Mezenkimal Kök Hücrelerin Sitokin Sekresyonu Üzerine Etkisi

OYA GÜVEN
SELİM TETİK

İdiyopatik İzole Hipoglossal Sinir Felci Olgu Sunumu

PROF. DR. SACIDE PEHLIVAN

The Importance Of Mannose Binding Lectin 2 Gene And Their Relationship With Neurological,
Autoimmune, Periodental, Infectious, Psychiatric Diseases And Cancer

SEVDE HASANOĞLU
SACIDE PEHLIVAN

Molecular Genetics of Multiple System Atrophy (MSA)

DR. ÖĞR. ÜYESİ. CAN SEVİNÇ
DR. RECEP DEMIRCI

Hemodiyaliz Hastalarında Damar Giriş Yolu Ve İnflamasyon Arasındaki İlişki

ASLIHAN ALP ÖZTÜRK

Preterm Doğum Ve İlişkili Risk Faktörleri

GÜLŞAH BARĞI
YİĞİT EGE GÜNEY
MEHMET EGEMEN AKKAYA

Covid-19 Pandemi Döneminde Üniversite Öğrencilerinin Teorik ve Uygulamalı Dersler
Bakımından Web Tabanlı Uzaktan Eğitim Hakkındaki Tutumlarının Araştırılması

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

DOÇ. DR, NECATİ ÜÇLER	Lomber Pedikül Vidaların Uzun Dönem Sonuçları
DR. ÖĞR. ÜYESİ, SÜLEYMAN KILINÇ	Torakolomber Kırıklarda Pediküler Vida İle Kısa Segment Fiksasyonun Sonuçları
DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖZGÜR ÖMER YILDIZ	Kronik Obstruktif Akciğer Hastalığı Ve Akciğer Kanseri Birlikteğinde Cerrahi Deneyim

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

22. 05. 2021

14: 00 – 16:00

Meeting ID: 820 2896 0677

Passcode: 212223

HALL: 1

SESSION: 2

MODERATOR:

DR. NADİRE KANTARCIOĞLU

DOÇ.DR. HALUK YERGIN
NİDA GÜNSAN

Türkiye’de Özel İstihdam Büroları

DR. HAVİN ÖNER GÖREN

Kamu Yönetiminin İnceleme Nesnesi: Kuramsal Bir Çözümleme

DR. HAVİN ÖNER GÖREN

Bölgesel Kalkınmada Kalkınma Ajanslarının Rolü: Çukurova Kalkınma Ajansı

ADEM BALTACI

Takım Çeşitliliğinin Küresel Sanal Takımların Performansına Etkisi

ADEM BALTACI

Değerlendirici Kişilik Özelliklerinin Performans Değerlendirmelerine Etkisi: Beş Faktör Modeli Bağlamında Bir İnceleme

DR. ŞABAN ÖZTÜRK

Uluslararası İlişkilerin Değişimi: Türkiye-Mısır İlişkileri

DR. ŞABAN ÖZTÜRK

Dış Politikada Ekonominin Etkisi: 1980 Sonrası Türkiye Örneği

DR.ÖĞR. ÜYESİ MUHAMMET
MURAT ÖZKUL

Göç, Göçmen ve Göçmeyenler: Balıkesir Örneği

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

22. 05. 2021

14: 00 – 16:00

Meeting ID: 820 2896 0677

Passcode: 212223

HALL: 2

SESSION: 2

MODERATOR: DR. LEMAN KUZU	
DR. ÖĞR. ÜYESİ YASİN AKYILDIZ	Evsizlik Ve Sosyal Hayat: İstanbul Örneği
MURAT ÇOLAK SEVİM KOÇER	Z Kuşağının Siyasal Katılımı Üzerine Bir İnceleme
DR. MURAT TURAN MUHAMMET URAS	Gençlik Ve Spor İl Müdürlüğü Personellerinin Sporda Tüketici Etnosentrizmi Düzeylerinin Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi
DR.ÖĞR.ÜYESİ H.NAZAN ÇAĞLAR	Çapraz Tabloların Regresyon Yöntemi İle Görselleştirilmesi
DR. ÖĞR. ÜYESİ GÜLHANIM KARAOĞLU BARAN OK	Kültürel Kimlik Ve Ötekileştirme Bağlamında Dom Belgeseli Üzerine Göstergebilimsel Bir Analiz
PROF. DR., SERTİF DEMİR	Environmental Concern: How to Handle With
PROF. DR., SERTİF DEMİR	Globalization and Covid-19 Pandemic

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

22. 05. 2021

14: 00 – 16:00

Meeting ID: 820 2896 0677

Passcode: 212223

HALL: 3

SESSION: 2

	14: 00 – 16:00 (Turkey Time) 15:30 -17:30 (Iran Time)	MODERATOR: DR. ÖĞRT. ÜYESİ ALİ RIZA DENİZ
DR. ÖĞRT. ÜYESİ ALİ RIZA DENİZ	An Investigation About The I-V (Current-Voltage) Characteristic Of Sn/Sodium Trifluoromethanesulfonate/P-Si/Al Heterojunction Depending On Temperature	
ABDULLAH KOCAMER İBRAHİM HALİL GÜZELBEY	Sabit Kanatlı Vtol İha'lar İçin Kanat Profili Seçimi Ve Aerodinamik Performans Karşılaştırması	
ABDURRAHMAN KOÇAK ZÜLEYHA DEĞİRMENCI	Yeni Mobil Oyun Geliştirme Süreçlerinde Pazarda Tutunabilecek Çekirdek Özelliklere Sahip Ürün Geliştirme (MVP) Tekniklerinin Kullanılması: Hyper-Casual Mobil Oyunlar Örneği	
MURAT ESKITAŞÇIOĞLU LANA BAHRAM KHIDHER BEYZA ÜNALAN DEĞİRMENCI	The Evaluation of The Influence Of Different Finishing Line Depth on Fracture Strength Of Lithium Disilicate CAD/CAM Restorations	
NAGIHAN CAYLAK DELIBAS SEYYED REZA HOSSEINI MAHSA BAHRAMGOUR, ALIGOLI NIAEI	Investigation Of A 4-Terminal Tandem All Perovskite Solar Cells Compared With Single-Junction Perovskite Solar Cells By Simulation In SCAPS-1D	
SEYYED REZA HOSSEINI NAGIHAN CAYLAK DELIBAS MAHSA HOSSEIN ZADEH DAMRIGH MAHSA BAHRAMGOUR, ALIGOLI NIAEI	Investigation Of CZTS Solar Cells And Its Constituent Layers With Additional MO Layer With Different Buffer Layers And Their Simulation And Optimization By SCAPS-1D Software	

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

ERTAN KÖSEDAG RECEP EKİCİ	Numerical Analysis Of Impact Behavior Of SiC / Al6061 Metal Matrix Composites
ERTAN KÖSEDAG RECEP EKİCİ	Effect Of Artificial Aging On Impact Resistance Of Glass Fiber Reinforced Polymer Matrix Composites
DR. ÖĞR. ÜYESİ AYKUT ÖZTEKİN	3-Hidroksiflavon Ve 3-Metilflavon-8-Karboksilik Asitin Potansiyel Asetilkolinesteraz İnhibitörleri Olarak İncelenmesi; İn Vitro ve İn Silico Çalışma
ERDOĞAN KAYHAN ZÜLEYHA DEĞİRMENÇİ	Ortam Isısına Bağlı Olarak Isı İzolasyonu Ayarlaması Yapan Giyilebilir Teknolojik Ürün Konsepti Tasarımı

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

23. 05. 2021

10: 00 – 12:00

Meeting ID: 820 2896 0677

Passcode: 212223

HALL: 1

SESSION: 1

	10:00 – 12:00 (Turkey Time) 11:00 – 13:00 (Azerbaijan Time)	MODERATOR: DOÇ.DR. SEVİNÇ RUİNTAN
DOÇ.DR. SEVİNÇ RUİNTAN	Azerbaycan'ın II Karabağ Savaşına (27 Eylül – 10 Kasım 2020) Uluslararası Hukukun “Jus Ad Bellum” Ve “Jus in Bello” İlkeleri Bağlamında Bakış	
SENA KURT İHSAN EKEN	Müşteri Sadakati Ücrete Tabi Mi?	
DR. ÖĞR. ÜYESİ M. SERHAT ÖZTÜRK	Covid 19 Pandemi Sürecinde Gençlerde İnternet Bağımlılığı Araştırması	
AYGÜLEN KAYAHAN KARAKUL	Yeşil Tedarikçi Seçiminde Sezgisel Ve Küresel Bulanık Topsıs Yöntemlerinin Karşılaştırılması	
DOÇ. DR. PERVİN NEDİM BAL ABDULLAH KAAN GÖK	LGBTİ+ Ve Heteroseksüel Bireylerde Kaygı Duyarlılığı İle Madde Kullanımına Eğilim Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	
DOÇ. DR. PERVİN NEDİM BAL BUSE BÜŞRA KOCA	Çalışan Bireylerin Öz Duyarlılık Düzeyleri İle Tükenmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

23. 05. 2021		10: 00 – 12:00	
Meeting ID: 820 2896 0677		Passcode: 212223	
HALL: 2		SESSION: 1	
	10:00 – 12:00 (Turkey Time) 11: 00 -12: 00 (Azerbaijan Time)	MODERATOR: GÜRKAN İLTER	
ASSOC. PROF. DR. KAZIMI PARVIZ FIRUDIN OQLU USUBALİYEV ORXAN BEYBALA OĞLU	Post Sovet Respublikalarında “Latinlaşdırma” (Latin Əlifbasına Keçid) Müasir Gerçəklik -Tarixi Hadisələrin Nəticəsi Kimi		
ÖĞR. GÖR., ERDEN KİŞİ	“Su Medeniyeti” Ve “Stratejik Konum” Bağlamında, Karakoyunlu Devleti’nin Merkezliğini Yapmış Erciş Bölgesi Üzerine Bir İnceleme		
GÜRKAN İLTER	Abdülhak Hamid Tarhan’ın Hoca Tahsin Efendiye Yazdığı Mersiye Üzerine		
DR. TANUSHRI PUROHIT	Social Entrepreneurship: An Inclusive Innovation Process		
DR. ÖĞR. ÜYESİ SEMİH ZEKA	Ölüm Bağlamında Necip Fazıl Kısakürek’in Şiirleri Üzerine Bir İnceleme		
DR. REYHAN ERDOĞDU BAŞARAN	Tanrısallığın Üç Boyutu: İlahi Üçlemenin Nusayri Alevilik Ve Kızılbaş-Alevilik’de Nasıl Algılandığı Hususunun Karşılaştırmalı Bir Analizi		
SELAMİ ÇAKMAKCI	“ELİF”İN ÜÇ ÖYKÜSÜ Karacaoğlan, Ahmet Muhip Dıranas ve Bahaettin Karakoç’un “Elif” Konulu Şiirleri Üzerine Bir İnceleme		

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

23. 05. 2021		10: 00 – 12:00	
Meeting ID: 820 2896 0677		Passcode: 212223	
HALL: 3		SESSION: 1	
MODERATOR:		PROF. DR. ERTAN YANIKOĞLU	
DR. ÖĞR. ÜYESİ HAKAN ERKOL	Description Of Optoacoustic Pressure Waves In Terms Of Laser Beam-Width And Pulse Duration Factors		
BURCU KIYAK FATMA YEŞİL BARAN	Riordan Matrislerin Özel Sayı Dizileri Üzerindeki Uygulamaları		
LALE ÇAVUŞOĞLU UZUN MUSTAFA KANDEMİR	Süreksiz Katsayılı Ve Geçiş Şartlı Bir Sturm-Liouville Probleminin Fredholm Operatörü Olma Özelliği		
DR. MUHAMMET ZEKİ ÖZYURT ÜMİT YİĞİT	Betonarme Yapılarda Dış Akslarda L Tipi Perdelerin Konumunun Yapısal Davranış Üzerindeki Etkileri		
DR. MUHAMMET ZEKİ ÖZYURT EREN YILMAZ	Planda Perde Yeri Değişiminin Kenar Akslarında Perdeler Bulunan Yapının Davranışına Etkisi		
TÜLAY BAYRAKDAR PROF. DR. ERTAN YANIKOĞLU	Güç Kalitesi Ve Harmoniklerin Farklı Aydınlatma Teknolojilerinde Karşılaştırılması		
ABDÜLLATİF KNIFATI SEVGİ YURT ÖNCEL	Uniform, Size-Biased Uniform Ve Truncated Size-Biased Uniform Dağılımları İçin Çeşitli Entropi Ölçülerinin Karşılaştırması		
SERAY PEŞİN PROF. DR. ZEKİ GÜNDÜZ	Türkiye Deprem Tehlike Haritası Ve 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Zemin Sınıflarının Dayanma Yapılarının Davranışlarına Getirdiği Farklılıklar		

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

FAHRETTIN SARCAN
YUE WANG

Few-layer MoTe₂-based Photodetector

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

23. 05. 2021		14: 00 – 16:00
Meeting ID: 820 2896 0677		Passcode: 212223
HALL: 2		SESSION: 2
	14: 00 – 16:00 (Iraq Time) 17:00 – 19:00 (Kyrgyzstan Time)	MODERATOR: DOÇ. MÜZEYYEN SEVTAP AYTUĞ
BÜLENT AYBERK	Anadolu Türk Ortodokslarının Bağımsız Mücadelesinde Bir Sembol Yapı: “Zincidere Vaftizci Yahya Manastır Kilisesi” Ve Kilisenin İç Mekanının İncelenmesi	
ARŞ. GÖR. AYDAN ÜNLÜKAYA	Kültür Bozumu Bağlamında Marka Aktivizmi Ve Yıkıcı Reklamlar: H&M-She’s A Lady Reklam Filmi Örneği	
KÜBRA ŞANLI	Sosyal Medyada Yürütülen Siyasal Kampanyalarda Kullanılan İletişim Stratejileri: Ankara Büyükşehir Belediye Başkan Adayı Mansur Yavaş’ın Kampanyasının İncelenmesi	
DR. NAJM AL-DEEN M. YASEEN REAKANY	The Question of Citizenship Culture In the Face of Sectarian Culture In the new Reality of Iraq (study on paths and enablers)	
AMANBEK MURZAKMATOV VILEN TURDIEV	Kronemik: İletişim Sürecinde Zamanın Kullanılması	
MÜGE SAVRUM-KORTANOĞLU	Kentsel Arkeoloji Kavramının Tarihsel Gelişimi	
DOÇ. MÜZEYYEN SEVTAP AYTUĞ	Uşak İlinin, Yeni Medyanın Gücü İle, Dünyaya Tanıtımında “53 Ayrı Tasarımcı Ve Üretici Firma İle 280 Farklı Tasarımın Üretilmesi” Projesi	
ERCAN ULUSOY	Reklam Ajanslarının Dijital Dönüşüm Analizi	

ANATOLIAN CONGRESSES
6th INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES CONGRESS
6th INTERNATIONAL APPLIED SCIENCES CONGRESS
MAY 21- 23, 2021
VAN – TURKEY

23. 05. 2021

14: 00 – 16:00

Meeting ID: 820 2896 0677

Passcode: 212223

HALL: 3

SESSION: 2

MODERATOR:

DR. ÖĞR. ÜYESİ SEVİM HAMZAÇEBİ

DR. ÖĞR. ÜYESİ İBRAHİM ALTUN

Van Otlı Peynirinin Biyojen Amin İçeriklerinin Bazı Geleneksel Peynirlerle Karşılaştırılması

AKIN YİĞİN

Screening of Salmonella Carrier by Vi-Antigen in Istanbul Province and Districts

DR. ÖĞR. ÜYESİ SEVİM HAMZAÇEBİ

Deniz Hıyarlarının (Holothuroidae) Önemi

BAHATTİN ÇAK
SEMİHA DEDE
VEYSEL YÜKSEK
ORHAN YILMAZ
AHMET FATİH DEMİREL

Siyah Alaca, Simental Ve İsviçre Esmeri Sığırlarında Alfa- Kazein, Beta- Kazein Ve Kappa- Kazein Genlerinin Genetik Değişkenliği

AYŞEGÜL ARSLAN

Topraktan Uygulanan Yarasa Gübresinin Mercimek Gelişimi İle Rizosfer Toprağın Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkisi

ÖNDER AYBASTIER

Optimization Of Extraction Of Rutin From Butcher's Broom Fruit By Central Composite Design

CONTENT

CONGRESS ID	
SCIENTIFIC & REVIEW COMMITTEE	
PROGRAM	
CONTENT	
FULL TEXT OF ORAL PRESENTED PAPERS	
Sevde HASANOĞLU & Sacide PEHLIVAN	
MOLECULAR GENETICS OF MULTIPLE SYSTEM ATROPHY (MSA)	1
Sacide PEHLIVAN	
THE IMPORTANCE OF MANNOSE BINDING LECTIN 2 GENE AND THEIR RELATIONSHIP WITH NEUROLOGICAL, AUTOIMMUNE, PERIODONTAL, INFECTIOUS, PSYCHIATRIC DISEASES AND CANCER	9
Can Sevinç & Recep Demirci	
HEMODİYALİZ HASTALARINDA DAMAR GİRİŞ YOLU VE İNFLAMASYON ARASINDAKİ İLİŞKİ	18
Abdurrahman KOÇAK & Züleyha DEĞİRMENCİ	
YENİ MOBİL OYUN GELİŞTİRME SÜREÇLERİNDE PAZARDA TUTUNABİLECEK ÇEKİRDEK ÖZELLİKLERE SAHİP ÜRÜN GELİŞTİRME (MVP) TEKNİKLERİNİN KULLANILMASI: HYPER-CASUAL MOBİL OYUNLAR ÖRNEĞİ	25
Nagihan Caylak Delibas & Seyyed Reza Hosseini & Mahsa Bahramgour, Aligoli Niaei	
INVESTIGATION OF A 4-TERMINAL TANDEM ALL PEROVSKITE SOLAR CELLS COMPARED WITH SINGLE-JUNCTION PEROVSKITE SOLAR CELLS BY SIMULATION IN SCAPS-1D	38
Seyyed Reza Hosseini & Nagihan Caylak Delibas & Mahsa Hossein Zadeh Damrigh & Mahsa Bahramgour, Aligoli Niaei	
INVESTIGATION OF CZTS SOLAR CELLS AND ITS CONSTITUENT LAYERS WITH ADDITIONAL MO LAYER WITH DIFFERENT BUFFER LAYERS AND THEIR SIMULATION AND OPTIMIZATION BY SCAPS-1D SOFTWARE	44
Erdoğan KAYHAN & Züleyha DEĞİRMENCİ	
ORTAM ISISINA BAĞLI OLARAK ISI İZOLASYONU AYARLAMASI YAPAN GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİK ÜRÜN KONSEPTİ TASARIMI	49
Lale ÇAVUŞOĞLU UZUN & Mustafa KANDEMİR	
SÜREKSİZ KATSAYILI VE GEÇİŞ ŞARTLI BİR STURM-LİOUVILLE PROBLEMİNİN FREDHOLM OPERATÖRÜ OLMA ÖZELLİĞİ	58
Muhammet Zeki ÖZYURT & Ümit YİĞİT	
BETONARME YAPILARDA DIŞ AKSLARDA L TİPİ PERDELERİN KONUMUNUN YAPISAL DAVRANIŞ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	65
Muhammet Zeki ÖZYURT & Eren YILMAZ	
PLANDA PERDE YERİ DEĞİŞİMİNİN KENAR AKSLARINDA PERDELER BULUNAN YAPININ DAVRANIŞINA ETKİSİ	73
Abdüllatif Knıfatı & Sevgi Yurt Öncel	
UNIFORM, SIZE-BIASED UNIFORM VE TRUNCATED SIZE-BIASED UNIFORM DAĞILIMLARI İÇİN ÇEŞİTLİ ENTROPİ ÖLÇÜLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI	81

Seray Peşin & Zeki Gündüz	
TÜRKİYE DEPREM TEHLİKE HARİTASI VE 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ ZEMİN SINIFLARININ DAYANMA YAPILARININ DAVRANIŞLARINA GETİRDİĞİ FARKLILIKLAR	94
Akın YİĞİN	
SCREENING OF SALMONELLA CARRIER BY VI-ANTIGEN IN ISTANBUL PROVINCE AND DISTRICTS	106
Tülay BAYRAKDAR & Ertan YANIKOĞLU	
GÜÇ KALİTESİ VE HARMONİKLERİN FARKLI AYDINLATMA TEKNOLOJİLERİNDE KARŞILAŞTIRILMASI	116



MOLECULAR GENETICS OF MULTIPLE SYSTEM ATROPHY (MSA)**Sevde HASANOĞLU¹, Sacide PEHLİVAN²**¹ Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, Istanbul University, Istanbul, Turkey**ABSTRACT**

Multiple System Atrophy (MSA); it is a rare neurodegenerative disorder that can cause multiple symptoms such as balance disorders, difficulty with movement, poor coordination, bladder dysfunction, sleep disturbances, poor blood pressure control. It is an adult-onset, progressive and idiopathic neurodegenerative disease. MSA is a sporadic, adult-onset movement disorder with an aggressive clinical course that lasts about 9 years on average from symptom onset to death. Multiple neuronal pathways degenerate throughout the course of the disease, causing a multifaceted clinical picture with parkinsonism, cerebellar ataxia and autonomic failure occurring in variable combinations. Prevalence ranges from 1.9 to 5 per 100,000, incidence is about 3 per 100,000 per year. The incidence varies depending on the age and region. Regional and population-specific differences suggest that environmental, genetic, and epigenetic factors contribute to the pathogenesis of MSA. Currently, no environmental factors are known that affect the risk of MSA and it is generally considered a sporadic disease. As in Parkinson's disease, nicotine use and alcohol consumption are less common among patients with MSA than among healthy controls. MSA is characterized by cytoplasmic inclusion bodies consisting mainly of abnormally folded α -synuclein. These aggregates are seen predominantly in the cytoplasm. MSA is the fastest progression of synucleinopathies, a group of disorders characterized by abnormal accumulation of α -synuclein in the central and peripheral autonomic nervous system. α -synuclein is a 14-kDa protein encoded by the SNCA/PARK1 gene and physiologically involved in neurotransmitter synthesis and release. It is closely associated with various neurodegenerative diseases that are classified as α -synucleinopathies as a result of its accumulation. So far, aging remains the sole, well-accepted risk factor for developing MSA. In this presentation, molecular mechanisms of MSA and related genes and gene therapy protocols will be reviewed.

Keywords; Multiple System Atrophy, α -synuclein, Gene therapy, Aging.

ÖZET

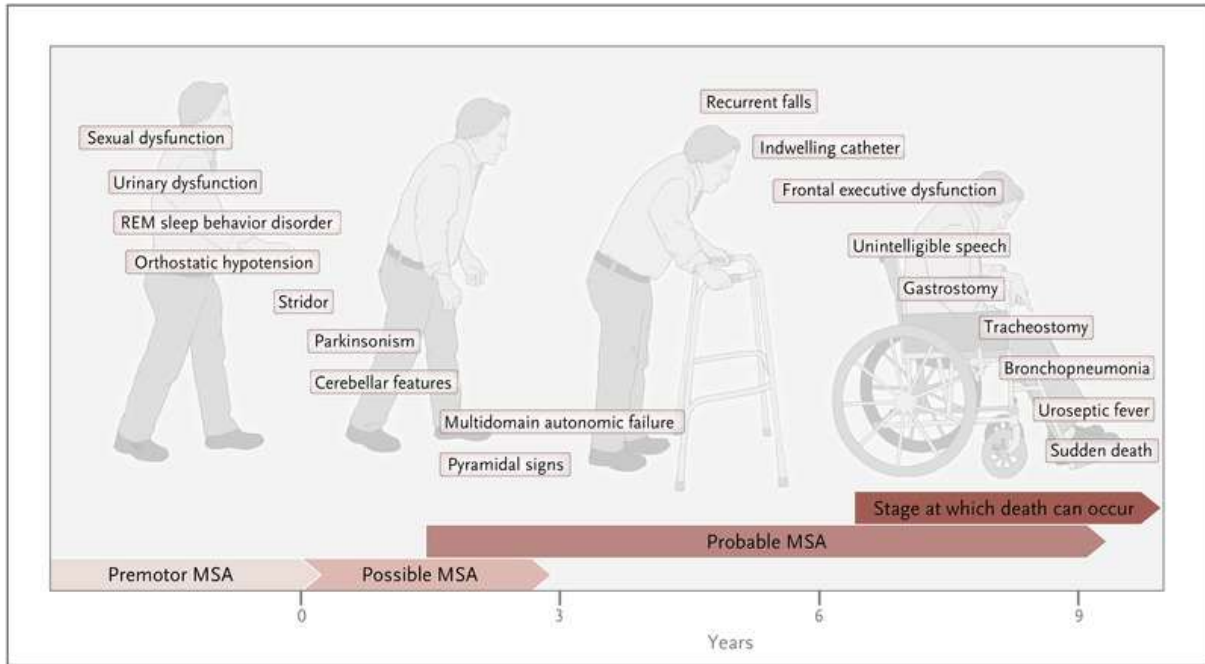
Çoklu Sistem Atrofi (ÇSA); denge bozuklukları, hareket güçlüğü, zayıf koordinasyon, mesane disfonksiyonu, uyku bozuklukları, zayıf kan basıncı kontrolü gibi çok sayıda semptomlara neden olabilen nadir bir nörodejeneratif bozukluktur. Yetişkin başlangıçlı, progresif ve idiyopatik bir nörodejeneratif hastalıktır. Semptom başlangıcından ölüme kadar ortalama yaklaşık 9 yıl süren agresif bir klinik seyir gösteren, sporadik bir hareket bozukluğudur. Hastalığın seyri boyunca çoklu nöronal yolaklar dejenere olur ve parkinsonizm, serebellar ataksi ve değişken kombinasyonlarda meydana gelen otonom yetmezlik ile çok yönlü bir klinik tabloya neden olur. 1.9-5/100.000 arasında değişen bir prevalansı bulunmakta ve yıllık insidansı 3:100.000'dir. Görülme sıklığı yaşa ve bölgeye bağlı olarak değişmektedir. Bölgesel ve popülasyona özgü farklılıklar, çevresel, genetik ve epigenetik faktörlerin, ÇSA'nın patogeneze katkıda bulunduğunu düşündürmektedir. Günümüzde ÇSA riskini etkileyen hiçbir çevresel faktör bilinmemektedir ve genellikle sporadik bir hastalık olarak kabul edilir. Parkinson hastalığında olduğu gibi, nikotin kullanımı ve alkol tüketimi ÇSA hastalarında sağlıklı kontrollere göre daha az yaygındır. Esas olarak anormal şekilde katlanmış α -sinükleinden oluşan sitoplazmik inklüzyon cisimcikleri ile karakterize edilir. Bu agregatlar, ağırlıklı olarak sitoplazmada görülür. ÇSA merkezi ve periferik otonom sinir sisteminde α -sinükleinin anormal birikimi ile karakterize edilen bir grup bozukluk olan sinükleinopatilerin en hızlı ilerleyişidir. **α -sinüklein**, SNCA/PARK1 geni tarafından kodlanan ve fizyolojik olarak nörotransmitter sentezi ve salınmasına dahil olan bir 14-kDa'lık proteindir. Birikimi sonucu α -sinükleinopatiler olarak sınıflandırılan çeşitli nörodejeneratif hastalıklarla yakından ilişkilidir. Günümüze kadar yaşlanma, ÇSA'nın gelişmesi için tek ve iyi kabul gören tek risk faktörü olmaya devam etmektedir. Bu sunumda ÇSA'nın moleküler mekanizmaları ve ilişkili bulunan genler ile devam etmekte olan gen tedavi protokolleri gözden geçirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Çoklu Sistem Atrofisi, α -sinüklein. Gen tedavisi, Yaşlanma

1. Multisistem Atrofi Nedir?

Multisistem Atrofi (MSA); denge bozuklukları, hareket güçlüğü, zayıf koordinasyon, mesane disfonksiyonu, uyku bozuklukları, zayıf kan basıncı kontrolü gibi çok sayıda semptomlara neden olabilen nadir bir nörodejeneratif bozukluktur. Yetişkin başlangıçlı, progresif ve idiyopatik bir

nörodegeneratif hastalıktır (1) Yaşam süresinin uzamasıyla birlikte günümüzde daha çok önem kazanmaya başlamıştır. MSA'ye ait olası semptomlar görsel 1 üzerinde özetlenmiştir.



Görsel 1: MSA'ye ait olası semptomlar

MSA'nın 100.000'de 1.9-5 arasında değişen bir prevalansı bulunmakta ve yıllık insidansı 3:100.000 bireydir (2). Buna rağmen MSA'nın görülme sıklığı yaşa ve bölgeye bağlı olarak değişmektedir. Bu bölgesel ve popülasyona özgü farklılıklar, çevresel, genetik ve epigenetik faktörlerin, MSA'nın patogeneze katkıda bulunduğunu düşündürmektedir (1).

Semptom başlangıcından ölüme kadar ortalama yaklaşık 9 yıl süren agresif bir klinik seyir gösteren, sporadik bir hareket bozukluğudur. Hastalığın seyri boyunca çoklu nöronal yolaklar dejenerer olur ve parkinsonizm, serebellar ataksi ve değişken kombinasyonlarda meydana gelen otonom yetmezlik ile çok yönlü bir klinik tabloya neden olur (3). Hızlı ilerleyen hastalık seyri klinik olarak iki ana motor fenotipi ile karakterizedir. Bunlar; parkinsonizm ve serebellar ataksi gösteren parkinsonian (MSA-P) ve MSA'nın serebellar alt tipi (MSA-C)'dir. Hastaların parkinsonizm veya serebellar ataksi ile birlikte sporadik, progresif bir yetişkin başlangıç hastalığı göstermesi ve diğer klinik veya nörogörüntüleme özellikleriyle birlikte disautonomiyi gösteren en az bir ek semptom göstermesi durumunda, "olası" MSA tanısı konur. "Muhtemel" MSA tanısı için ise hastalar, otonomik semptomlarla kombinasyon halinde zayıf l-Dopa yanıtı serebellar veya parkinson semptomlarını içeren sporadik, yetişkin başlangıçlı ve progresif bir hastalık seyri sunmalıdır (4).

2. Genetik ve Risk Faktörleri

MSA riskini etkileyen hiçbir çevresel faktör bilinmemektedir. Parkinson hastalığında olduğu gibi, nikotin kullanımı ve alkol tüketimi MSA hastalarında sağlıklı kontrollere göre daha az yaygındır. Bu durum da Parkinson hastalığı ile MSA arasında olası bir patofizyolojik bağlantı olduğunu göstermektedir (5).

MSA genellikle sporadik bir hastalık olarak kabul edilir. Yine de bazı ailelerde genetik faktörlerin etiyolojik bir rol oynadığı bilinmektedir. Para-hidroksibenzoat-poliprenil transferaz enzimini kodlayan COQ2 genindeki mutasyonlar, bir Japon MSA hasta grubunda tanımlanmış ve bir genetik risk faktörü olarak önerilmiştir. İç mitokondriyal membranda bulunan koenzim Q10, mitokondriyal solunum zinciri için önemli bir kofaktördür. Bu nedenle, COQ2 genindeki mutasyonlar, sıklıkla nörodejeneratif hastalıklarla ilişkili çok önemli bir patojenik olay olan mitokondriyal disfonksiyona neden olabilir. Yapılan diğer çalışmalar ile de COQ2 geninin Japon hastalarda artmış MSA riski ile ilişkili olduğuna dair kanıtlar artmıştır. Fakat bunun aksine iki büyük Avrupa vaka serisinde varsayılan varyantların hiçbiri tanımlanamamış ve çelişkili sonuçlar ortaya çıkmıştır (1, 6).

Candidate genome-wide association (GWASs) çalışmalarında ise a-sinüklein geni (SNCA) varyantlarının MSA geliştirme riskinde artış ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Ancak, MSA'lı 918 hasta ve tümü Avrupa kökenli 3.864 kontrolü içeren popülasyonla yapılan geniş kapsamlı çalışma sonucu bu ilişki doğrulanamamıştır (7). Daha ileri genetik çalışmalar, spesifik SNCA polimorfizmlerini ve A53E ve G51D gibi α -syn mutasyonlarını MSA geliştirme riskinin artmasıyla ilişkilendirmiştir (6). Kafkas hastalarında SNCA'da yapılan tek nükleotid polimorfizm (SNP) çalışmasında ise artmış MSA riski ile ilişkili ilk genetik SNCA varyantlarını önerilmiştir. SNCA lokusunda ilişkili iki SNP bulunmuştur. Aynı zamanda her iki SNCA varyantı da Parkinson için risk faktörleri olarak kabul edilmektedir. Fakat bu varyantlar ile ilgili olarak Koreli MSA hastalarında daha sonra yapılan çalışmalarda aynı bulgular tekrarlanamamıştır. Bu durumda farklı etnik kökenler içinde belirli bir heterojenlik olduğu düşünülmektedir. MSA ile ilişkili nörodejeneratif bozukluklarla ilişkili mutasyona uğramış genler üzerine yapılan birkaç çalışmada, MSA ile doğrudan bir genetik bağlantı belirlenememiştir (8).

Risk faktörleriyle ilgili olarak Kuzey Amerika'da yapılan bir vaka kontrol çalışmasında MSA hastalarında organik çözücülere, plastik monomerlere, katkı maddelerine, pestisitlere ve metallere mesleki maruziyetin özellikle yaygın olduğu bulunmuştur. Avrupa çapında yürütülen çok merkezli bir vaka kontrol çalışması sonucu tarımda çalışan kişilerin MSA geliştirme riskinin arttığını, ancak bu gözlemlerin tekrarlanmadığı gösterilmiştir (1).

Sigara MSA vakalarında sağlıklı kontrollere göre daha az sıklıkta görünmektedir, bu da sigara içmenin sinükleinopatilerde nöroprotektif bir etki yarattığını düşündürmektedir. Genel olarak, tek bir çevresel veya mesleki faktörün hastalık riskini açık bir şekilde değiştirdiği gösterilmemiştir. Günümüze kadar yaşlanma, MSA'nın gelişmesi için tek ve iyi kabul gören tek risk faktörü olmaya devam etmektedir (6).

3. Nöropatolojisi

Esas olarak anormal şekilde katlanmış α -sinükleinden oluşan sitoplazmik inklüzyon cisimcikleri ile karakterize edilir. Bu agregatlar, ağırlıklı olarak sitoplazmada görülür. MSA merkezi ve periferik otonom sinir sisteminde α -sinüklein'in anormal birikimi ile karakterize edilen bir grup bozukluk olan sinükleinopatilerin en hızlı ilerleyişidir. α -sinüklein, SNCA / PARK1 geni tarafından kodlanan ve fizyolojik olarak nörotransmitter sentezi ve salınmasına dahil olan bir 14-kDa'lık proteindir. Birikimi sonucu α -sinükleinopatiler olarak sınıflandırılan çeşitli nörodegeneratif hastalıklarla yakından ilişkilidir (6,9).

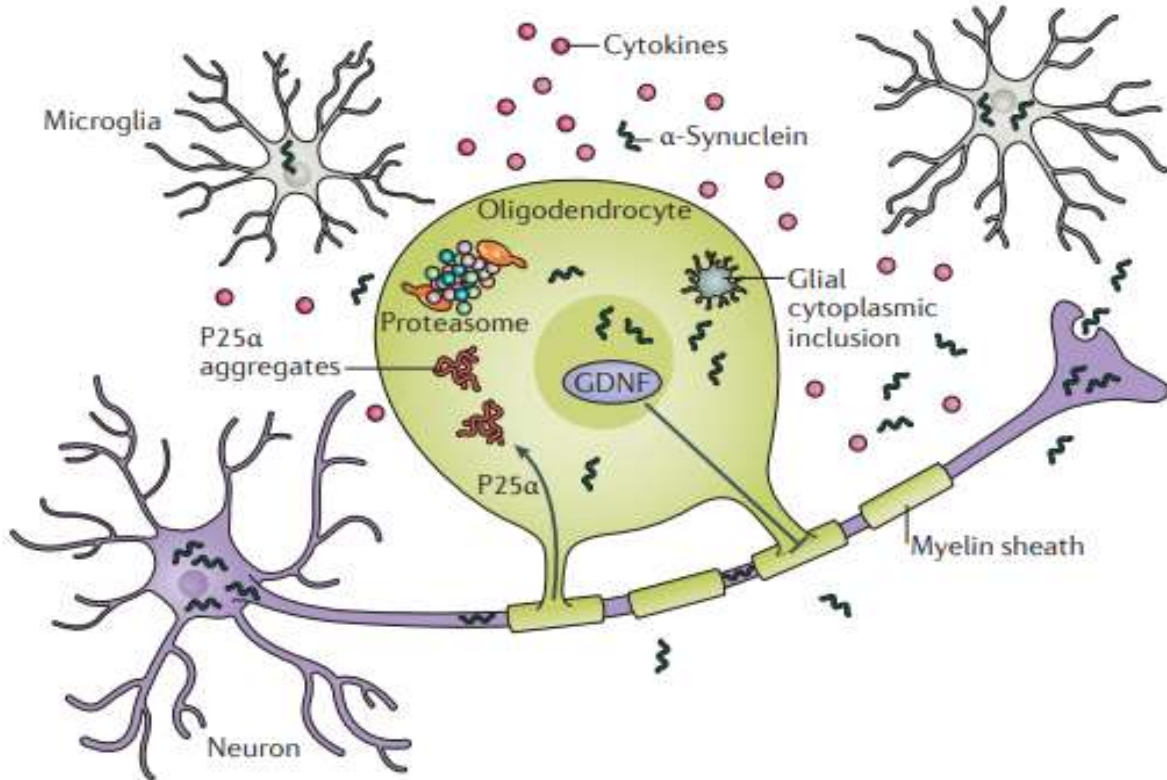
SNCA, α -sinüklein geni ve bunların çoğalmasındaki yanlış mutasyonların Parkinson hastalığı'nın nadir kalıtsal formlarına yol açtığı bulguları ile α -sinüklein topluluğu ve hastalık arasında nedensel bir bağlantı kurulmuştur. Bazı mutasyonlar ayrıca Lewy cisimciklerine neden olur. SNCA'daki G51D ve A53E yanlış mutasyonları, karışık Parkinson hastalığı ve MSA patolojileriyle birlikte atipik sinükleinopatilere yol açabilir. SNCA'nın düzenleyici bölgesindeki sekans varyasyonu, artmış α -sinüklein ekspresyonu ve hastalık vakalarının% 90'ından fazlasını oluşturan idiyopatik Parkinson hastalığı geliştirme riskinin artmasıyla ilişkilidir.

Parkinson hastalarında α -sinüklein ağırlıklı olarak Lewy cisimcikleri ve Lewy nöritlerini oluşturan nöronlarda birikirken, MSA hastalarında çoğunlukla glial sitoplazmik inklüzyonlar (GCI) oluşturan oligodendroglial hücrelerde birikir (11). "Kesin" bir MSA teşhisi GCI'nin nöropatolojik varlığını gerektirir. GCI'ler beyinde yaygın bir şekilde bulunur (Bazal ganglionlarda, frontal ve birincil motor kortekslerde, retiküler oluşumda). Sitoplazmada ve nöronların çekirdeklerinde α -sinüklein fibrilleri meydana gelir. Bunlarında MSA'nın patojenik zincirinde önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. MSA-P'de nöronal kayıp en çok striatonigral sistemde belirgindir, MSA-C'de olivopontocerebellar projeksiyonlar daha çok etkilenir. GCI yoğunluğu, nöronal kaybın derecesi ile ilişkili görünmektedir. Ayrıca MSA'da kardiyovasküler, solunum ve nöroendokrin fonksiyonların kontrolünde yer alan beyin sapsı ağları etkilenir ve bu bölgelerdeki dejenerasyon bu hastalıkta otonomik yetmezliğe katkıda bulunur (6).

Ön ve arka beyindeki beyaz cevher bölgelerinde değişmemiş sayıda oligodendrosit olmasına rağmen, miyelin oluşumu ciddi şekilde bozulmuş ve ciddi miyelin kaybına neden olur. Azalmış miyelinasyona, motor korteks, dorsolateral putamen, globus pallidus, serebellum ve GCI yoğunluğu ve hastalığın ilerlemesi ile ilişkili substantia nigra dahil olmak üzere farklı beyin bölgelerinde belirgin nöronal kayıp eşlik eder (12).

Ayrıca nöroinflamasyon, MSA'nın mikro ve astrogliozdan oluşan önemli bir patolojik özelliğidir; tümör nekroz faktörü alfa (TNF α), interferonlar ve interlökinler (IL) gibi inflamatuvar sitokinlerin, ağırlıklı olarak merkezi sinir sisteminin beyaz maddesinde salınımının artmasına neden olur.

Oligodendroglial α -sinüklein agregasyonu ve mitokondriyal disfonksiyon, MSA ile ilişkili patofizyolojinin anahtar unsurları gibi görünmektedir. Fosfoprotein-25 α 'nın (p25 α) güçlü bir α -sinüklein agregasyonu uyarıcısı olduğunu düşündüren in vitro çalışmalar sonucunda, p25 α 'nın miyelin kılıfından sitoplazmaya taşınması ve ardından oligodendrositlerde sitoplazmik p25 α birikiminin MSA hastalarında ilginç bir erken bulgu olduğu gösterilmiştir (11). MSA'nın patofizyolojik yolağındaki anahtar olaylar görsel 2'de özetlenmiştir.



Görsel 2: MSA'nın patofizyolojik yolağındaki anahtar olaylar. (p25 α inklüzyon oluşumu turuncu renk ile gösterilmiştir.) (1).

Sonuç olarak, kademeli olarak işlevsiz oligodendrositler yanlış katlanmış a-sinükleini hücre dışı boşluğa salmaktadır. Bu yanlış katlanmış a-sinüklein, nöronal sitoplazmik inklüzyonlar oluşturmak için komşu nöronlar tarafından alınabilir. Bu noktada, nöroinflamasyon, oligodendroglial nörotrofik desteğin kaybı ve a-sinüklein inklüzyonlarına bağlı nöronal disfonksiyon sinerjik olarak nöronal ölümü ve ardından reaktif astroglia teşvik edebilir (6).

4. MSA Tedavisi

MSA hastaları için yalnızca semptomatik tedaviler mevcuttur. MSA-P hastaları, bradikinezi, sertlik, postüral dengesizlik, titreme ve yürüyüşün donması gibi parkinson semptomları gösterir. Ayrıca, bu parkinson semptomları MSA-C hastalarının% 50-% 74'ünde de mevcuttur. L-Dopa ile tedavi PD tedavisi için altın standart olarak kabul edilir ve MSA hastalarında da bradikinezi ve sertliği ortadan kaldırır. Bununla birlikte, MSA hastalarının çoğu, zayıf veya hızla azalan bir l-Dopa tepkisi gösterir. Dopamin agonistleri, l-Dopa'ya yanıt vermeyen MSA hastalarında yararlı bir etki göstermemekle birlikte, l-Dopa'ya yanıt verenlerin en az% 22'si, azalmış parkinson semptomu gösterir. Rasagilin gibi monoaminooksidaz B (MAO-B) inhibitörleri ile tedavi mümkündür, ancak MSA hastalarında hiçbir fayda gösterilmemiştir.

MSA-C hastalarında en sık görülen serebellar belirtiler yürüme ataksisi, ekstremitate ataksisi ve ataksik dizartriidir. Bu serebellar semptomlar aynı zamanda MSA-P vakalarının% 41-64'ünde ortaya çıkmaktadır. Şu ana kadar MSA-C ile ilişkili ataksi için etkili bir terapi mevcut değildir. Bununla birlikte, serebellar N-methyl-D-aspartate (NMDA) reseptörleri motor öğrenme ve koordinasyonda önemli bir rol oynar, bu nedenle ataksiyi tedavi etmek için uygun bir hedef olabilir.

MSA nöropatolojisine dayanarak α -syn birikiminin inhibisyonu veya önlenmesinin hastalık için açık bir hedef oluşturduğu düşünülmektedir. a-syn birikimi MSA'nın erken bir aşamasında meydana geldiğinden, α -syn seviyelerini düşürme stratejileri çok umut verici bir hedef olabilir. MSA gibi nörodejeneratif hastalıklardaki başlıca patolojik ve genel özelliklerden biri olan nöron kaybını önlemek için nöroprotektif yaklaşımları keşfetmek için çok sayıda çalışma yapılmıştır (5). Gen tedavisi ile oksidatif stresi, glutamatla ilişkili eksitotoksisiteyi ve ardından nöronal kaybı azaltmak için uygun yaklaşım olabileceği düşünülmüştür. Bu amaçla oluşturulan fare modeli ike nükleer ilişkili faktör 2 , glutamat dehidrojenaz 2 ve uyarıcı amino asit taşıyıcı 2 genlerinin lentiviral enjeksiyonu farelerde gelişmiş motor işlevi ortaya çıkarmıştır (13).

KAYNAKÇA

- [1] Krismer, F., Wenning, G. Multiple system atrophy: insights into a rare and debilitating movement disorder, *Nat Rev Neurol*, 2017, 13, 232–243.
- [2] Foubert-Samier A, Pavy-Le Traon A, Guillet F, Le-Goff M, Helmer C, Tison F, Rascol O, Proust-Lima C, Meissner WG. Disease progression and prognostic factors in multiple system atrophy: A prospective cohort study, *Neurobiol Dis*, 2020, Jun;139:104813.
- [3] Lin DJ, Hermann KL, Schmähmann JD. The Diagnosis and Natural History of Multiple System Atrophy, Cerebellar Type, *Cerebellum*, 2016, 15 (6): 663-679.
- [4] Xia, C., Postuma, R.B. Diagnosing multiple system atrophy at the prodromal stage, *Clin Auton Res*, 2020, 30, 197–205.
- [5] Fanciulli A, Wenning GK. Multiple-system atrophy, *N Engl J Med*, 2015, 15;372 (3) : 249-63.
- [6] Mészáros L, Hoffmann A, Wihan J, Winkler J. Current Symptomatic and Disease-Modifying Treatments in Multiple System Atrophy, *Int J Mol Sci*, 2020, 21(8):2775.
- [7] Sailer A, Scholz SW, Nalls MA, et al. A genome-wide association study in multiple system atrophy, *Neurology*, 2016, 87(15):1591-1598.
- [8] Sturm E, Stefanova N. Multiple system atrophy: genetic or epigenetic?, *Exp Neurobiol*, 2014, 23(4):277-291.
- [9] Burré J. The Synaptic Function of α -Synuclein, *J Parkinsons Dis*, 2015, 5(4):699-713.
- [10] Schweighauser M, Shi Y, Tarutani A, et al. Structures of α -synuclein filaments from multiple system atrophy, *Nature*, 2020, 585(7825):464-469.
- [11] Song YJ, Lundvig DM, Huang Y, et al. p25 α relocalizes in oligodendroglia from myelin to cytoplasmic inclusions in multiple system atrophy, *Am J Pathol*, 2007, 171(4):1291-1303.
- [12] Yoshida M. Multiple system atrophy: alpha-synuclein and neuronal degeneration, *Neuropathology*, 2007, Oct, 27(5):484-93.
- [13] Lat, M.J., Stefanova, N., Wenning, G.K. et al. Genes to treat excitotoxicity ameliorate the symptoms of the disease in mice models of multiple system atrophy, *J Neural Transm*, 2020, 127, 205–212.

THE IMPORTANCE OF MANNOSE BINDING LECTIN 2 GENE AND THEIR RELATIONSHIP WITH NEUROLOGICAL, AUTOIMMUNE, PERIODONTAL, INFECTIOUS, PSYCHIATRIC DISEASES AND CANCER

Sacide PEHLIVAN

Istanbul Faculty of Medicine, Istanbul University, Istanbul, Turkey.

ORCID NO:0000-0003-1272-5845

ABSTRACT

The Mannose Binding Lectin 2 (MBL2) gene encodes a protein that functions as a serum opsonin in innate immune defense and stimulates complement activation via lectin. This gene contains 4 exons and is localized to chromosome 10q11.2-q21. Structural mutations in the form of three single base substitutions positioned in exon 1 of the human MBL2 gene, at codon 52 (Arg to Cys, allele D), codon 54 (Gly to Asp, allele B) and codon 57 (Gly to Glu, allele C), independently reduce the level of functional serum MBL by disrupting the collagenous structure of the protein. Furthermore, several nucleotide substitutions in the promoter region of the MBL2 gene at position 2550 (H/L polymorphism), 2221 (X/Y polymorphism) and 2427, 2349, 2336, del (2324 to 2329), 270 and β 4 (P/Q polymorphisms) affect the MBL serum concentration. Both the frequency of structural mutations and the promoter polymorphisms result in seven major haplotypes: HYPA, LYQA, LYPA, LXPA, LYPB, LYQC and HYPD. Differences in the distribution of these haplotypes determine in MBL serum levels. Both HYPA and LYQA are high-producing haplotypes, LYPA intermediate-producing haplotype and LXPA low-producing haplotype, whereas LYPB, LYQC and HYPD are defective haplotypes. Genotypes/haplotypes causing low levels of MBL2 have been found associated with Neurological, Autoimmune, Periodontal, Infectious, Psychiatric Diseases and Cancer. As a result, in this presentation, both the in silico analysis of the MBL2 gene and the evaluation of the studies conducted by our team in different disease groups (13 studies published between 2005-2021, most recently covid19) will be made.

Key words: MBL2 gene, in silico analysis, PCR, expression, cancer, infection, autoimmunity.

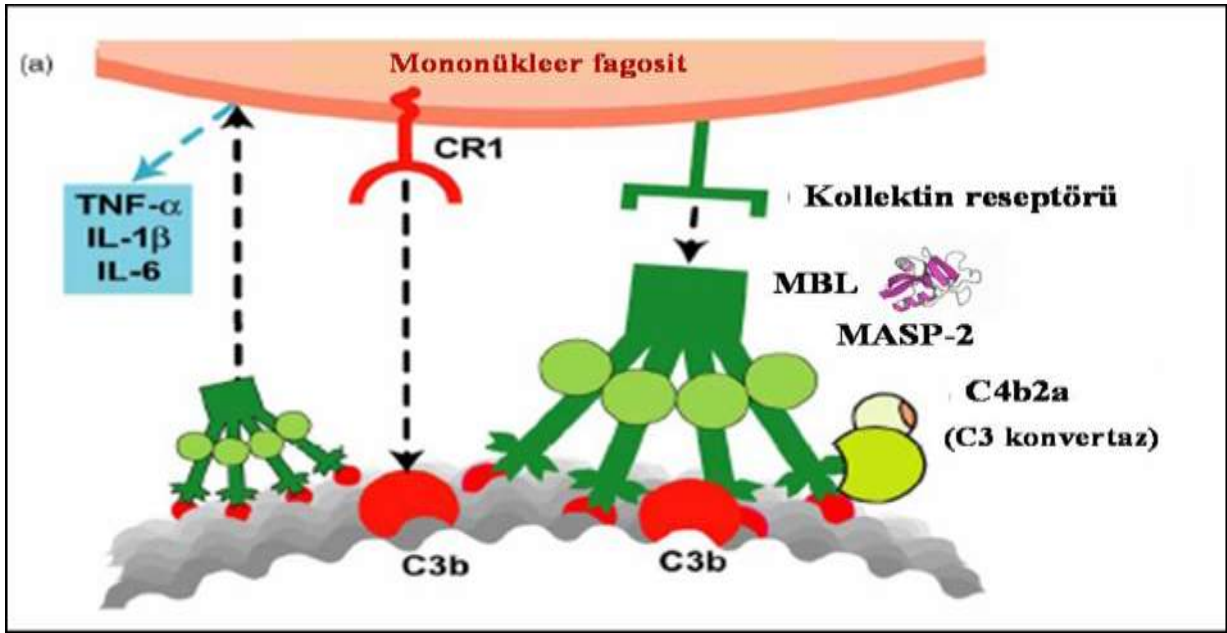
MANNOZ BAĞLAYICI LEKTİN 2 GENİNİN ÖNEMİ VE NÖROLOJİK, OTOİMMÜN, DİŞETİ, ENFEKSİYON, PSİKİATRİK HASTALIKLAR VE KANSER İLİŞKİSİ

ÖZET

Mannose Binding Lectin 2 (MBL2) geni doğuştan gelen bağışıklık savunmasında bir serum opsonini olarak görev alan ve lektin yolu ile komplement aktivasyonunu uyaran proteini kodlar. Bu gen 4 ekson içerir ve kromozom 10q11.2-q21'e lokalizedir. İnsan MBL2 geninin 1. Ekzonundaki; kodon 52'de (Arg'den Cys'ne, alel D), kodon 54'te (Gly'den Asp'ye, alel B) ve kodon 57'de (Gly'den Glu'ya, alel C), proteinin kollajen yapısını bozarak fonksiyonel serum MBL seviyesini bağımsız olarak azaltır. Ayrıca, promoter bölgesindeki birkaç nükleotid ikamesi 2550 konumundaki MBL2 geni (H / L polimorfizmi), 2221 (X / Y polimorfizmi) ve 2427, 2349, 2336, del (2324 ila 2329), 270 ve p4 (P / Q polimorfizmleri) MBL2 serum konsantrasyonunu etkiler. Hem yapısal mutasyonların sıklığı hem de promoter polimorfizmleri yedi ana haplotip ile sonuçlanır: HYPA, LYQA, LYPA, LXPA, LYPB, LYQC and HYPD. Bu haplotiplerin dağılımındaki farklılıklar MBL serum seviyelerinde belirlenir. Hem HYPA hem de LYQA yüksek ürün sağlayan (protein üreten) haplotipler, LYPA orta üreten haplotip ve LXPA düşük üreten haplotip, oysa LYPB, LYQC ve HYPD kusurlu haplotiplerdir. Düşük MBL seviyelerine neden olan genotipler/haplotiplerin Nörolojik, Otoimmün, Dişeti, Enfeksiyon, Psikiatrik Hastalıklar ve Kansere İlişkisi gösterilmiştir. Sonuç olarak bu sunumda hem MBL2 geninin in silico analizi hem de farklı hastalık gruplarında ekibimiz tarafından yapılan çalışmaların (son olarak covid19 olmak üzere 2005-2021 yılları arasında yayınlan 13 çalışma) değerlendirilmesi yapılacaktır.

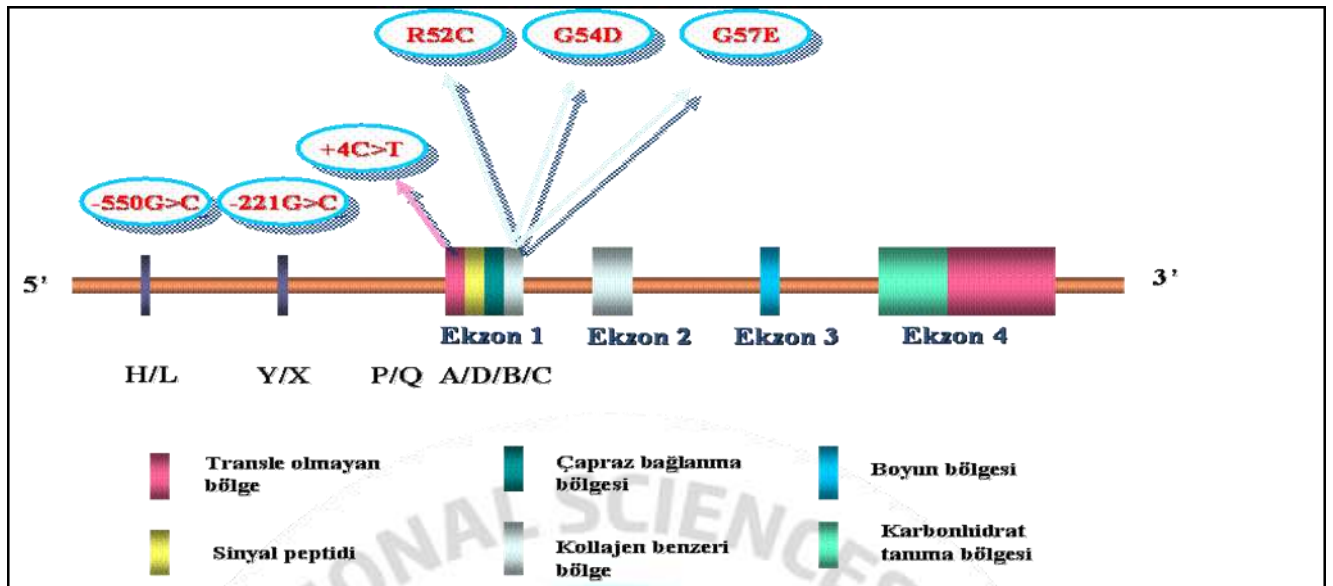
Anahtar Kelimeler: MBL2 geni, in silico analiz, PCR, expression, kanser, enfeksiyon, otoimmünite.

Mannoz bağlayıcı lektin (MBL), doğal bağışıklık sisteminde anahtar rol oynayan, karaciğerde akut faz proteini olarak sentezlenen bir serum lektinidir. Nötrofillerin aktivasyonunda kompleman sisteminin yanısıra, antikor cevabından önce serumda bulunmakta ve bağladığı bakterileri kompleman sistemin lektin yolunu aktive ederek nötralize etmektedir (Şekil.1).



Şekil.1 : MBL geni ve Lektin Yolu.

Bu gen 4 ekson içerir ve kromozom 10q11.2-q21'e lokalizedir. İnsan MBL2 geninin 1. Ekzonundaki; kodon 52'de (Arg'den Cys'ne, alel D), kodon 54'te (Gly'den Asp'ye, alel B) ve kodon 57'de (Gly'den Glu'ya, alel C), proteinin kollajen yapısını bozarak fonksiyonel serum MBL seviyesini bağımsız olarak azaltır. Ayrıca, promoter bölgesindeki birkaç nükleotid ikamesi 2550 konumundaki MBL2 geni (H / L polimorfizmi), 2221 (X / Y polimorfizmi) ve 2427, 2349, 2336, del (2324 ila 2329), 270 ve p4 (P / Q polimorfizmleri) MBL2 serum konsantrasyonunu etkiler. Hem yapısal mutasyonların sıklığı hem de promoter polimorfizmleri yedi ana haplotip ile sonuçlanır: HYPA, LYQA, LYPA, LXPA, LYPB, LYQC and HYPD. Bu haplotiplerin dağılımındaki farklılıklar MBL serum seviyelerinde belirlenir (1). Hem HYPA hem de LYQA yüksek ürün sağlayan (protein üreten) haplotipler, LYPA orta üreten haplotip ve LXPA düşük üreten haplotip, oysa LYPB, LYQC ve HYPD kusurlu haplotiplerdir (Şekil.2). Ör; Codon 54 teki rs1800450, fonksiyonel gen varyantında Wild type AA, Mutant BB ile tanımlanmıştır. Homozigot mutasyon (BB) MBL2 proteini tespit edilemez. Heterozigot mutasyon (AB) durumunda MBL2 protein miktarı 10 kat azalır.



Şekil.2 ; MBL2 geninde yer alan gen varyantlarının yerleşimi.

MBL2 geninin in silico analizi

MBL geni olarak tanımlanan MBL1 ve MBL2 olarak 2 gen Gencard sisteminde yer alır. MBL1 pseudogen olarak tanımlanmıştır (2) (Şekil.4).

GeneCards® THE HUMAN GENE SOURCE

MBL1P Gene (Pseudogene) * MBL1P1

Mannose Binding Lectin 1, Pseudogene

Aliases for MBL1P Gene

MBL1P1

MBL1P2

GeneCards for Bioinformatic Pipelines

BIO >

GeneCards
THE HUMAN GENE DATABASE

Free for academic non-profit institutions. Other users need a Commercial License.

WELZMANN INSTITUTE OF SCIENCE | LifeMap

Keywords: Search Term

Home | User Guide | Analysis Tools | News And Views | About | Data Access | My Genes | Log In / Sign Up

MBL2 Gene (Protein Coding) * GCID: GC10M052760 | GIFS: 48

Mannose Binding Lectin 2

Jump to section: Aliases | Paralogs | Disorders | Pathways | Domains | Products | Drugs | Proteins | Expression | Publications | Function | Sources | Genomics | Summaries | Localization | Transcripts | Orthologs | Variants

RD: Proteins: Primary Antibodies: ELISA: Antibody Array: Activity Assays | ORIGENE: Proteins: Antibodies: Assays: Genes: qPCR: Primers: qPCR: Junctional: Particles | NOVIUS: Antibodies: Proteins: Lytases: ELISA: Kits | GenScript: Gene Synthesis: ORF: Clones: Plasmid: Service: Peptide: Library: cDNA

Aliases for MBL2 Gene

Aliases for MBL2 Gene

Mannose Binding Lectin 2^{1,2,3}

COLEC1^{2,3,4}

Mannose-Binding Lectin (Protein C) 2, Soluble (Opsonic Defect)^{2,3}

Mannose-Binding Protein C^{1,4}

Collectin-1^{1,4}

MBP-C^{1,4}

MBP1^{1,4}

MBL^{1,4}

Mannose-Binding Lectin 2, Soluble (Opsonic Defect)¹

Mannose-Binding Lectin (Protein C) 2, Soluble²

Mannan-Binding Protein⁴

Mannose-Binding Lectin⁴

Mannose-Binding Lectin¹

HMBPFC¹

MBL2D¹

MSPD¹

MBL¹

MSP¹

GeneCards for Bioinformatic Pipelines

Annotate your datasets with comprehensive integrated data from >190 biomedical sources

DISEASES | ENZYMES | VARIANTS | ...

BIO >

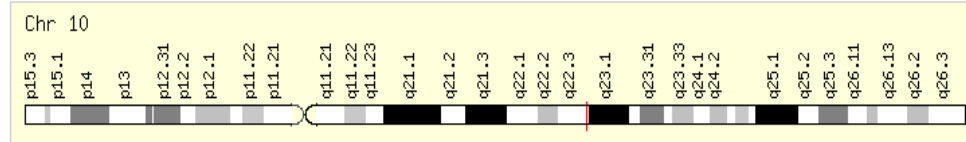
C

Genomic View for MBL1P Gene

Genes around MBL1P on UCSC Golden Path with GeneCards custom track

Cytogenetic band: 10q22.3 by HGNC 10q22.3 by Entrez Gene 10q22.3 by Ensembl

MBL1P Gene in genomic location: bands according to Ensembl, locations according to GeneLoc (and/or Entrez Gene and/or Ensembl if different)



GeneLoc Genomic Neighborhood • Exon Structure • Gene Density

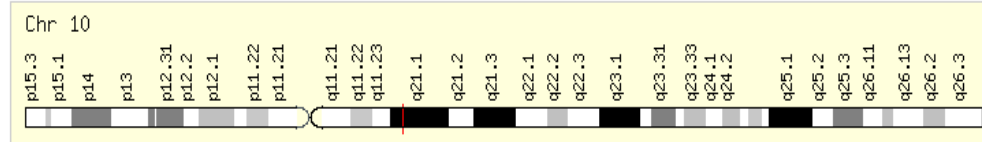
D

Genomic View for MBL2 Gene

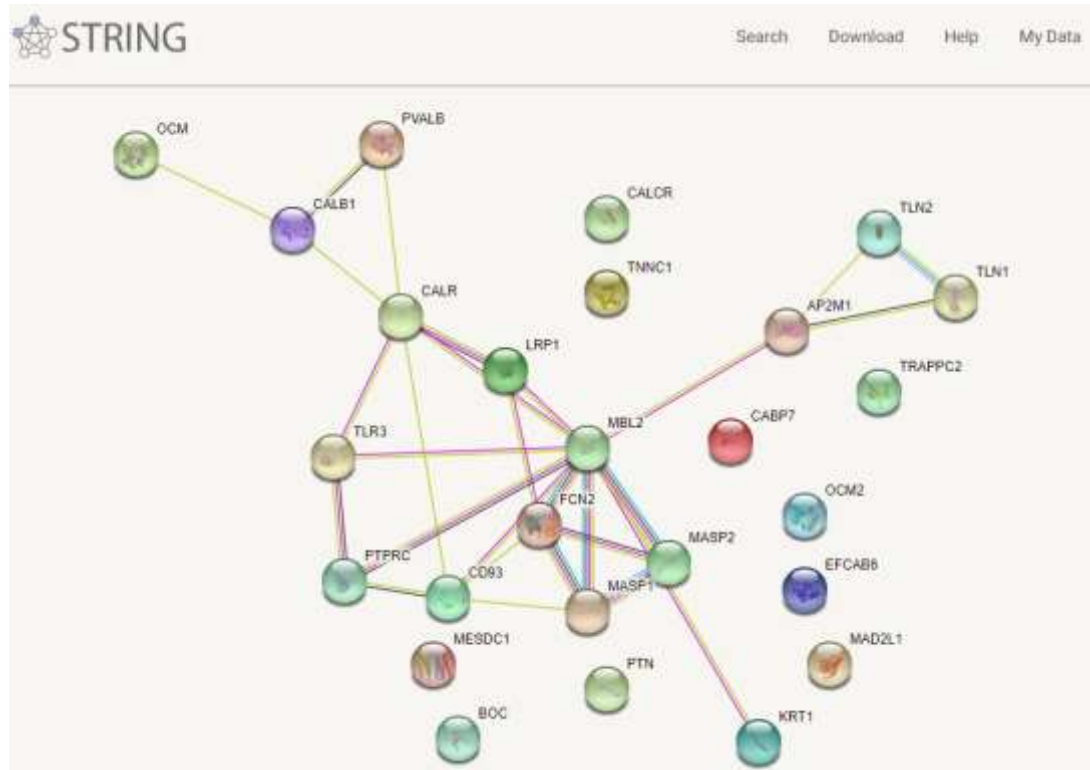
Genes around MBL2 on UCSC Golden Path with GeneCards custom track

Cytogenetic band: 10q21.1 by HGNC 10q21.1 by Entrez Gene 10q21.1 by Ensembl

MBL2 Gene in genomic location: bands according to Ensembl, locations according to GeneLoc (and/or Entrez Gene and/or Ensembl if different)

**Şekil.3:** Gencard tabanında MBL genleri (A,B) ve insan genomundaki lokalizasyonları (C,D).

MBL2 geninin moleküler fonksiyonlarına baktığımızda; mannoz bağlayıcı görevi ile birlikte sinyal reseptör bağlanması, protein bağlanması, karbondidrat bağlanması ve Kalsiyum-bağımlı protein bağlanmasında rolü olduğu bildirilmiştir. Hücre kompartmanlarındaki oranının ise en yüksek olarak ekstrasellüler bölgede (5-Confidence) ile belirlenirken, en düşük oranda peroksizom ve golgide olduğu saptanmıştır (1-Confidence). Etkileştiği ilk 5 protein arasında (G-string analizi); MASP1, CD93, FCN2, KRT1 ve TLR3 saptanırken. En az 25 farklı protein ile etkileşimi olduğu gösterilmiştir (Şekil.4).

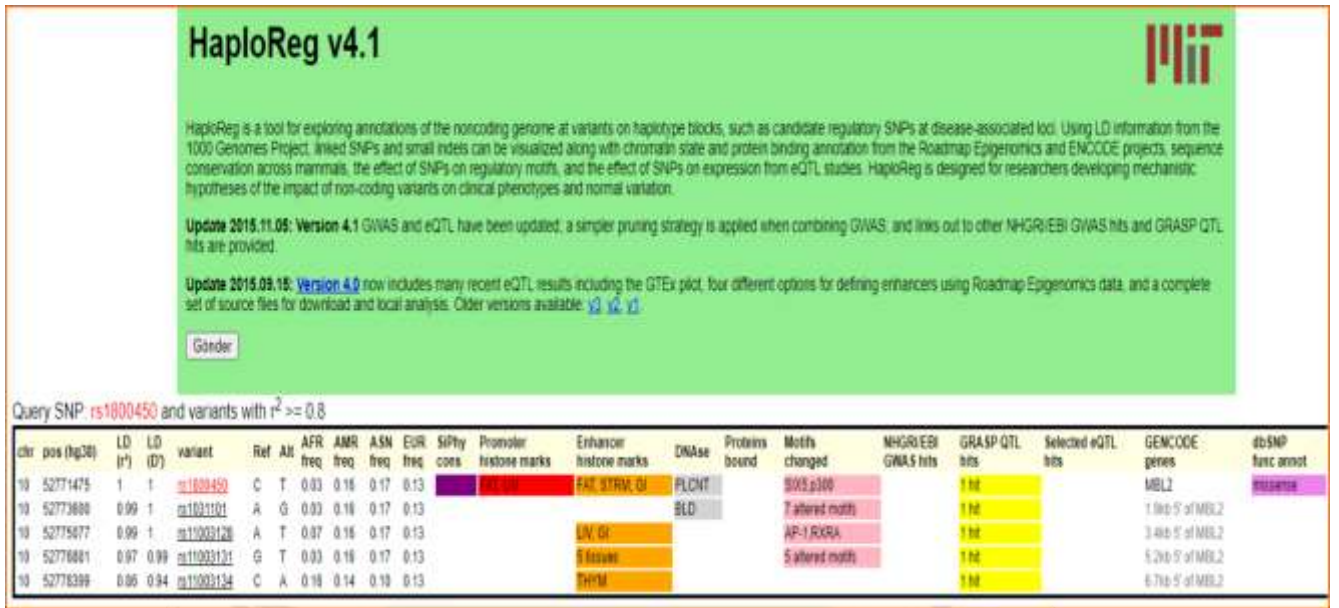


Şekil.4: MBL2 geninin diğer proteinlerle etkileşimi – String Analizi.

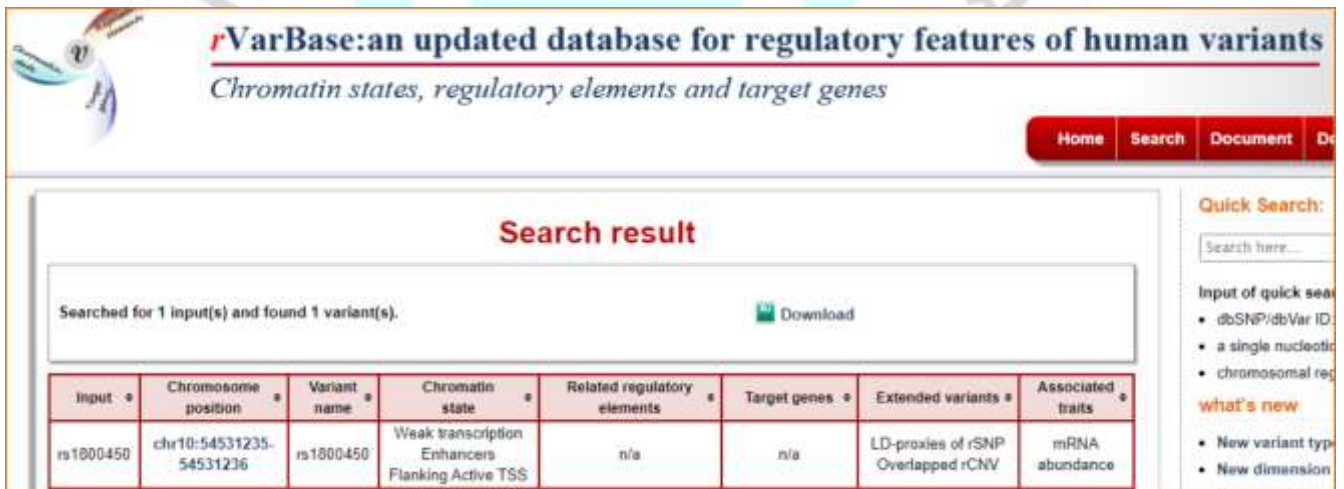
MBL2 genine ait ve bizim de çalışmalarını yaptığımız rs1800450 fonksiyonel gen varyantı HaploReg v4.1 ve rVarBase web tabanında araştırıldığında; amino asit değişimi ile sonuçlanan bir mutasyon (missense) olduğu, hem promotor hem de enhanser bölge markörü görevi yaptığı, en az 2 genin protein motifini değiştirebildiği, mRNA ekspresyonu ve protein miktarı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (3,4) (Şekil.5). Serum MBL düzeyinin düşük olması, tekrarlayan enfeksiyon riskini artırırken, yüksek olması bazı enflamatuvar hastalıklara yatkınlığa neden olabilmektedir. MBL'nin değişime uğramış hücreleri tanıyarak apoptozda rol aldığı; eksikliğinin, kanser gelişimine yol açabileceği belirtilmiştir.

Enfeksiyon ile ilişkili çalışmalarımızı değerlendirdiğimizde; tekrarlayan üst solunum enfeksiyonları, bakteriyel menenjit, akut romatoid ateş ve idrar yolu enfeksiyonları açısından çocuklarda yatkınlık açısından anlamlı bir ilişkinin olduğu gösterilmiştir. Erişkinlerde Hematolojik malignansilerde febril nütropeni ile ilişkili olabileceği ve Covid 19 enfeksiyonlarında hem yatkınlıkta tam da hastalık şiddetinin ağır seyrinde rolü olabileceği gösterilmiştir. Diş hastalıkları açısından değerlendirdiğimizde ide diş çürükleri ile bir ilişki varlığı gösterilmez iken periyodontal diş hastalıklarında rolü olabileceği gösterilmiştir. Pediatrik koklear implant hastalarında, kalp kapakçık değişimi olan hastalarda ve kongenital kalp hastalıkları ile ilişkili olabileceği gösterilmiştir.

A



B



Şekil.5: MBL2 geninin HaploReg v4.1 ve rVarBase Analizi.

Multiple Myeloma, Akciğer, Akut lösemiler ve diğer Hematolojik malignansilere yatkınlıkta rolü olabileceği ve önemli bir febril nötropeni biyomarkırını olabileceği görülmüştür. Otoimmün hastalıklardan Vitiligo ve Ankilozan Spondilitte hem hastalığa yatkınlık hemde klinik parametrelerle ilişkili olabileceği gösterilmiştir. Psikiyatride immün hipotez olarak kabul edilen ve “Çocuklukta sık tekrarlayan enfeksiyonların Şizofreni ve Bipoları tetikler” tanımının analiz etmek amacıyla bu 2 grupta yapılan analizde şizofreniye yatkınlıkta rolü olabileceği, klinik parametrelere olan intihara yatkınlıkta rolü olabileceği saptanmıştır (5-20).

Sonuç olarak; rekombinant üretimi de olan bu proteinin hasta sağlığında kullanımına yönelik yaklaşımların gündeme gelmesi ve ileriye dönük planlamalarda değerlendirilmesi hasta sağlığı açısından yarar sağlayabilecek bir aşamaya geldiği düşünülmektedir.

Kaynaklar:

- 1) Seyfarth J, Garred P and Madsen HO. The 'involution' of mannose-binding lectin. *Hum Mol Genet*, 14, 2859–2869, (2005).
- 2) <https://www.genecards.org/Search/Keyword?queryString=MBL>
- 3) <https://pubs.broadinstitute.org/mammals/haploreg/haploreg.php>
- 4) <http://rv.psych.ac.cn/quickSearch.do?keyword=rs1800450&submit=Search>
- 5) Pehlivan S, Sipahi M, Ozkinay F, Pehlivan M, Kotuoglu G, Alpoz AR. Might There be a link between MBL and dental caries? *Mol Immunol* 42; 1125-1127, (2005).
- 6) Onay H, Pehlivan M, Alper S, Ozkinay F, Pehlivan S. Might there be a link between mannose binding lectin and vitiligo? *Eur J Dermatol* 17, 146-148, (2007).
- 7) Koturoglu G, Onay H, Midilli R, Pehlivan S, Eren E, Itirli G, Kurugol Z, Apaydin F, Ozkinay C, Ozkinay F. Evidence of an association between mannose binding lectin codon 54 polymorphism and adenoidectomy and/or tonsillectomy in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 71, 1157-1161, (2007).
- 8) Vardar F, Pehlivan S, Onay H, Atlıhan F, Güliz N, Özkinay C, Özkinay F. Association between mannose binding lectin polymorphisms and predisposition to bacterial meningitis. *Turkish J Paediat* 49, 270-273, (2007).
- 9) Col-Araz N, Pehlivan S, Baspınar O, Sever T, Oguzkan-Balci S, Balat A. Association of macrophage migration inhibitory factor and mannose-binding lectin-2 gene polymorphisms in acute rheumatic fever. *Cardiol Young*. 20:1-5, (2012).
- 10) Col-Araz N, Oguzkan-Balci S, Baspınar O, Sever T, Balat A, Pehlivan S. Mannose binding lectin and macrophage migration inhibitory factor gene polymorphisms in Turkish children with cardiomyopathy: no association with MBL2 codon 54 A/B genotype, but an association between MIF-173 CC genotype. *Int J Med Sci*. 9(6):506-12, (2012).
- 11) Baysal E, Oguzkan-Balci S, Tunç O, Celenk F, Deniz M, Kanlıkama M, Kahraman M, Pehlivan S. The polymorphisms of the MBL2 and MIF genes associated with Pediatric Cochlear Implant patients. *Int J Pediatr Otolaryngol* 77(3):338-340, (2013).
- 12) Pehlivan M, Haydaroğlu Sahin H, Özdilli K, Onay H, Özkinay F, Pehlivan S. Gene polymorphisms and Febrile Neutropenia in Acute leukemia: no association with IL4, ACE,

CCR5, IL-1RA, but the MBL2 and TLR4 in associated with the disease in Turkish patients (A Preliminary Study). *Genet Test Mol Biomarkers*,18(6): 403-409 (2014).

13)Eksi F, Pehlivan S, Erdogan MB, Bayram A, Oguzkan-Balci S, Yamak B and Pehlivan M. MBL2 and MIF gene polymorphisms in cardiovascular patients with atherosclerotic lesions undergoing heart valve replacement. *Biotech & Biotechnic Equip*, (2017) <https://doi.org/10.1080/13102818.2017.1375864> 31:6, 1173-1177, DOI:

14)Aytac HM, Oyaci Y, Yazar MS, Erol A, Pehlivan S. Association of MIF and MBL2 gene polymorphisms with attempted suicide in patients diagnosed with schizophrenia or bipolar disorders. *J Clin Neuroscience* 78:264-268. doi: 10.1016/j.jocn.2020.04.001. Epub 2020 Apr 10 PMID: 32279906.

15)Pehlivan M, Nursal AF, Gündeş İ, Oyacı Y, Kıvanç D, Pehlivan S. Role of MIF -173G/C and Mbl2 codon 54A/B variants in risk of multiple myeloma: An association study. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*. (2020) Aug 17. doi: 10.2174/1871530320999200818102731.

16)A.Medetalibeyoglu A, Bahat G, Senkal N, Kose M, Avcı K, Yesil Sayın G, Isoglu-Alkac U, Tukek T, Pehlivan S. Mannose binding lectin gene 2 (rs1800450) missense variant may contribute to development and severity of COVID-19 infection. *Infection, Genetics and Evolution*, (2021). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2021.104717>.

17).Uzunkaya D, Onay H, Pehlivan S, Agın A, Ekmekci A, Gulez N, Atlıhan F, Ozkınay F, Genel F, Ozkınay C. Mannose binding lectin gene polymorphism in the patients with sepsis and effects on prognosis. 23rd Annual Meeting of The European Society for Paediatric Infectious Diseases – ESPID. Valencia, Spain, May 18-20; 2005: P131.

18)Erciyas K, Sever T, Ustun K, Pehlivan S. Research into association between Periodontal Diseases and mannose-binding lectin gene polymorphisms. The American Society of Human Genetics 60th Annual Meeting, 1512/T, 2-6 November 2010, Washington, USA.

19)Kılıç O, Balat A, Pehlivan S, et al. MBL and MIF gene polymorphisms in children with urinary tract infections. *Paediatric Nephrology (Supplement)*, 2011.

20)Nacak M, Nacak I, Pehlivan S, Oguzkan Balci S, Sanli M. Analysis of Mannose Binding Lectin and Macrophage Inhibitory Factor Gene Variants in Lung Cancer Patients. *European Journal of Human Genetics*, P11.170 Human Genetics Conference, Paris, Fransa, June 2013.

HEMODİYALİZ HASTALARINDA DAMAR GİRİŞ YOLU VE İNFLAMASYON ARASINDAKİ İLİŞKİ

¹Dr. Öğr. Üyesi. Can Sevinç, ²Dr. Recep Demirci

¹Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, 0000-0002-4069-9181

²Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kanuni Sultan Süleyman Eğitim Ve Araştırma Hastanesi

0000-0001-5609-9634

ÖZ:

Amaç: Hemodiyaliz hastalarında mevcut olan oksidatif stres ve inflamasyon ile ilişkili bir çok faktör bulunmaktadır. Kalıcı damar girişim yolunun da bu faktörlerden biri olduğu öne sürülmektedir. Çalışmamızda HD hastalarında, hastaların damar giriş yolları ile inflamasyon parametreleri arasındaki ilişkiyi inceledik.

Materyal ve Metod: Çalışmaya düzenli olarak haftada 3 gün hemodiyaliz tedavisi alan toplam 88 hasta alındı. Aktif enfeksiyonu ve malignitesi olan hastalar inflamasyon parametrelerini değiştirebileceği için çalışmaya alınmadı. Hastalar AV fistülü, grefti ve kalıcı hemodiyaliz kateteri olanlar olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Gruplar demografik ve laboratuvar verileri açısından kendi aralarında karşılaştırıldılar.

Bulgular: Çalışmaya 45'i (%51,1) kadın, 43'ü (%48,9) erkek toplam 88 hasta alındı. Yaş ortalaması 59 ± 11.8 yıl olarak tespit edildi. Damar giriş yolu; 54 (%61,4) hastada AV fistül, 21 (%23,9) hastada kalıcı kateter, 13 (%14,8) hastada greft idi. AV fistül ve grefti olan hastalar kalıcı kateteri olan hastalar ile karşılaştırıldı. Hastaların eKt/V değerleri ve URR değerleri açısından anlamlı fark tespit edilmedi. Ancak hemoglobin değerleri anlamlı olarak düşük tespit edilirken, CRP ve MPV değerleri anlamlı yüksek tespit edildi. Damar giriş yolu ile CRP ve MPV değerleri arasında pozitif korelasyon, hemoglobin ile negatif korelasyon saptandı.

Tartışma: Çalışmamızda kalıcı HD kateteri olan hastalarda eKt/V ve URR değerlerinden bağımsız yani hemodiyaliz yeterliliğinden bağımsız olarak CRP ve MPV değerleri anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Ayrıca bu hastalarda aneminin ve eritropoetin ihtiyacının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak KBH hastalığı olan hastalarda erken evrelerden itibaren damar korunma açısından önlemlerin alınması ve zamanında fonksiyonel AV fistül oluşturulması mortalite ve morbidite açısından büyük önem taşımaktadır.

GİRİŞ:

Kronik Böbrek Hastalığı (KBH) ve sonrasında gelişen Son Dönem Böbrek Yetmezliği (SDBY) tüm dünyada ve ülkemizde sıklığı giderek artan bir halk sağlığı sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. KBH etiyolojisinde iki önemli hastalık olan Diyabetes mellitus (DM) ve hipertansiyon (HT) sıklığının ve yaşlı nüfusun artması hastalığın önemini daha da arttırmaktadır (1,2). SDBY gelişen hastalarda uygulanan renal replasman tedavileri (RRT); hemodiyaliz (HD), periton diyalizi (PD) ve renal transplantasyondur. HD işlemi için gerekli kalıcı damar giriş yolu olarak öncelikli tercih arterio-venöz (AV) fistülleridir. AVF oluşturulduktan sonra,

kullanmadan önce olgunlaşması için en az 6 haftalık bir süre geçmesi gerekmektedir. Arteriyovenöz (AV) greftler, bir olgunlaşma periyodu gerektirmezler ve implantasyondan 2-3 hafta sonra kullanılabilirler. HD popülasyonu yaşlı kişilerden oluşmakta ve bu popülasyonun çeşitli nedenlerle damar hastalığına sahip olma olasılığı yüksektir. Bu hastaların çoğunun damarları, AVF'in oluşturulması bakımından yetersizdir ve bu nedenle geçici veya kalıcı tünelli kateterler sıkça kullanılmaktadır (3). Ülkemizde 2019 yılında %76.9'u HD olmak üzere 12.518 hastaya RRT başlanmıştır ve bu hastaların %44.8'i kalıcı HD kateteri ile tedaviye başlamıştır. Hali hazırda ülkemizde 61.341 hasta HD tedavisi görmektedir ve bu hastalarında %20.3'ü kalıcı HD kateteri ile tedavilerine devam etmektedir (4). KBH'nın seyrinde karşımıza çıkan sistemik oksidatif stres ve inflamasyon; malnutrisyon, ateroskleroz, koroner arter kalsifikasyonu, kalp yetmezliği, anemi, mineral ve kemik bozukluğuna neden olarak mortalite ve morbiditeyi artırır (5). Ortaya çıkan bu oksidatif stres ve inflamasyona neden olan diyet, sigara içimi, anemi, ürik asit yüksekliği, diyalizör membran tipi, antikoagülasyon, ultra saf diyalizat gibi bir sürü faktör bildirilmiştir (6). Ayrıca kalıcı HD kateterlerin uzun süreli kullanımının, inflamasyon ve aterojez gelişimini destekleyen önemli bir prooksidatif faktör olabileceği öne sürülmüştür (7). Weiss ve arkadaşları, başarısız AV fistül ve greftlerde oksidatif stres biyobelirteçlerinin ve hiperplazi faktörlerinin artmış ekspresyonunu bulmuşlardır (8). Tüm bu veriler ışığında çalışmamızda HD hastalarında, hastaların damar giriş yolları ile inflamasyon parametreleri arasındaki ilişkiyi inceledik.

MATERYAL VE METOT:

Retrospektif planlanan bu çalışmaya düzenli olarak haftada 3 gün hemodiyaliz tedavisi alan toplam 88 hasta alındı. Aktif enfeksiyonu ve malignitesi olan hastalar inflamasyon parametrelerini değiştirebileceği için çalışmaya alınmadı. Hastaların geriye dönük toplam 6 aylık verileri dosyalarından tarandı ve kayıt edildi. Hastaların dosyalarından yaş, cinsiyet, diyaliz süreleri, beden kitle indeksleri (BKİ), eşlik eden hastalıkları, damar giriş yolları ve kullandığı ilaçlar kayıt edildi. Hastaların son 6 aylık eKt/V, URR (urea reduction rate, üre azalma hızı), kalsiyum, fosfor, albumin, ürik asit, hemoglobin, ortalama trombosit hacmi (MPV), parathormon, ferritin ve c-reaktif protein (CRP) değerlerinin ortalaması alındı. Hastalar AV fistülü, grefti ve kalıcı hemodiyaliz kateteri olanlar olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Gruplar demografik ve laboratuvar verileri açısından kendi aralarında karşılaştırıldılar.

İstatistiksel Analiz:

Veriler IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp. programında değerlendirilmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemlerle (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) incelendi. Tanımlayıcı analizler normal dağılan değişkenler için ortalama ve standart sapmalar kullanılarak verildi. Veri analizi yapılırken, iki grup karşılaştırması için bağımsız gruplar t testi (Student's t-test), şartlar sağlamadığında ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Kategorik verilerin analizinde ise ki kare ve Fisher Exact's test (hücrelerde gözlenen değerlerin Ki-kare testi varsayımlarını sağlamadığı durumda) yöntemleri kullanılmıştır. P-değerinin 0.05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. En az biri normal dağılmayan değişkenler arası ilişkiler için korelasyon katsayıları ve istatistiksel anlamlılıklar Spearman testi ile hesaplandı. İstatistiksel anlamlılık için tip-1 hata düzeyi %5 olarak kullanıldı.

BULGULAR:

Çalışmaya 45'i (%51,1) kadın, 43'ü (%48.9) erkek toplan 88 hasta alındı. Hastaların yaş ortalaması 59 ± 11.8 (minimum: 27, maksimumu: 84) yıl olarak tespit edilirken, diyaliz süreleri median değeri 54 (minimum: 10, maksimumu: 312) ay olarak tespit edildi. Hastaların ortalama BKİ'leri 26.58 ± 5.4 kg/m^2 (minimum: 16.89, maksimumu: 40.09) olarak bulundu. Eşlik eden komorbid hastalık olarak; 46 (%52.3) hastada hipertansiyon (HT), 41 (%46.6) hastada koroner arter hastalığı (KAH) ve 23 (%26.1) hastada diyabetes mellitus (DM) tespit edildi. Damar giriş yolu ise; 54 (%61.4) hastada AV fistül, 21 (%23.9) hastada kalıcı kateter, 13 (%14.8) hastada greft idi. Tüm hastaların demografik ve laboratuvar özellikleri tablo-1'de verilmiştir.

Tablo 1: Hastaların demografik özellikleri ve laboratuvar değerleri

Parametre	Değer	Minimum - Maksimum
Yaş (yıl)	59 ± 11.8	27 - 84
Cinsiyet (n, %)	45/43	
Kadın	45 (51.1)	
Erkek	43 (48.9)	
Beden Kitle İndeksi (kg/m^2)	26.58 ± 5.4	16.89 – 40.09
Diyaliz Süresi (ay)	54 (31.3 – 107.8)	10 - 312
Damar Giriş Yolu		
A.V. Fistül	54 (61.4)	
Greft	13 (14.8)	
Kalıcı Kateter	21 (23.9)	
Komorbid Hastalıklar (n, %)		
Diyabetes Mellitus	23 (26.1)	
Hipertansiyon	46 (52.3)	
Koroner Arter Hastalığı	41 (46.6)	
eKt/V	1.54 ± 0.25	0.81 - 2.25
URR	76.32 ± 5.66	51.96 - 88.27
Kalsiyum (mg/dl)	9.3 ± 0.8	7.2 - 11.4
Fosfor (mg/dl)	4.9 ± 1.4	2.1 - 8.9
Ca x P	45.6 ± 13.3	17.9 - 86
Albümin (gr/l)	41.3 ± 3.2	34.1 – 52.5
Ürik Asit (mg/dl)	6 ± 0.9	4.3 - 8.9
Hemoglobin (g/dl)	12.1 ± 1.5	8.3 – 15.3
MPV (fl)	11.1 ± 0.9	9.2 – 13.8
PTH	286.4 (177.5 – 462.1)	18.7 – 1888.9
Ferritin	673.7 ± 500.8	8.3 - 2000
CRP	0.72 (0.28 – 1.49)	0.015 – 10.38

SD: Standart sapma, **URR:** Urea reduction rate, ürenin azalma hızı, **MPV:** Ortalama trombosit hacmi, **PTH:** Parathormon, **CRP:** C-reaktif protein. * Veriler mean \pm SD and median (IQR) olarak verilmiştir.

AV fistül ve grefti olan hastalar kalıcı kateteri olan hastalar ile karşılaştırıldı. Kalıcı kateteri olan hastaların eKt/V değerleri ve URR değerleri açısından anlamlı fark tespit edilmedi. Ancak bu hastaların kalsiyum ve hemoglobin değerleri anlamlı olarak düşük tespit edilirken, CRP ve MPV değerleri anlamlı yüksek tespit edildi. Ayrıca bu hastalarda anlamlı olarak daha fazla eritropoetin ihtiyacı olduğu tespit edildi. AV fistül ve grefti olan hastaların kalıcı kateteri olan hastalarla karşılaştırmalı değerleri tablo-2'de verilmiştir.

Tablo 2: AV fistül ve grefti olan hastalar ile kalıcı kateteri olan hastaların karşılaştırmalı verileri

	A.V. Fistül + Greft (n=67)	Kalıcı Kateter (n=21)	p
Yaş (yıl)	59.6 ± 11.2	57.1 ± 13.7	0.617
Cinsiyet (n)			0.103
Kadın	31	14	
Erkek	36	7	
BKİ (kg/m ²)	26.5 ± 5.1	26.9 ± 6.3	0.780
Diyaliz Süresi (ay)	65 (36 – 112)	33 (13 – 74)	0.015
Komorbit Hastalıklar (n)			
Diyabetes Mellitus	18	5	0.781
Hipertansiyon	34	12	0.609
Koroner Arter Hastalığı	31	10	0.914
eKt/V	1.57 ± 0.24	1.45 ± 0.27	0.082
URR	76.9 ± 5.4	74.3 ± 6.2	0.079
Kalsiyum (mg/dl)	9.4 ± 0.8	8.9 ± 0.9	0.016
Fosfor (mg/dl)	4.9 ± 1.2	4.8 ± 1.7	0.230
Ca x P	46.7 ± 12.5	42.4 ± 15.7	0.071
Albümin (gr/l)	41.4 ± 3.4	40.9 ± 2.4	0.736
Ürik Asit (mg/dl)	6 ± 0.8	5.9 ± 1.1	0.754
Hemoglobin (g/dl)	12.3 ± 1.4	11.3 ± 1.5	0.005
MPV (fl)	11 ± 0.9	11.6 ± 1.5	0.011
PTH	289.6 (177.1 – 465.2)	282.2 (157.1 – 406.3)	0.714
Ferritin	687.4 ± 491.6	629.9 ± 539	0.454
CRP	0.57 (0.21 – 1.23)	1.13 (0.58 – 2.37)	0.014
İlaçlar (n)			
Fosfor Bağlayıcı	61	21	0.329
Antihipertansif	30	12	0.322
Eritropoetin	21	12	0.033

BKİ: Beden Kitle İndeksi, URR: Urea reduction rate, ürenin azalma hızı, MPV: Ortalama trombosit hacmi, PTH: Parathormon, CRP: C-reaktif protein. * Veriler mean ± SD and median (IQR) olarak verilmiştir.

AV fistülü olan hastalar ile grefti olan hastaların karşılaştırılmasında demografik ve laboratuvar olarak herhangi bir anlamlı fark tespit edilmedi, veriler tablo-3'de verilmiştir.

Tablo 3: AV fistülü ve grefti olan hastaların karşılaştırmalı verileri

	A.V. Fistül (n=54)	Greft (n=13)	p
Yaş (yıl)	60.4 ± 11.1	55.9 ± 11.1	0.204
Cinsiyet (n)			0.993
Kadın	29	6	
Erkek	25	7	
BKİ (kg/m ²)	26.6 ± 5.2	26 ± 4.9	0.800
Diyaliz Süresi (ay)	56 (33.5 - 107.3)	98 (42.5 - 148)	0.142
Komorbit Hastalıklar (n)			
Diyabetes Mellitus	14	4	0.736
Hipertansiyon	27	7	0.803
Koroner Arter Hastalığı	25	6	0.993
eKt/V	1.57 ± 0.3	1.56 ± 0.2	0.912

URR	76.9 ± 5.8	77 ± 3.3	0.739
Kalsiyum (mg/dl)	9.4 ± 0.9	9.5 ± 0.5	0.692
Fosfor (mg/dl)	4.8 ± 1.2	5.3 ± 1.3	0.254
Ca x P	45.8 ± 12.2	50.1 ± 13.5	0.350
Albümin (gr/l)	41.3 ± 3.6	41.9 ± 2.6	0.456
Ürik Asit (mg/dl)	5.9 ± 0.8	6.1 ± 1.1	0.617
Hemoglobin (g/dl)	12.3 ± 1.4	12.4 ± 1.6	0.962
MPV (fl)	11 ± 0.9	11.1 ± 0.8	0.828
PTH	297.4 (206.5 - 466)	235.1 (150.9 - 513.7)	0.536
Ferritin	716.2 ± 499.5	568.1 ± 456.6	0.329
CRP	0.54 (0.19 - 1.22)	0.78 (0.24 - 1.54)	0.590
İlaçlar (n)			
Fosfor Bağlayıcı	48	13	0.588
Antihipertansif	23	7	0.464
Eritropoetin	17	4	NA

BKİ: Beden Kitle İndeksi, **URR:** Urea reduction rate, ürenin azalma hızı, **MPV:** Ortalama trombosit hacmi, **PTH:** Parathormon, **CRP:** C-reaktif protein. * Veriler mean ± SD and median (IQR) olarak verilmiştir.

Damar giriş yolu ile CRP, hemoglobin ve MPV değerlerinin yapılan korelasyon analizinde; damar giriş yolu ile CRP ve MPV değerleri arasında pozitif korelasyon, hemoglobin ile negatif korelasyon saptandı (Tablo-4).

Tablo 4: Damar giriş yolu ile CRP, hemoglobin ve MPV değerlerinin korelasyon sonuçları

	CRP	Hemoglobin	MPV
Damar Giriş Yolu	r= 0.264	r= -0.298	r= 0.276
	p= 0.013	p= 0.005	p= 0.010

CRP: C-reaktif protein, **MPV:** Ortalama trombosit hacmi.

TARTIŞMA:

Kronik Böbrek Hastalığı (KBH) ve sonrasında gelişen Son Dönem Böbrek Yetmezliği (SDBY) tüm dünyada ve ülkemizde sıklığı giderek artan bir halk sağlığı sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. KBH etiyolojisinde iki önemli hastalık olan Diyabetes mellitus (DM) ve hipertansiyon (HT) sıklığının ve yaşlı nüfusun artması hastalığın önemini daha da arttırmaktadır (1, 2). Aynı zamanda bu popülasyonda DM, periferik ve koroner arter hastalığı gibi damar hastalıklarına da sık rastlanmaktadır. Bu hastaların çoğunun damarları, AVF'in oluşturulması bakımından yetersizdir ve bu nedenle geçici veya kalıcı HD kateterleri sıkça kullanılmaktadır (3). Çalışmamızda AV fistülü olan hastaların yaş ortalaması ile kalıcı HD kateteri olan hastalar arasında anlamlı fark tespit edilmedi. Ayrıca eşlik eden DM, HT ve KAH gibi hastalıklar açısından da anlamlı fark tespit edilmedi. Bu durum hastaların iğne korkusu, operasyon korkusu, hastane korkusu gibi nedenlerle kendi isteklerine bağlı gibi görünmektedir. Ülkemizde 2019 yılında %76.9'u HD olmak üzere 12.518 hastaya RRT başlanmıştır ve bu hastaların %44.8'i kalıcı HD kateteri ile tedaviye başlamıştır. Hali hazırda ülkemizde 61.341 hasta HD tedavisi görmektedir ve bu hastalarında %20.3'ü kalıcı HD kateteri ile tedavilerine devam etmektedir (4). Hastalarımızın kalıcı damar yolu olarak %61.4'ünde AV fistül, %14.8'inde greft ve %23.9'unda kalıcı HD kateteri tespit edildi.

Yeterli diyalizin klinikte en çok kabul edilen tanımı, uzun ve kısa süreli mortaliteyi azaltan, rutin olarak uygulanabilen, hastanın yaşam kalitesinde önemli ölçüde iyileşme sağlayan ve mali

açından da elverişli bir tedavi olması şeklindedir. Diyaliz yeterliliğinin saptanmasında URR ve Kt/V gibi bazı formüller kullanılmaktadır. Yeterli diyaliz ile hedef Kt/V değerine ulaşılan hastalarda yaşam süresinin daha uzun olduğu gösterilmiştir (9). National Kidney Foundation Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI) kılavuzunda. hedef Kt/V değerinin 1,2'nin ve URR'nin ise %65'in üzerinde olması önerilmektedir (10). Diyaliz yeterliliğinin sağlanmasında damar giriş yolu önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmamızda damar girişim yolları ile hastaların URR ve Kt/V değerleri arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır.

KBH'nın seyrinde karşımıza çıkan sistemik oksidatif stres ve inflamasyon; malnutrisyon, ateroskleroz, koroner arter kalsifikasyonu, kalp yetmezliği, anemi, mineral ve kemik bozukluğuna neden olarak mortalite ve morbiditeyi artırır (5). Ortaya çıkan bu oksidatif stres ve inflamasyona neden olan diyet, sigara içimi, anemi, ürik asit yüksekliği, diyalizör membran tipi, antikoagülasyon, ultra saf diyalizat gibi bir sürü faktör bildirilmiştir (6). Proinflamatuvar mediatörler aracılığı ile interlökin-1 IL-1 ve tümör nekroze faktör alfa (TNF- α) aktive olur. Bu primer proinflamatuvar sitokinler IL-6'yı aktive ederek karaciğerden CRP salınmasına yol açarlar. Son yıllarda yapılan çeşitli çalışmalarda MPV değerlerinin de enflamasyon göstergesi olarak kullanılabilceği ve kardiyoovasküler olaylarla ilişkili olduğu bildirilmiştir (11, 12). Kalıcı HD kateterlerin uzun süreli kullanımının, inflamasyon ve ateroenez gelişimini destekleyen önemli bir prooksidatif faktör olabileceği öne sürülmüştür (7). Weiss ve arkadaşları, başarısız AV fistül ve greftlerde oksidatif stres biyobelirteçlerinin ve hiperplazi faktörlerinin artmış ekspresyonunu bulmuşlardır (8). Çalışmamızda hastaların damar yolları ile diyaliz yeterlilikleri arasında ve biyokimyasal parametreler arasında anlamlı fark tespit edilmedi Literatürle uyumlu olarak bu hastalarda anemi daha sık tespit edildi ve bu hastaların eritropoetin ihtiyaçları daha fazla idi. Bu durum kronik infalmasyon ve katerere bağlı komplikasyonlara sekonder gelişmiş olabilir. Yine bu hastalarda CRP ve MPV değerleri anlamlı olarak yüksek tespit edildi. Sonuç olarak çalışmamız göstermiştir ki kalıcı HD kateteri olan hastalarda diyaliz yeterliliğinden bağımsız olarak CRP ve MPV değerleri yüksek bulunmuştur. Bu hastalarda inflamasyona sekonder oluşabilecek komplikasyonların riski daha yüksek gibi görünmektedir.

Kaynaklar:

1. Chen TK, Knicely DH, Grams ME. Chronic Kidney Disease Diagnosis and Management: A Review. JAMA. 2019 Oct 1;322(13):1294-1304. doi: 10.1001/jama.2019.14745. PMID: 31573641; PMCID: PMC7015670.
2. Hill NR, Fatoba ST, Oke JL, Hirst JA, O'Callaghan CA, Lasserson DS, Hobbs FD. Global Prevalence of Chronic Kidney Disease - A Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS One. 2016 Jul 6;11(7):e0158765. doi: 10.1371/journal.pone.0158765. PMID: 27383068; PMCID: PMC4934905.
3. Aydın Z., Ozturk S., Gursu M., Uzun S., Karadağ S., Tayfur F., Coban T., Kazancioglu R. Use of Catheters for Vascular Access among Hemodialysis Patients: A Single Center's Experience. Turkish J Nephrol 2010; 19: 46-51. DOI: 10.5262/tndt.2010.1001.07.
4. Türkiye 2019 Yılı Ulusal Nefroloji, Diyaliz ve Transplantasyon Kayıt Sistemi Raporu.
5. Rapa SF, Di Iorio BR, Campiglia P, Heidland A, Marzocco S. Inflammation and oxidative stress in chronic kidney disease—potential therapeutic role of minerals,

vitamins and plant-derived metabolites. *Int J Mol Sci.* 2020 DOI: 10.3390/ijms21010263).

6. Liakopoulos V, Roumeliotis S, Gorny X, Dounousi E, Mertens PR. Oxidative Stress in Hemodialysis Patients: A Review of the Literature. *Oxid Med Cell Longev.* 2017;2017:3081856. doi: 10.1155/2017/3081856. Epub 2017 Sep 12. PMID: 29138677; PMCID: PMC5613374.
7. Himmelfarb J, Stenvinkel P, Ikizler TA, Hakim RM. The elephant in uremia: oxidant stress as a unifying concept of cardiovascular disease in uremia. *Kidney Int.* 2002 Nov;62(5):1524-38. doi: 10.1046/j.1523-1755.2002.00600.x. PMID: 12371953.
8. Weiss MF, Scivittaro V, Anderson JM. Oxidative stress and increased expression of growth factors in lesions of failed hemodialysis access. *Am J Kidney Dis.* 2001 May;37(5):970-80. doi: 10.1016/s0272-6386(05)80013-7. PMID: 11325679.
9. Stankuviene A, Bumblyte IA, Kuzminskis V, Ziginiskiene E, Balciuviene V. Hemodialize gydomu ligonių isgyvenimas Lietuvoje (1998-2005 m. duomenimis) [Survival of hemodialysis patients in Lithuania (data from all hemodialysis centers in the 1998-2005 cohort)]. *Medicina (Kaunas).* 2007;43 Suppl 1:96-102. Lithuanian. PMID: 17551285.
10. Stolic RV, Trajkovic GZ, Jekic D, et al. Predictive parameters of survival in hemodialysis patients with restless leg syndrome. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2014;25:74-80.
11. Lippi G, Targher G, Montagnana M, Salvagno GL, Zoppini G, Guidi GC. Relation between red blood cell distribution width and inflammatory biomarkers in a large cohort of unselected outpatients. *Arch Pathol Lab Med* 2009;133:628-32.
12. Slavka G, Perkmann T, Haslacher H, et al. Mean platelet volume may represent a predictive parameter for overall vascular mortality and ischemic heart disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2011;31:1215-8.

YENİ MOBİL OYUN GELİŞTİRME SÜREÇLERİNDE PAZARDA TUTUNABİLECEK ÇEKİRDEK ÖZELLİKLERE SAHİP ÜRÜN GELİŞTİRME (MVP) TEKNİKLERİNİN KULLANILMASI: HYPER-CASUAL MOBİL OYUNLAR ÖRNEĞİ

¹Abdurrahman KOÇAK , ²Züleyha DEĞİRMENCI

¹Gaziantep Üniversitesi -0000-0003-0472-7410

²Gaziantep Üniversitesi- 0000-0002-8669-4968

ÖZET

Günümüzde mobil oyunlara olan ilgi, oyun pazarının büyüme hızını artırırken, 2020'de 175 milyar olan küresel oyun pazarının 2025 yılına kadar yaklaşık 365 milyar dolara yükselmesi beklenmektedir. Bu rekabetçi ortamdan dolayı küçük ve orta ölçekli mobil oyun şirketleri, üretecekleri oyunların pazarda tutunup tutunamayacağından tam emin olmadan üretim sürecine girmeden önce ürün geliştirmesi yapmaktadır. Ürün geliştirme metodolojilerinin bir projenin kapsamına, büyüklüğüne, karmaşıklığına ve start-up'ların değişen gereksinimlerine uyarlanması gerekmektedir. Ancak yazılım start-up'larının süreçlerini ürün geliştirme metodolojisine nasıl uyarlayabilecekleri konusunda rehberlik eksikliği bulunmaktadır. Start-up'lar problem-çözüm alanında deneysel çalışmalar gerçekleştirmektedir. Bu da genellikle orijinal fikirden büyük ölçüde farklı olan bir ürünün piyasaya sürülmesiyle sonuçlanmaktadır. Minimum Viable Product (MVP-Pazarda tutunabilecek çekirdek özelliklere sahip ürün geliştirme), genellikle erken aşamadaki girişimlerde görülen teknik ayrıntı ve iş fikri hakkında iletişim kurmak için kullanılmaktadır. Hızlı bir prototip olarak MVP, gerçekçi ve fütüristik tasarım arasındaki dengeyi sağladığı için idealleştirme aşamasından daha önemlidir. Ürünlerini MVP teknikleri kullanmadan geliştirdiklerinde, kullanıcıların ilgisini test etmede bir hayli geç kalmaktadırlar. Bu geç geribildirim finansal olarak küçük ve orta ölçekli mobil oyun stüdyolarını zor durumda bırakabilmektedir. Bu çalışmada, bu oyun stüdyolarına MVP tekniklerini kullanarak, pazara açılmadan kullanıcıların oyun konseptine ve oyun mekaniklerine ilgisini test ederek kullanıcılardan nasıl daha erken aşamada geribildirim alabileceklerini, bu aldıkları geribildirim ile oyun içi mekanikleri ya da oyun konseptini nasıl değiştirebilecekleri ve en önemlisi nasıl daha uygun maliyetlerle oyunlarını pazarlayıp oyunlarına kullanıcı çekebilecekleri konusunda fayda sağlamayı amaçlamaktadır. Bu çalışma kapsamında, bir oyunun yayınlama sürecinde MVP prosedürünün uygulanması için karar algoritması geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritma ile hyper-casual oyun örneklerinin öldürülme ve yaşama durumları ile ilgili performansları değerlendirilmiştir. Değerlendirme neticesinde algoritmanın performansının yüksek olduğu ve hyper-casual oyun geliştiricileri tarafından kullanılması faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler : Hyper casual mobil oyun, yazılım start-up, Minimum Viable Product (MVP), karar algoritması, Anahtar/Temel Performans Göstergesi.

1.GİRİŞ

Mobil oyun pazarı, operatörler kullanıcıların kendi portallarından oyun indirmelerine olanak tanıyan telefonları üretmeye başlamıştır. Ticarileştirmeye başladıkları 2002 yılında uluslararası anlamda mobil oyun pazarının başlangıcıdır. Bazı mobil cihaz modelleri için, üçüncü taraf bir web sitesi aracılığıyla bir bilgisayara indirilmiştir. Ardından oyunlar kendi telefonlarında indirilebilmeye başlanmıştır (Goggin ve Spurgeon, 2007). Oyun oyuncularının çoğu telefon kullanıcılarından oluşmaktadır. Başlangıçta, telefonun yetenekleri sadece düşük pikseli kamera, takvim ve ajanda gibi birkaç diğer işlevlerle birlikte konuşma ve mesajlaşmadır. Mobil cihazların sınırlı grafiklerinin ve kullanım gücü yeteneklerinin bir sonucu olarak, mobil oyunlar oldukça basit ve sıkıcıdır. Bunun üzerine en popüler telefon oyunları yalnızca tek oyunculu mod oyunları, kelime oyunları ve farklı türlerdeki bulmacalarla kısıtlanmıştır (Feijoo vd., 2012).

Sayırsız sektörü olumsuz etkileyen pandemi, 2020 yılında mobil oyun pazarına inanılmaz bir başarı getirdi. Mobil oyun pazarı, 2020'nin üçüncü çeyreğinde dünya genelinde %15 büyüme sağladı ve haftalık oyun indirme sayısı 1 milyara ulaştı. Mobil oyunlara olan ilgi, oyun pazarının büyüme hızını artırırken, 2020'de 175 milyar olan küresel oyun pazarının 2025 yılına kadar yaklaşık 365 milyar dolara yükselmesi bekleniyor. Yanı sıra 2020 itibarıyla 2,7 milyar olarak belirlenen mobil oyuncu sayısının ise 2023'te 3 milyarı geçeceği öngörülüyor (Dünya gazetesi, 2020). Türkiye'de 24 milyonun üzerinde mobil oyuncu bulunmaktadır. Türkiye'deki 15-17 yaş aralığındaki bireylerin %90,1'i, 18-24 yaş aralığındaki bireylerin %67,1'i, 25-34 yaş aralığındaki bireylerin %43'ü, 35-44 yaş aralığındaki bireylerin %60,6'sı ve 45 yaş ve üzeri bireylerin %78'i mobil oyun oynamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, hyper-casual oyunların geliştirilip, piyasaya sürülmeden önce oyuncular tarafından beğenilip beğenilmeyeceği, oyun için ücret ödeyip ödemeyecekleri gibi durumların öngörülmesi için MVP prosedürünün hyper-casual oyun sektörüne uygulanması gereklidir. Bunun için bir karar algoritması geliştirilmiştir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Mobil oyun sektörü pazar araştırması

Mobil oyun pazarı kökten değişirken, Apple özellikle geliştiricilere büyük bir destek sunan ve pazarı neredeyse her akıllı telefon sahibinin mümkün kıldığı yeni bir dijital çağa doğru genişleten App Store'u başlatmıştır. Uygulama mağazalar, operatör mağazalar, üçüncü taraf mağazalar, son kullanıcıların mobil oyunları indirmek için alternatif platformlardır. Mobil cihazıyla birlikte gelen sıkı bir şekilde entegre edilmiş App Store, birçok tüketiciyi uygulamaları denemeye teşvik etmiş ve bu nedenle mobil oyun endüstrisi önemli ölçüde benzeri görülmemiş beklentiler almıştır (CERF, 2011). Özellikle belirli mobil oyunlar, en popüler oyun kategorisindeki uygulamalar aracılığıyla kolayca aranabilmektedir. GMGC (2016)'nin raporuna göre, küresel mobil pazarın 2014 yılında 24,5 milyar dolara ulaştığını ve (akıllı) telefon ve tabletlerin etkileyici büyüme oranlarının sırasıyla % 33 ve % 57 arttığını belirtmiştir. DFC Intelligence (2018)'in bir raporuna göre, video oyun pazarının tamamı 67 milyar dolar değerinde olmuştur. Pazar, 2017'de 82 milyar dolara çıkmıştır. Konsol oyun

pazarında satışlar düşmesine rağmen, DFC Intelligence analisti David Cole, Microsoft, Sony ve Nintendo gibi konsol segmentinin ivme kazanmıştır. 2014 ve 2015 zaman aralığında yeni konsol sistemleri ortaya çıkmıştır.

2.2.Hyper-casual oyun endüstrisi ve yeni trendler

Günlük hayatta bilgisayar veya mobil oyun oyuncusu sayısı 24 milyon civarındadır. Görüldüğü üzere Türkiye'deki bireylerin çoğu oyun deneyimi bir şekilde bulunmaktadır. İlk video oyunu günlük hayata girdiğinden beri ürünler büyük değişim yaşamıştır. Oyun oynanan grafikler, tasarımlar, kullanıcı arayüzü (UI), kullanıcı deneyimi (UX) ve cihazlar o kadar gelişti ki bazen oyunlar ile gerçek hayat arasındaki farkı söylemek kolay değildir. Pazar büyüklüğüne bakıldığında, araştırmalar video oyunları endüstrisinin son sekiz yılda her yıl film ve müzik endüstrilerinin toplamından daha fazla gelir elde ettiği görülmektedir. Daha önemli olan, büyümek ve gelişmek için hala büyük bir potansiyele sahip olmasıdır. Örnek olarak, dünya daha hızlı ve mobil hale geldikçe çok daha minimalist ve basit olan oyun trendi hyper-casual oyunlar olarak ifade edilmektedir (RGDA, 2020).

Hyper-casual oyunların son yıllarda en iyi uygulama listelerinin üst sıralarında yer almaktadır. Sosyal medyanın büyük etkisiyle bağlantılı olarak, kullanıcıların onları bu kadar sevmesinin birkaç nedeni vardır. Her şeyden önce kolayca kontrol edilebilir ve bu da onu oyuncular için çok rahat hale gelir (gameanalytics, 2020). Oyuncuların karmaşık stratejiler oluşturması ve oyunun yapısını anlamak için fazladan çaba harcaması gerekmemektedir. Ayrıca oyunun hedefleri açık ve basittir. Oyun süreleri o kadar kısadır ki, kullanıcılar onları otobüste, metroda veya bir kafede bir arkadaşını beklerken oynayabilir ve oyuna geri dönmek gibi bir zorunluluğu bulunmamaktadır. İnsanlar her gün aynı şeyleri yapmaktan kolayca sıkılabilir ve her şeyi olabildiğince hızlı tüketmeyi tercih edebilir. Ve sahip olduğu ilkel içgüdüyle, küçük hedeflerle ve başarılarla tatmin olabilir. Hyper-casual oyunlar, rahatlatıcı tasarımları ve yapıları ile bu tatmin duygusunu daha da ileriye taşır. Buradaki temel amaç, stresi ve hayal kırıklığını önlemek, böylece kullanıcının kısa seanslarda eğlenmesini sağlamaktır. Hyper-casual oyun pazarı, her geçen gün daha rekabetçi hale gelmekte ve bu rekabete ayak uydurmak için, şirketlerin tüm kuralları bilmesi ve bu türün özelliklerini anlaması gerekir.

Oyunun üretim öncesi genellikle çalışma prototipleri yer almaktadır. Fullerton (2014), üretim öncesi sırasında çalışan bir prototip yapılması gerektiğini ve düzgün bir şekilde oynanarak test edilmesi gerektiğini tavsiye etmiştir. Projede herhangi bir yeni teknolojinin yer almasının özellikle önemli olduğunu ve tasarımlarda olası kusurları bulmak için bu fikirlerin test edilmesinin gerekli olduğunu ifade etmiştir. Üretim öncesinin sonunda, ürüne ilgi uyandırmak için yayıncılar gibi olası yatırımcılara erken prototipler göstermek de mümkündür. Ardından üretim sürecine geçilmektedir.

Artık mağazadaki her hyper-casual oyunun, yayınlanmadan önce bir test sürecinden geçmektedir. Oyun geliştirme sürecinde testleri önemli bir aşama haline getiren avantajları bulunmaktadır. İlk olarak, test etmek için tüm oyunu geliştirmeye gerek yoktur, sadece basit bir video oyuncuya oyun mekaniğini ve oyunun konseptini açıklamak yeterli olabilir. Ardından,

birçok oyun fikri aynı anda test edilebilir, oyuncuların kendi başlarına en iyi fikri seçmelerine izin verilir. Son olarak, oyunun başarılı olma potansiyeline (CTR) sahip olup olmadığını, oyunun karlı olup olmayacağını (CPI) ve oyuncuların oyunu ne kadar süreyle oynamaya devam edeceğini (bağlılık-retention) öğrenmek mümkündür. Tüm bu süreçler MVP yaklaşımında ele alınmaktadır.

3.YENİLİKÇİ YAKLAŞIM OLARAK MVP

Ürün geliştirme metodolojilerinin bir proje kapsamına, büyüklüğüne, karmaşıklığına ve start-up bağlamındaki değişen gereksinimlere uyarlanması gerekmektedir. Ancak yazılım start-uplarının süreçlerini nasıl uyarlayabilecekleri konusunda rehberlik eksikliği vardır (Pantiuchina vd., 2017). Start-up'lar problem-çözüm alanında deneyler gerçekleştirmektedir. Bu da genellikle orijinal fikirden büyük ölçüde farklı olan bir ürünün piyasaya sürülmesiyle sonuçlanmaktadır (Chen, 2015).

Bu öğrenme deneyimi, yeni teknolojiyi doğrulamak veya müşteri gereksinimlerini ortaya çıkarmak için her zaman nihai ürünün temsili bir vekili olan Minimum Canlı Ürün (MVP) yapımı ile ilişkilendirilmektedir (Nguyen-Duc vd., 2017). MVP, doğrudan nihai üründe geliştirilebilecek veya geliştirilemeyecek olan Lean Startup konseptinin temelini oluşturmaktadır (Ries, 2014). Eric Ries, start-up'larda yaygın olarak kullanılan MVP türlerinin sınıflandırmasını göstermiştir (Ries, 2014). Örneğin, bir MVP, ürününüzün ne yaptığını ve kullanıcıların neden yapması gerektiğini açıklayan kısa bir simülasyon olabilmektedir. Aynı zamanda gerçek bir çalışan ürün gibi görünen bir kullanıcı ara yüzü olabilmektedir. Ancak asıl iş süreci manuel olarak yürütülmektedir. Bir konsiyerj MVP'si, kullanıcıların ürünle tam olarak aynı adımlardan oluşan manuel bir hizmettir.

3.1. MVP'lerin ve Prototiplerin Sınıflandırılması

Eric Ries, ilk defa uygulayıcılar topluluğu arasında tartışılan MVP türlerinin sınıflandırması yapmıştır (Gustavsson ve Rönnlund, 2013). Bunlar aşağıda verilmiştir.

- Açıklayıcı video: Ürünün ne yaptığını ve kullanıcıların onu neden satın alması gerektiğini açıklayan kısa bir animasyondur. Video genellikle basittir ve 30 saniye ile birkaç dakika arasında sürmektedir.
- Açılış sayfası: Ziyaretçilerin bir e-postadan veya başka bir kampanya türünden bir bağlantıya tıkladıktan sonra "ulaştıkları" bir web sayfasıdır. Açılış sayfası, oyuna başlanmak için yapılan teklifleri hızlı bir şekilde iletmek ve ziyaretçileri harekete geçirmek için kullanılmaktadır.
- Oz Büyücüsü: Gerçek çalışan bir ürün gibi görünen, ancak oyunun manuel olarak sürdürüldüğü kullanıcı arayüzüdür. Bu MVP'nin amacı, ürün tarafından yapılan işin tamamını göstermektir.

- Konsiyerj MVP: Kullanıcıların üründe geçeceği adımların tamamen aynısını içeren manuel bir hizmettir.
- Parçalı MVP: MVP'ye benzemektedir ancak görevlerin yürütülmesi mevcut araçlar kullanılarak yapılmaktadır.
- Taklit MVP: Kağıt prototip ve tel kafes gibi, herhangi bir işlevsellik olmaksızın ürün kullanıcı arayüzünün temsilcisidir.
- Kamu proje önerisi: Kickstarter ve diğer kitle kaynak kullanımı siteleri, kullanıcıların ürünü önceden satın almasına ve ilk siparişler için para toplamanın yolunu sağlamasına olanak tanımaktadır.
- Tek özellikli MVP: Ürünün en önemli işlevini uygulayan bir prototiptir.

“Prototip” terimi ayrıca başlangıç bağlamında MVP ile değiştirilebilir bir terim olarak sıkça kullanılmaktadır. Başka bir prototip türü, başlangıçta gerçek minimal işlevsellik oluşturmaya dayanan evrimsel prototip çeşididir. Son olarak, artımlı prototip, çeşitli alt sistemlerin çok sayıda işlevsel prototipini oluşturmayı ve ardından eksiksiz bir sistem oluşturmak için mevcut tüm prototipleri entegre etmeyi ifade etmektedir (Giardino vd., 2015).

3.2. MVP Türleri

Literatürden görüldüğü üzere, yazılım girişimleri erken aşamalarda çeşitli MVP türlerini benimsemiştir. Bazı türler; tasarım fikrini görselleştirme, mimari tasarım üzerine düşünme, yaratıcılığın kolaylaştırılması ve prototip-kullanıcı beklenti uyumsuzluğunun farkına varmak olarak ifade edilebilir.

Tasarım Fikrini Görselleştirme: Hızlı bir prototip olarak MVP, fikirden gerçek ürüne gitmek için bir araçtır. İlk fikirler ve prototipler, değişebilmektedir. Bu nedenle prototip oluşturma aşamasında çapraz kontrol genellikle gereklidir. Teknik olmayan kurucular için, düşüncelerini görselleştirmek, teknik tasarıma girdi sağlamak açısından önemlidir (Bosch vd., 2013).

Mimari Tasarım Üzerine Düşünme: MVP prototipleme süreci, ürün tasarımının yansıtıldığı ve revize edildiği yerdir. İdealleştirme aşamasını yakalamak için taklit MVP'ler oluşturulur. Bu arada, bir ürünün mimarisi CTO tarafından başlar. Taklit MVP ve mimari tasarım aynı anda başlatılır ve kademeli olarak iş gereksinimlerini ve teknik anlayışı yansıtan iki ayrı görev haline gelir. İlk müşterilerle konuştuktan sonra, MVP yeni gereksinimlere göre güncellenir. Sonuç olarak, MVP, nihai ürün mimarisi için bir grup yeni girdiye dönüşür (Böhmer vd., 2011).

Yaratıcılığın Kolaylaştırılması: Hızlı bir prototip olarak MVP, gerçekçi ve fütüristik tasarım arasındaki dengeyi sağladığı için idealleştirme aşamasından daha önemlidir. Bir ürün fikrini sonuçlandırma süreci, yeni bir ürün geliştirme sürecinin tipik bir yoluna sahiptir (Sutton, 2000). Ruh hali takibi, etkinlik planlaması, e-makbuz ve yemek paylaşımı gibi çeşitli fikirler baştan tartışılmıştır. Pek çok tartışmadan sonra odak noktası, yemek paylaşarak arkadaşlarla bir araya gelmeyi kolaylaştıran bir platform oluşturmaktır. Fikirler tüm ekip üyelerinden belirli bir

kavramı açıklamak için gelebileceğinden, CTO diğer ekip üyesini ikna etmek için küçük bir prototip oluşturmuştur. Bir seri girişimcinin deneyiminden, bir fikrin somut bir şekilde görselleştirilmesi, kendisinin ve diğer ekip üyesinin ürünün yenilikçi özelliklerini değerlendirmesini kolaylaştıracaktır (Rombach ve Achatz, 2007).

Prototip-Kullanıcı Beklenti Uyuşmazlığının Farkına Varmak: MVP, problem-çözüm uyumunu ayarlamak için Lean Startup yaklaşımının bir parçası olarak da ortaya çıkmıştır. Tek özellikli MVP, projenin başarısı için anlaşmazlık, yanlış hizalama ve farklı bakış açılarının uyumlu hale getirildiği en son noktadır.

3.3. MVP İle İlgili Çalışmalar

Start-up'ların çeşitli yazılım MVP türlerini ve MVP prototipleme uygulamalarını yansıtan yazılım ürünlerini nasıl geliştirdiklerine dair araştırmalar yapılmıştır (Ries, 2011 ; Fagerholm vd., 2013). MVP'lerin yazılım start-up'larındaki rollerini ve MVP yapma sürecini hızlandırmak için farklı yaklaşımlar üzerine araştırmalar yapmıştır (Fagerholm vd., 2013). Blank, evrimsel bir tarzda hızla bir ürün oluşturan ve kullanıcıların geri bildirimlerinden öğrenen yazılım start-up'larının bir modeli üzerine literatür taraması yapmıştır (Blank, 2013). Bosch ve diğerleri, Lean Startup metodolojisini birden fazla fikrin geliştirilmesine uyum sağlayacak şekilde ayarlamayı ve test, doğrulama süreleri çok uzun olduğunda bunları entegre etmek gerektiği üzerinde durmuştur (Koskenvoima ve Mantymaki, 2015). Giardino ve arkadaşları, start-up'ların ürün versiyonlarını mümkün olan en kısa sürede geliştirme önceliğini açıklamak için sıfırdan bir model üzerinde çalışmışlardır (Lenarduzzi ve Taibi, 2016). Erken aşamada ürün-pazar uyumunu doğrulama yeteneği, sonraki aşamalarda ürün tarafında teknik borç için takas edilmektedir.

Lenarduzzi ve Taibi (2016) tarafından MVP konseptinin evrimi üzerine yapılan son sistematik haritalama çalışmasına göre, konsept ilk olarak 2001'de Frank Robinson tarafından tartışılmıştır. Daha sonra Eric Ries ve Steve Blank tarafından tekrar çalışılmış ve popüler hale gelmiştir. Bu terim, 1999 yılında Goodwin ve Ball (1999) ve 2000 yılında Junk (2000) tarafından benzer anlamla tartışılmıştır.

Bir prototip ile bir MVP arasında bir ayrım bulunmaktadır. Yani ikisi tam olarak aynı şey değildir. Prototip, ürünü organizasyon içinde test etmek için kullanılan ürün versiyonunu ifade etmektedir. MVP ise potansiyel müşterilerden ve kullanıcılardan doğrulanmış öğrenmeyi toplamak için kullanılan bir ürün versiyonunu ifade etmektedir. Yani, MVP'de ihtiyaç duyulan minimum çaba ile gerçek müşterilerden ve dolayısıyla pazardan öğrenmeyi en üst düzeye çıkarmayı amaçlamaktadır. Bununla birlikte, mevcut literatürde, bir prototip ve bir MVP arasındaki farklılıklar ve benzerlikler her zaman açıkça tanımlanmamıştır (Lenarduzzi ve Taibi, 2016).

Literatürde, birkaç çalışma MVPlerin farklı yönlerine odaklanmıştır. Örneğin, Hokkanen (2017), kullanıcı deneyimi tasarımını bir MVP'nin geliştirilmesiyle iç içe geçirmeyi incelemiştir. Hokkanen vd. (2016), Minimum Uygulanabilir Kullanıcı Deneyimi (MVUX) tasarımı için start-up şirketlerine yönelik bir çerçeve sunmuştur. Bosch vd. (2013) ve Björk vd.

(2013), MVP'nin erken aşamadaki start-up'larda yazılım geliştirme modelinin bir parçası olarak kullanımını tartışmışlardır. Dahası, 4.000'den fazla şirket ile yapılan geniş bir ankette Wang vd. (2016), erken aşamadaki start-up'ların MVP'yi temel zorluklardan biri olarak gördüğü sonucuna varmıştır. Ancak, endüstride MVP'lerin kullanımını bildiren ampirik çalışmaların sayısı azdır. Örneğin, Duc ve Abrahamsson (2016), MVP'lerin beş yazılım start-up'ında kullanımını incelemişler ve konseptin, bir tasarım eseri, sınır kapsayan bir eser ve yeniden kullanılabilir bir eser olarak faydalı görüldüğünü göstermiştir. Khanna vd. (2018), iki start-up'ın MVP'leriyle test etmek istedikleri hipotezleri nasıl seçtiklerine dair bir vaka çalışması bildirmiştir. Çalışma, MVP'lerde test edilen iş hedefleri ve hipotezler arasındaki ilişkilerin kendi vakalarında net olmadığını ifade etmişlerdir.

Odak noktası oyun endüstrisine ve bilgisayar oyunları alanına daraldığında, yeni şirketler ve ürün lansmanlarındaki araştırmalar dikkate değer ölçüde azdır. Yüklenen ve kullanılan mobil uygulamaların çoğunun oyunlar olduğu düşünüldüğünde, bu şaşırtıcıdır (Hyrynsalmi, 2014). Dahası, MVP'lerin oyun geliştirmede kullanılmasıyla ilgili akademik araştırma eksikliği vardır. Bununla birlikte, literatürde MVP'leri kullanma ve karakterize etmeye ile ilgili az sayıda çalışma vardır.

Örneğin Tyler York (Bosch, 2016), LSU metodolojisinin ve MVP'lerin oyun endüstrisindeki uygulanabilirliği üzerine çalışmaktadır. Mevcut literatürde, yalnızca Jarvi vd. (2013) ve Rosenfield Boeira (2017) MVP'lerin oyun geliştirmede kullanımını tartışmışlardır. Jarvi vd. (2013), bir video oyunu başlatma hızlandırıcısı için kavramsal bir tasarım sunar ve hızlandırıcı programıyla ilgili merkezi kavramları üzerine çalışmaktadır. Asgari uygulanabilir bir oyunu, diğer her şeyi dışarıda bırakarak temel oyun mekaniklerini uygulayan bir ürün sürümü olarak tanımlamaktadırlar. Ayrıca MVG ve MVP konseptleri arasındaki farkı vurgular çünkü ikinciye yeni özellikler eklemek ve kaldırmak bir öncekinden daha kolaydır. MVG söz konusu olduğunda, araştırmacılar yapılan her değişiklikte oyunu dengede tutmanın önemini altını çizmektedirler.

Rosenfield Boeira (2017), MVP'lerin oyun endüstrisinde nasıl kullanılabileceğini tartışmakta ve uygulayıcılara tavsiyelerde bulunmaktadır. Çalışma, MVP ve MVG kavramlarını not etmekte, ancak video oyun endüstrisindeki bir MVP ile eşanlı olarak minimum uygulanabilir bir oyun da sunmaktadır. Dahası, Rosenfield Boeira (2017), bir MVG ile bir prototip arasında bir çizgi çizerek, MVG'nin müşteriye değer sunmayı hedeflerken, bir prototipin geliştirme şirketine sunmayı amaçladığını belirtmektedir. Yani, prototip teknik ve MVG ticari uygulanabilirliğe odaklanmaktadır.

Literatürdeki çalışmalarda en klasik örnek, Super Mario Bros'un en minimum uygulanabilir oyunudur. Rosenfield Boeira (2017)'ya göre MVP versiyonu, sadece yürüme ve deliklerin üzerinden atlama yeteneklerini içermelidir. Temel oyun mekanizması bu tür bir sürümle denenebilirken, soru, bir oyun şirketinin ne tür doğrulanmış öğrenme toplayabileceğidir. Mevcut yan kaydırıcılardan ayrılmak için, yeni bir oyunun minimum uygulanabilir sürümü, "temel eğlencenin" heyecan verici ve cazip olup olmadığını doğrulamak için yeterli içerik içermelidir. Benzer şekilde, tamamen yeni bir oyun türü için, temel oyun mekanizması hakkındaki hipotezin geçerli olup olmadığını test etmek için yeterli içerik olmalıdır.

Literatürde çalışmalara bakıldığında Türkiye özelinde MVP yaklaşımı kullanılarak hyper-casual oyunlar için bir araştırma yapılmamıştır. Bu çalışmada Türkiye’de geliştirilmesi düşünülen veya geliştirilen hyper-casual oyun fikirlerinin MVP yaklaşımı ile karar mekanizması ele alınmıştır.

4.. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu bölümde araştırmaya ilişkin geliştirilen sorular ve hyper casual oyun geliştirme süreci için MVP algoritması ele alınmıştır. MVP karar algoritması kullanılarak hyper casual oyun geliştirme süreci için alınan kararlar değerlendirilecektir. Bu değerlendirme neticesinde alınan öldürme veya geliştirme kararlarının doğruluğu konusunda MVP algoritmasının performansı değerlendirilecektir.

4.1 Araştırma Sorusu

Araştırma Sorusu 1: Bir uygulama ekibi, bir hipoteze dayanarak minimum uygulanabilir bir ürünü nasıl oluşturmalıdır?

Araştırma Sorusu 2: MVP’nin hyper casual oyununun endüstri ortakları için ana avantajları ve zorlukları nelerdir?

4.2 Hyper casual oyun geliştirme süreci için MVP algoritması

Testler, hyper-casual oyun geliştirme sürecinin en önemli parçasıdır. Heyecan verici yeni bir oyun fikri bulunması durumunda, en temel soruları hızlıca yanıtlamak gerekir. Bu sorular aşağıdaki gibidir.

1. Fikriniz oyuncuları çekecek kadar çekici olacak mı?
2. İndirip oynattıklarında, oynamaya devam edecekler mi?
3. Para kazandıracak mı?

Yukarıdaki soruları yanıtlamak için mümkün olduğunca erken teste başlamak gerekmektedir. Kısa süre önce Clap Clap Games CEO'su Gabriel Stürmer ve ZeptoLab'da İş Geliştirme ve Küresel Ortaklıklar'dan Kristina Truvaleva ile birlikte erken testler hakkında bir web semineri düzenlemiştir. Öncelikle fikrin pazarlanabilirliğini öğrenmek için CTR testi yapılır (gameanalytics, 2020).

Oyunun temel konseptini gösteren kısa bir video oluşturulur. Bu video Facebook'ta bir reklam olarak görüntülenir ve kullanıcıların yüzde kaçının tıkladığı görülür.

Düşünülmesi gerekenler şu şekildedir; oyun çekici olacak mı? Videonun ilk beş saniyesi insanların dikkatini çekmeyi sağlayacak mı?

Clap Clap Games CEO'su Gabriel Stürmer tarafından ifade edildiği üzere: *“Hiçbir ek metin olmadan reklam öğelerini olabildiğince tanılaşılır hale getirmek önemlidir. Temel mekanizma çekici değilse eklentiler oyunu çekici hale getirmeyecektir.”*

ZeptoLab'da İş Geliştirme ve Küresel Ortaklıklar'dan Kristina Truvalova ise: *“Oynamaya odaklanan videolar yapmaya çalışıyoruz. Video ne kadar basitse, sonuçların o kadar iyi olduğunu gördük. Sonuçları etkilemediği ve hatta bazen olumsuz etkileyebileceği için oyunu fazla cilalamaya gerek yoktur.”*

Clap Clap Games'te Gabriel, bu süreci kullanarak CTR testleri gerçekleştirir:

- 10-15 saniye süren dört veya beş video oluştur.
- Bunları dört veya beş gün boyunca ABD iOS'ta bir “bağlantı tıklama” kampanyası olarak Facebook'a yükleyin. Günde 50 USD harcamak gerekir.
- CTR'nin %4 veya daha yüksek olup olmadığını kontrol edin. Bu sonucu elde ederse, oyunu geliştirmeye devam edin. Aksi takdirde, fikri öldürün ve başka bir fikre geçmeyi düşünün.
- Farklı geliştiricilerin farklı yöntemleri ve farklı hedefleri olacaktır. Süreci firmanın tarzına uyarlamak gerekir.

Örneğin Kristina, ZeptoLab'da CTR testlerini biraz farklı yapar. CTR testini sadece bir gün çalıştırmaktadır ve sonuç %2,5'in üzerindeyse, bu fikir üzerinde daha fazla çalışmaya gerektiği kararı verilir.

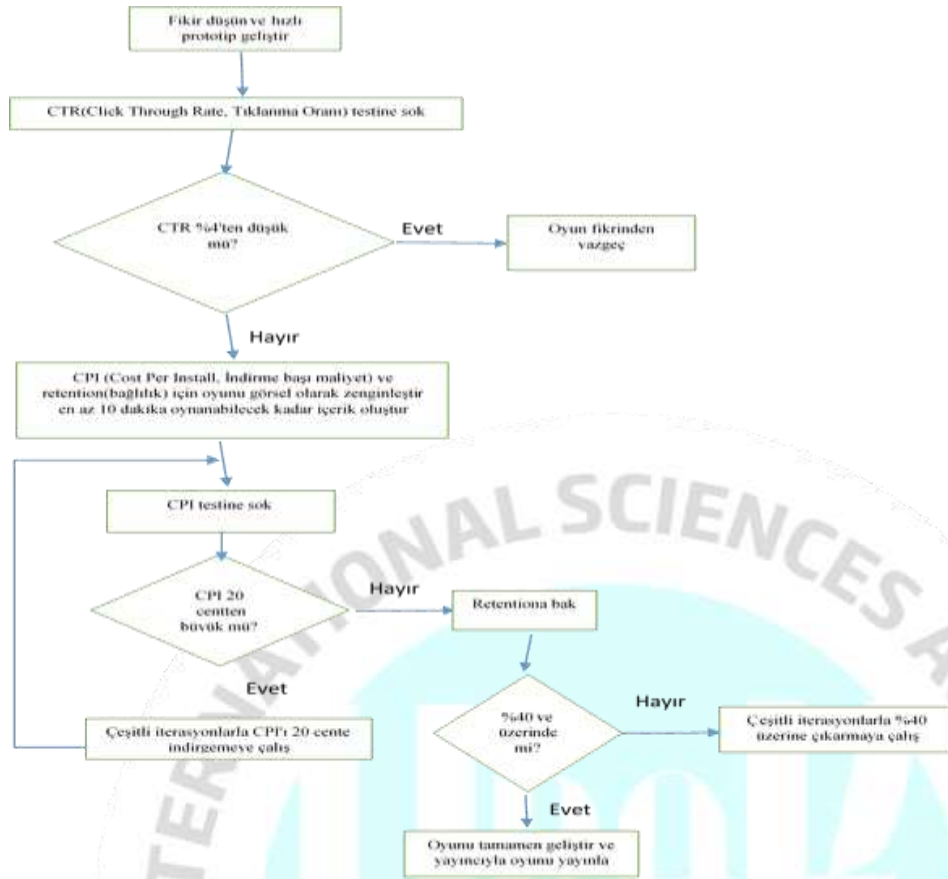
CTR testi sonuçları yeterince iyiye, yükleme başına maliyet (CPI) testi ve elde tutma oranlarını test etmeye geçilir. İyi CTR sonuçlarıyla, oyun konseptinin başarılı olma potansiyeline sahip olduğunu kanıtladınız. Şimdi oyunun temel bir sürümünü geliştirme zamanıdır.

Oyununuzun bu temel yapısına sahip olduğunuzda, onu uygulama mağazasına yükleyebilir ve yeni bir test turu başlatabilirsiniz. Oyunun ne kadar karlı olabileceğini (CPI) ve oyuncuların ilgisini ne kadar süreyle tutabileceğini veya bağlılık oranlarını (retention) öğrenmek gerekir.

ZeptoLab'da, ABD iOS'ta bir ile beş gün boyunca CPI testleri yürütülür. Kristina, hedef CPI'lerinin 0,30 USD'nin altında olduğunu söylüyor. CPI daha yüksekse, genellikle fikir terk edilir, çünkü iş fikri yalnızca daha sonraki aşamalarda optimize edilmektedir.

Clap Clap Games'te Gabriel bize birinci gün %40 ve yedinci gün için yaklaşık %13 değerlerini hedeflemektedir. Sonuçlar bu hedeflerin biraz altında kalırsa, iş fikrinin yeni bir yinelemesini test edebilir. Ama aksi takdirde, fikri öldürülür ve yeni bir fikre geçilir.

Bir oyunun yayınlama sürecinde karar algoritması oluşturulmuştur. Karar algoritması aşağıdaki gibidir. Şekil 1'deki algoritmada görüldüğü üzere önemli CTR (Click Through Rate, Tıklanma Oranı) testi, CPI (Cost Per Install, İndirme başı maliyet) testi ve retention (bağlılık) testi büyük önem arz etmektedir.



Şekil 1. Bir hyper-casual oyununun yayınlama süreci için geliştirilen karar algoritması şeması

5. SONUÇ

MVP, oyunun özünü ekstra ayrıntı olmadan göstermek için gerekli unsurları, sadece oyuncuya tatmin edici bir his vermek ve oyunu oynamaya dikkatini çekmek için yeterli özellikleri içeren, oyunun minimal bir sürümüdür. Çok fazla geliştirme zamanı gerektiren herhangi bir şeyden kaçınmak gerekir. Hyper casual oyun için MVP çoğu durumda en fazla 2 ile 5 gün içinde geliştirilmektedir. MVP, CTR testine başlamak için ihtiyaç duyulan her şeyi barındırır. Grafiklerin tüm ekstra ayrıntılarını, oynanışını (CPI ve bağlılık testi) içermektedir. Bir uygulama ekibi, MVP karar algoritmasına dayanarak minimum uygulanabilir bir ürünü oluşturabilir. Hyper-casual oyunlar minimum uygulanabilir ürünlerdir. Ve bu ürünlerin öldürülme veya geliştirilme kararı için geliştirilen MVP algoritması önerilmiştir. Önerilen MVP algoritmasının hyper casual oyununun endüstri ortakları için ana avantajları kısa sürede daha oyun geliştirilmeden basit videolarla oyunun tutup tutmayacağı, dikkat çekici olup olmadığı görülebilmektedir. Bu sayede, şirketler hem zaman hem de para kaybetmemektedir. Yani artık yayıncılar seçim yapmak zorunda değildir, yaratıcı ve hızlı olması ve birçok oyun konseptini olabildiğince hızlı bir şekilde oluşturması yeterlidir. Fakat MVP algoritmasının hyper casual oyununun endüstri ortakları için zorlukları ise MVP'lerde test edilen iş hedefleri ile hipotezler arasındaki ilişkiler net olarak ifade edilmeyebilir. Bazı erken aşamadaki start-up'lar için MVP'leri uygulamak hem zaman hem de para anlamında güç olabilmektedir.

KAYNAKÇA

Björk, J., Ljungblad, J., Bosch, J.: Lean product development in early stage startups. In: Hyrynsalmi, S., Wnuk, K., Daneva, M., Mäkilä, T., Herrmann, A. (eds.) Proceedings of From Start-Ups to SaaS Conglomerate: Life Cycles of Software Products Workshop (IW-LCSP 2013), vol. 1095, pp. 19–32. CEUR-WS.org (2013). CEUR Workshop Proceedings ISSN 1613–0073

Blank, S.: Why the lean start-up changes everything. *Harvard Bus. Rev.* 91(5), 63–72 (2013)

Bosch, J., Holmström Olsson, H., Björk, J., Ljungblad, J. (2013). The early stage software startup development model: a framework for operationalizing lean principles in software startups. In: Fitzgerald, B., Conboy, K., Power, K., Valerdi, R., Morgan, L., Stol, K.-J. (eds.) LESS 2013. LNBIP, vol. 167, pp. 1–15. Springer, Heidelberg.

Böhmer, M., Hecht, B., Schöning, J., Krüger, A., Bauer, G. (2011). Falling asleep with angry birds, facebook and kindle: a large scale study on mobile application usage. In: Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services, MobileHCI 2011, pp. 47–56. ACM, New York.

CERF (2011). <https://cerf.un.org/document/cerf-2011-annual-report-summary> Erişim Tarihi: 15.05.2021

Chen, E. Bringing a Hardware Product to Market: Navigating the Wild Ride from Concept to Mass Production; Penguin Group: London, UK, 2015.

DFC (2018). An entertainment and video game industry research firm

Duc, A.N., Abrahamsson, P. (2016). Minimum viable product or multiple facet product? The role of MVP in software startups. In: Sharp, H., Hall, T. (eds.) XP 2016. LNBIP, vol. 251, pp. 118–130. Springer, Cham.

Dünya Gazetesi (2020). Kuresel oyun pazarı 365 milyar dolara yükselecek. <https://www.dunya.com/sektorler/kuresel-oyun-pazari-365-milyar-dolara-yukselecek-haberi-611601>

Fagerholm, F., Oza, N., Münch, J. (2013). A Platform for Teaching Applied Distributed Software Development: The Ongoing Journey of the Helsinki Software Factory. Collaborative Teaching of Globally Distributed Software Development Workshop (CTGDSD).

Feijoo, C., Gomez-Barroso, J. L., Aguado, J. M., & Ramos, S. (2012). Mobile gaming: industry challenges and policy implications. *Telecommunications Policy*, 36, 212–221.

Fullerton, A. S. (2014). Work, Family Policies and Transitions to Adulthood in Europe. *Work, Family Policies and Transitions to Adulthood in Europe*, edited by Knijn-Trudie. New York, NY: Palgrave Macmillan, 2012. 240pp. ISBN: 9780230 300255. *Contemporary Sociology: A Journal of Reviews*, 43(4), 543–545.

Gameanalytics (2020). 2020 in metrics understanding casual and hypercasual gaming markets <https://gameanalytics.com/blog/2020-in-metrics-understanding-casual-and-hypercasual-gaming-markets/> Erişim Tarihi: 15.05.2021

GMGC (2016). Global Mobile Game Confederation: www.gmgc.info/en

Goggin, G., and Spurgeon, C. (2007). Premium rate culture: the new business of mobile interactivity. *New Media & Society*, 9(5), 753–770.

Goodwin, R., Ball, B.: Closing the loop on loyalty. *Mark. Manag.* 8(1), 24–34 (1999)

Gustavsson, T.; Rönnlund, P. Agile adoption at Ericsson hardware product development. In *Proceedings of the 22nd NFF Nordic Academy of Management Conference*, Reykjavik, Iceland, 1–23 August 2013.

Hokkanen, L., Kuusinen, K., Väinänen, K. (2016). Minimum viable user experience: a framework for supporting product design in startups. In: Sharp, H., Hall, T. (eds.) *XP 2016*. LNBIIP, vol. 251, pp. 66–78. Springer, Cham.

Hokkanen, L. (2017). From minimum viable to maximum lovable: developing a user experience strategy model for software startups. Doctoral dissertation, Tampere University of Technology, vol. 1483. TUT Publication, Tampere, Finland.

Hyrnsalmi, S.: Letters from the war of ecosystems – an analysis of independent software vendors in mobile application marketplaces. Doctoral dissertation, University of Turku, Turku, Finland, December 2014.

Information Solutions Group (2011) <https://isg-one.com/> Erişim Tarihi: 15.05.2021

Järvi, A., Mäkilä, T., Hyrnsalmi, S. (2013). Game development accelerator – initial design and research approach. In: Hyrnsalmi, S., Wnuk, K., Daneva, M., Mäkilä, T., Herrmann, A. (eds.) *Proceedings of From Start-Ups to SaaS Conglomerate: Life Cycles of Software Products*, Ceur Workshop Proceedings, vol. 1095, pp. 47–58. CEUR-WS.

Junk, W.S.: The dynamic balance between cost, schedule, features, and quality in software development projects. Technical report ID 83844–1010, University of Idaho (2000)

Khanna, D., Nguyen-Duc, A., Wang, X. (2018). From MVPs to pivots: a hypothesis-driven journey of two software startups. In: *Proceedings of the 1st International Workshop on Software Engineering for Startups*. ICSOB 2018, Springer, Heidelberg.

Koskenvoima, A., Mäntymäki, M. (2015). Why do small and medium-size freemium game developers use game analytics? In: Janssen, M., et al. (eds.) *I3E 2015*. LNCS, vol. 9373, pp. 326–337. Springer, Cham.

Lenarduzzi, V., Taibi, D. (2016). MVP explained: a systematic mapping study on the definitions of minimal viable product. In: *2016 42th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, pp. 112–119.

Nguyen-Duc, A.; Wang, X.; Abrahamsson, P. What Influences the Speed of Prototyping? An Empirical Investigation of Twenty Software Startups. In Proceedings of the Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming, Cologne, Germany, 22–26 May 2017; pp. 20–36.

Pantiuchina, J.; Mondini, M.; Khanna, D.; Wang, X.; Abrahamsson, P. Are Software Startups Applying Agile Practices? The State of the Practice from a Large Survey. In Proceedings of the Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming, Cologne, Germany, 22–26 May 2017; pp. 167–183.

Ries, E. (2014). *The Lean Startup: How Constant Innovation Creates Radically Successful Businesses*; Penguin Group: London, UK.

RGDA (2020). Adjust Hyper Casual Gaming Report 2020 http://rgda.ro/wp-content/uploads/2020/07/Adjust_Hyper_Casual_Gaming_Report_2020.pdf Erişim Tarihi: 15.05.2021

Rosenfield Boeira, J.N. (2017). Mvps: Do we really need them? In: *Lean Game Development: Apply Lean Frameworks to the Process of Game Development*, pp. 33–48. Apress, Berkeley.

Wang, X., Edison, H., Bajwa, S.S., Giardino, C., Abrahamsson, P. (2016). Key challenges in software startups across life cycle stages. In: Sharp, H., Hall, T. (eds.) *XP 2016*. LNBI, vol. 251, pp. 169–182. Springer, Cham.

INVESTIGATION OF A 4-TERMINAL TANDEM ALL PEROVSKITE SOLAR CELLS COMPARED WITH SINGLE-JUNCTION PEROVSKITE SOLAR CELLS BY SIMULATION IN SCAPS-1D

Nagihan Caylak Delibas¹, Seyyed Reza Hosseini², Mahsa Bahramgour³, Aligoli Niaei⁴

¹University of Sakarya-Turkey , <https://orcid.org/0000-0001-5752-062X>

²University of Tabriz ,

³University of Tabriz,

⁴University of Tabriz, <https://orcid.org/0000-0001-5580-4266>

ABSTRACT

Recently renewable energy sources like solar energies have gained a lot of attention for electricity generation because of their simple accessibility and infinite sources. Solar cells are a good choice for this task. Among different solar cells that are studied before, recently perovskite solar cells (PSCs) have become a common interest for researchers because of their tremendous development in the performance and efficiency of the system. This type of solar cell is divided into several layers that each one has its specific role in its cell structure. Front contact/ETM¹/absorber(perovskite)/HTM²/back contact is the general structure of these cells that have shown the maximum efficiency of about 22% that is a suitable efficiency for solar cells. However, this type of solar cell is suffering from stability issues. Recently developed tandem structures have considerably improved solar cell efficiency due to their specific cell structure. In these structures, two types of solar cells are used depend on each cell's application e.g., their stability and cost index. These structures can be constructed in 2-terminal or 4-terminal situations. In this paper, we have compared two simple perovskite solar cell structures with a 4T-tandem all perovskite one, consisted of simple structures for the first time by SCAPS-1D³ software. Three Au/ P3HT⁴/ CH₃NH₃PbBr₃/ TiO₂/ FTO⁵, Au/ PEDOT:PSS⁶/ CH₃NH₃PbI₃/ PCBM⁷/ ITO⁸ and tandem ITO/ PEDOT:PSS/ CH₃NH₃PbI₃/ P3HT/ CH₃NH₃PbBr₃/ TiO₂/ FTO structures were simulated and results indicated efficiency of 16.17%, 16.73% and 24.53% for mentioned cells, respectively.

Keywords: solar cells, perovskite, HTM, ETM, tandem structures, efficiency

¹ Electron transporting material

² Hole transporting material

³ Solar cell capacitance simulator

⁴ Poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl)

⁵ Fluoridized tin-oxide

⁶ poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate

⁷ [6,6]-phenyl-C61-butyric acid methyl ester

⁸ Indium tin oxide

1. Introduction

Electricity energy and the method of electricity generation have become a global issue and interest over the years. Nonrenewable energies like fossil fuels are the largest sources of energy generation because of their high efficiency and good performance but they have some disadvantages like limited content them and their environmental impacts like air pollution and releasing greenhouse gases. Therefore, the usage of renewable energies like solar systems that have infinite sources, have progressed rapidly in recent decades. Solar cells are one of the hopeful resources of electricity generation because of their unique properties like global and overall distribution of sunlight and its low environmental impacts. Perovskite solar cells have become an interesting topic for researchers during the last decade because of their rapid growth in device performance over few years. Studies about perovskite solar cells have started in 2009 with about 4% efficiency and continued until now with efficiencies of about 25%. They have some tremendous features such as tunable band gaps, low fabrication costs, easy fabrication process (for example they don't need high temperatures for their depositions), and acceptable efficiencies. Perovskite solar cells typically have three main layers. These layers are an absorber layer (perovskite) in the middle that absorbs the photon and generates electrons and holes, and two charge transporting materials that collect the charge carriers and transport them to the electrodes [1].

Although perovskite solar cells have many advantages as mentioned above, they have some problems about stability issues. Charge recombination and corrosion at the interfaces of these cells especially at the interface between HTL and perovskite layer leads to the unstable structure during the time. There have been some approaches for solving this problem in recent years. Some of them belong to a science named interface engineering that utilizes a material with more stable and regular structures like polymers to modify the surface and interfaces. Another approach to have a cell with high efficiency and stability is to use recently developed tandem solar cells. Tandem structures consist of two different solar cells e.g., perovskite/perovskite, silicon/perovskite, etc. that can be fabricated in the series (two-terminal) state or can be stacked mechanically after separate construction of each cell (four-terminal). This specific structure helps the cell to absorb photons and energy in the wider spectrum of wavelengths. Some experimental studies have been performed to investigate and compare tandem solar cells (TSCs) and perovskite solar cells. Most of them have dedicated higher efficiency in tandem structures [2,3]. A study was done by Eperon et al. in 2016 on 2-terminal (2T) and four-terminal (4T) perovskite-perovskite tandem solar cells including two different absorbers with band gaps of 1.2eV and 1.8eV. Results indicated the efficiency of about 15% and 20% for 2T and 4T structures, respectively [2,4]. Another study was done by Heo et al. in 2016 that fabricated $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ - $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ tandem device; the bandgap of $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ is higher than $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$, therefore $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ was the first layer to absorb the light [2,5]. In this work, a similar structure of the aforementioned studies was done and efficiencies are compared with the simple structures. We have simulated the 4T-tandem devices with different layers for the first time. In this study, a polymeric layer was used as a surface modifier of absorbers' interface and as a hole conductor to help the electron-blocking and hole transporting process, simultaneously. Here a tandem FTO/ TiO_2 / $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ / P3HT/ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ / PEDOT:PSS/

ITO structure was used by combination of Au/ PCBM/ CH₃NH₃PbI₃/ PEDOT:PSS/ ITO and Au/ P3HT/ CH₃NH₃PbBr₃/ TiO₂/ FTO cells.

2. Methodology

The simulation tool that was used in this work is software for solar cells named Solar Cell Capacitance Simulator in optical-electrical 1-dimensional physics abbreviated as SCAPS-1D. This simulation tool was developed by Marc Burgelman et al. at the Department of Electronics and Information Systems (ELIS) of the University of Gent, Belgium [6]. By solving Poisson's equation and electron and hole continuity equations simultaneously, it can simulate up to seven semiconductor layers. SCAPS-1D can give us information about energy diagrams, recombination plots, and I-V (current-voltage) characteristics including V_{OC}^9 , I_{SC}^{10} , FF^{11} , PCE^{12} and I-V curve. To simulate the aforementioned structures, optical-electrical properties and characteristics of each layer are required. These properties were obtained from other researches and studies. Here, these properties were given in table 1 [7-9]. (simulation was performed in the temperature of $T=300$ K, A.M.1.5 spectrum, and light power of 1000 W/m²)

Table 1- material parameters used in the cells [7-9]

properties	TiO ₂	PCBM	CH ₃ NH ₃ PbI ₃	CH ₃ NH ₃ PbBr ₃	P3HT	PEDOT:PSS
Thickness (nm)	120	120	450	450	140	140
bandgap (eV)	3.2	1.8	1.5	2.3	1.05	1.5
electron affinity (eV)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.6
dielectric permittivity (relative)	9	7	30	30	3	10
CB effective density of states (1/cm ³)	1.00E+19	1.50E+18	2.50E+20	2.50E+20	1.00E+20	1.00E+21
VB effective density of states (1/cm ³)	1.00E+19	2.40E+19	2.50E+20	2.50E+20	1.00E+20	1.00E+21
electron thermal velocity (cm/s)	1.00E+7	1.00E+7	1.00E+7	1.00E+7	1.00E+7	1.00E+7
hole thermal velocity (cm/s)	1.00E+7	1.00E+7	1.00E+7	1.00E+7	1.00E+7	1.00E+7
electron mobility (cm ² /Vs)	20	80	5.00E+1	5.00E+1	1.00E-4	1
hole mobility (cm ² /Vs)	10	4	5.00E+1	5.00E+1	1.00E-4	40
shallow uniform donor density ND (1/cm ³)	1.00E+16	2.00E+17	0	0	0	0
shallow uniform acceptor density NA (1/cm ³)	0	0	1.00E+16	1.00E+16	1.00E+16	1.00E+19
Defect density Nt (1/cm ³)	0	0	1.00E+13	1.00E+13	0	0

⁹ Open-Circuit Voltage

¹⁰ Short-Circuit Current

¹¹ Fill Factor

¹² Power Conversion Efficiency

3. Results and Discussion

The simulation was performed for the structures mentioned above and results indicated that using tandem structures helps the cell to improve its efficiency. This could be because of tandem solar cells' special structure. Figure 1 (a-c) shows the structures of investigated cells in this work.

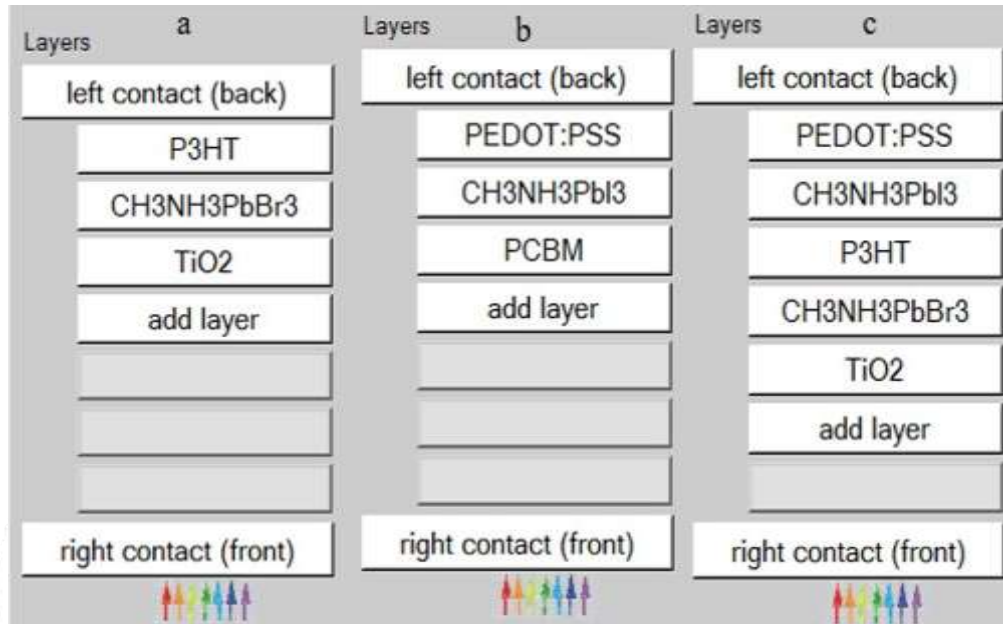


Figure 1- solar cell structures for (a) Au/ P3HT/ CH₃NH₃PbBr₃/ TiO₂/ FTO (b) Au/ PCBM/CH₃NH₃PbI₃/ PEDOT:PSS/ ITO and (c) FTO/ TiO₂/ CH₃NH₃PbBr₃/ P3HT/ CH₃NH₃PbI₃/ PEDOT:PSS/ ITO cells

Here a perovskite/perovskite 4-terminal tandem structure was investigated. In this type of TSCs, the existence of two absorber layers leads to the absorbance of more photons in the wide range of wavelength spectrum because of their different bandgaps. Therefore, in the tandem structure, the perovskite with a high bandgap (CH₃NH₃PbBr₃) was placed on the front side and the low-bandgap one (CH₃NH₃PbI₃) was placed in the backside of the cell. The tandem structure in this research was in the form of FTO/ TiO₂/ CH₃NH₃PbBr₃/ P3HT/ CH₃NH₃PbI₃/ PEDOT:PSS/ ITO. A polymeric layer was used between two absorbers as a hole conductor to help to hole collection process and to modify the interface from the stability point of view. To understand the effect of using tandem structures, two simple perovskite-based Au/ PCBM/ CH₃NH₃PbI₃/ PEDOT:PSS/ ITO and Au/ P3HT/ CH₃NH₃PbBr₃/ TiO₂/ FTO cells was investigated and results was compared. Similar experimental work was done before, employing semi-transparent top PSC (bandgap=1.65 eV) and a low-bandgap (LBG) bottom PSC (1.26 eV). It indicated an efficiency of about 22% [10]. In this study, the results of the tandem structure have been compared with the mentioned work. The simple perovskite solar cells result obtained by SCAPS-1D, has been compared with experimental works too [11]. Results of simulation and experimental works were in good agreement with each other. Table 2 shows the photovoltaic parameters of the mentioned structures, both in this study's simulation work and the literature's experimental works. Besides, I-V curves of cells were shown in figure 2 (a-c).

Table 2- photovoltaic parameters of selected tandem and single cells obtained by SCAPS software and their comparison with experimental works [10,11]

Cell's structure	V_{OC} (V)		I_{SC} (mA/cm ²)		FF (%)		PCE (%)	
	SCAPS	Exp.	SCAPS	Exp.	SCAPS	Exp.	SCAPS	Exp.
Au/ P3HT/ CH ₃ NH ₃ PbBr ₃ / TiO ₂ / FTO	0.85	0.8	29.97	19.2	63.19	73.3	16.17	15.40
Au/ PCBM/ CH ₃ NH ₃ PbI ₃ / PEDOT:PSS/ ITO	0.96	0.84	20.92	19.5	83.20	62.5	16.73	11.3
FTO/ TiO ₂ / CH ₃ NH ₃ PbBr ₃ / P3HT/ CH ₃ NH ₃ PbI ₃ / PEDOT:PSS/ ITO	0.96	-	34.99	-	72.70	-	24.53	22.1

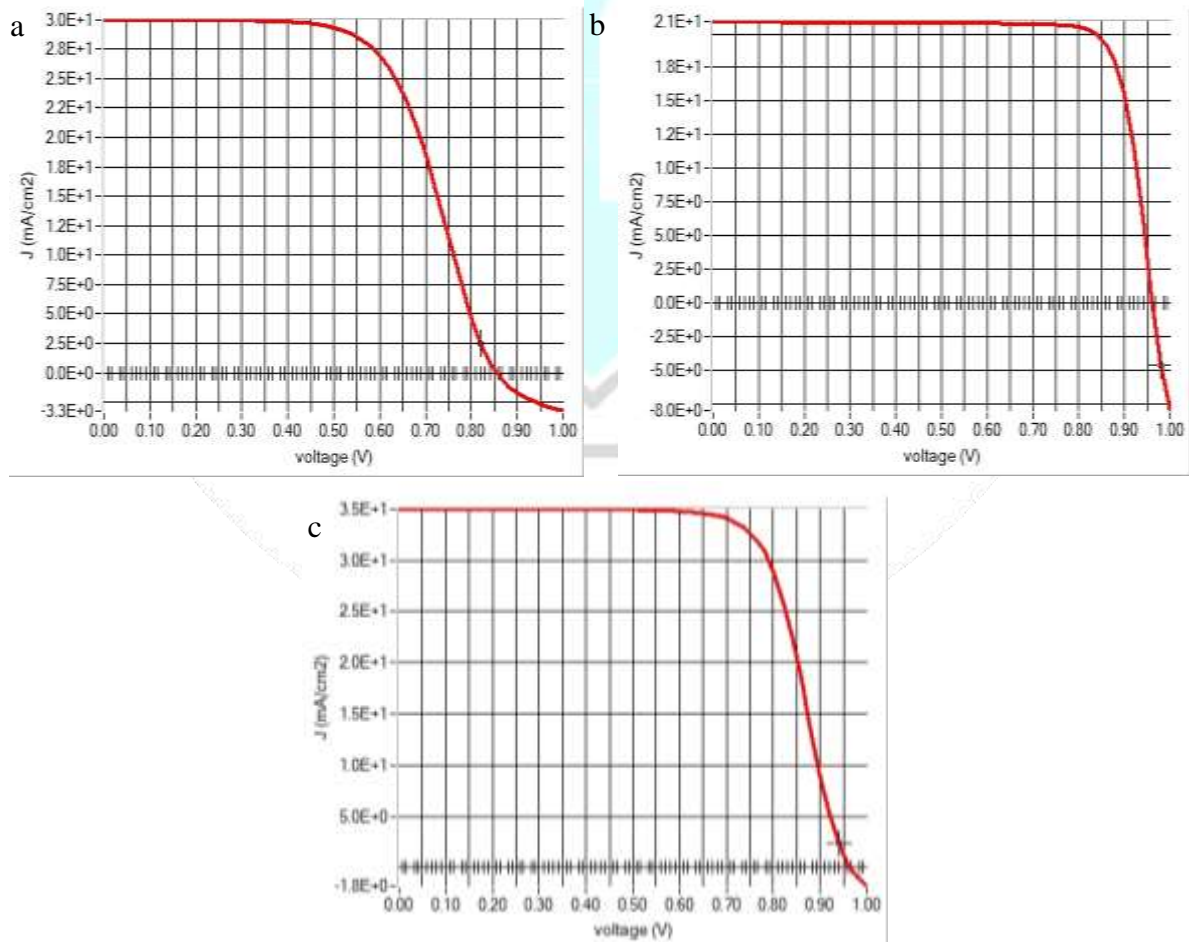


Figure 2- I-V (current-voltage) curves of (a) Au/ P3HT/ CH₃NH₃PbBr₃/ TiO₂/ FTO (b) Au/ PCBM/CH₃NH₃PbI₃/ PEDOT:PSS/ ITO and (c) FTO/ TiO₂/ CH₃NH₃PbBr₃/ P3HT/ CH₃NH₃PbI₃/ PEDOT:PSS/ ITO cells

4. Conclusion

Energy generation is a major issue in the world. Solar cells are one of the acceptable renewable sources of electricity generation in recent years. In this study, an integrated form of solar cells named tandem solar cells was simulated by SCAPS software for the first time. The tandem structure used in this work was an all perovskite one whose efficiency was compared with two simple perovskite-based solar cells. Moreover, a polymeric modifier (P3HT) was used in the tandem structure to improve the device's stability. This modifier had the role of hole conductor in tandem structure too. Results indicated that the efficiency and performance of the tandem cell were considerably better than single structures as the amounts were about 24% compared to about 16%. This work and its results give some good insights to develop and simulate tandem cells more than before and then to reach high-efficiency cells.

5. References

- [1] Hussain I, Tran HP, Jaksik J, Moore J, Islam N, Uddin MJ. Functional materials, device architecture, and flexibility of perovskite solar cell. *Emergent Materials*. December,1,3,2018.
- [2] Wali Q, Elumalai NK, Iqbal Y, Uddin A, Jose R. Tandem perovskite solar cells. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. March,84,2018.
- [3] Anaya M, Lozano G, Calvo ME, Míguez H. ABX₃ perovskites for tandem solar cells. *Joule*. December,1,4,2017.
- [4] Eperon GE, Leijtens T, Bush KA, Prasanna R, Green T, Wang JT, McMeekin DP, Volonakis G, Milot RL, May R, Palmstrom A. Perovskite-perovskite tandem photovoltaics with optimized band gaps. *Science*. November,354,6314,2016.
- [5] Heo JH, Im SH. CH₃NH₃PbBr₃–CH₃NH₃PbI₃ perovskite–perovskite tandem solar cells with exceeding 2.2 V open circuit voltage. *Advanced Materials*. July,28,25,2016.
- [6] Niemegeers A, Burgelman M, Decock K, Verschraegen J, Degraeve S. SCAPS manual. University of Gent. May,2014.
- [7] Karimi E, Ghorashi SM. Investigation of the influence of different hole-transporting materials on the performance of perovskite solar cells. *Optik*. February,130,2017.
- [8] Karimi E, Ghorashi SM. Simulation of perovskite solar cell with P 3 HT hole-transporting materials. *Journal of Nanophotonics*. March,11,3,2017.
- [9] Kim E, Bhattacharya I. Material selection method for a perovskite solar cell design based on the genetic algorithm. In 2020 47th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), Jun, 2020.
- [10] Moghadamzadeh S, Hossain IM, Gharibzadeh S, Abzieher T, Pham H, Hu H, Fassel P, Lemmer U, Nejdand BA, Paetzold UW. Triple-cation low-bandgap perovskite thin-films for high-efficiency four-terminal all-perovskite tandem solar cells. *Journal of Materials Chemistry A*. 8,46,2020
- [11] Elham Karimi, Design and Characterization Electrical and Optical of Nano-structured Perovskite Solar Cells with Different Transporting Layers, Dissertation For the Degree of Doctor of Philosophy (Ph.D.) In science Photonics, the University of Kashan, Department of Physics, 2018.

INVESTIGATION OF CZTS SOLAR CELLS AND ITS CONSTITUENT LAYERS WITH ADDITIONAL MO LAYER WITH DIFFERENT BUFFER LAYERS AND THEIR SIMULATION AND OPTIMIZATION BY SCAPS-1D SOFTWARE

Seyyed Reza Hosseini¹, Nagihan Caylak Delibas², Mahsa Hossein Zadeh Damrigh³,
Mahsa Bahramgour⁴, Aligoli Niaei⁵

¹University of Tabriz,

²University of Sakarya-Turkey, <https://orcid.org/0000-0001-5752-062X>

³University of Tabriz,

⁴University of Tabriz,

⁵University of Tabriz, ali.niaei@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5580-4266>

ABSTRACT

Energy shortage undoubtedly is one of the most significant global crises in the 21st century. Currently, most of the world's energy comes from fossil fuels which are not environmentally friendly and renewable. As a consequence, in recent decades, there is a strong tendency to develop renewable energy technologies (such as hydropower, geothermal, wind, and solar). Solar energy is one of the outstanding alternative technologies which can be used. The two main types of thin-film solar cells are (CdTe)¹ and (CIGS)², have some drawbacks. One of the suitable alternative options are Cu₂ZnSnS₄ (CZTS)³ semiconductors belong to the third generation of solar cells and consider as non-toxic and abundant materials. In addition, it is a strong adsorbent with approximately a 1.4eV bandgap.

The general structure of CZTS solar cells consist of front contact / window Layer / buffer / CZTS (absorber) / back contact. In this study, different buffer materials are used in this structure (front contact/ ZnO/ buffer/ CZTS/Mo/back contact), and due to the consumption of Mo⁴ layer, cell's efficiency is increased. According to the simulation the efficiency for MoS₂, In₂S₃⁵ and SnS₂⁶ are 27.93, 26, and 25.99 respectively.

In this work, SCAPS-1D software is used for investigating the effects of different photovoltaics parameters' values such as thickness, different buffer layers, and operating temperature on solar cell's performance. For analytical study, SCAPS simulation software is used to achieve optimal values for the (Short-circuit current density, open-circuit voltage, Fill Factor, and efficiency) of the solar cells.

Keywords: CZTS solar cells, SCAPS simulator, buffer, solar cells' efficiency, optimization, photovoltaic parameters

¹ cadmium telluride

² indium gallium sulfide copper

³ Copper Tin Sulfide

⁴ Molybdenum

⁵ Indium(III) sulfide

⁶ Tin (IV) sulfide

1. Introduction

Fossil fuels are non-renewable resources and cause many destructive environmental problems, so researchers are looking for alternative sources for human energy demands. One of the alternative solutions is solar cells, which can convert the sun's infinite energy into electricity and has several noticeable advantages over other renewable technologies. The second generation of solar cells CIGS and CaTe, despite their high efficiency, have some disadvantages. For instance, in their structure, rare elements like (Indium, Gallium, Tellurium) and cadmium (very toxic material) are used [1–3]. Therefore, there is a need to investigate suitable absorbing materials which are environmentally friendly, cheaper, and abundant on the earth.

Although in the CZTS solar cells low-cost raw materials are used, it illustrates distinguished properties such as optimum direct energy band gap of 1.45–1.6 eV and huge absorption coefficient of 10^4 cm^{-1} [4]. In 2012, the efficiency of 11.1% of solar energy was reported by Todorov et. al [5] and Wei Wang et.al announced a record cell efficiency of around 12.6% via a hydrazine pure-solution process for $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ based solar cells [6].

The common structure of CZTS solar cells is front contact / window Layer / buffer / CZTS (absorber) / back contact. In this study, different buffer materials such as MoS_2 , In_2S_3 and SnS_2 are used in the following structure (front contact/ ZnO / buffer/ CZTS/ Mo /back contact). Among all those buffer materials MoS_2 shows the highest efficiency. In previous studies, $\text{ZnO}/\text{MoS}_2/\text{CZTS}$ structure provided 23.69% efficiency [7]. In this work by adding Mo as a fourth layer, the efficiency increases to 27.9%. Moreover, when other buffer layers are used with Mo, their performances raise compared to the earlier simulations. In this paper, the effect of each layer thickness on the cell's performance will be investigated and the optimal thickness will be presented.

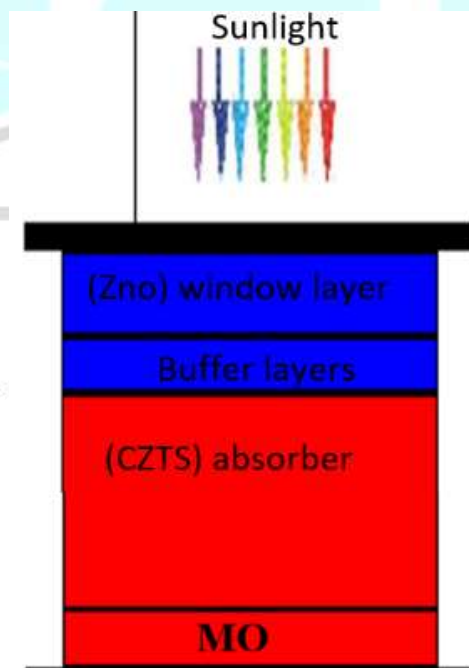


Figure1. Structure of CZTS solar cell

2. Methodology

In this work, SCAPS 3309 is used to simulate electrical characteristics such as short-circuit current density (J_{sc}), open-circuit voltage (V_{oc}), fill factor (FF), conversion efficiency. SCAPS is a one-dimensional solar cell simulation software that was developed at the Department of Electronics and Information Systems (ELIS) of the University of Gent, Belgium by several researchers [8-10]. It can simulate DC and AC electrical characteristics of thin-film heterojunction solar cells. This software uses Poisson's equation and electron and hole continuity equations simultaneously. The solar cell structure (front contact/ ZnO/ buffer/ CZTS/Mo/back contact) is considered in this study, which is illustrated in Fig. 1. The absorber layer's and buffer layer's thickness are the most influential parameter in any thin-film solar device which can magnify the performance. In this paper, the n-type semiconductors MoS₂, SnS₂, and In₂S₃ are proposed as a buffer layer and p-type semiconductor material CZTS as an absorber layer. In addition, the Mo layer is used to raise efficiency. All values for the simulation process are summarized in Table 1. The simulations were carried out at 300 K and "air mass 1.5 global" spectrum with 1000 W/m² light power.

Table 3. Materials' optimum parameters used in the cells

properties	ZnO[11]	MoS ₂ [7]	In ₂ S ₃ [12]	SnS ₂ [13]	CZTS[14]	Mo[15]
Thickness (μm)	0.1	0.07	0.01	0.05	1.4	0.1
bandgap (eV)	3.3	1.23	2.8	1.85	1.5	1.7
Electron affinity (eV)	4.4	4.2	4.6	4.26	4.5	4.2
dielectric permittivity (relative)	9	4	13.5	17.7	10	13.6
CB effective density of states (1/cm ³)	2.2E+18	7.5E+17	2.2E+17	7.32E+18	2.2E+18	2.2E+18
VB effective density of states (1/cm ³)	1.8E+19	1.8E+18	1.8E+19	1E+19	1.8E19	1.8E+19
electron thermal velocity (cm/s)	1E+7	1E+5	1E+7	1E+7	1E+7	1E+7
hole thermal velocity (cm/s)	1E+7	1E+7	1E+7	1E+7	1E7	1E+7
electron mobility (cm ² /Vs)	100	100	50	50	100	100
hole mobility (cm ² /Vs)	25	150	20	25	25	25
shallow uniform donor density ND (1/cm ³)	1E+18	1E+18	1E17	9.85E+18	0	0
shallow uniform acceptor density NA (1/cm ³)	0	0	1E+1	0	1E+15	1E+16
Defect	0	0	0	0	1E+14	0

3. Results and Discussion

In this study, three different buffer materials are used with an additional Mo layer to enhance previous solar cells' performance. According to the optimization suitable thickness for the CZTS layer is achieved at 1.4(μm). In this simulation, the thickness of different buffer layers is changed and simulated to gain the optimum values. Generally, When the buffer layers' thickness is increased the efficiency has a downward trend and the recombination rate goes up. The too-thin buffer layer may result in leakage current and too thick ones can cause to low carrier separation rate. The open-circuit voltage, short circuit current density, photovoltaic efficiency, fill factor against different buffer layers, and experimental data have been summarized in Table 2.

Table 2. Photovoltaic parameters

Cell's structure	$V_{oc}(\text{V})$	$J_{sc}(\text{mA}/\text{cm}^2)$	FF(%)	PCE(%)
Front contact/ZnO/Cds/CZTS/back contact[16]	0.889	28.5(mA)	65.9	16.9
front contact/ ZnO / MoS ₂ / CZTS/back contact [7]	0.84	28.96	85	23.69
front contact/ ZnO/ MoS ₂ / CZTS/Mo/back contact (in this work)	1.106	30.16	88.01	29.3
front contact/ ZnO /In ₂ S ₃ / CZTS/Mo/back contact (in this work)	1.085	28.16	85.03	26
front contact/ ZnO/ SnS ₂ / CZTS/Mo/back contact (in this work)	1.086	28.12	85.03	25.98

4. Conclusion

In this study, numerical simulations using SCAPS-1D software is performed for CZTS solar cell. Three different buffer layers (MoS₂, In₂S₃, SnS₂) have been used. The cell's efficiency improved when the Mo layer is added as a fourth layer. Among all those buffer layers MoS₂ shows the best performance. After optimising and fixing buffer and CZTS layers thickness at 0.07 and 1.4 μm the optimum values for solar cell is achieved ($V_{oc}=1.106(\text{V})$, $J_{sc}=30.16(\text{mA}/\text{cm}^2)$, $FF=88.01(\%)$ and $PCE=29.3(\%)$).

5.Reference

- [1] Wu X. High-efficiency polycrystalline CdTe thin-film solar cells. Solar energy. December,77,6,2004.
- [2] Jackson P, Hariskos D, Lotter E, Paetel S, Wuerz R, Menner R, Wischmann W, Powalla M. to be published in 2011 Prog. Photovolt. Res. Appl. 19,7,2011.
- [3] Andersson BA, Azar C, Holmberg J, Karlsson S. Material constraints for thin-film solar cells. Energy. May,23,5,1998.
- [4] Walsh A, Chen S, Wei SH, Gong XG. Kesterite thin-film solar cells: advances in materials modeling of Cu₂ZnSnS₄. Advanced Energy Materials. April,2,4,2012.

- [5] Todorov TK, Tang J, Bag S, Gunawan O, Gokmen T, Zhu Y, Mitzi DB. Beyond 11% efficiency: characteristics of state-of-the-art Cu₂ZnSn (S, Se) 4 solar cells. *Advanced Energy Materials*. January,3,1,2013.
- [6] Wang W, Winkler MT, Gunawan O, Gokmen T, Todorov TK, Zhu Y, Mitzi DB. Device characteristics of CZTSSe thin-film solar cells with 12.6% efficiency. *Advanced Energy Materials*. May,4,7,2014.
- [7] Bouarissa A, Gueddim A, Bouarissa N, Maghraoui-Meherezi H. Modeling of ZnO/MoS₂/CZTS photovoltaic solar cell through window, buffer and absorber layers optimization. *Materials Science and Engineering: B*. January,263,2021.
- [8] Decock K, Khelifi S, Burgelman M. Modelling multivalent defects in thin film solar cells. *Thin Solid Films*. August,519,21,2011.
- [9] Mostefaoui M, Mazari H, Khelifi S, Bouraiou A, Dabou R. Simulation of high efficiency CIGS solar cells with SCAPS-1D software. *Energy Procedia*. August,74,2015.
- [10] Burgelman M, Verschraegen J, Degraeve S, Nollet P. Modeling thin-film PV devices. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*. March,12,2-3,2004.
- [11] Abd El Halim B, Mahfoud A, Elamine DM. Numerical analysis of potential buffer layer for Cu₂ZnSnS₄ (CZTS) solar cells. *Optik*. February,204,2020.
- [12] Tripathi S, Lohia P, Dwivedi DK. Contribution to sustainable and environmental friendly non-toxic CZTS solar cell with an innovative hybrid buffer layer. *Solar Energy*. July,204,2020.
- [13] Tripathi S, Kumar B, Dwivedi DK. Numerical simulation of non-toxic In₂S₃/SnS₂ buffer layer to enhance CZTS solar cells efficiency by optimizing device parameters. *Optik*. February,227,2021.
- [14] Belarbi F, Rahal W, Rached D, Adnane M. A comparative study of different buffer layers for CZTS solar cell using Scaps-1D simulation program. *Optik*. August,216,2020.
- [15] Yasin S, Waar ZA, Al Zoubi T. Development of high efficiency CZTS solar cell through buffer layer parameters optimization using SCAPS-1D. *Materials Today: Proceedings*. January,33,2020.
- [16] Ferhati H, Djeflal F. Graded band-gap engineering for increased efficiency in CZTS solar cells. *Optical materials*. February,76,2018.

ORTAM ISISINA BAĞLI OLARAK ISI İZOLASYONU AYARLAMASI YAPAN GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİK ÜRÜN KONSEPTİ TASARIMI

Erdoğan KAYHAN

Gaziantep Üniversitesi

0000-0002-0712-4335

Züleyha DEĞİRMENCİ

Gaziantep Üniversitesi

0000-0002-8669-4968

ÖZET

Teknoloji çağını yaşadığımız şu zamanlarda, giyilebilir teknolojik ürünlere olan ilgi artmakta ve bu artışın devam edeceği öngörülmektedir. Bu artış ürün çeşitliliğini arttırmakla birlikte, daha genişleyen bir pazarı ve daha fazla kullanıcıya erişimi getirmektedir. Genişleyen ve çeşitlenen kullanıcı deneyimi, ürünün genel başarısının yanı sıra, kullanıcılara özgün memnuniyet kabiliyetinin, bu ürünler için önemli bir kriter olduğunu ortaya koymuştur. Basit bir şekilde, hayatımızın bir parçası olan cep telefonlarının ülkemizdeki ilk kullanım zamanlarından bu yana geçmişine göz attığımızda tercih önceliklerinin, cep telefonunu taşıma kolaylığı (küçük ebatlara yönelim), daha sonra kullanım süresi (pil ömrü) şeklinde ilerlerken, kameralı cep telefonlarının çıkışından bugüne kadar, cihazdan teknolojik olarak alınan maksimum fayda (büyük ekran/ebatlara yönelim ve geliştirilmiş yazılım) şekline evrildiği görülebilmektedir.

Günümüzdeki teknolojik gelişmelerin, kullanıcı tercihlerine yansması göz önüne alındığında, giyilebilir elektronik olarak ifade edilen ürünlerde, kullanılan teknoloji/teknolojilerin sağlıklı geri bildirimler vermesinin yanı sıra , sağladığı ergonomi ve yaşattığı konfor hissi de önemli bir tercih nedeni olmuştur. Ürünün taşıma ve kullanım kolaylığı, kullanım süresi, tasarımı gibi kriterlerin hepsini sağlamak için bazen aynı işi yapan farklı ürünlerin tercih edilmesi gibi durumlar yaşanabilmektedir. Bu bağlamda giyilebilir elektronik bir ürünün sağladığı teknolojik faydanın yanı sıra, kullanıldığı ortam ve şartlara göre de şekil alabilmesi, tek üründe daha çok kabiliyeti sağlayacaktır. Bu da daha geniş kullanım alanı, daha az ürün, daha az maliyet, kullanım kolaylığı gibi bir çok artıyı kullanıcıya sunmak demektir.

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen ve kullanıcı tercihini etkileyecek olan önemli gereksinimlerin sağlanabilmesi için, günlük ortam ısı değişimlerinin fazla olduğu bölgelerde veya ortam ısı değişimlerin fazla olabileceği etkinliklerde, kullanıcıların ısının düştüğü zamanlarda, bu değişimden minimum düzeyde etkilenmesini sağlayan alternatif giyilebilir teknolojik bir ürün tasarımı amaçlanmıştır. İstenilen sıcaklık bilgileri bir sensör vasıtasıyla tespit edilerek,

mikroişlemci ile ürün yapısı içerisindeki hava miktarını otomatik olarak arttıran ve bu yolla ısı izolasyonu sağlayan konsept bir ürün oluşturulması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Giyilebilir Teknoloji, Sıcaklık Ölçüm, Mikrodenetleyici Kontrollü Sistem, Hava İzolasyonu.

1. GİRİŞ

Zeki veya akıllı ürünler alanındaki gelişmeler kuşkusuz önümüzdeki yıllarda tekstil ve moda endüstrilerinde güçlü bir şekilde öne çıkacak ve hatta günlük hayatımızın bir parçası haline gelecektir. Zeki olarak ifade edilen elektronik cihazlar, özel olarak oluşturulmuş polimerler veya hatta bir tür renklendirici olabilen belirli bileşenlerin kumaşa dahil edilmesinden kaynaklanmaktadır. Birçok akıllı tekstil ürünü, çevrelerindeki olumsuz koşullara yanıt verecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca, dış etkenlere yanıt olarak doğalarını değiştirebilmekte veya kullanıcılarına ek faydalar sağlayabilmektedirler. Örneğin giyim kumaşlarında hem sıcak hem de soğuk koşullarda ekstra yalıtım sağlayabilen kapsamlı yenilikler olmuştur. Bu tür tekstil ürünleri moda endüstrisinde giderek daha önemli hale gelmektedir. Diğer bir ifadeyle sıcaklık ayarlı veya ısıyla düzenlenmiş giysilerdir. Sıcaklık teriminin geniş bir anlamı vardır. Aslında vücut sıcaklığını performansı ve konforu en üst düzeye çıkarırken aynı zamanda kullanıcıyı koruyacak seviyede tutmak anlamına gelmektedir. Sıcaklık düzenlemesi, çeşitli ortamlarda hem iç vücut sıcaklığını hem de kullanıcının rahatlığını korumak olan amacı ile en iyi şekilde tanımlanmaktadır. Vücudun kendi sıcaklığını bir grup biyolojik işlemle düzenlemektedir (+1°C). Vücut ısısı termo-nötr bölgenin sınırlarının ötesine geçtiğinde, vücut sistemleri daha az verimli çalışmakta ve aşırıya itildiğinde ölümlerle bile sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle, sıcaklık-düzenleme hem güvenlik hem de performans açısından kritik bir öneme sahiptir.

Çeşitli mesleklerdeki bireyler ve yüksek enlem bölgelerinde yaşayan kişiler sıklıkla soğuk havaya maruz kalmakta ve bu da soğuk havadan kaynaklanan sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir. Hatta soğuk havadan kaynaklı çeşitli yaralanmalar dahi oluşabilmektedir [1]. Soğuk hava, sıcaklığı doku sıvısının donduğu seviyeye düştüğünde, insan cildinde donmadan kaynaklanan yaralanmalar oluşmaktadır. Ya da insan bedeninin donmadığı farklı bir yaralanma türü de vardır. Bunda ise soğuk havaya maruz kaldıktan sonra kan akışı azalır, bedendeki düşük sıcaklık sebebiyle sinirlerde tahribat oluşabilmektedir. Soğuk havaya maruz kalmadan kaynaklı en sık görülen yaralanmalar çoğunlukla, parmaklar, ayak parmakları ve kulaklardır. Bunlara ek olarak vücudun üşmesi nedeniyle çatlamış deri sorunu ortaya çıkar [2]. Soğuk havalarda oluşabilecek sağlık sorunlarının yaşanmaması için insanların iki seçeneği vardır. Bunlardan birincisi soğuk havada kısa süreli bulunmak, ikincisi ise, soğuk stresi azaltmak için kişisel ısıtıcı tulum (KIT) giymektir.

İnsanlar yaşamakta oldukları çevrenin iklim koşullarından evlerini ısıtmak için faydalanabilmektedir. Böylece vücut sıcaklıkları optimum şekilde kalmaktadır. Ancak binaları ısıtmak pahalıdır. Diğer bir yaklaşım, vücudu sıcak tutmak için KIT'lerle aktif ısıtmadır. Tüm evin ısıtılmasına kıyasla vücut etrafındaki mikro iklimin ısıtılmasının daha fazla enerji tasarrufu sağlayacağı beklenebilmektedir [3]. Artan enerji maliyetleri ve aşırı tüketim bilinciyle, hem iç

hem de dış mekanlarda soğuk kışlarda vücudu sıcak tutmak için KIT kullanmak akıllıca olacaktır. Üçüncü yaklaşım, vücudun kendi ısısını korumak için pasif bir ısıtma yöntemi olan ayakkabı, eldiven ve şapkalar dahil olmak üzere geleneksel kalın çok katmanlı giysileri kullanmaktır. İnsanlar vücutlarını termo nötr bir durumda tutmak için birkaç kat yüksek yalıtımlı giysi giyebilmektedir.

Bu çalışmada, bireyin ortam ısı değişiminden minimum düzeyde etkilenmesini sağlayan alternatif giyilebilir teknolojik bir ürün tasarımı amaçlanmıştır. İstenilen sıcaklık bilgileri bir sensör vasıtasıyla tespit edilerek, mikroişlemci ile ürün yapısı içerisindeki hava miktarını otomatik olarak arttıran ve bu yolla ısıl izolasyon sağlayan konsept bir ürün oluşturulmuştur. Öncelikle algoritma geliştirilmiş. Algoritma çerçevesinde gerekli malzemelerle ürün tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan ürün için performans değerlendirmesi de yapılacaktır.

2. KİŞİSEL ISITICI TULUM TÜRLERİ

2.1. Elektrikli Isıtıcı Giysiler (EHG)

Genel olarak, elektrikli ısıtma ürünleri, ısı üretmek için gömülü ısıtma elemanları kullanmaktadır. Çoğu EHG'de tek bir elektrikli ısıtma teli kullanılmaktadır. Bu tür EHG'ler için bazı diğer olası ısıtma elemanları grafit elemanlar, elektriksiz olarak iletken kauçuklar, nötrleştirilmiş tekstil kumaşları, pozitif sıcaklık katsayılı polimerler ve karbon polimer ısıtma kumaşlarıdır [4]. Elektrikli ısıtmanın bir kişiye direkt olarak uygulanması kavramı yeni değildir. Elektrik gücünü araştırmacılar, düşük voltajlı DC kaynaklarının ısıtma etkisini kullanmanın yollarını aramışlardır. Elektrikli ısıtmayı giysilere dahil etmeye yönelik en pratik girişimlerden biri, bombardıman uçağı ekiplerinin elektrikli ısıtma battaniyelerindeki benzer elektrikli eleman kablolarıyla donatılmış deri uçan ceketlerle donatıldığı II. Dünya Savaşı'na dayanmaktadır [5].

1942 yılında Marick elektrikle ısıtılan giysiler geliştirmiştir [6]. Isıtıcı giysi, neredeyse tüm vücudu kaplamaktadır. bünyesinde elektrikli ısıtma yastıkları vardır. Isıtma elemanını hasardan korumak için iki tekstil katmanı kullanılmıştır.

Deloire, Durand ve Mans, kullanıcının hareketlerini minimum düzeyde engelleyen bir ısıtma giysisi geliştirmiştir [7]. Ayrıca ısıyı eşit olarak dağıtabilmektedir. İyi gerilme özelliklerine sahip ısıtma elemanları, iki kumaşın paralel çizgiler boyunca birlikte dikilmesiyle yapılan geçitlerin içine yerleştirilmiştir. Isıtma teli, dirençli bir alaşımdan yapılmıştır ve nispeten yüksek bir sıcaklığa dayanabilen bir polivinil klorür tabakası ile ekstrüzyonla kaplanmıştır. Metcalf, elektrikli ısıtma elemanından oluşan astarlı yelek tipi bir giysi geliştirmiştir [8]. Daha sonra kollar, pantolonlar ve şapka da geliştirilmiştir. 6-V DC güç kaynağı, her giysideki elemanlara elektrikli ısıtma sağlamıştır.

2.2. Faz Değişim Malzemeleri (Phase Change Material-PCM) Giysileri

PCM'lerin kullanıldığı durumlarda giysiler otomatik iklimlendirme özelliklerine sahip olabilmektedir [9]. PCM'ler, her biri farklı erime ve kristalleşme noktalarına sahip farklı parafin

türlerinin kombinasyonlarıdır. PCM'deki her parafin tipinin orantılı miktarını değiştirerek, istenen erime ve donma noktaları elde edilebilmektedir [10]. Piyasada en yaygın olarak kullanılan PCM'ler, tuz hidratları, yağ asitleri ve esterler ve oktadekan gibi çeşitli parafinlerdir. PCM'ler büyük miktarda enerji depolayabilmekte ve serbest bırakabilmektedir. PCM'lerin gizli ısı depolaması, katı-katı, katı-sıvı, katı-gaz ve sıvı-gaz fazı değişimi yoluyla elde edilebilmektedir. Ancak, PCM'ler için kullanılan tek faz değişikliği katı-sıvıdır.

İnsan vücut sıcaklığının biraz altında ve üstünde bir sıcaklık aralığında PCM değişiklikleri, tekstil ürünlerinde uygulama için uygun olabilmektedir. PCM'li bir elyaf, kumaş, köpük ve plastik ambalaj, insan vücudunun ürettiği ısıyı depolayabilmekte ve ardından tekrar vücuda bırakabilmektedir. Faz değişimi süreci dinamiktir ve materyaller, insan vücudunun fiziksel aktivite seviyesi ve ortam sıcaklığı nedeniyle sürekli olarak bir durumdan diğerine değişmektedir. PCM'leri giysilere dahil etmenin üç ana yöntemi vardır. Bunlar aşağıda verilmiştir.

- **Mikrokapsülleme ve eğirme:** PCM'lerin bir fiber içine dahil edilmesi, PCM'lerin mikro kapsüllemesini gerektirmektedir. PCM'ler sıvı polimere, polimer solüsyonuna veya baz malzemeye ve fibere eklenecek ve daha sonra geleneksel yöntemlere göre eğriyecektir. Mikro kapsüllemiş PCM lifleri, ısıyı uzun süre depolayabilmektedir. Ortam sıcaklığı düşerse, elyaf ısıyı yavaşça serbest bırakacaktır.

- **Kaplama ve laminasyon:** PCM'ler, akrilik veya poliüretan gibi polimerlerle kaplanarak tekstil ürünlerine dahil edilebilmektedir. Kaplama bileşimini hazırlamak için, PCM'leri içeren mikroküreler ısıtılmaktadır. Ayrıca bir yüzey aktif madde, bir dağıtıcı, bir köpük önleyici madde ve bir polimer karışımı içeren bir su çözeltisinin bir dispersiyonu içinde dağıtılmaktadır. Kaplama daha sonra bir tekstil substratına uygulanacaktır. Alternatif bir düzenlemede, uzayabilir bir kumaş, kaplanmış bir kumaş oluşturmak için mikrokapsüllü PCM içeren bir uzayabilir bağlayıcı ile kaplanabilmektedir [11].

- **Paketleme:** PCM'ler ayrıca küçük plastik paketlerde kapatılabilmektedir. ve daha sonra çok sayıda cebi olan bir giysiye konulabilmektedir. Normal olarak paketlenmiş bir PCM yelek, büyük miktarda ısı depolayabilen büyük bir kütleye sahiptir. Ek olarak, dış giysiyi temizlemeden önce bu PCM paketlerini çıkarmak uygundur [12].

2.3. Kimyasal Isıtıcı Giysiler

Kimyasal bir ısıtma giysisi, ısı üretmek için kimyasal maddelerin reaksiyonunu kullanmaktadır. Mesela; kimyasal enerji oksidasyon yoluyla ısı enerjisine dönüştürülebilmektedir. Kimyasal ısıtıcı giysiler, dalgıçları soğuk suda korumak için dalış alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kimyasal ısıtma yastıkları tüketiciler için uygun ve ucuzdur. Gerekirse insan vücudunun herhangi bir yerine bağlanabilmektedirler. Bununla birlikte, sıcaklıkları kontrol edilemez ve yaşlılar ve çocuklar için hangi giysi katmanına bağlanmaları gerektiğine karar vermeleri zordur. İnsan vücudunun bazı bölgelerinde iç çamaşırına takılan bir ısıtma pedi, pedin 42° C'nin üzerindeki sıcaklığından dolayı cildin yanmasına neden olmaktadır. Bir ısıtma yastığı içindeki kimyasal maddelerin sızmasını önlemek, tasarım sürecinde de dikkate alınmalıdır. Ek olarak,

kimyasal ısıtma giysilerinin insan vücudu üzerindeki fizyolojik reaksiyonu daha fazla araştırılmalıdır.

2.4. Akışkan / Hava Akışlı Isıtıcı Giysiler

Bir akışkan/hava akışlı ısıtma giysisi, giysinin içinde bir sıvı/hava sirkülasyonu boru sistemine sahiptir. Yumuşak tüpler veya diğer içi boş ortamlar içine gömülüdür. Su iyi ısı entalpisine sahip olduğundan ve toksik olmadığından, sıklıkla sıvı akışlı ısıtma giysisinde kullanılmaktadır.

Sıvı ısıtmalı giysilerin etkili bir ısıtma etkisine sahip olduğu açıktır [13,14,15]. Bununla birlikte, giysinin içindeki boru sistemi, giysiyi az çok sertleştirecek ve insan aktivitesini sınırlayacaktır. Boru malzemesi ve duvar kalınlığı, boru çapı, deri ile toplam boru temas yüzeyi ve dağıtım ortamının ısı transfer nitelikleri, bir akışkan/hava akışlı ısıtma giysisinin ısıtma etkisini büyük ölçüde etkileyebilmektedir. Tüpün girişi ve çıkışı arasında da bir sıcaklık farkı vardır. Akış düzenleri (örneğin, tek yönlü veya döngü akışı), sıvı sızıntısı ve giysinin oturması da tasarım sürecinde dikkate alınmalıdır. Şu anda, sıvı / hava akışlı ısıtma giysileri tıp alanında yaygın olarak kullanılmakta ve araştırılmaktadır.

Soğuk bir ortamda sıvı/hava akışlı ısıtıcı bir giysinin insan vücudu üzerindeki fizyolojik etkileri de ileride araştırılmayı gerektirmektedir. Ayrıca, bu tür akışlı ısıtma giysilerinin temizliğinin de iyi tasarlanması gerekmektedir.

2.5. Değerlendirme

Günümüzde KIT'lerin bazı gözle görülür dezavantajları vardır. Mesela; pil performansı düşüklüğü sebebiyle EHG'ler soğuk havada uzun süre çalışmamaktadır. Kimyasal ısıtıcı giysilerde sıcaklık kontrolü yapılamamaktadır. Ayrıca açığa çıkan gizli ısı, hem mikrokapsüllenmiş hem de paketlenmiş PCM ısıtıcı giysilerde insan vücudu üzerinde çok az etkiye sahiptir. Sıvı/hava akışlı ısıtma sistemleri insan faaliyetleri ile sınırlıdır. Bu çalışma kapsamında insanlar için hava akışlı ısıtma sistemi tasarımı yapılmıştır. Literatürde bu gibi bir tasarımın yapılmadığı görülmüştür. Sensörlerin ve devrelerin kullanımıyla hava akışlı ısıtma sisteminin tasarımı yapılmamıştır. Bu çalışma bu yönüyle ilk olmaktadır.

Isıtıcı giysiler için tüketici pazarı büyüktür [16,17]. Kişisel ısıtma giysilerinin soğuk ve sıcak ortamlarda kullanımı dünyada yaygındır. Gelecekte hafif, uzun ömürlü ısıtma gücü üzerinde yapılan çalışmalar başarılı olursa, pazar önemli ölçüde büyüyecektir.

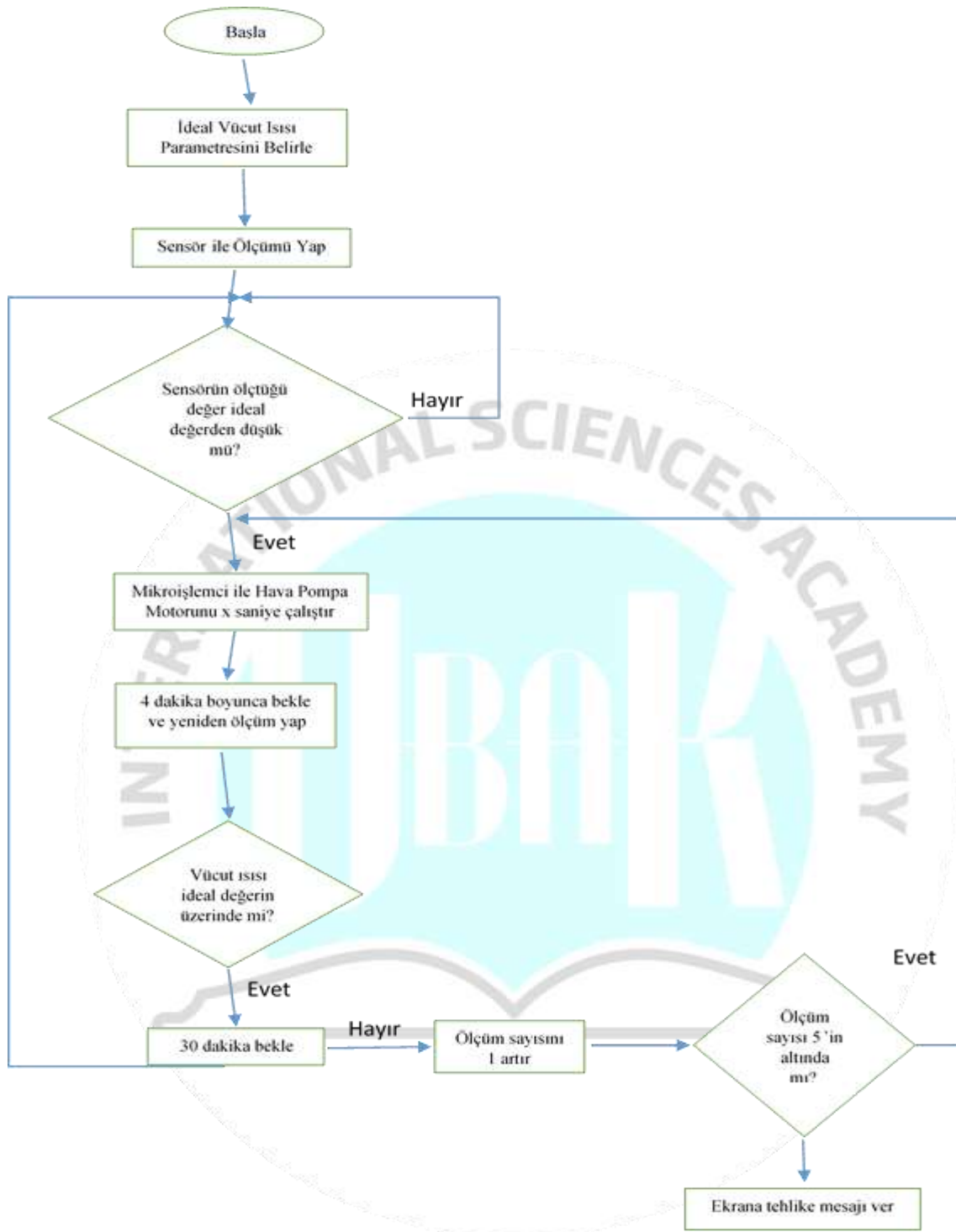
3.GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİK ÜRÜN TASARIMI

Bu çalışma kapsamında hava akışlı ısıtıcı giysi tasarımı yapılmıştır. Önceki çalışmalarda da görüldüğü üzere, bu alanda yapılan çalışma sayısı azdır. Yeni çalışmalara daha çok ihtiyaç bulunmaktadır. Çalışmanın ilk yeniliği, giysiye elektronik algılama ve mikroişlemci eklenmiştir. İkinci yenilik ise, tekstil ürünlerinde konforu göz önünde bulundurarak, giysiye yerleştirilen sensörler hem vücut ısını ölçecek kadar yakın hem de bireyi rahatsız etmeyecek biçimde olmasıdır. Tıbbi olarak vücut ısı ölçümünün yapıldığı vücut bölgesi olan koltuk altına sensörler yerleştirilmiştir.

Sistem bir elektronik denetleyici, bir sensör, bir mini hava pompası, bir ekrandan ve sistemin ihtiyacı olan bataryadan oluşmaktadır. Sensörler, pompa ve ekran mikrodenetleyiciye bağlıdır. Geliştirilen sistemin genel şekli ve çalışma mantığı şu şekildedir:

- 1) Kıyafetin uygun bir alanına sensörler (örneğin, koltuk altına yakın) yerleştirilir.
- 2) Sistem başlatıldığında, denetleyici içerisindeki yazılımda ideal vücut sıcaklığı belirlenir.
- 3) Bu sensörlerden mikrodenetleyiciye gelen bilgi, ideal sıcaklık değeri ile karşılaştırılır.
- 4) Kullanıcının vücut ısısı belirlenen değerin üzerindeyse herhangi bir işlem yapılmaz. Sistem 30 dakika bekler ve yeniden ölçüm alır.
- 5) Kullanıcının vücut ısısı , belirlenen değerin altındaysa, pompa motoruna komut gider ve belirlenen süre zarfında (örneğin 10 sn) motor, mont içerisine hava basar. Basılan bu hava ile montun içindeki hava katmanı genişletilerek, kullanıcının vücut ısısının kaybolmaması için dış ortama karşı, izolasyon katmanı güçlendirilir
- 6) Anlık ölçümün yanıltıcı olmaması için, izolasyonun arttırıldığı andan itibaren x dakika kadar beklenildikten sonra ölçüm alınır ve Yeniden sensör tarafından algılanan bilgi denetleyiciye gönderilir.
- 7) Yapılan ölçüm adedi sayısı sistem tarafından tutularak, ölçümden sonra 3. Adıma tekrar dönülür.
- 8) 7. Adımdaki ölçüm adedi 5'i bulunca, yani vücut ısısını korumak için sistem 5 defa devreye girmek zorunda kalırsa, sistemin ekranında, "bulduğunuz bölgeden daha sıcak bir alana geçin" mesajı belirtilir.

Yukarıda anlatılan tasarımın adımları algoritma şeması şeklinde Şekil 1'de gösterilmiştir. Bahsi geçen algoritmanın tasarımının hayata geçirilmesiyle yeni bir Farklı sıcaklıklarda vücut ısısını koruyabilen izolasyon mont tasarımı yapılmış olacaktır.



Şekil 1. Farklı sıcaklıklarda vücut ısısını koruyabilen izolasyon mont tasarımının algoritması

Şekil 1'de görüldüğü üzere, mont tasarımının teorik arka planı oluşturulmuştur. Uygulama ile ilgili gerekli malzemeler olan bir elektronik denetleyici, bir sensör, bir mini hava pompası, bir ekrandan ve sistemin ihtiyacı olan batarya temin edilecektir. Malzemelerin temininden sonra tasarım hayata geçirilecek ve performansı değerlendirilecektir.

4.SONUÇ

Akıllı tekstiller, tekstil endüstrisi tarafından hala kavranması gereken muazzam fırsat zenginliği sunmaktadır. Bu fırsatlar, sanayinin giyim ve moda yanında teknik anlamda yapılacak çalışmalar ile de ilgilidir. Özellikle, mühendislik, bilim, süreç geliştirme, tasarım, ticaret ve pazarlama dahil olmak üzere çok çeşitli geçmişleri ve disiplinleri temsil eden insanlar arasındaki aktif işbirliğinden gelecekteki gelişmeler ortaya çıkacaktır. Önümüzdeki birkaç yıl içinde, akıllı cihazlar günlük hayatı önemli ölçüde etkileyecek ve bu cihazların çoğu tekstil ve giyimde yer alacaktır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen ürün önemlidir.

Bu çalışmada insanlar için bir tasarım yapıldığı için Sıvı/hava akışlı ısıtma sistemi tasarımı yapılmıştır. Fakat pil performansı sorununu aşmak için güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, ses dalgası gücü [18], insan hareketi ve giysi sürtünme enerjisi gibi yeni yenilenmiş enerji kaynakları aramak veya bir sıcaklık gradyanı [19] kullanmak faydalı olacaktır. Bu gibi gelişmeler ve ilerlemeler ürün tasarımına uygulanabilir. Gelecek araştırmacılar için öncü bir çalışma önemi taşımaktadır.

KAYNAKÇA

1. Parsons K. Human thermal environments—the effect of hot, moderate and cold environments on human health, comfort and performance. 2nd ed. London, UK: Taylor & Francis; 2003. p. 298–300.
2. Edholm OG, Weiner JS. The principles and practice of human physiology. London, UK: Academic Press; 1981.
3. Newsham GR. Clothing as a thermal comfort moderator and the effect on energy consumption. *Energ Buildings*. 1997; 26(3):283–91.
4. Wang F, Gao C, Holmér I. Effects of air velocity and clothing combination on heating efficiency of an electrically heated vest (EHV): a pilot study. *J Occup Environ Hyg*. 2010;7(9):501–5 (DOI:10.1080/15459624.2010.486696).
5. Scott RA. The technology of electrically heated clothing. *Ergonomics*. 1988;31(7): 1065–81.
6. Marick L, Farms GP. Electrically heated wearing apparel. U.S. Patent No. 2 277772; 1942.
7. Deloire R, Durand J, Mans L. Heating garment. U.S. Patent No. 3729613; 1973. 16. Metcalf EK. Heated garment. U.S. Patent No. 3999037; 1976.
8. Metcalf EK. Heated garment. U.S. Patent No. 3999037; 1976.
9. Mondal S. Phase change materials for smart textiles—an overview. *Appl Therm Eng*. 2008;28(11–12):1536–50.
10. Shim H. The use of phase change materials in clothing [doctoral dissertation]. Manhattan, USA: Kansas State University; 1999.

11. Zuckerman JL, Pushaw RJ, Perry BT, Wyner DM. Fabric coating containing energy absorbing phase change material and method of manufacturing same. U.S. Patent No. 6514362; 2003. <http://www.patentstorm.us/patents/6514362/fulltext.html> Erişim Tarihi: 15.05.2021
12. Gao C, Kuklane K, Holmér I. Cooling vest with phase change material packs: the effects of temperature gradient, mass and covering area. *Ergonomics*. 2010;53(5): 716–23.
13. Taguchi A, Ratnaraj J, Kabon B, Sharma N, Lenhardt R, Sessler DI, et al. Effects of a circulating-water garment and forced-air warming on body heat content and core temperature. *Anesthesiology*. 2004; 100(5): 1058–64. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1409744> Erişim Tarihi: 15.05.2021
14. Sury MRJ, Scuplak S. Water-filled garment warming of infants undergoing open abdominal or thoracic surgery. *Pedia Surg Int*. 2006;22(2):182–5.
15. Motta P, Mossad E, Toscana D, Lozano S, Insler S. Effectiveness of a circulating water warming garment in rewarming after pediatric cardiac surgery using hypothermic cardiopulmonary bypass. *J Cardiothor Vasc An*. 2004;18(2):148–51.
16. Nunneley SA. Water cooled garment: a review. *Space Life Sci*. 1970;2:335–60.
17. Crockford GW. Wearer related performance standards for conditioned clothing. *Ergonomics*. 1988;31(7):1093–101.
8. Fitzpatrick M.. Sound waves may be used to generate energy, produce weapons and more; 2000. <http://www.rense.com/general/soundwaves.htm> Erişim Tarihi: 15.05.2021
19. Nansulate paint may soon generate electricity from thermal differences; 2007. http://pesn.com/2007/10/01/9500493_Electricity-Generating_Thermal_Insulation/ Erişim Tarihi: 15.05.2021

SÜREKSİZ KATSAYILI VE GEÇİŞ ŞARTLI BİR STURM-LIOUVILLE PROBLEMİNİN FREDHOLM OPERATÖRÜ OLMA ÖZELLİĞİ

Lale ÇAVUŞOĞLU UZUN

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya

<https://orcid.org/0000-0002-0966-9873>

Mustafa KANDEMİR

Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Amasya

<https://orcid.org/0000-0003-3212-8976>

ÖZET

Bu çalışmada, $[-1,0)$ ve $(0,1]$ ayrık aralıklarının birleşimi dikkate alınarak tanımlanan, $x=0$ noktasında süreksizliğe sahip bir Sturm-Liouville denklemi ile süreksizlik noktasında geçiş şartları bulunduran sınır şartlarına sahip bir sınır değer problemi göz önüne alınmıştır. Bu şekilde oluşturulan sınır değer problemi tarafından üretilen diferansiyel operatörün Fredholm operatörü olma özelliğine sahip olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sturm-Liouville problemi, süreksiz katsayı, geçiş şartları, diferansiyel operatör, Fredholm operatörü.

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, süreksiz katsayılı

$$L(\lambda)u := t(x)u'' + (s(x) - \lambda^2)u = f(x), \quad x \in [-1,0) \cup (0,1] \quad (1.1)$$

homojen olmayan diferansiyel denklemi ile geçiş şartları içeren

$$L_k u := \alpha_k u^{(m_k)}(-1) + \beta_k u^{(m_k)}(-0) + \eta_k u^{(m_k)}(+0) + \delta_k u^{(m_k)}(1) = g_k, \quad k = 1, 2, 3, 4, \quad (1.2)$$

sınır şartlarından oluşan iki aralıklı sınır değer problemi göz önüne alınmıştır.

Burada $t(x)$, $x \in [-1,0)$ için $t(x) = t_1$ ve $x \in (0,1]$ için $t(x) = t_2$ şeklinde tanımlı parçalı sabit fonksiyon; λ kompleks parametre; $t_1, t_2, \alpha_k, \beta_k, \eta_k, \delta_k$ ($k = 1, 2, 3, 4$) kompleks sayılar; $m_k \geq 0$ şeklinde tam sayılar; $s(x)$, $[-1,0) \cup (0,1]$ üzerinde ölçülebilir fonksiyon; $t_1 \neq 0, t_2 \neq 0$ ve $|\alpha_k| + |\beta_k| + |\eta_k| + |\delta_k| \neq 0$, ($k = 1, 2, 3, 4$) özellik ve şartları dikkate alınmaktadır. Bizim burada yaptığımız çalışmamızda, göz önüne aldığımız sınır değer problemi tarafından üretilen diferansiyel operatörün Fredholm operatörü olma özelliğini araştırdık.

Diferansiyel operatörün spektral özellikleri ile ilgili, örneğin [1,16,17] gibi önemli çalışmalar mevcuttur. Lineer diferansiyel denklemler için klasik olmayan Sturm-Liouville sınır değer problemleri, gerek uygulamalı matematikte gerekse fizik alanlarında görülen yeni ve önemli uygulamalar nedeniyle oldukça ilgi çekmeye başlamıştır. Örneğin fizikteki uygulamaları açısından süreksiz Sturm-Liouville problemleri göz önüne alınarak çok önemli çalışmalar

yapılmıştır. Sturm-Liouville problemlerindeki denklemin katsayılarının bir noktada süreksiz olması farklı iki materyalden oluşan heterojen maddelerdeki ısı iletimi gibi iletim problemlerine karşılık gelir. Bu tip problemler sınır şartlarına geçiş şartları adı verilen şartların ilave edilmesiyle oluşturulur. Geçiş şartlı süreksiz Sturm-Liouville problemlerinin çözülebilirliği ve bazı spektral özelliklerinin araştırılması, örneğin [3,5,14] gibi birçok çalışmada araştırılmıştır. Bizim bu çalışmamızda göz önüne aldığımız problem, klasik sınır değer problemlerinden farklı olarak diferansiyel denkleminde süreksiz katsayı ve sınır şartlarında geçiş şartları bulunduran klasik olmayan bir problem olup bu tipten problemler, örneğin [2,4,6,8,9,12,13] gibi çalışmalarda incelenmiştir. Yine fiziksel problemlerde görülen titreşim, ısı ve kütle transferi gibi araştırmaların yapıldığı [1,11,15,16] gibi çalışmalar mevcuttur. Süreksiz katsayılı ve lokal olmayan sınır şartlarıyla göz önüne alınan (1.1)-(1.2) şeklinde yeni tip Sturm-Liouville problemleri, örneğin [4,6,7,8,12,13] ile verilen çalışmaların yazarları tarafından araştırılmıştır.

2. HOMOJEN OLMAYAN GEÇİŞ ŞARTLARINA SAHİP VE HOMOJEN DENKLEMLİ SINIR DEĞER PROBLEMİ

Bu kısımda homojen

$$L_1(\lambda)u := t(x)u'' + (a(x) - \lambda^2)u = 0, \quad x \in [-1,0) \cup (0,1] \quad (2.1)$$

denklemini ve geçiş şartlı

$$L_k u := \alpha_k u^{(m_k)}(-1) + \beta_k u^{(m_k)}(-0) + \eta_k u^{(m_k)}(+0) + \delta_k u^{(m_k)}(1) = g_k, \quad k = 1, 2, 3, 4, \quad (2.2)$$

sınır değer problemini göz önüne alacağız. Burada,

$$\varphi_k := (-1)^k \sqrt{r_k^{-1} \lambda}, \quad r_1 = r_2 = t_1, \quad r_3 = r_4 = t_2, \quad k = 1, 2, 3, 4,$$

$$\underline{\varphi} := \min \{ \arg t_1, \arg t_2 \}, \quad \bar{\varphi} := \max \{ \arg t_1, \arg t_2 \}$$

$$\theta := \begin{vmatrix} \alpha_1 \varphi_1^{m_1} & \beta_1 \varphi_2^{m_1} & \eta_1 \varphi_3^{m_1} & \delta_1 \varphi_4^{m_1} \\ \alpha_2 \varphi_1^{m_2} & \beta_2 \varphi_2^{m_2} & \eta_2 \varphi_3^{m_2} & \delta_2 \varphi_4^{m_2} \\ \alpha_3 \varphi_1^{m_3} & \beta_3 \varphi_2^{m_3} & \eta_3 \varphi_3^{m_3} & \delta_3 \varphi_4^{m_3} \\ \alpha_4 \varphi_1^{m_4} & \beta_4 \varphi_2^{m_4} & \eta_4 \varphi_3^{m_4} & \delta_4 \varphi_4^{m_4} \end{vmatrix}$$

ve yeterince küçük alınabilen her $\nu > 0$ sayısı için

$$D(\underline{\varphi}, \bar{\varphi}, \nu) := \{ \lambda \in \mathbb{C} \mid \pi + \bar{\varphi} + \nu < \arg \lambda < 3\pi + \underline{\varphi} - \nu \}$$

gösterimlerini kullanacağız.

Ayrıca $k \geq 0$ ve $q > 1$ olmak üzere $[-1,0) \cup (0,1]$ üzerinde tanımlı $u(x)$ kompleks değerli fonksiyonlarının Banach uzayı olarak $W_q^k(-1,0) + W_q^k(0,1)$ Sobolev uzaylarının direkt toplam uzayı göz önüne alınacaktır. Bu uzayın normu,

$$\|u\|_{q,k} = \|u\|_{W_q^k(-1,0)} + \|u\|_{W_q^k(0,1)}$$

şeklinde tanımlıdır.

Burada $W_q^k(a,b)$ alışılmış Sobolev uzayı, (a,b) üzerinde k -yüncü mertebeden genelleştirilmiş türevlere sahip ölçülebilen $u(x)$ fonksiyonlarının Banach uzayıdır. Bu uzayın normu

$$\|u\|_{W_q^k(a,b)} = \left(\sum_{j=0}^k \left(\int_a^b |u^{(j)}(x)|^q dx \right)^{\frac{1}{q}} \right)$$

şeklinde ifade edilir. $W_q^0(a,b) = L_q(a,b)$ olduğu açıktır.

Teorem 2.1. $\theta \neq 0$ ise bu durumda her $\nu > 0$ sayısı ve her $\lambda \in D(\underline{\varphi}, \overline{\varphi}, \nu)$ için $|\lambda| > \mu_\nu$ olacak şekilde $\mu_\nu > 0$ sayısı mevcut olup, $\omega = \max\{2, \{m_1, m_2, m_3, m_4\} + 1\}$ olmak üzere (2.1)-(2.2) probleminin $W_q^k(-1,0) + W_q^k(0,1)$ uzayına ait bir tek $u(x)$ çözümü vardır ve bu λ değerleri için

$$\sum_{k=0}^{\omega} |\lambda|^{\omega-k} \|u\|_{q,k} \leq C(\nu) \sum_{i=1}^4 |\lambda|^{\omega-m_i-\frac{1}{q}} |f_i| \quad (2.3)$$

eşitsizliği sağlanır.

İspat. (2.1) denkleminin çözümleri, $x \in [-1,0)$ için $u_1(x), u_2(x)$ ve $x \in (0,1]$ için $u_3(x), u_4(x)$ olmak üzere

$$\begin{aligned} x \in [-1,0) \text{ için } u_1(x, \lambda) &= e^{\varphi_1 \lambda (x+1)}, u_2(x, \lambda) = e^{\varphi_2 \lambda x}, u_3(x, \lambda) = u_4(x, \lambda) = 0, \\ x \in (0,1] \text{ için } u_1(x, \lambda) &= u_2(x, \lambda) = 0, u_3(x, \lambda) = e^{\varphi_3 \lambda x}, u_4(x, \lambda) = e^{\varphi_4 \lambda (x-1)} \end{aligned}$$

şeklindedir. Buna göre (2.1) denkleminin genel çözümü

$$u(x, \lambda) = \sum_{j=1}^4 c_j u_j(x, \lambda) \quad (2.4)$$

biçiminde yazılabilir. (2.4) genel çözümü (2.2) sınır şartlarında yerine yazılır ve düzenlenirse

$$\begin{aligned} c_1 (\varphi_1 \lambda)^{m_k} (\alpha_k + \beta_k e^{\varphi_1 \lambda}) + c_2 (\varphi_2 \lambda)^{m_k} (\alpha_k e^{-\varphi_2 \lambda} + \beta_k) \\ + c_3 (\varphi_3 \lambda)^{m_k} (\eta_k + \delta_k e^{\varphi_3 \lambda}) + c_4 (\varphi_4 \lambda)^{m_k} (\eta_k e^{-\varphi_4 \lambda} + \delta_k) = g_k, \quad k = 1, 2, 3, 4 \end{aligned} \quad (2.5)$$

denklemini elde bulunur.

$\lambda \in D(\underline{\varphi}, \overline{\varphi}, \nu)$ için

$$\begin{aligned} \frac{\pi + \nu}{2} < \{\arg \varphi_1 \lambda, \arg \varphi_2 \lambda\} < \frac{3\pi - \nu}{2}, \\ \frac{\nu - \pi}{2} < \{\arg \varphi_3 \lambda, \arg \varphi_4 \lambda\} < \frac{\pi - \nu}{2} \end{aligned}$$

olacağından λ ve $\nu > 0$ sayıları için

$$(-1)^{k+1} \operatorname{Re}(\varphi_k \lambda) \leq -|\lambda| |\varphi_k| \sin \frac{\nu}{2}, \quad k = 1, 2, 3, 4$$

eşitsizliği görülür. Buna göre (2,5) sisteminin katsayılar determinanı

$$\begin{aligned} \Delta(\lambda) &= \lambda^{m_1+m_2+m_3+m_4} \begin{pmatrix} \alpha_1\varphi_1^{m_1} & \beta_1\varphi_2^{m_1} & \eta_1\varphi_3^{m_1} & \delta_1\varphi_4^{m_1} \\ \alpha_2\varphi_1^{m_2} & \beta_2\varphi_2^{m_2} & \eta_2\varphi_3^{m_2} & \delta_2\varphi_4^{m_2} \\ \alpha_3\varphi_1^{m_3} & \beta_3\varphi_2^{m_3} & \eta_3\varphi_3^{m_3} & \delta_3\varphi_4^{m_3} \\ \alpha_4\varphi_1^{m_4} & \beta_4\varphi_2^{m_4} & \eta_4\varphi_3^{m_4} & \delta_4\varphi_4^{m_4} \end{pmatrix} \\ &+ \lambda^{\varphi_1-\varphi_2+\varphi_3-\varphi_4} \begin{pmatrix} \beta_1\varphi_1^{m_1} & \alpha_1\varphi_2^{m_1} & \delta_1\varphi_3^{m_1} & \eta_1\varphi_4^{m_1} \\ \beta_2\varphi_1^{m_2} & \alpha_2\varphi_2^{m_2} & \delta_2\varphi_3^{m_2} & \eta_2\varphi_4^{m_2} \\ \beta_3\varphi_1^{m_3} & \alpha_3\varphi_2^{m_3} & \delta_3\varphi_3^{m_3} & \eta_3\varphi_4^{m_3} \\ \beta_4\varphi_1^{m_4} & \alpha_4\varphi_2^{m_4} & \delta_4\varphi_3^{m_4} & \eta_4\varphi_4^{m_4} \end{pmatrix} \\ &= \lambda^m (\theta + h(\lambda)) \end{aligned}$$

şeklinde bulunur. Burada $m = m_1 + m_2 + m_3 + m_4$ ve $D(\underline{\varphi}, \bar{\varphi}, \nu)$ açısal bölgesinde $|\lambda| \rightarrow \infty$ için $h(\lambda) \rightarrow 0$ olur. $\theta \neq 0$ olduğundan ve $\lambda \in D(\underline{\varphi}, \bar{\varphi}, \nu)$ için $|\lambda| > \mu_\nu$ olacak şekilde $\mu_\nu > 0$ sayısı bulunabileceğinden $\Delta(\lambda) \neq 0$ olur. O halde $\Delta_{jk}(\lambda)$ determinantları $\Delta(\lambda)$ determinantının (j, k) -yüncü cebirsel bileşenleri olmak üzere (2.5) sisteminin bir tek

$$c_j(\lambda) = \frac{1}{\Delta(\lambda)} \sum_{k=1}^4 \Delta_{jk}(\lambda) g_k, \quad k = 1, 2, 3, 4$$

çözümü vardır. Burada $\Delta_{jk}(\lambda) = (\theta_{jk} + h_{jk}(\lambda))^{m-m_k}$ olup, θ_{jk} kompleks sayılar ve $D(\underline{\varphi}, \bar{\varphi}, \nu)$ açısal bölgesinde $|\lambda| \rightarrow \infty$ için $h_{jk}(\lambda) \rightarrow 0$ olur. Buna göre

$$c_j(\lambda) = \sum_{k=1}^4 \lambda^{-m_k} \frac{\theta_{jk} + h_{jk}(\lambda)}{\theta + h(\lambda)} g_k, \quad j = 1, 2, 3, 4$$

eşitliği yazılır. Böylece (2.1)-(2.2) probleminin çözümü

$$u(x, \lambda) = \sum_{j=1}^4 c_j u_j(x, \lambda) = \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^4 \lambda^{-m_k} \frac{\theta_{jk} + h_{jk}(\lambda)}{\theta + h(\lambda)} g_k u_j(x, \lambda)$$

şeklinde elde edilir. Buradan $\omega \geq 0$ tamsayısı için ve $(-1, 0) = I_1 = I_2, (0, 1) = I_1 = I_2$ olmak üzere

$$\|u^{(\omega)}(x, \lambda)\|_{L_q(-1,1)} \leq C \sum_{k=1}^4 \left(|\lambda|^{\omega-m_k} |f_k| \sum_{j=1}^4 \|u_j(x, \lambda)\|_{L_q(I_j)} \right) \quad (2.6)$$

eşitsizliği yazılır. Ayrıca (2.4) genel çözümündeki $u_1(x, \lambda)$ fonksiyonu, $\lambda \in D(\underline{\varphi}, \bar{\varphi}, \nu)$ ve $|\lambda| \rightarrow \infty$ için

$$\|u_1(x, \lambda)\|_{L_q(-1,0)}^q = \int_{-1}^0 e^{q \operatorname{Re}(\varrho_1 \lambda)(x+1)} dx \leq \int_{-1}^0 e^{-q|\lambda|\varrho_1 \sin \frac{\nu}{2}(x+1)} dx$$

$$= \left(-q |\lambda| |\varphi_1| \sin \frac{\nu}{2} \right)^{-1} e^{-q |\lambda| |\varphi_1| \sin \frac{\nu}{2}} \leq C(\nu) |\lambda|^{-1} \quad (2.7)$$

eşitsizliği elde edilir. Aynı şekilde (2.4) genel çözümündeki diğer fonksiyonlar ve $\lambda \in D(\varphi, \bar{\varphi}, \nu)$ ve $|\lambda| \rightarrow \infty$ için de

$$\|u_j(x, \lambda)\|_{L_q(I_j)}^q \leq C(\nu) |\lambda|^{-1}, \quad j = 2, 3, 4 \quad (2.8)$$

eşitsizlikleri bulunur. (2.7) ve (2.8) eşitsizlikleri (2.6) da yerine yazılırsa

$$\|u^{(\omega)}(x, \lambda)\|_{L_q(-1,1)} \leq C(\nu) \sum_{k=1}^4 \left(|\lambda|^{\omega - m_k - \frac{1}{q}} |f_k| \right)$$

eşitsizliği yazılır. Bu eşitsizliğin kullanılması suretiyle (2.3) elde edilir [13].

Şimdi de (1.1)-(1.2) problemine karşılık gelen lineer diferansiyel L operatörünü göz önüne alacağız. $\omega = \max \{2, \{m_1, m_2, m_3, m_4\} + 1\}$ olmak üzere L operatörü $W_q^\omega(-1, 0) + W_q^\omega(0, 1)$ uzayından, $W_q^{\omega-2}(-1, 0) + W_q^{\omega-2}(0, 1) + C^4$ uzayına tanımlıdır. Bu L operatörü için aşağıdaki teoremi vereceğiz.

Teorem 2.2. Aşağıdaki şartlar sağlansın:

- 1) $t_1 \neq 0, t_2 \neq 0$,
- 2) $s(x), [-1, 0) \cup (0, 1]$.

Bu durumda L lineer operatörü sınırlı ve Fredholm operatörüdür.

İspat. L operatörü

$$L_1 u = (t(x)u'', u(-1), u'(-1), u(-0) - u(+0), u'(-0) - u'(+0)),$$

$$L_2 u = (s(x)u + \lambda u, L_{11}u - u(-1), L_{21}u - u'(-1), L_{31}u - u(-0) + u(+0), L_{41}u - u'(-0) + u'(+0))$$

şeklinde yazılabilir. Teorem 2.1 gereğince L_1 operatörü $W_q^\omega(-1, 0) + W_q^\omega(0, 1)$ uzayından, $W_q^{\omega-2}(-1, 0) + W_q^{\omega-2}(0, 1) + C^4$ uzayına bir izomorfizmdir.

Ayrıca L_2 operatörü $W_q^\omega(-1, 0) + W_q^\omega(0, 1)$ uzayından, $W_q^{\omega-2}(-1, 0) + W_q^{\omega-2}(0, 1) + C^4$ uzayına bir kompakt olduğu görülebilir. Sonuç olarak [13] ve [10, p. 238] Fredholm perturbasyon operatör teoremine göre $L = L_1 + L_2$ olup L_1 izomorfizm ve L_2 kompakt olduğundan L operatörü Fredholm operatörüdür.

REFERANSLAR

[1] M. S. Agranovich; *Spectral properties of diffraction problems, in: The Generalized method of eigenoscillations in the theory of diffraction*, N. N. Voitovich, B. Z. Kazenelenbaum, A. N. Sivov, Nauka, Moscow, 1977 (in Russian: translated into English Wiley-VCH, Berlin), 1999.

- [2] Z. S. Aliyev; *Basis properties of a fourth order differential operator with spectral parameter in the boundary condition*, Open Mathematics, 8(2) (2010), 378-388.
- [3] B. P. Allahverdiev, E. Bairamov, E., Ugurlu; *Eigenparameter dependent Sturm-Liouville problems in boundary conditions with transmission conditions*, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 401, No. 1 (2013), 388-396.
- [4] K. Aydemir; *Boundary value problems with eigenvalue depending boundary and transmission conditions*, Boundary Value Problems, 2014/1/131 (2014).
- [5] N. S. Imanbaev, M. A. Sadybekov; *Characteristic determinant of the spectral problem for the ordinary differential operator with the boundary load*, International conference on analysis and applied mathematics (ICAAM 2014) - AIP Conference Proceedings, 1611 (2014), 261-265.
- [6] M. Kandemir; *Irregular boundary value problems for elliptic differential-operator equations with discontinuous coefficients and transmission conditions*, Kuwait Journal of Science and Engineering, 39 (1A) (2012), 71-97.
- [7] M. Kandemir, O. Sh. Mukhtarov; *Manypoint Boundary Value Problems for Elliptic Differential-Operator Equations with Interior Singularities*, Mediterranean Journal of Mathematics, 17, 2020, 1-21.
- [8] M. Kandemir, O. Sh. Mukhtarov; *Nonlocal Sturm-Liouville problems with integral terms in the boundary conditions*, Electronic Journal of Differential Equations, 11 (2017), 1–12.
- [9] M. Kandemir, Ya. Yakubov; *Regular boundary value problems with a discontinuous coefficient, functional-multipoint conditions, and a linear spectral parameter*, Israel Journal of Mathematics, 180(2010), 255-270.
- [10] T. Kato; *Perturbation theory for linear operators*, Siproinger-Verlag, New York Inc., 1966.
- [11] A. V. Likov, Yu. A. Mikhailov; *The theory of heat and mass transfer*, Qosenergaizdat, (Russian), 1963.
- [12] O. Sh. Mukhtarov, K. Aydemir; *Eigenfunction expansion for Sturm-Liouville problems with transmission conditions at one interior point*, Acta Mathematica Scientia, 35(3) (2015), 639- 649.
- [13] O. Sh. Mukhtarov, S. Yakubov; *Problems for ordinary differential equations with transmission conditions*, Applicable Analysis, 81(2002), 1033-1064.
- [14] M. A. Sadybekov and B. Kh. Turmetov, *Solvability of nonlocal boundary-value problems for the Laplace equation in the ball*, Electronic Journal of Differential Equations, 157, 2014, 1-14.

[15] I. Titeux, Ya. Yakubov; *Completeness of root functions for thermal conduction in a strip with piecewise continuous coefficients*. Math. Models Methods Appl. Sci. **7**, 1035–1050 (1997)

[16] N. N. Voitovich, B. Z. Katsenelbaum, A. Sivov; *Generalized method of eigen-vibration in the theory of diffraction*, (Russian) Nauka, Moscow, 1997.

[17] S. Yakubov, Ya. Yakubov; *Differential-operator equation ordinary and partial differential equation*, Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, London State New York Washington, State D. C. 1999.



BETONARME YAPILARDA DIŞ AKSLARDA L TİPİ PERDELERİN YERİNİN YAPISAL DAVRANIŞ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Muhammet Zeki ÖZYURT ¹, Ümit YİĞİT ²

¹ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0002-7265-202

² Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0002-6365-4648

ÖZET

Ülkemiz aktif deprem kuşağında yer almakta ve büyük depremlere sıklıkla maruz kalmaktadır. Bu bakımdan, depreme dayanıklı yapı tasarımı konusu büyük önem taşımaktadır. Betonarme binaların depreme dayanıklılığı konusunda, taşıyıcı sistem tasarımında betonarme perde duvar kullanımı yaygın olarak başvurulan yollardan biridir. Yapıların taşıyıcı sistemi tasarımında; betonarme perde duvarların kesit alanı, kesit şekli ve perdelerin plandaki yerleşimi, yapıların yatay ve düşey yükler altında yapı güvenliğinin sağlanması bakımından büyük bir önem arz etmektedir. Taşıyıcı sistem tasarımı açısından, toplam perde duvar kesit alanının önemi kadar; perde duvarların kesit şekli ve plandaki yerleşimi parametrelerinin önemi de dikkate değerdir ve yapısal davranış ve deprem güvenliği üzerinde bu parametrelerin etkisinin de irdelenmesi gereklidir. Bu çalışmada; dış akslarında l tipi perde bulunan yapıda perde yerinin ve perde yönünün etkisi incelenmiştir. Çalışmada; toplam beş katlı olan ve planda her iki yönde kat alanının yüzde biri kadar toplam kesit alanına sahip L tipi perdeleri bulunan betonarme bir yapıda, perdelerin planda dış aksta farklı yerleşimleri sağlanarak iki farklı model tipi oluşturulmuştur. Yapının zemin katının garaj, işyeri veya konut olarak kullanılması ihtimalleri göz önünde bulundurularak dört farklı zemin kat yüksekliği için seçilen modellerin ayrı ayrı dinamik analizleri yapılmıştır. Çalışmada incelenen tip model yapılarda; kolon, kiriş ve perde kesitleri TBDY (2018) sınır değerleri de sağlayacak şekilde boyutlandırılmış ve donatıları aynı yönetmeliğe göre minimum şartları sağlayacak şekilde belirlenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen yapılar kirişli döşeme sistemine sahiptir. Döşeme kalınlığı, TS500'e göre minimum boyut esasları dikkate alınarak belirlenmiştir. Betonarme perde duvarlar SAP2000 programı yardımıyla kabuk (Shell) eleman modeli kullanılarak üç boyutlu olarak modellenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen bütün yapı tiplerine ait modellerin yapısal analizleri "Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi" kullanılarak yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar kullanılarak yapısal davranışlarını karşılaştırmak amacıyla; "taban kesme kuvveti - tepe noktası yer değiştirmesi", yumuşak kat düzensizlikleri ve göz önüne alınan modellerin birinci doğal periyotlarına ait grafiklerden yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yumuşak Kat Düzensizliği, Yapısal Davranış, Eşdeğer Deprem Yüğü

1. GİRİŞ

Türkiye'nin yüzölçümünün % 92'si, nüfusun % 95'i deprem kuşağındadır. 20. Yüzyılda depremlerde yüz binden çok vatandaşımız hayatını kaybetmiştir. Türkiye'de deprem gerçeğı ile en önemli yüzleşmelerden biri 1999 Marmara ve Düzce depremleri ile olmuştur. 2012

yılında yayımlanan Türkiye Diri Fay Haritasına göre, diri fayların sayısı toplam 326 adet, alt bileşenleri ile birlikte deprem üretebilecek fay sayısı 485 adettir. Bu aktif faylardan Kuzey Anadolu Fayı (1350 km), Doğu Anadolu Fayı (580 km) tek başına yıkıcı deprem üretebilecek alt parçalardan oluşan büyük fay sistemlerine sahiptir.

Yapılara tesir eden düşey ve yatay yükleri uygun biçimde taşıyan ve zemine aktaran elemanların tümüne yapının taşıyıcı sistemi denir. Deprem yüklerinin temel zeminine, sürekli ve güvenli şekilde aktarılmasını sağlamak için taşıyıcı sistemin yeterli rijitlik, dayanım ve sünekliğe sahip olması deprem güvenliği bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca, yapıların tasarımında ve inşasında kaçınılması gereken, yapısal düzensizlikler bulunmaktadır. Depreme karşı güvenliğin sağlanmasında taşıyıcı sistemin basit bir geometride ve yönetmelikte belirlenen düzensizliklerin görülmediği, kararlı ve sürekli olarak tasarlanması gereklidir.

Özellikle yatay deprem kuvvetleri etkisi altında bulunan yapılarda, düğüm noktalarındaki aşırı ötelenmeler ve taşıyıcı sistem elemanlarında meydana gelen zorlanmalar büyük hasarlara neden olabilmektedir. Bunlar gibi istenmeyen durumları engellemek için, yüksek yatay rijitliğe sahip perde duvar kullanımı oldukça önemlidir. Bu sayede yanıl ötelenmeler sınırlanır ve yatay kuvvetlerin büyük bir kısmı perdeler tarafından karşılanır. Perdelerin planda yerleşimine ve kesit şekline göre taşıyıcı sistemin burulma rijitliği de değişir. Dolayısıyla betonarme perde duvarların kesit alanını, kesit şeklini, perdelerin planda yerleşimini belirlemek, taşıyıcı sistem tasarımı açısından son derece önemlidir.

Betonarme yapılarda, deprem yükleri altında yeterli dayanımın sağlanması amacıyla kolon ve kirişlerde kullanılan çerçevelere ilave olarak perde kullanımına da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple özellikle deprem bölgelerinde inşa edilen betonarme yapılar, perde ve çerçevesel sistem olarak tasarlanmaktadır. Perdelerin binanın kat planındaki yerleşim şekli ve boyutları binanın yatay yükler altındaki davranışını belirlemektedir. Dolayısı ile perdenin konumunun belirlenmesi taşıyıcı sistem tasarımında oldukça önemli bir etkidir.

Depremde hasar gören binalar üzerinde yapılan incelemelerde, perdeli binaların çerçevesel binalara göre performansının daha iyi olduğu gözlenmiştir. Perdeli-çerçevesel sistemlerde kat kesme kuvvetinin büyük bir bölümü perdeler tarafından karşılanmakta, kolonlara etkiyen kesme kuvveti büyük oranda azalmaktadır. Bu sebeple özellikle deprem bölgelerinde inşa edilen betonarme yapılar, perde ve çerçevesel sistem olarak tasarlanmaktadır. Perdelerin binanın kat planındaki yerleşim şekli ve boyutları binanın yatay yükler altındaki davranışını belirlemektedir. Dolayısı ile perdenin konumunun belirlenmesi taşıyıcı sistem tasarımında oldukça önemli bir etkidir.

Bu çalışmada; betonarme bir binada L kesitli perdelerin planındaki yerleşimi bakımından perdelerin yapının köşelerinde ve kenar akslarında bulunması durumu incelenmiştir. Bu kapsamda iki farklı yapı sistemi oluşturulmuş ve yapının zemin katının garaj, konut veya dükkân olarak kullanılması ihtimalleri için dört farklı zemin kat yüksekliği göz önünde bulundurularak toplam sekiz adet farklı yapının yatay ve düşey yükler altında analizleri yapılmıştır. Böylece L kesitli perdelerin dış akslarda farklı konumlandırılması çerçevesinde yapının deprem davranışı; yer değiştirmeler, göreceli kat ötelemeleri, periyot ve yumuşak kat

düzensizlik katsayısı açısından incelenmiştir. Model binalar düzenli bir kalıp planına sahip olup, betonarme perdeler planda her iki yönde de simetrik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Çalışmada incelenen yapı tipleri, SAP2000 programı ile üç boyutlu olarak modellenmiştir.

2. SAYISAL ÇALIŞMA

2.1. Yöntem

Genel anlamda harmonik bir dalga yayılımı olması sebebiyle deprem hareketinin kuvvete dönüştürülmesi kolay değildir. Deprem yapıya tesir eden bir ivme olduğu basitçe düşünülme suretiyle, bu ivmenin meydana getireceği atalet momenti ile yapıda oluşan etkiler hesaplanabilmektedir. Bahsi geçen bu ivmenin hesaplanması ise oldukça karmaşıktır. Deprem kuvvetinin hesabı için çok sayıda yöntemin olmasının nedeni de budur. Ülkemiz de dâhil birçok ülkede kabul edilmiş ve yönetmeliklerde anlatılan yöntemlerden biri de Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemidir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, diğer yöntemler de göz önünde bulundurulacak olursa, en kolay anlaşılır ve en kolay uygulanabilir yöntemdir. Bu metot temelde, deprem yükleri etkisinde yapısal davranışı belirleyen parametrelerin bir katsayı olarak hesaba katılması yatmaktadır. Söz konusu katsayılar şu özelliklere bağlıdır:

- Yapının fay hatlarına uzaklığı,
- Yapının üzerinde bulunduğu zemin sınıfı,
- Yapının taşıyıcı sistemi,
- Yapının kullanım amacı,
- Yapının doğal titreşim periyodu.

Önce; binanın konumu, deprem yer hareket düzeyi (DD-2) ve yerel zemin sınıfı (ZD) bilgileri kullanılarak, Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web uygulamasından harita spektral ivme katsayıları S_S ve S_1 değerleri alınmıştır. Yerel zemin etki katsayıları F_S ve F_1 değerleri tablodan alınarak denklem (1) ile tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1} değerlerine dönüştürülmüştür. Bunlara bağlı olarak T_A ve T_B değerleri de denklem (2) ile bulunmuştur.

$$S_{DS} = S_S F_S \quad S_{D1} = S_1 F_1 \quad (1)$$

$$T_A = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2)$$

Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde, göz önüne alınan (Örneğin: X) deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), $V_{Te}(X)$ denklem (3) ile belirlenmektedir:

$$V_{Te}^{(X)} = m_T S_{aR} (T_p^{(X)}) \geq 0,04 m_t I S_{DS} g \quad (3)$$

Burada $S_{aR} (T_p^{(X)})$, göz önüne alınan (X) deprem doğrultusunda binanın hâkim doğal titreşim periyodu $T_p^{(X)}$ göz önüne alınarak hesaplanan Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesini göstermektedir.

$S_{aR}(T)$; Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi (g):

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (4)$$

eşitliği ile tanımlanır.

$S_{ae}(T)$ ise Yatay Elastik Tasarım Spektral İvmesi (g) olup, (5) eşitliği ile hesaplanır:

$$\begin{aligned} S_{ae}(T) &= \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} & (0 \leq T \leq T_A) \\ S_{ae}(T) &= S_{DS} & (T_A \leq T \leq T_B) \\ S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1}}{T} & (T_B \leq T \leq T_L) \\ S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1} T_L}{T^2} & (T_L \leq T) \end{aligned} \quad (5)$$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T)$ ise (6) eşitliği ile şöyle hesaplanmaktadır:

$$\begin{aligned} R_a(T) &= \frac{R}{I} & T > T_B \\ R_a(T) &= D + \left(\frac{R}{I} - D\right) \frac{T}{T_B} & T \leq T_B \end{aligned} \quad (6)$$

Binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\Delta F_{NE}(x)$ ile gösterilmektedir:

$$\Delta F_{NE}^{(x)} = 0,0075 N V_{tE}^{(x)} \quad (7)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün $\Delta F_{NE}(x)$ dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dâhil olmak üzere bina katlarına (8) eşitliğinde gösterildiği gibi dağıtılır:

$$F_{iE}^{(x)} = (V_{tE}^{(x)} - \Delta F_{NE}^{(x)}) \frac{m_i H_i}{\sum_{j=1}^N m_j H_j} \quad (8)$$

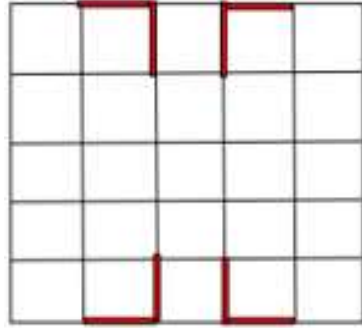
Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i'nci kattaki ortalama görelî kat öteleme oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat öteleme oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} (Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği katsayısı) (9) eşitliğinde gösterilmiştir:

$$\eta_{ki} = (\Delta_i^{(x)} / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1}^{(x)} / h_{i-1})_{ort} \quad (9)$$

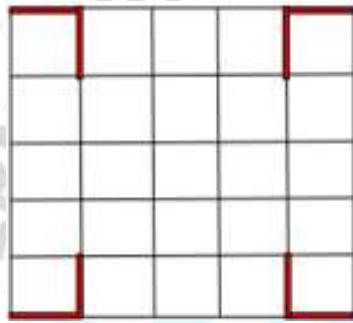
2.2. Model Tipleri ve Çalışmanın Kısıtları

Bu çalışmada; L kesitli perdeleri olan perdeli-çerçeve betonarme yapının, planda her iki yönde de simetriyi sağlayacak şekilde bu perdelerin dış aksta ortalara yerleştirilmiş (Tip 1) ve dış aksta köşelere yerleştirilmiş (Tip 2) olması durumları için yapısal davranışları karşılaştırılmıştır.

Perdelerin toplam en-kesit alanı her iki tip yapıda da aynı olup, toplam yapı alanının %1'ine eşit olacak şekilde boyutlandırılmıştır. Tip 1 ve Tip 2 olarak adlandırılan model yapıların planları ve Sap2000 programındaki hesap modelinin üç boyutlu görüntüleri sırasıyla Görsel 1 ve Görsel 2'de gösterilmiştir:



Görsel 1. Tip 1 Yapı Modeli



Görsel 2. Tip 2 Yapı Modeli

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapıda Çizelge 1'de verilen kabuller ve datalar kullanılmıştır. Betonarme taşıyıcı elemanların donatıları, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) esas alınmak suretiyle minimum alanı sağlayacak şekilde seçilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada Yapılan Kabuller ve Kullanılan Veriler

Malzeme	C25 / B420C
Kullanım Amacı	Konut + İşyeri
X ve Y Yönlerinde Aks Açıklıkları	5,1 m / 5,1 m
X ve Y Yönlerinde Aks Adetleri	6 / 6
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	6 (Perdeli Yapı)
Kolon Boyut ve Donatıları	500 mm x 500 mm, 10 Ø 18, Etriye: Ø8 / 20 / 10 / 10
Perde Boyut ve Donatıları	300 mm x 540 mm: 36 Ø 12, Etriye: Ø8 / 20 / 20
Kiriş Boyut ve Donatıları	300 mm x 500 mm: 3 Ø 12, Etriye: Ø8 / 20 / 10
Döşeme Kalınlığı	0.12 m
Poisson Oranı / Elastisite Modülü	0,20 / 30000 MPa
Yerel Zemin Sınıfı	ZD
Zemin Kat Yükseklikleri	2,5 m / 3,0 m / 4,0 m / 5,0 m
Normal Kat Yüksekliği	3.0 m
Kat Adedi	5 (Zemin Kat + 4 Normal Kat)

Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasından alınacak dinamik analiz parametrelerinin belirlenmesi için yapının konumu Sakarya İli Serdivan İlçesi Belediye Binası Mevkii olarak seçilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çizelge 1’de gösterilen kabuller ve veriler kullanılarak, Sap2000 programı ile modellenen iki farklı yapı tipine ait analiz sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir:

Çizelge 2. Analiz Sonuçları

Parametre	Tipler							
	Tip 1				Tip 2			
h_{zemin} (m)	2,5	3,0	4,0	5,0	2,5	3,0	4,0	5,0
V (kN)	9511,52	9330,26	8973,74	8665,54	9518,90	9325,32	8975,05	8666,74
Δ (m)	0,0403	0,0441	0,0519	0,0673	0,0415	0,0454	0,0536	0,0629
H (m)	14,5	15	16	17	14,5	15	16	17
W (kN)	35928,54	36151,42	36495,55	36871,87	35939,92	36108,75	36481,33	36864,02
η_{ki}	2,664	2,782	3,057	3,349	2,671	2,796	3,069	3,362
T (s)	0,341	0,360	0,398	0,437	0,342	0,361	0,400	0,442

Çizelge 2’de verilen parametrelerin anlamları şöyledir:

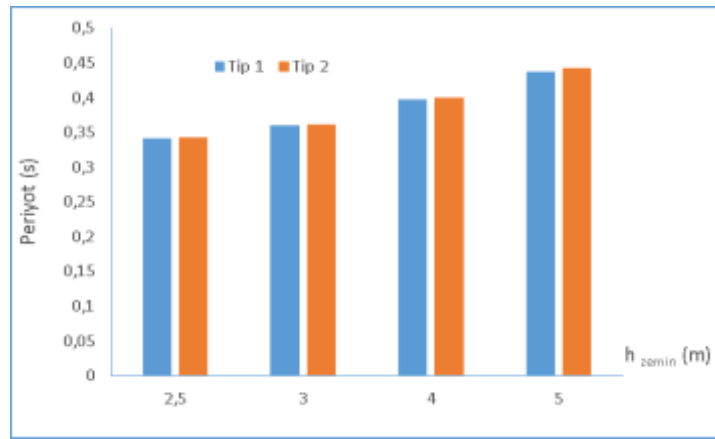
- **V**: Taban Kesme Kuvveti (kN)
- **W**: Bina Toplam Ağırlığı (kN)
- **Δ** : Tepe noktası maksimum Yer Değiştirmesi (mm)
- **η_{ki}** : Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
- **H**: Bina Toplam Yüksekliği (m)
- **T**: Birinci Doğal Titreşim (Hâkim) Periyodu (s)

Çizelgede verilen değerler incelendiğinde, çalışmada göz önünde bulundurulmuş her iki perde yerleşimi tipleri (Tip 1 ve Tip 2) için aşağıdaki sonuçların elde edildiği görülmektedir:

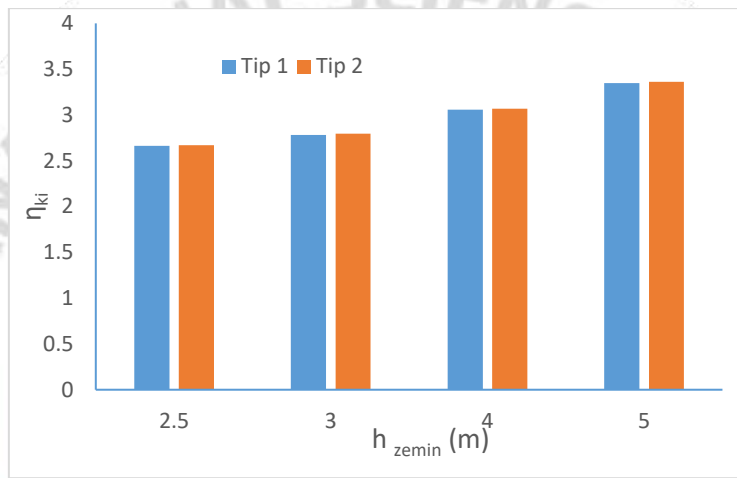
- Zemin kat yüksekliği arttıkça doğal titreşim periyodu da artmaktadır,
- L tipi perdelerin köşede bulunması durumunda (Tip 2), dış akslarda ortada olması durumuna göre (Tip 1), doğal titreşim periyodunun daha büyük olduğu görülmüştür.
- Zemin kat yüksekliği arttıkça yumuşak kat düzensizliği katsayısı artmaktadır,
- Zemin kat yüksekliği arttıkça yapının ağırlığı artmakla birlikte yapının periyodunun ve yatay elastik tasarım spektral ivmesinin değişmesi ile taban kesme kuvveti azalmaktadır,
- Zemin kat yüksekliği arttıkça yapının tepe noktasındaki maksimum yer değiştirme değeri de artmaktadır,

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

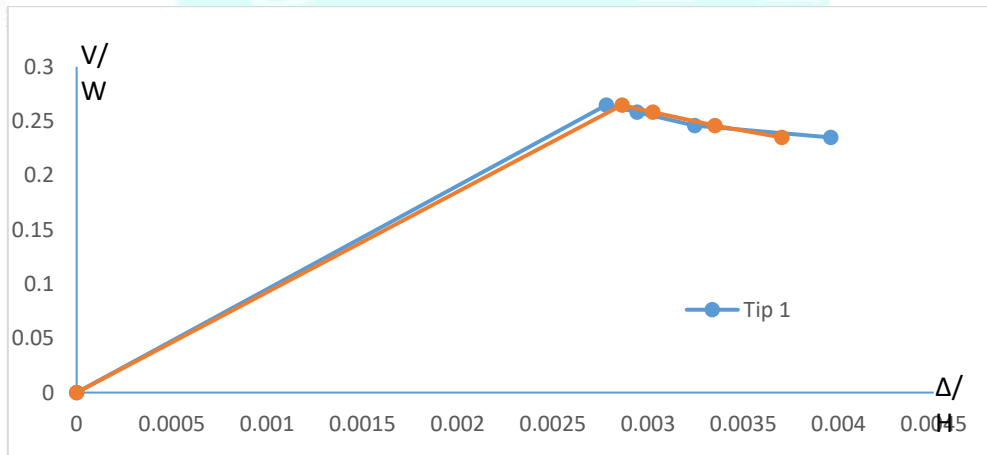
Tip 1 ve Tip 2 olarak isimlendirilen yapı modellerinin yapısal davranışlarını karşılaştırmak üzere; zemin kat yüksekliğinin değişimi ile birlikte; periyot, yumuşak kat düzensizliği ve kesme kuvveti taşıma kapasitesi değerlerinin değişimleri aşağıdaki görsellerde sunulmuştur.



Görsel 3. Tip 1 ve Tip 2 Modellerinde Zemin Kat Yüksekliği-Periyot Değişimi



Görsel 4. Tip 1 ve Tip 2 Modellerinde Zemin Kat Yüksekliği- η_{ki} Değişimi



Görsel 5. Tip 1 ve Tip 2 Modellerinde Kesme Kuvveti Taşıma Kapasitesi Değişimi

Sonuçlar incelendiğinde; doğal titreşim periyodunun L tipi perdelerin köşede olması durumunda (Tip 2), aynı perdelerin dış orta akslarda olması durumuna (Tip 1) göre yaklaşık %1 oranında daha yüksek çıktığı görülmektedir. Zemin kat yüksekliği arttıkça, bu oran da artmaktadır.

Yumuşak kat düzensizliği bakımından sonuçlar incelendiğinde ise; çalışma kapsamında ele alınan bütün durumlarda yumuşak kat düzensizliği katsayısının hemen hemen değişmediği görülmektedir. Bununla birlikte, zemin kat yüksekliğinin bütün durumlarında Tip 2 perde yerleşimine sahip modellerde yumuşak kat düzensizliği katsayısının Tip 1 durumuna ait modellere göre yaklaşık binde üç oranında daha yüksek çıktığı anlaşılmaktadır.

Zemin kat yüksekliğinin 5,0 metre olması durumunda Tip 1 modelinde kesme kuvveti taşıma kapasitesi değerinin daha yüksek olduğu, diğer zemin kat yükseklikleri durumunda ise Tip 2 modelinde kesme kuvveti taşıma kapasitesi değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*, Ankara, 2018.
- [2] Aksoylu, C., Arslan, M., 2007 ve 2019 Deprem Yönetmeliklerinde Betonarme Binalar İçin Yer Alan Farklı Deprem Kuvveti Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması Olarak İrdelenmesi , International Journal of Engineering Research and Development, 13 (2), 359-374 June, 18, 6, 2021.
- [3] Ulutaş, H., Dilmac, H., Tekeli, H., Demir, F., Okul Binalarında Bulunması Gereken Perde Duvar Oranı Üzerine Bir Çalışma, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10 (1), 1-10, July, 29, 7, 2019.
- [4] Kumbasaroğlu, A., Çelik, A., Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Kullanılarak Tarihi Bir Yığma Yapının Sismik Performans Düzeyinin Belirlenmesi, Türk Deprem Araştırma Dergisi, c. 1, sayı. 2, ss. 134-147, December, 18, 12, 2019.
- [5] Kaya, G, Özsoy Özbay, A., Perde ve Çerçevesel Betonarme Yapılarda Perde Konumunun Planda Düzenlenmesi ve Yapısal Davranışa Etkisi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, March, 2019.
- [6] Aktan, S., Kırac, N., Betonarme Binalarda Perdelerin Davranışa Etkileri, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi 23 (1), 15-32, June, 30, 6, 2020.
- [9] Uçar, T., Toumatarı, S., Ertutar, Y., Çerçeve Düzlemi İçinde Eklenen Perdelerin Betonarme Binaların Yapısal Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 3 (1), 56-58. August, 1, 8, 2014.
- [7] Yaman, S., Tekeli, H., Demir, F., Betonarme Binalarda Perde Yeri Değişiminin Bina Performansına Etkisi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (16) 194-204, August 31, 8, 2019.

PLANDA PERDE YERİ DEĞİŞİMİNİN KENAR AKSLARINDA PERDELER BULUNAN YAPININ DAVRANIŞINA ETKİSİ

Muhammet Zeki ÖZYURT ¹, Eren YILMAZ ²

¹ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0002-7265-202

² Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0001-5660-6691

ÖZET

Ülkemiz deprem kuşağı bölgesinde yer almaktadır. Bu sebeple sık sık büyük depremlerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu açıdan depreme dayanıklı yapıların tasarımı oldukça önem arz etmektedir. Betonarme binalarda deprem etkisine karşı perde duvar kullanımı önemli olduğundan dolayı depreme dayanıklı yapıların tasarımında betonarme perde kullanımı sık sık kullanılan yöntemlerden biridir. Taşıyıcı sistem tasarımında toplam perde duvar kesit alanı ve perdelerin yerleşim şekli önemli bir ölçüttür ve bu yüzden bu parametrelerin yapının deprem güvenliği açısından etkilerini incelemek gerekmektedir. Özellikle çok katlı binalarda perdeler yapı sisteminin yatay rijitliğini artırarak görelî kat öteleme değerini azaltır. Bu çalışmada; taşıyıcı sistemi ve geometrisi simetrik olarak planlanan ve dolayısıyla burulma düzensizliği olmayan betonarme bir binada, planda perde yeri değişiminin kenar akslarında perdeler bulunan yapının davranışına etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmada; toplam beş katlı olan ve kenar akslarında perdeler bulunan betonarme bir yapıda, perdeler plan üzerinde farklı düzende yerleştirilerek iki farklı model oluşturulmuştur. Yapıda zemin katın işyeri, konut veya garaj amaçlı olarak kullanılması ihtimalleri göz önüne alınarak dört farklı zemin kat yüksekliği için seçilen modellerin ayrı ayrı analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışmada incelenen farklı tipteki yapılarda kolon, kiriş, perde ve donatılar 2018 TBDY dikkate alınarak boyutlandırılmış ve belirlenmiştir. Çalışmada kirişli döşeme sistemine sahip olan yapılar incelenmiştir. TS500 dikkate alınarak döşeme kalınlığı minimum boyut olacak şekilde belirlenmiştir. Betonarme perde duvarlar SAP2000 programı ile kabuk (Shell) eleman modeli kullanılarak üç boyutlu olacak şekilde modellenmiştir. Bu çalışma kapsamında tüm model binaların deprem performans değerlendirmeleri “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ile incelenerek yapı tiplerine ait modellerin analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen veriler kullanılarak; incelenen modellerin “taban kesme kuvveti – tepe noktası yer değiştirme” değişimi ile yumuşak kat düzensizlik katsayısının değişimi ve periyotlarının değişimleri grafikler yardımıyla irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Betonarme Perde, Doğal Titreşim Periyodu, Yumuşak Kat Düzensizliği

1. GİRİŞ

Türkiye deprem kuşağı bölgesinde yer almaktadır. Son yıllarda meydana gelen depremler ile birlikte mevcut binaların deprem etkisi altındaki taşıyıcı sistem performanslarının belirlenmesi için şekil değiştirme ve yer değiştirme esasına dayanan doğrusal olmayan yöntemler kullanılmaya başlanmıştır.

Bir binanın deprem güvenliği, yapısal özelliklerine, düşey ve yatay taşıyıcı sistem elemanların dağılımı ile bu taşıyıcı elemanlarda bulunan boyuna ve enine donatı miktarına, deprem bölgesine, yerel zemin sınıfına ve kat adedine bağlıdır.

Taşıyıcı sistem tasarımında elemanların plan ve düşeyde sürekli olarak düzenlenmesi genel olarak taşıyıcı sistem davranışını olumlu yönde etkilemektedir. Taşıyıcı sistem tasarımı, yapı güvenliği bakımından son derece önemlidir. Yapı güvenliğinin temel ilkelerinden bazıları şu şekildedir: Rijitlik, süneklik, kararlılık, yeterli sönüm ve yeterli dayanım. Bu ilkelerin yeterli ölçüde sağlanması ile birlikte deprem etkisi altında güvenli taşıyıcı sisteme sahip yapılar üretilmektedir.

Betonarme yapılarda, deprem yükleri altında yeterli dayanımın sağlanması amacıyla kolon ve kirişlerde kullanılan çerçevelere ilave olarak perde kullanımına da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple özellikle deprem bölgelerinde inşa edilen betonarme yapılar, perde ve çerçeveli sistem olarak tasarlanmaktadır. Perdelerin binanın kat planındaki yerleşim şekli ve boyutları binanın yatay yükler altındaki davranışını belirlemektedir. Dolayısı ile perdenin konumunun belirlenmesi taşıyıcı sistem tasarımında oldukça önemli bir etkidir.

Çalışmada göz önünde bulundurulan yapının taşıyıcı sistemi süneklik düzeyi yüksek olarak değerlendirilmiş olup, perdeli-çerçeveli taşıyıcı sistem üzerinde inceleme yapılmıştır. Taşıyıcı sistemin her iki doğrultusunda da perdelerin süreksizliğe uğramadan temelden en üst kata kadar devam ettirilmesi, yatay yükleri karşılamada oluşan belirsizliği önlemek açısından son derece önemlidir. Bu bakımdan, taşıyıcı sistem tasarımında perde kullanımı daima tavsiye edilmektedir.

Betonarme yapılarda, deprem yükleri altında yeterli dayanımın sağlanması amacıyla kolon ve kirişlerde kullanılan çerçevelere ilave olarak perde kullanımına da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple özellikle deprem bölgelerinde inşa edilen betonarme yapılar, perde ve çerçeveli sistem olarak tasarlanmaktadır. Perdelerin binanın kat planındaki yerleşim şekli ve boyutları binanın yatay yükler altındaki davranışını belirlemektedir. Dolayısı ile perdenin konumunun belirlenmesi taşıyıcı sistem tasarımında oldukça önemli bir etkidir.

Bu çalışmada; betonarme bir binada betonarme perdelerin planındaki yerleşimi bakımından perdelerin yapının orta akslarında ve kenar akslarında bulunması durumu incelenmiştir. Bu kapsamda iki farklı yapı sistemi oluşturulmuş ve yapının zemin katının otel, konut veya işyeri olması durumu için dört farklı zemin kat yüksekliği göz önünde bulundurularak toplam 8 adet farklı yapının yatay ve düşey yükler altında analizleri yapılmıştır. Böylece farklı yönlerde konumlandırılan perdeler çerçevesinde yapının deprem davranışı; yer değiştirmeler, görelî kat ötelemeleri, periyot ve yumuşak kat düzensizlik katsayısı açısından incelenmiştir. Model binalar düzenli bir kalıp planına sahiptir. Perde duvarlar planda her iki yönde de simetrik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Çalışmada incelenen yapı tipleri, SAP 2000 programı ile üç boyutlu olarak modellenmiştir.

2. SAYISAL ÇALIŞMA

2.1. Yöntem

Çalışmada kullanılan Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi; yüksekliği fazla olmayan binalarda göz önüne alınan deprem doğrultusunda bina dinamik davranışının taşıyıcı sistemin hakim titreşim modundaki davranışı ile temsil edilebileceği ve bu modun şeklinin yaklaşık ters üçgen olarak kabul edilebileceği esasına dayanan hesap yöntemidir.

Bu yöntemde, göz önüne alınan (Örneğin: X) deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), $V_{Te}(X)$ denklem (1) ile belirlenmektedir:

$$V_{Te}^{(X)} = m_T S_{aR} (T_p^{(X)}) \geq 0,04 m_t I S_{DS} g \quad (1)$$

Burada $S_{aR} (T_p(X))$, göz önüne alınan (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodu $T_p(X)$ göz önüne alınarak hesaplanan Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesini göstermektedir. Binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\Delta F_{NE}(x)$ ile gösterilmektedir:

$$\Delta F_{NE}^{(x)} = 0,0075 N V_{tE}^{(X)} \quad (2)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün $\Delta F_{NE}(x)$ dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere bina katlarına dağıtılır.

$$F_{iE}^{(X)} = (V_{tE}^{(X)} - \Delta F_{NE}^{(x)}) \frac{m_i H_i}{\sum_{j=1}^N m_j H_j} \quad (3)$$

Ampirik hakim doğal titreşim periyodu hesabı (4) eşitliğinde verilmiştir. Taşıyıcı sistemi sadece betonarme çerçevelerden oluşan binalarda $C_t = 0,1$ alınmaktadır:

$$T_{pA} = C_t H_N^{3/4} \quad (4)$$

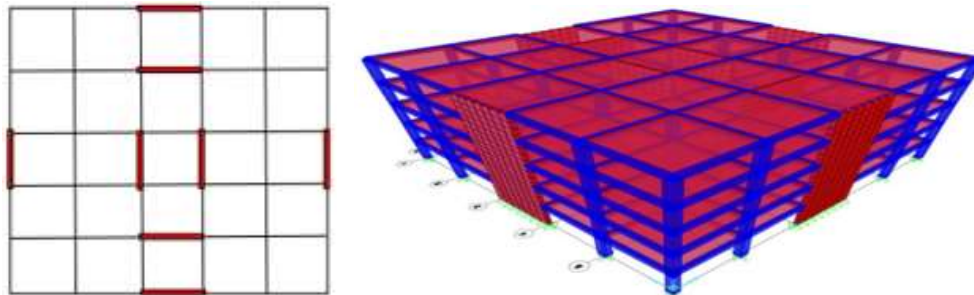
Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i'nci kattaki ortalama görel kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görel kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} (Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği katsayısı) (5) eşitliğinde gösterilmiştir:

$$\eta_{ki} = (\Delta_i^{(X)} / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1}^{(X)} / h_{i-1})_{ort} \quad (5)$$

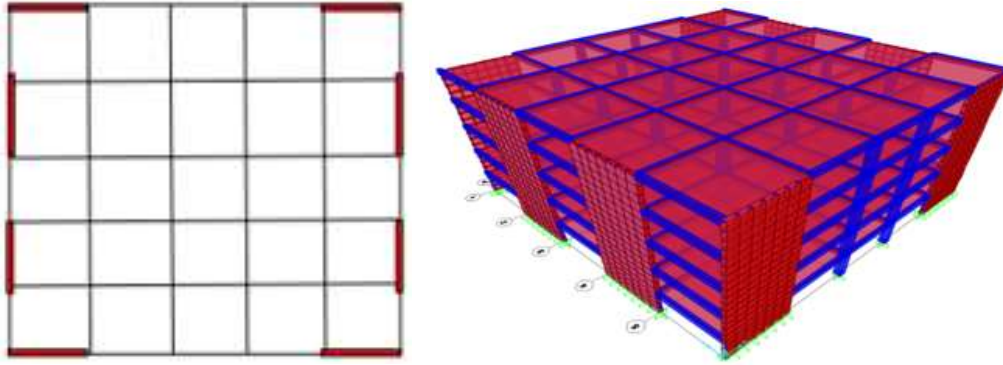
2.2. Model Tipleri ve Çalışmanın Kısıtları

Bu çalışmada; planda her iki yönde de simetriyi sağlayacak şekilde perdeleri dış ve iç aksta yerleştirilmiş (Tip 1) ve perdelerin tamamı dış aksta bulunan (Tip 2) betonarme yapıların davranışları karşılaştırılmıştır. Perdelerin toplam en-kesit alanı her iki tip yapıda da aynı olup, toplam yapı alanının %1'ine eşit olacak şekilde boyutlandırılmıştır.

Tip 1 ve Tip 2 olarak adlandırılan model yapıların planları ve Sap2000 programındaki hesap modelinin üç boyutlu görüntüleri sırasıyla Görsel 1 ve Görsel 2'de gösterilmiştir:



Görsel 1. Tip 1 Yapı Modeli



Görsel 2. Tip 2 Yapı Modeli

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapıda Çizelge 1’de verilen kabuller ve datalar kullanılmıştır. Betonarme taşıyıcı elemanların donatıları, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) esas alınmak suretiyle minimum alanı sağlayacak şekilde seçilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada Yapılan Kabuller ve Kullanılan Veriler

Malzeme	C25 / B420C
Kullanım Amacı	Konut + İşyeri
Süneklik Düzeyi	Yüksek
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	6 (Perdeli Yapı)
Kolon Boyut ve Donatıları	500 mm x 500 mm, 10 Ø 18, Etriye: Ø8 / 20 / 10 / 10
Perde Boyut ve Donatıları	300 mm x 540 mm: 36 Ø 12, Etriye: Ø8 / 20 / 20
Kiriş Boyut ve Donatıları	300 mm x 500 mm: 3 Ø 12, Etriye: Ø8 / 20 / 10
Döşeme Kalınlığı	0.12 m
Konum	Sakarya İli Serdivan İlçesi Belediye Binası Mevkii
Yerel Zemin Sınıfı	ZD
Zemin Kat Yükseklikleri	2,5 m / 3,0 m / 4,0 m / 5,0 m
Normal Kat Yüksekliği	3.0 m
Kat Adedi	5 (Zemin Kat + 4 Normal Kat)

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çizelge 1’de gösterilen kabuller ve veriler kullanılarak, Sap2000 programı ile modellenen iki farklı yapı tipine ait analiz sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir:

Çizelge 2. Analiz Sonuçları

Parametre	Tipler							
	Tip 1				Tip 2			
h_{zemin} (m)	2,5	3,0	4,0	5,0	2,5	3,0	4,0	5,0
V (kN)	9433,74	9238,72	8889,27	8582,14	9433,74	9238,72	8889,27	8582,14
Δ (m)	0,0699	0,0766	0,0908	0,1069	0,0686	0,0753	0,0894	0,1054
H (m)	14,5	15	16	17	14,5	15	16	17
W (kN)	35607	35768	36128	36503	35607	35768	36128	36503
η_{ki}	2,965	3,058	3,278	3,529	2,971	3,061	3,281	3,532
T (s)	0,458	0,483	0,535	0,590	0,458	0,483	0,536	0,590
V / W	0,265	0,258	0,246	0,235	0,265	0,258	0,246	0,235
Δ / H	0,005	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005	0,006	0,006

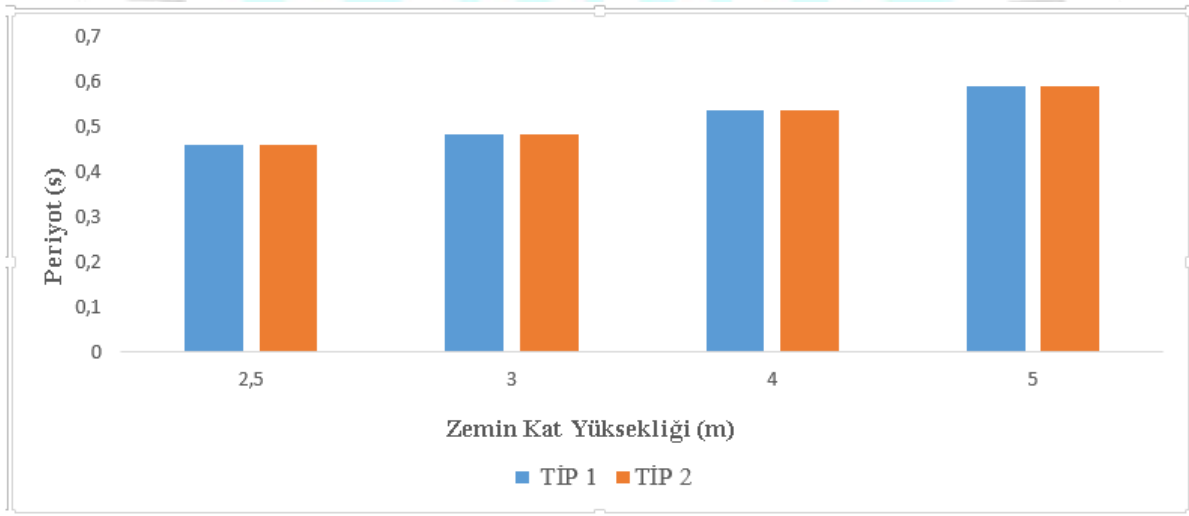
Çizelge 2’de V taban kesme kuvvetini (kN), W bina toplam ağırlığı (kN), Δ tepe noktası maksimum yer değiştirmesini (mm), Γ_{ki} rijitlik düzensizliği katsayısını (yumuşak kat düzensizliği katsayısı), H bina toplam yüksekliğini (m) ve T birinci doğal titreşim periyodunu (s) göstermektedir.

Çizelgede verilen değerler incelendiğinde, çalışmada göz önünde bulundurulan her iki perde yerleşimi tipleri (Tip 1 ve Tip 2) için aşağıdaki sonuçların elde edildiği görülmektedir:

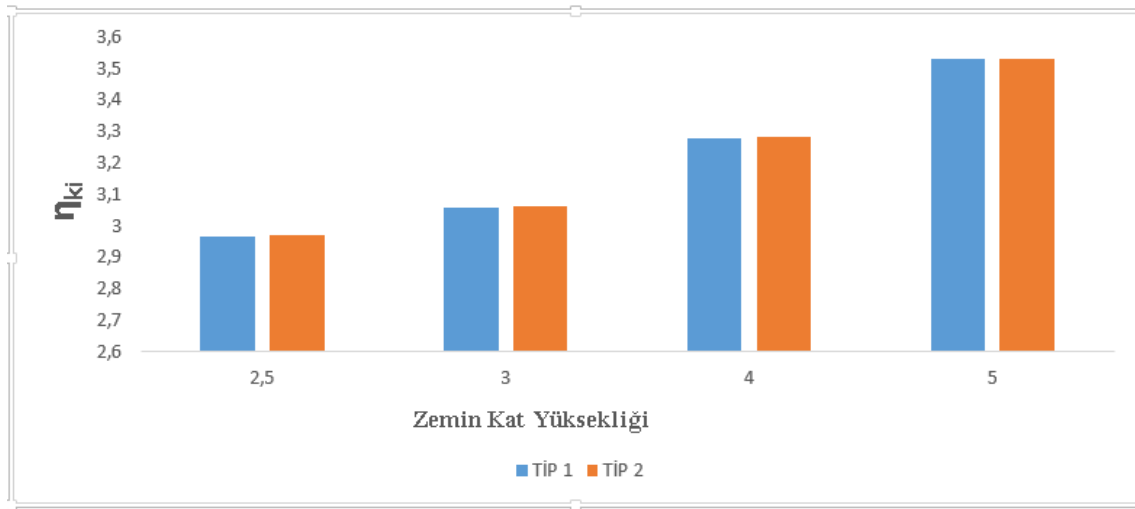
- Zemin kat yüksekliği arttıkça yapının hâkim periyodu artmaktadır,
- Zemin kat yüksekliği arttıkça yumuşak kat düzensizliği katsayısı artmaktadır,
- Zemin kat yüksekliği arttıkça yapının ağırlığı artmakla birlikte yapının periyodunun ve yatay elastik tasarım spektral ivmesinin değişmesi ile taban kesme kuvveti azalmaktadır,
- Zemin kat yüksekliği arttıkça yapının tepe noktasındaki maksimum yer değiştirme değeri de artmaktadır,
- Zemin kat yüksekliği arttıkça taban kesme kuvvetinin yapı ağırlığına oranı azalmaktadır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

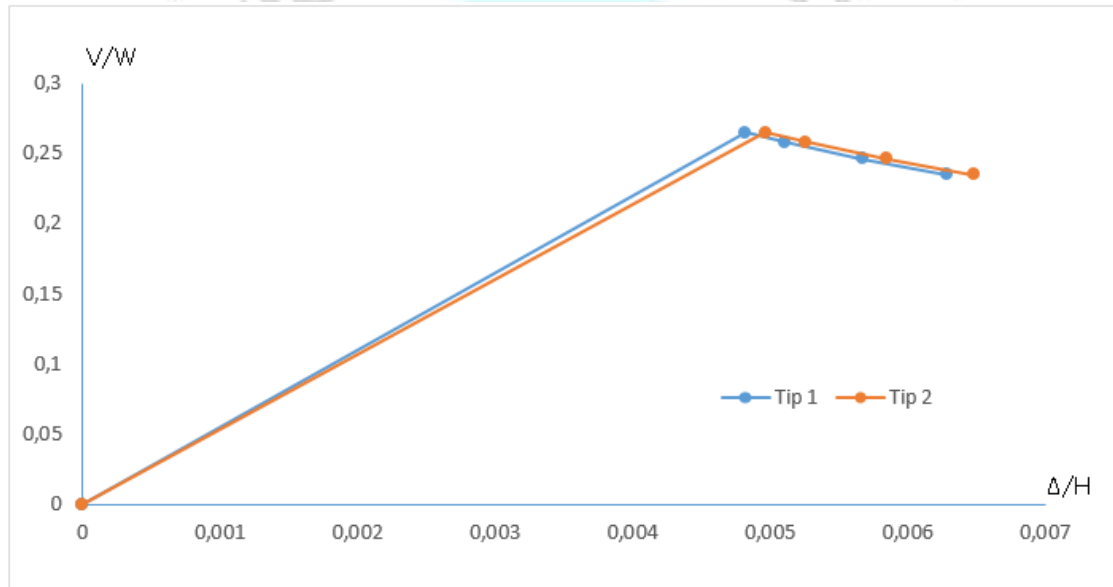
Sap2000 programı ile modellenen iki farklı yapı tipine ait; periyot, yumuşak kat düzensizliği ve kesme kuvveti taşıma kapasitesi değerlerinin değişimleri aşağıdaki görsellerde sunulmuştur. Periyot değerinin değişimi Görsel 3’te, yumuşak kat düzensizliği katsayısı değerinin değişimi Görsel 4’te ve kesme kuvveti taşıma kapasitesi değerlerinin değişimi Görsel 5’te gösterilmiştir:



Görsel 3. Tip 1 ve Tip 2 Modellerde Zemin Kat Yüksekliği-Periyot Değişimi



Görsel 4. Tip 1 ve Tip 2 Modellerde Zemin Kat Yüksekliği- η_{ki} Değişimi



Görsel 5. Tip 1 ve Tip 2 Modellerde Kesme Kuvveti Taşıma Kapasitesi Değişimi

Sonuçlar incelendiğinde; yapı hâkim periyodunun bu çalışmada göz önünde bulundurulmuş perde yerleşimi değişiminden hemen hemen etkilenmediği görülmektedir. Bununla birlikte; zemin kat yüksekliği 2,5 metre olan tiplerde periyot değerinin Tip 1 modelinde az da olsa daha yüksek olduğu, ancak diğer zemin kat yükseklikleri durumunda Tip 2 modelinde periyot değerinin daha yüksek olmaya başladığı ortaya çıkmaktadır.

Yumuşak kat düzensizliği bakımından sonuçlar incelendiğinde ise; çalışma kapsamında ele alınan bütün durumlarda Tip 2 perde yerleşimine sahip modellerde yumuşak kat düzensizliği katsayısının daima daha yüksek çıktığı anlaşılmaktadır.

Kat kesme kuvveti taşıma kapasitesi bakımından sonuçların yapı periyodundakine benzer olduğu anlaşılmaktadır. Bir diğer değişle; zemin kat yüksekliği 2,5 metre olan tiplerde kesme kuvveti taşıma kapasitesi değerinin Tip 1 modelinde daha yüksek olduğu, ancak diğer zemin kat yükseklikleri durumunda Tip 2 modelinde kesme kuvveti taşıma kapasitesi değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*, Ankara, 2018.
- [2] Yaman, S., Tekeli, H., Demir, F., Betonarme Binalarda Perde Yeri Değişiminin Bina Performansına Etkisi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16) 194-204, August 31, 8, 2019.
- [3] Dalyan, İ., Şahin, B., Mevcut Betonarme Bir Binanın 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Deprem Yükleri Altındaki Taşıyıcı Sistem Performansının Değerlendirilmesi, *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, c. 1, sayı. 2, ss. 134-147, December, 18, 12, 2019.
- [4] Kumbasaroğlu, A., Çelik, A., Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi Kullanılarak Tarihi Bir Yığma Yapının Sismik Performans Düzeyinin Belirlenmesi, *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, c. 1, sayı. 2, ss. 134-147, December, 18, 12, 2019.
- [5] Kaya, G., Özsoy Özbay, A., Perde ve Çerçeve Betonarme Yapılarda Perde Konumunun Planda Düzenlenmesi ve Yapısal Davranışa Etkisi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, March, 2019.
- [6] Ulutaş, H., Tekeli, H., Mevcut Atölye Binalarının Deprem Güvenliğinin İncelenmesi, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, c. 10, sayı. 2, January, 20, 6, 2020.
- [7] Uzun, M., Korkmaz, H., Deprem Bölgesindeki Bazı Ülkelerde Eşdeğer Deprem Yükü Metodunun Karşılaştırılması, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (1), 189-212, March, 1, 3, 2019.
- [8] Aktan, S., Kırac, N., Betonarme Binalarda Perdelerin Davranışa Etkileri, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi* 23 (1), 15-32, June, 30, 6, 2020.
- [9] Uçar, T., Toumatarı, S., Ertutar, Y., Çerçeve Düzlemi İçinde Eklenen Perdelerin Betonarme Binaların Yapısal Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 56-58. August, 1, 8, 2014.
- [10] Dalyan, İ., Şahin, B., Mevcut Betonarme Bir Binanın 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Deprem Yükleri Altındaki Taşıyıcı Sistem Performansının Değerlendirilmesi, *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, 1 (2), 134-147 December, 18, 12, 2019.
- [11] Dönmez, D., Deprem Yükleri Altında Betonarme Bir Yurt Binasının Perde Duvar İle Güçlendirilmesinde Mevcut Duvarlarının Etkisinin İncelenmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 21 (62), 379-393, May, 21, 5, 2019.

- [12] Özcan, U., Duran, G., Erol, İ., Çok Katlı Betonarme Döşeme Sistemleri / İstanbul Örneği, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (17), 161-175, December, 31, 12, 2019.
- [13] Yaman, S., Tekeli, H., Demir, F., Betonarme Binalarda Perde Yeri Değişiminin Bina Performansına Etkisi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (16), 194-204. August, 31, 8, 2019.
- [14] Aksoylu, C., Arslan, M., 2007 ve 2019 Deprem Yönetmeliklerinde Betonarme Binalar İçin Yer Alan Farklı Deprem Kuvveti Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması Olarak İrdelenmesi , International Journal of Engineering Research and Development, 13 (2), 359-374 June, 18, 6, 2021.
- [15] Ulutaş, H., Dilmac, H., Tekeli, H., Demir, F., Okul Binalarında Bulunması Gereken Perde Duvar Oranı Üzerine Bir Çalışma, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10 (1), 1-10, July, 29, 7, 2019.
- [16] Kasap, H., Mert, N., Sevim, E., Şeber, B., Perdeli-Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binalarda Taşıyıcı Sistem Seçiminin Yapı Davranışı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi, Academic Platform Journal of Engineering and Science, c. 3, sayı 1, ss. 48-55 November, 14, 11, 2015.
- [17] Tayfur, B., Can, Ö., Farklı Yüksekliğe Sahip Boşluklu Perde Duvarlara ait Davranış Eğrilerinin SAP2000 OAPI ile Elde Edilmesi, Academic Platform Journal of Engineering and Science, c. 6, sayı 3, ss. 84-91, September, 30, 9, 2018.
- [18] Sakcalı, G., Tekeli, H., Demir, F., The Effects of Shear Wall Amount on Building Performance in RC Buildings, Sakarya University Journal of Science, 21 (2), 157-168. April, 1, 4, 2017.

UNIFORM, SIZE-BIASED UNIFORM VE TRUNCATED SIZE-BIASED UNIFORM DAĞILIMLARI İÇİN ÇEŞİTLİ ENTROPİ ÖLÇÜLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

Abdüllatif KNIFATI¹ , Sevgi YURT ÖNCEL²

¹Kırıkkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, 0000-0002-3396-6317

² Fen-Edebiyat Fakültesi Kırıkkale Üniversitesi, 0000-0002-0990-292X

ÖZET

Rasgele herhangi bir durumda bulunan bir sisteme ilişkin alınan bir bilginin ne kadar değerli olduğunu ölçmeye yarayan kritere, sistemin “kararsızlık derecesi” denir. Bir sistemin kararsızlık derecesi yani belirsizliği (entropisi) sadece mümkün olan durum sayısı ile değil, o durumda bulunma olasılıkları ile de bağlantılıdır. Bir rasgele değişkenin aldığı değerleri, sistemin bulunabileceği durumlar olarak ele alabiliriz. Rasgele değişken, Düzgün Dağılıma sahip olduğunda sistemin belirsizliğini hangi ölçüyle belirleyeceğimize karar vermek önemli bir problemdir. Literatürde belirsizlik hakkında çok çeşitli entropi ölçüleri vardır. Bu çalışmada, Uniform(a,b), Size-Biased Uniform (SBU), Truncated Size-Biased Uniform (TSBU) Dağılımları için Shannon, Renyi ve Havrda-Charvat entropileri elde edilmiştir. Bu entropilerin görel kaybı (relative loss) hesaplanarak $a>0, b>0$ durumunda değişik parametreler için bulunan entropilerin karşılaştırmaları yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Entropi, görel kayıp, Uniform Dağılım, Size-Biased Uniform Dağılım, Truncated Size-Biased Uniform Dağılım.

1. GİRİŞ

Rasgele herhangi bir durumda bulunan bir sisteme ilişkin alınan bir bilginin ne kadar değerli olduğunu ölçmeye yarayan kritere, sistemin “kararsızlık derecesi” denir. Bir sistemin kararsızlık derecesi yani belirsizliği (entropisi) sadece mümkün olan durum sayısı ile değil, o durumda bulunma olasılıkları ($f(x)$) ile de bağlantılıdır. Bir rasgele değişkenin aldığı değerleri, sistemin bulunabileceği durumlar olarak ele alabiliriz. Rasgele değişken, belli bir dağılıma sahip olduğunda parametrelere göre sistemin belirsizliğinin hangi entropi ölçüsüyle belirleneceğine karar vermek önemli bir problemdir. Literatürde belirsizlik hakkında pek çok entropi ölçüsü tanımlanmıştır. İlk defa 1948 yılında Shannon tarafından ileri sürülen entropi formülü

$$H(X) = -E(\ln f(x)) = -\int_{S_x} f(x) \ln(f(x)) dx \quad (1)$$

biçimindedir [9]. 13 yıl sonra, Renyi (1961) tarafından.

$$H_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha} \ln \int_{S_x} [f(x)]^\alpha dx, \alpha > 0; \alpha \neq 1 \quad (2)$$

biçiminde yeni bir entropi tanımı verilmiştir [8]. Daha sonra da Havrda-Charvat (1967),

$$H^\alpha(X) = \frac{1}{2^{\alpha-1} - 1} \left[\int_{s_x} [f(x)]^\alpha dx - 1 \right]; \alpha > 0, \alpha \neq 1 \quad (3)$$

biçiminde yeni bir entropi ölçüsü ileri sürmüştür [4]. Sonradan başka entropi ölçüleri de verilmiştir.[1,3,5,6] Bu çalışmada, Uniform (a,b), Size-Biased Uniform (SBU) ve Truncated Size-Biased Uniform (TSBU) Dağılımları için Shannon, Renyi ve Havrda-Charvat entropileri elde edilmiştir. Bu entropilerin göreceli kaybı (relative loss) hesaplanarak $a > 0, b > 0$ durumunda değişik parametreler için karşılaştırmalar yapılmış ve yeni öneriler verilmiştir.

2. AĞIRLIKLANDIRILMIŞ DAĞILIMLAR: SBU DAĞILIMI ve TSBU DAĞILIMI

Son yıllarda yapılan çalışmalardan, örneklem dağılımının belirlenmesinde, ağırlıklandırılmış dağılımların daha iyi uyum gösterdiği bilinmektedir [2]. X negatif değerler almayan ve $f(x)$ olasılık (yoğunluk) fonksiyonuna sahip bir rasgele değişken olmak üzere, uygun ağırlıklandırılmış olasılık (yoğunluk) fonksiyonu

$$f_w(x) = \frac{w(x)f(x)}{E(w(X))} \quad (4)$$

biçiminde elde edilir. Burada $w(x)$, negatif olmayan ağırlıklandırma fonksiyonudur ve beklenen değeri $E(w(X)) < \infty$ dır. Eğer $w(x) = x$ olarak seçilirse elde edilen yeni dağılıma özel olarak size (length) biased dağılım adı verilir [4].

X rasgele değişkeni Düzgün Dağılıma sahip iken $X \sim U(a,b)$ olarak gösterelim. Burada a ve b dağılımın parametreleri olsun. O zaman Uniform Dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(x,a,b) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & , a < x < b \\ 0 & , \text{diğer yerlerde} \end{cases} \quad (5)$$

biçimindedir. (4) eşitliğinde $w(x) = x$ seçilerek Size-Biased Uniform (SBU) Dağılımı

$$g(y,a,b) = \frac{w(y)f(x,a,b)}{E(w(y))} \quad (6)$$

biçiminde elde edilir. Truncated Size-Biased Uniform (TSBU) Dağılımı ise

$$f(z,t,a,b) = \frac{g(y,a,b)}{G(t) - G(a)}, \quad a < z < t, \quad t < b \quad (7)$$

biçiminde tanımlanır.

Uniform dağılım için SBU dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu (oyf)

$$g(y, a, b) = \begin{cases} \frac{y \cdot \frac{1}{b-a}}{a+b} & , a < y < b \\ \frac{2}{b^2-a^2} & , a < y < b \\ 0 & , d.y. \end{cases} = \begin{cases} \frac{2y}{b^2-a^2} & , a < y < b \\ 0 & , d.y. \end{cases} \quad (8)$$

ve dağılım fonksiyonu (df)

$$G(y, a, b) = \begin{cases} 0 & , x \leq a \\ \frac{x^2 - a^2}{b^2 - a^2} & , a < x < b \\ 1 & , x \geq b \end{cases} \quad (9)$$

biçiminde elde edilir. Uniform Dağılım için TSBU dağılımının oyf'si ise

$$f(z, t, a, b) = \begin{cases} \frac{\frac{2z}{b^2-a^2}}{\frac{t^2-a^2}{b^2-a^2} - \frac{a^2-a^2}{t^2-a^2}} = \frac{2z}{t^2-a^2} & , a < z < t \leq b \\ 0 & , d.y. \end{cases} \quad (10)$$

ve dağılım fonksiyonu (df)

$$F(Z, a, t) = \begin{cases} 0 & ; z < a \\ \frac{z^2 - a^2}{t^2 - a^2} & ; a < z < t \\ 1 & ; z > t \end{cases}$$

biçiminde elde edilir.

3. UNIFORM, SBU VE TSBU DAĞILIMLARININ ENTROPİLERİ

Bu bölümde Uniform , SBU ve TSBU dağılımları için (1)-(3) eşitlikleri ile verilen entropiler elde edilmiştir. Sırasıyla Uniform (X), SBU (Y) ve TSBU (Z)'nin Shannon entropisi

$$H(X) = \ln(a-b) \quad (11)$$

$$\begin{aligned} H(Y) &= \frac{1}{2(a^2-b^2)} \left(2b^2 \ln\left(-\frac{b}{a^2-b^2}\right) - a^2 \ln\left(-\frac{a}{a^2-b^2}\right) - 2a^2 \ln(2) + 2b^2 \ln(2) + a^2 - b^2 \right) \\ &= \frac{1}{a^2-b^2} \left(b^2 \ln\left(\frac{b}{b^2-a^2}\right) - a^2 \ln\left(\frac{a}{b^2-a^2}\right) \right) + 1 - \ln(2) \\ &= \frac{1}{a^2-b^2} (b^2 \ln(b) - a^2 \ln(a)) + 1 - \ln(2) + \ln(b^2 - a^2) \end{aligned} \quad (12)$$

$$H(Z) = \frac{1}{2} \frac{2t^2 \ln\left(-\frac{t}{a^2-t^2}\right) - 2a^2 \ln(2) + 2t^2 \ln(2) - 2a^2 \ln\left(-\frac{a}{a^2-t^2}\right) + a^2 - t^2}{a^2 - t^2} \quad (13)$$

biçiminde elde edilmiştir. Sırasıyla Uniform (X), SBU (Y) ve TSBU (Z)'nin Renyi entropisi

$$\begin{aligned} H(X) &= \frac{\ln\left(\left(\frac{1}{b-a}\right)^\alpha (b-a)\right)}{1-\alpha} \\ &= \frac{-\alpha \ln(b-a) + \ln(b-a)}{1-\alpha} = \ln(b-a) \end{aligned} \quad (14)$$

$$H_\alpha(Y) = \frac{\ln\left(\frac{b2^\alpha\left(-\frac{b}{a^2-b^2}\right)^\alpha - a2^\alpha\left(-\frac{a}{a^2-b^2}\right)^\alpha}{\alpha+1}\right)}{1-\alpha} \quad (15)$$

$$= \frac{\alpha \ln\left(\frac{2}{b^2-a^2}\right) + \ln(b^{\alpha+1} - a^{\alpha+1}) - \ln(\alpha+1)}{1-\alpha}$$

$$H_\alpha(Z) = \frac{\ln\left(\frac{a2^\alpha\left(-\frac{a}{a^2-t^2}\right)^\alpha - t2^\alpha\left(-\frac{t}{a^2-t^2}\right)^\alpha}{\alpha+1}\right)}{1-\alpha} \quad (16)$$

ve sırasıyla Uniform (X), SBU (Y) ve TSBU (Z) 'nin Havrda - Charvat entropisi

$$\begin{aligned} H^\alpha(X) &= \frac{\left(\frac{1}{b-a}\right)^\alpha (b-a) - 1}{2^{\alpha-1} - 1} \\ &= \frac{(b-a)^{1-\alpha} - 1}{2^{\alpha-1} - 1} \end{aligned} \quad (17)$$

$$H^\alpha(Y) = \frac{\frac{b2^\alpha\left(-\frac{b}{a^2-b^2}\right)^\alpha - a2^\alpha\left(-\frac{a}{a^2-b^2}\right)^\alpha}{\alpha+1} - 1}{2^{\alpha-1} - 1} \quad (18)$$

$$H^\alpha(Z) = \frac{-a2^\alpha \left(-\frac{a}{a^2-t^2}\right)^\alpha + t2^\alpha \left(-\frac{t}{a^2-t^2}\right)^\alpha}{\alpha+1} - 1 \quad (19)$$

biçiminde elde edilmiştir.

3. GÖRELİ KAYIP

$H(X)$, $H(Y)$ ve $H(Z)$ 'nin Uniform, SBU ve TSBU dağılımının karşılık gelen entropileri olduğunu varsayalım. Bu entropilerin birbirleriyle karşılaştırılması için kullanılan görelî kayıp (Relative Loss-RL)

$$RL(S)_{SBU} = 1 - \frac{H(Y)}{H(X)}$$

biçiminde tanımlanır [3]. SBU(Y) karşılaştırması ile TSBU(Z) için benzer görelî kayıp aşağıda verilmiştir:

$$RL(S)_{TSBU} = 1 - \frac{H(Z)}{H(Y)}$$

i. Shannon entropisinin görelî kaybı

$$RL(S)_{SBU} = 1 + \frac{1}{2} \frac{2a^2 \ln\left(-\frac{a}{a^2-b^2}\right) - 2b^2 \ln\left(-\frac{b}{a^2-b^2}\right) + 2a^2 \ln(2) - 2b^2 \ln(2) - a^2 + b^2}{(a^2-b^2) \ln(b-a)}$$

$$RL(S)_{TSBU} = 1 + \frac{\left(2t^2 \ln\left(-\frac{1}{a^2-t^2}\right) - 2a^2 \ln(2) + 2t^2 \ln(2) - 2a^2 \ln\left(-\frac{a}{a^2-t^2}\right) + a^2 - t^2\right)(a^2-b^2)}{\left((a^2-t^2)\left(2a^2 \ln(2) - 2b^2 \ln(2) + 2a^2 \ln\left(-\frac{a}{a^2-t^2}\right) - 2b^2 \ln\left(-\frac{b}{a^2-t^2}\right) - a^2 + b^2\right)\right)}$$

ii. Renyi entropisinin görelî kaybı

$$RL(S)_{SBU} = 1 - \frac{\ln\left(\frac{-b2^\alpha \left(-\frac{b}{a^2-b^2}\right)^\alpha + a2^\alpha \left(-\frac{a}{a^2-b^2}\right)^\alpha}{\alpha+1}\right)}{\ln\left(\left(\frac{1}{b-a}\right)^\alpha (b-a)\right)}$$

$$RL(S)_{TSBU} = 1 - \frac{\ln \left(\frac{t 2^\alpha \left(-\frac{t}{a^2 - t^2} \right)^\alpha - a 2^\alpha \left(-\frac{a}{a^2 - t^2} \right)^\alpha}{\alpha + 1} \right)}{\ln \left(\frac{a 2^\alpha \left(-\frac{a}{a^2 - b^2} \right)^\alpha - b 2^\alpha \left(-\frac{b}{a^2 - b^2} \right)^\alpha}{\alpha + 1} \right)}$$

iii. Havrda-Charvat entropisinin görelî kaybı:

$$RL(S)_{SBU} = 1 - \frac{\frac{a 2^\alpha \left(-\frac{a}{a^2 - b^2} \right)^\alpha - b 2^\alpha \left(-\frac{b}{a^2 - b^2} \right)^\alpha}{\alpha + 1} - 1}{\left(\frac{1}{b - a} \right)^\alpha (b - a) - 1}$$

$$RL(S)_{TSBU} = 1 - \frac{\frac{-a 2^\alpha \left(-\frac{a}{a^2 - t^2} \right)^\alpha + t 2^\alpha \left(-\frac{t}{a^2 - t^2} \right)^\alpha}{\alpha + 1} - 1}{\frac{-b 2^\alpha \left(-\frac{b}{a^2 - b^2} \right)^\alpha + a 2^\alpha \left(-\frac{a}{a^2 - b^2} \right)^\alpha}{\alpha + 1} - 1}$$

biçiminde elde edilmiştir.

4. ENTROPİLERİN KARŞILAŞTIRMASI

Bu bölümde, çeşitli t , a ve b değerleri için görelî kayıp hesaplanmış ve Çizelge 1-12'de verilmiştir. Şekil 1, 2 ve 4, Uniform ve SBU dağılımlarının farklı entropilerinin nasıl davrandığını gösterir. Şekil 3, TSBU dağılımının entropi davranışını gösterir. Aşağıdaki sonuçlar, R programında yapılan hesaplamaların sonuçlarıdır:

1. $b-a=1$ ise, üç entropi de sıfırdır.
2. Renyi ve Shannon'ın entropisi her zaman her $[a, b]$ için birbirine eşittir ve α 'dan bağımsızdır.
3. $(b-a) = 1/2$ olduğunda, Havrda - Charvat entropisi = 1
 - I. $(b-a) > 1/2$ olduğunda, Havrda - Charvat entropisi sıfıra gider.
 - II. $(b-a) < 1/2$ olduğunda, Havrda - Charvat 'ın entropisi sonsuza gider

Çizelge 1. Uniform Dağılım için Hesaplanan Entropiler

$a = 1 , b = 3$		
α	Shannon veya Renyi	Havrda-Charvat
0.6	0.69315	-1.3195
0.8	0.69315	-1.1487
0.99	0.69315	-1.007
1.2	0.69315	-0.87055
1.4	0.69315	-0.75786
1.6	0.69315	-0.65975
1.7	0.69315	-0.61557

$a=1$ ve $b=3$ iken Shannon veya Renyi entropi Havrda-Charvat'tan daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 2. Uniform Dağılım için Hesaplanan Entropiler

$a = 0 , b = 1.5$		
α	Shannon veya Renyi	Havrda-Charvat
0.6	0.4054	-0.7271
0.8	0.4054	-0.6525
0.99	0.4054	-0.5882
1.2	0.4054	-0.5238
1.4	0.4054	-0.4686
1.6	0.4054	-0.4187
1.7	0.4054	-0.3957

$a=0$ ve $b=1.5$ iken Shannon veya Renyi entropi Havrda-Charvat'tan daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 3. Uniform Dağılım için Hesaplanan Entropiler

$a = 0 , b = 0.75$		
α	Shannon veya Renyi	Havrda-Charvat
0.6	-0.2877	0.4489
0.8	-0.2877	0.4319
0.99	-0.2877	0.4159
1.2	-0.2877	0.3983
1.4	-0.2877	0.3817
1.6	-0.2877	0.3653
1.7	-0.2877	0.3572

$a=0$ ve $b=1$ iken Havrda-Charvat entropi Shannon veya Renyi den daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4. Uniform Yerine SBU Kullanılırsa Görelî Kayıp

$a = 1, b = 3$			
α	Shannon	Renyi	Havrda-Charvat
0.6	0.06173	0.03793	0.08665
0.8	0.06173	0.04999	0.07119
0.99	0.06173	0.06116	0.06212
1.2	0.06173	0.07315	0.05546
1.4	0.06173	0.08424	0.05105
1.6	0.06173	0.09499	0.04784
1.7	0.06173	0.10027	0.04655

$a=1$ ve $b=3$ durumunda SBU'ya görelî kayıp değeri en büyük entropinin Havrda-Charvat olduğu ve en düşük entropinin Renyi olduğu, ancak $\alpha, 0,99$ 'dan büyük olduğunda Renyi entropisinin Havrda-Charvat ve Shannon 'dan daha büyük bir değere sahip olduğu görölmüştür.

Çizelge 5. Uniform Yerine SBU Kullanılırsa Görelî Kayıp

$a = 1, b = 5$			
α	Shannon	Renyi	Havrda-Charvat
0.6	0.05618	0.03528	0.04552
0.8	0.05618	0.04600	0.05233
0.99	0.05618	0.05569	0.05605
1.2	0.05618	0.06585	0.05767
1.4	0.05618	0.07501	0.05731
1.6	0.05618	0.08368	0.05556
1.7	0.05618	0.08784	0.05429

$a=1$ ve $b=5$ durumunda $\alpha \leq 0.99$ için SBU'nın görelî kayıp değeri Shannon için daha büyük ve Renyi için daha küçük olduğu görölmüştür. $\alpha > 0.99$ olduğunda, Renyi entropisinin görelî kayıp değeri daha büyüktür çıkmıştır.

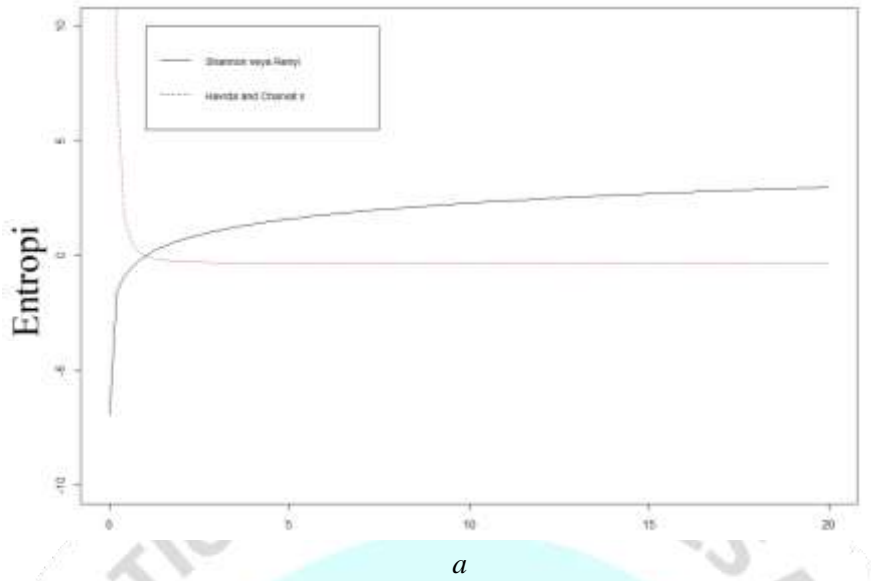
Çizelge 6. SBU Dağılımı Yerine TSBU Kullanılırsa Görelî Kayıp

$a = 1, b = 3, \alpha = 0,5$			
t	Shannon	Renyi	Havrda-Charvat
1.10	-2.3030	-2.3028	2.3346
1.25	-1.3884	-1.3873	1.7080
1.50	-0.6998	-0.6965	1.0040
1.75	-0.3002	-0.2940	0.4667
2.00	-0.0187	-0.0095	0.0162
2.50	0.3743	0.3895	-0.7341
2.75	0.5225	0.5406	-1.0596

$t \leq 2$ ise Havarda-Charvat entropisinin Shannon ve Renyi'den daha büyük bir görelî kayıp değeri sahip olduğunu, $t > 2$ için Shannon veya Renyi'nin görelî kayıp değeri Havrda-Charvat 'den daha büyük olduğu görölmektedir.

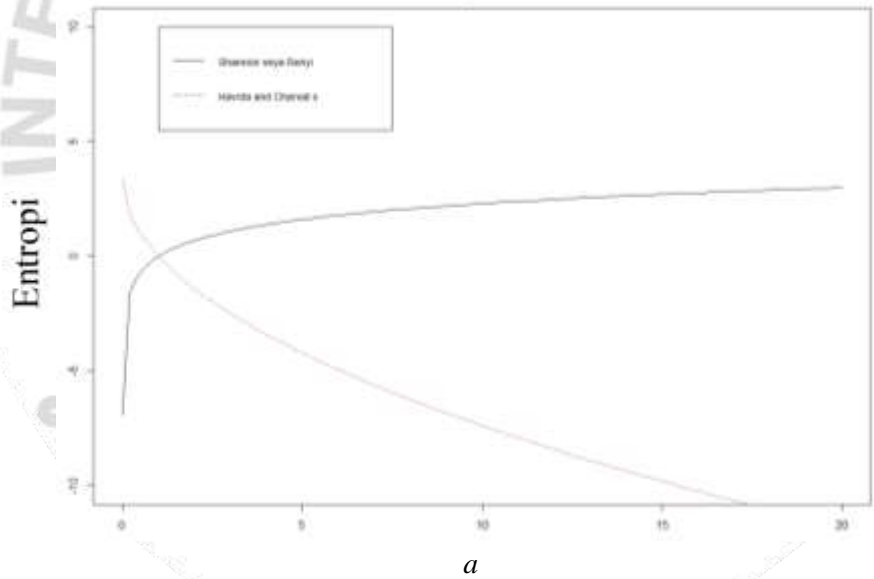
Yukarıda verilen Çizelge 1-6 daki sonuçlar aşağıda grafik olarak verilmiştir.

$\alpha = 3$, $b = 20$ iken Uniform dağılım entropisi



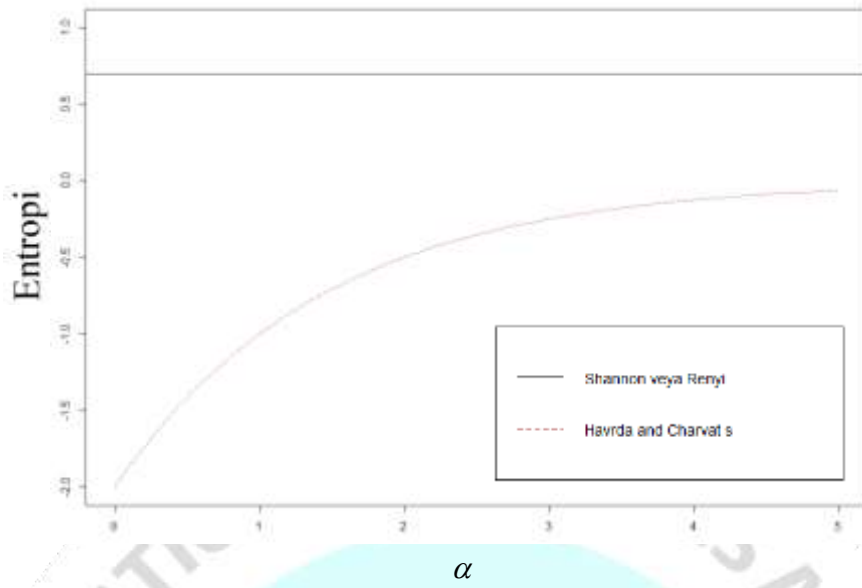
Şekil 1. $\alpha = 3$, $b=20$ iken Uniform Dağılımın entropi grafiği.

$\alpha = 0,5$, $b = 20$ iken Uniform dağılım entropisi



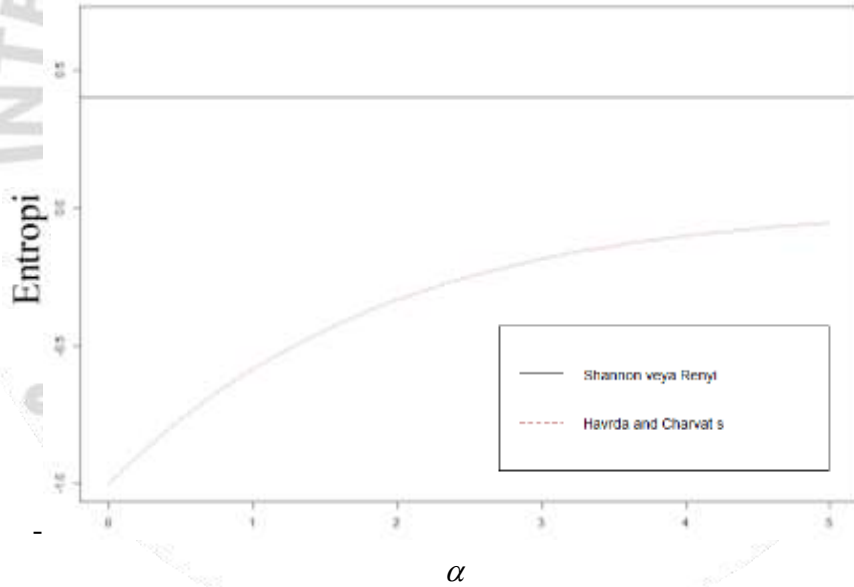
Şekil 2. $\alpha = 1.5$ olduğunda farklı $[a, b]$ değerlerine sahip Uniform dağılımın farklı entropi grafiği.

$a = 1$, $b = 3$ iken Uniform dağılım entropisi



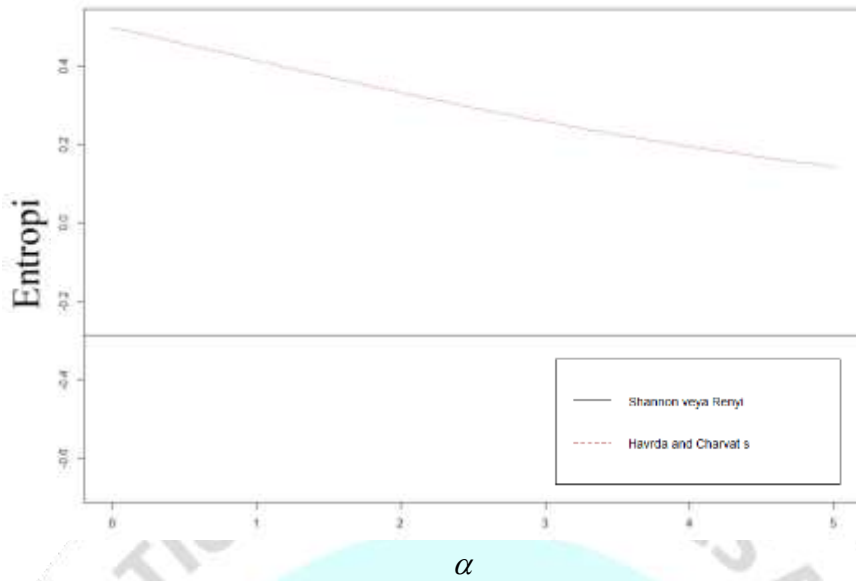
Şekil 3. $\alpha > 0$ olduğunda $a=1$ ve $b=3$ olan Uniform Dağılımın entropi grafiği.

$a = 0$, $b = 1.5$ iken Uniform dağılım entropisi



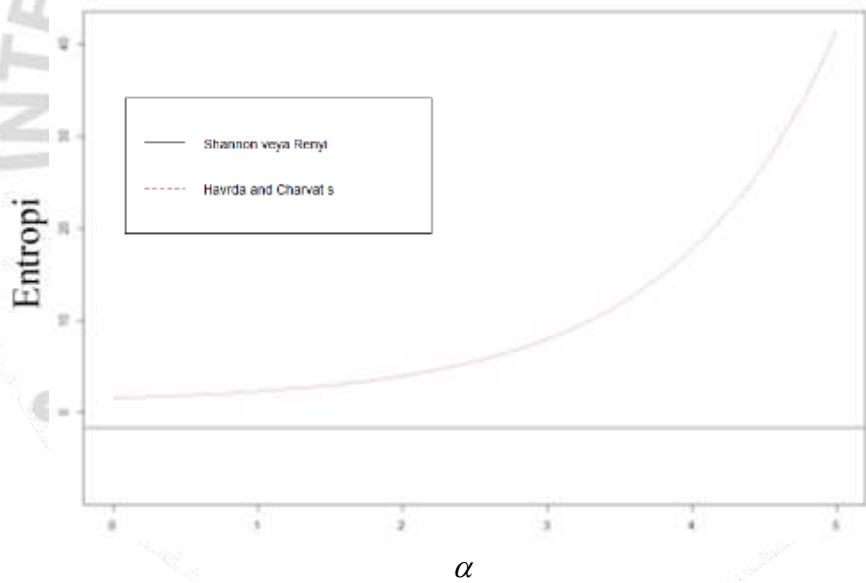
Şekil 4. $\alpha > 0$ olduğunda $a=0$ ve $b=1.5$ olan Uniform Dağılımın entropi grafiği.

$a = 0$, $b = 0.75$ iken Uniform dağılım entropisi

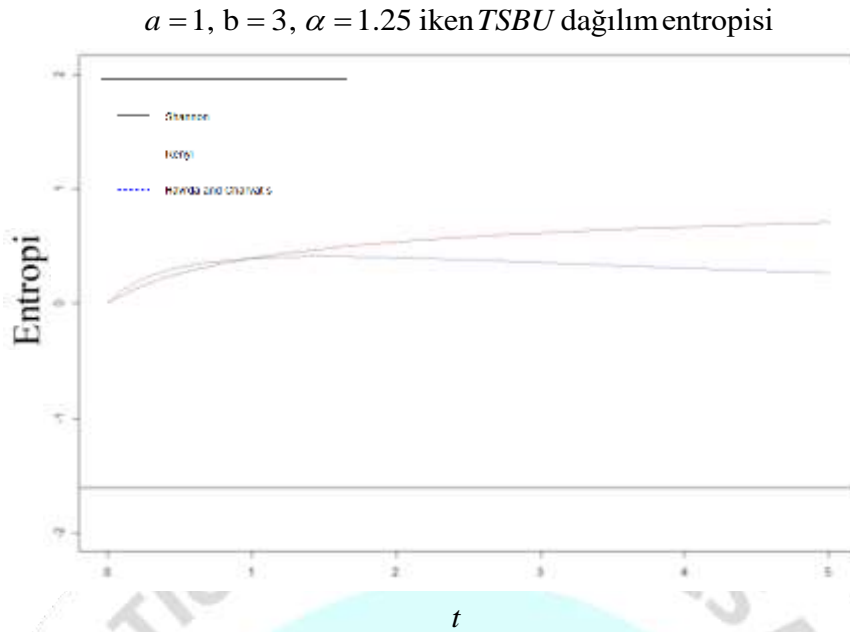


Şekil 5. $\alpha > 0$ olduğunda $a = 0$ ve $b = 0.75$ olan Uniform Dağılımın entropi grafiği.

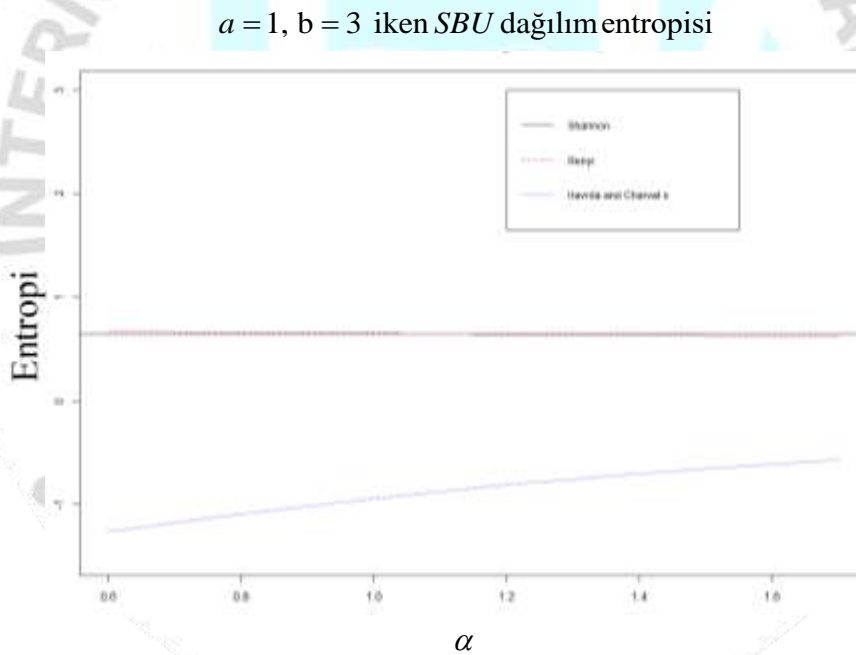
$a = 0$, $b = 0.2$ iken Uniform dağılım entropisi



Şekil 6. $\alpha > 0$ olduğunda $a = 0$ ve $b = 0.2$ olan Uniform Dağılımın entropi grafiği.



Şekil 7. t artarken $a=1$ ve $b=3, \alpha=1.25$ olan *TSBU* Dağılımının entropi grafiği.



Şekil 8. α artarken $a=1$ ve $b=3$ olan *S* *BMU* Dağılımının entropi grafiği.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada verilen çizelge ve şekillerde belli parametreler için R programı kullanılarak elde edilen sonuçlar verilmiştir. Bu sonuçların, popüler entropi ölçülerini farklı, daha genel ve titiz bir ortamda yeniden incelemenin yolunu açması beklenmektedir. Teorik olarak t artarken entropinin artması, göreceli kaybın azalması beklenir.

Bu çalışmada Uniform, *SBU* ve *TSBU* dağılımları için üç farklı entropi ölçüleri karşılaştırılmıştır. Bu dağılımların parametreleri a, b olmak üzere $b-a > 1$ ise Havrda ve

Charvat entropi artan eğilim göstermiş ve geri kalan entropi ölçümleri düşüş eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Ancak $b-a < 1$ ise Havrda ve Charvat entropisi düşüş eğiliminde, Shannon ve Renyi entropileri ise artış eğiliminde görülmüştür. SBU Dağılımı yerine TSBU Kullanılırsa Havrda-Charvat entropisinin görece kaybı, " t " arttıkça düşen eğilim göstermektedir. Eğer " t " artarsa Shannon ve Renyi'nin entropi ölçütlerinin görece kaybında artan eğilim görülmüştür. Bu üç dağılım için Havrda-Charvat'ın incelenen diğer iki entropi ölçülerinden daha iyi performans gösterdiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

- [1] Arimoto, S. Information-theoretical considerations on estimation problems. *Information and control*, 19(3), 181-194, 1971.
- [2] Nanda, A. K., Jain, K. Some weighted distribution results on univariate and bivariate cases. *Journal of Statistical planning and Inference*, 77(2), 169-180, 1999.
- [3] Basit, A., Riaz, A., Iqbal, Z., and Ahmad, M. On Comparison of Entropy Measures for Weighted and Truncated Weighted Exponential Distributions. *Advances And Applications in Statistics*, 50(6), 477-495, 2017.
- [4] Havrda, J., Charvát, F. Quantification method of classification processes. Concept of structural α -entropy. *Kybernetika*, 3(1), 30-35, 1967.
- [5] Dey, S., Maiti, S. S., and Ahmad, M. Comparison of Different Entropy Measures. *Pak. J. Statist*, 32(2), 97-108, 2016.
- [6] Mahdy, M., and Samir, D. Application of Entropy Measures to a Failure Times of Electrical Components Models. *Pakistan Journal of Statistics and Operation Research*, 909-930, 2017.
- [7] Patil, G. P. and Ord, J. K. On size-biased sampling and related form-invariant weighted distributions. *Sankhyā: The Indian Journal of Statistics, Series B*, 48-61, 1976.
- [8] Renyi, A. On measure of entropy and information. *Proceeding of the 4th Berkeley*, 547-561, 1961.
- [9] Shannon, C. E. A mathematical theory of communication. *Bell System Tech.*, 379-423, 1948.

TÜRKİYE DEPREM TEHLİKE HARİTASI VE 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ ZEMİN SINIFLARININ DAYANMA YAPILARININ DAVRANIŞLARINA GETİRDİĞİ FARKLILIKLAR

Seray PEŞİN ¹, Prof. Dr. Zeki GÜNDÜZ ²

¹ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0002-9717-4845

² Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, [0000-0002-5284-7532](https://orcid.org/0000-0002-5284-7532)

ÖZET

Türkiye, Dünya'nın aktif deprem kuşağında kalmaktadır. Dönemsel olarak ülkemizin dört bir yanında şiddeti yüksek ve yıkıcı depremler meydana gelmiştir. Yapılacak inşaat tasarımlarında statik etkiler yanında yıkıcı olan dinamik etkilerle oluşan deprem etkisini de hesap ederek tasarımlar yapılması gerekmektedir. Deprem etkisi göz önünde bulundurarak incelenmesi gereken yapı tasarımlarından biri de dayanma yapılarıdır.

Dayanma yapıları; kot farkından doğan göçme riskini önlemek; genel olarak zemini istenilen konumda tutmak amacıyla yapılmış yapılardır. Dayanma yapıları kullanım amaçlarına göre farklı şekiller ve malzemelerden üretilen türleri mevcuttur. Dayanma yapılarına statik etkilerden dolayı oluşan kuvvetlerin yanında, depremden dolayı oluşan ek dinamik yükler de etki etmektedir. Ülkemizin aktif deprem kuşağında yer alması dolayısıyla dayanma yapılarına gelen ek dinamik yüklerin hesaplanması önem arz etmektedir. Yıllar boyunca statik ve dinamik etkileri hesaplayabilmek amacıyla birçok araştırma ve çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada dayanma yapı örnekleri, kullanılan yöntem ve yönetmelikler açıklanmaya çalışılmıştır.

İstinat yapılarının tasarımında deprem etkisini de hesaba katarak tasarım yapılması gerekmektedir. Deprem etkisi altında yapının yeterli bir güvenlikte kalması amacıyla deprem parametreleri geliştirilmiştir. Depremler sırasında oluşacak deprem ivmelerini gösteren "Türkiye Deprem Tehlike Haritası" 2018 yılında yayınlanmış, 2019 yılında ise "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği" yürürlüğe girmiştir. Yapılan değişikliklerle beraber, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) 2007 geçerliliğini yitirmiş olup, mevcut yapıların depreme karşı güvenlikleri sorgulanır hale gelmiştir.

Ülkemizde ve Dünya'da uygulanan deprem etkisi altında yapılacak yapılara uygulanan yöntem ve yönetmelikler zamanla değişmiştir. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007) zemin etkileri önem derecesine göre ülkenin her yerinde aynı hesap yöntemi kullanılmaktaydı. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018) etkin zemin yer ivmelerini (A_0) geliştirerek farklı zemin grupları ve farklı konumlardaki değerlere hesap edilmeye başlanılmıştır.

Bu amaçla deprem etkisini hesaba katarak Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğe (TBDY) 2019 göre bir model oluşturularak, farklı deprem bölgelerinden, farklı zemin sınıflarına ilişkin bilgiler Türkiye Deprem Tehlike Haritası (2018) üzerinden alınmıştır. Yapılan hesaplar excel tablosu üzerinden formüller girilmesiyle, oluşturulan parametre değerlerinde değişiklik yapılarak hesaplanmıştır. Bu tez kapsamında 4 farklı ilimizde 3 farklı konumda farklı zemin sınıflarındaki

dayanma yapılarına etkileyen dinamik etkiler Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018) ile Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007) karşılaştırmalı olarak model oluşturulmasıyla, farklı içsel sürtünme açılarıyla (ϕ) model oluşturularak analizler yapılmıştır. Değişen dinamik yükler ile birlikte (TBDY) (2018) ile (DBYBHY) (2007) arasındaki yük değişimleri karşılaştırmalı bir şekilde hesaplanmıştır. Bu karşılaştırmalar yapılırken Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018) ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007) için hesap yöntemleri kullanılarak, etkin yer ivme katsayısı (A_0), içsel sürtünme açılarıyla (ϕ) gibi parametreleri değiştirilerek duvara gelen yanal toprak basınçlarındaki değişimleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar yine tablolar üzerinden yüzdelik olarak dinamik yük artış hesabı yapılarak, görsel ve tablolar halinde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Dayanma yapıları, deprem etkileri, statik ve dinamik etkiler, etkin yer ivme değerleri, içsel sürtünme açısı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007), Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018)

1. GİRİŞ

Geoteknik mühendisliğinin temel sorunlarından birisi zemin arkası toprağın, eğim farkından dolayı oluşan göçme ve kayma riskidir. Doğal tabii zeminin eğimli olmasından dolayı, bu eğimli araziye inşa edilecek yapının zarar görmemesi amacıyla göçme ve kayma riskini engelleyici yapılar inşa etmek gerekmektedir.

Bu amaçla doğal zemini istenilen konumda tutmak, zemin arkasındaki toprağın kaymasını engellemek ve zemin stabilitesini sağlamak amacıyla istinat yapıları geliştirilmiştir. Dayanma (istinat) yapıları, doğal ve yapay şevlerde; zeminden gelen yanal toprak basınçlarını karşılayarak toprağın yatay düzlemde kaymasını engelleyen kalıcı veya geçici yapılardır.

Dayanma yapıları doğal afetler, hızlı nüfus artışı, şehirleşme gibi etkenlerle son dönemlerde sıkça kullanılmaya başlanılmıştır. Dayanma yapıları farklı kullanım alanlarında kullanılmak üzere rijit, yarı rijit ve esnek dayanma yapıları olarak sınıflandırılmaktadır. Esnek dayanma yapılarına palplanş perdeleri örnek verilebilir. Ağırlık tipi duvarlar, yarı ağırlık tipi duvarlar, konsol duvarlar, payandalı ve ters payandalı duvarlar, kafes tipi duvarlar rijit dayanma yapı örnekleridir. Betonarme konsol olarak yapılan istinat duvarları uygulamada daha yaygın kullanıma sahip olması sebebiyle incelemelerimiz istinat duvarı üzerinden yapılacaktır.

İstinat duvarlarının tasarımında, statik ve dinamik etkiler altındaki durum hesaba katılarak tasarım yapılmaktadır. Statik durumdaki toprak basınçlarını tespit etmek, dinamik toprak basıncına nazaran oldukça kolaydır. Statik durumdaki toprak basınçlarını tespit etmek amacıyla Rankine ve Coulomb teoremleri geliştirilmiştir. Dinamik toprak basınçlarıyla ilgili olarak ise Okabe ve Mononobe-Matsuo teoremleri geliştirilmiştir. Birçok ülkede olduğu gibi dinamik toprak basıncında ülkemizde de hesap yöntemi olarak Mononobe - Okabe yöntemi kullanılmaktadır.

Bu yöntemde; Coulomb teorisinde yapılan kabuller geçerli olup, deprem etkilerini eş değer bir kuvvet olarak alan, zemin kamasına gelen tüm kuvvetler dengesini ön planda tutan bir çözüm

yöntemidir. Mononobe - Okabe yönteminde; deprem yükleri de hesaba katılarak yatay ve düşey kuvvetler dengesi ile zemine gelen dinamik toprak basıncı hesaplanabilmektedir.

Zemin ve zemine ait parametreler istinat yapılarının tasarımında en önemli unsur olarak belirlenmektedir. İstinat duvarı stabilite tasarımında, duvar yüksekliği, temel genişliği ve derinliği, içsel sürtünme açısı (ϕ), arazinin eğimi (i), duvar ile zemin arasındaki sürtünme açısı (δ), yer altı suyunun varlığı ve zeminin birim ağırlığı (γ) parametreleri dikkate alınarak statik ve dinamik etkiler altında hesap yapılmaktadır.

Türkiye, Dünya'nın aktif deprem kuşağında kalması dolayısıyla, yapılan istinat duvarı tasarımında deprem etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Dayanma yapıları ekonomik, kullanışlı ve güvenlikte kalacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Yürürlükte olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) hesap yöntemleri değiştirilip, geliştirilerek 2019 yılı itibariyle Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) yeni yönetmeliğimiz olarak yürürlüğe girmiştir. İstinat yapılarına ilişkin hesap yöntemlerinde de önemli değişiklikler olmuştur.

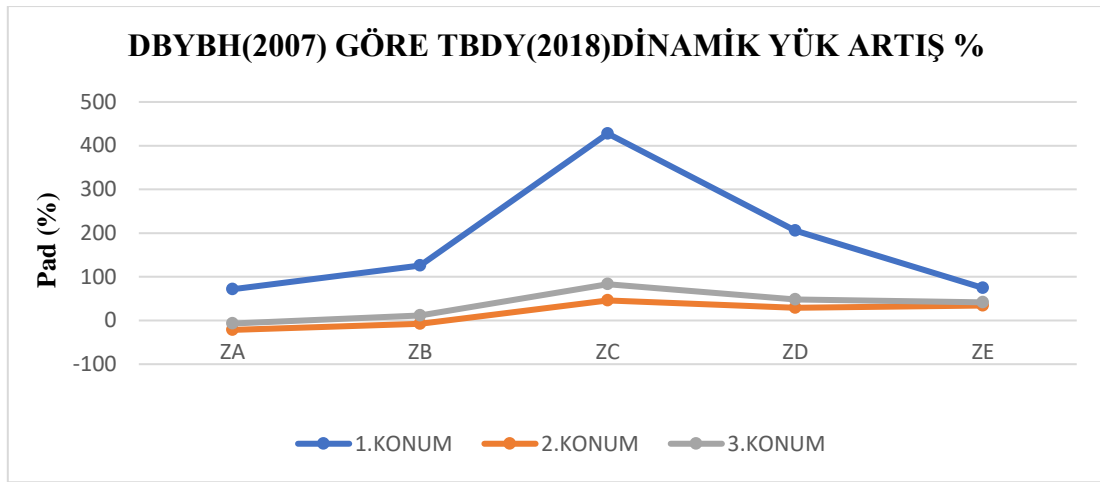
Bu tez kapsamında istinat yapılarının tasarımında kullanılan parametrelerden yararlanılarak bir model oluşturulmuştur. İstinat yapılarına gelen dinamik yükler Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2019 göre hesap edilerek karşılaştırma yapılmıştır.

2. 2007(DBYBHY) VE 2018 (TBDY) DEPREM YÖNETMELİKLERİNE GÖRE ANALİZLER

Dayanma yapılarına ait olarak yaptığımız analizlerde; öncelikle 4 farklı şehirde Sakarya, İstanbul, Kayseri ve Ankara şehirlerinden 3 farklı konum belirlenmiştir. DBYBHY'de (2007) A_0 (Etkin Yer İvme Katsayısı) değerlerine göre 1.derece, 2.derece, 3 derece ve 4.derece deprem olmak üzere şehirlerden örnek alınmıştır. Türkiye Deprem Tehlike Haritasında alansal olarak noktalar seçilmiştir. Bu noktaları TDTH'nda koordinat girerek de yapabiliriz. Bu alanlara ait olarak DD-2 zemin düzeyinde her konum için 5 farklı zemin grubuna ait veri çıktıları alındı. ZA,ZB,ZC,ZD,ZE zemin sınıflarına ait bütün değerler tabloya döküldü. Her zemin sınıfına ait tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{D5}) farklı olmasından dolayı k_h ve k_v değerleri farklı değerler bulunmuştur. DBYBHY'de (2007) ile 5 farklı zemin grubu ile TBDY (2018) karşılaştırılmış, dinamik yük artış hesaplanmıştır.

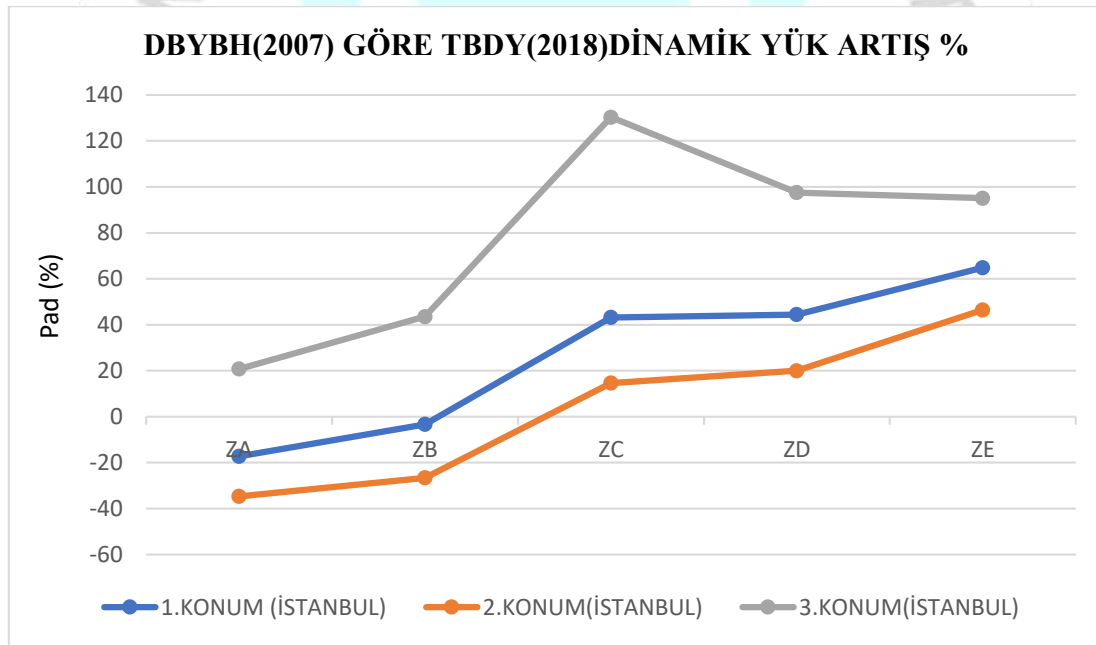
r	1.5	γ	18 kN/m ³
β	0°	γ_d	21 kN/m ³
α	0°	ϕ	30°
c	0		

Görsel 1. Kullanılan Sabit Parametreler



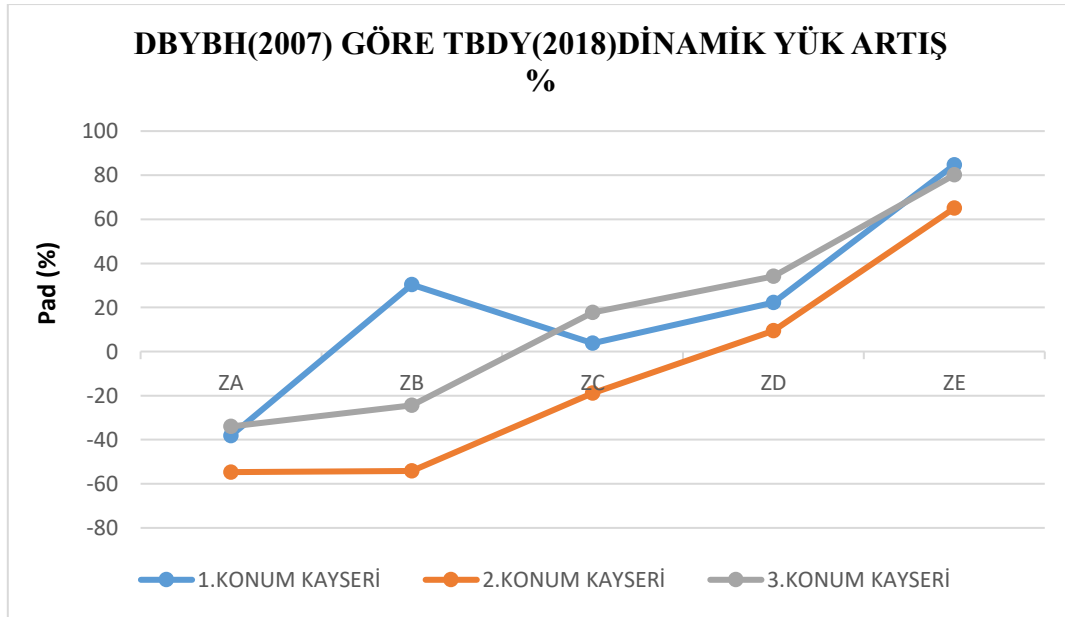
Görsel 2. Sakarya 3 Konum Dinamik Yük Artış.

Sakarya ilinden alınan 3 farklı zemin örneğinde Adapazarı, Söğütü ve Geyve ilçelerinden alınan konumlarda ZC zemin sınıfına ait dinamik yük artış fazlası tespit edilmiştir. Diğer zemin grupları da her durumda DBYBH (2007) göre dinamik yük artışı gözlemlenmiştir.



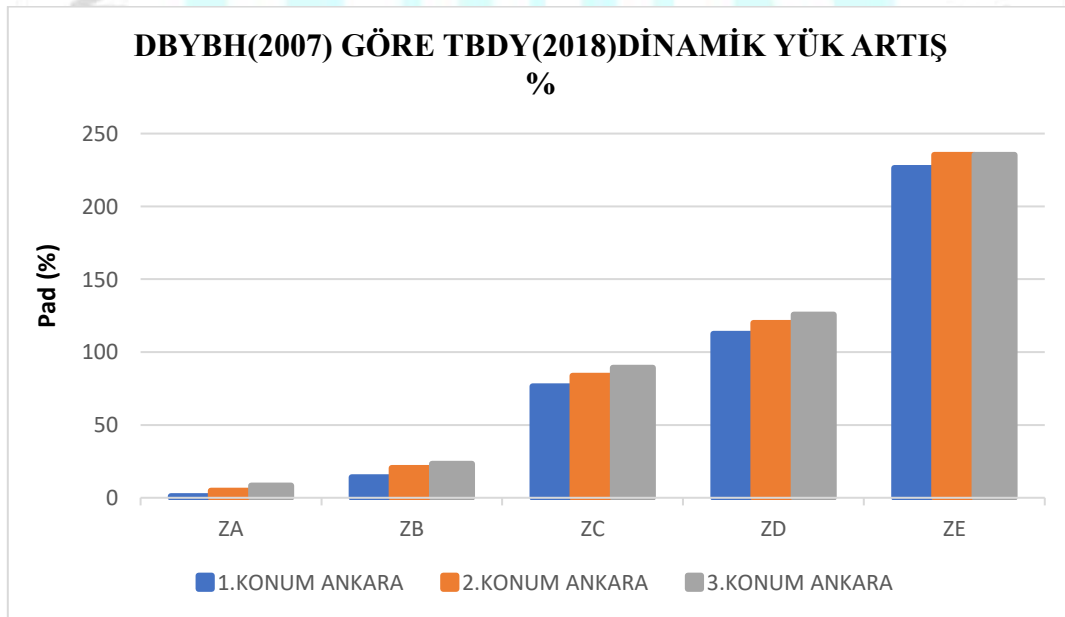
Görsel 3. İstanbul 3 Konum Dinamik Yük Artış

İstanbul ilinden alınan 2 farklı zemin örneğinde Beykoz ve Beşiktaş ilçelerinden alınan konumlarda ZE zemin sınıfı, Ftaih ilçesinde alınan konumda ZC zemin sınıfına ait dinamik yük artış fazlası tespit edilmiştir. Diğer zemin gruplarında da DBYBH (2007) göre dinamik yük artışı gözlemlenmiştir.



Görsel 4. Kayseri 3 Konum Dinamik Yük Artış

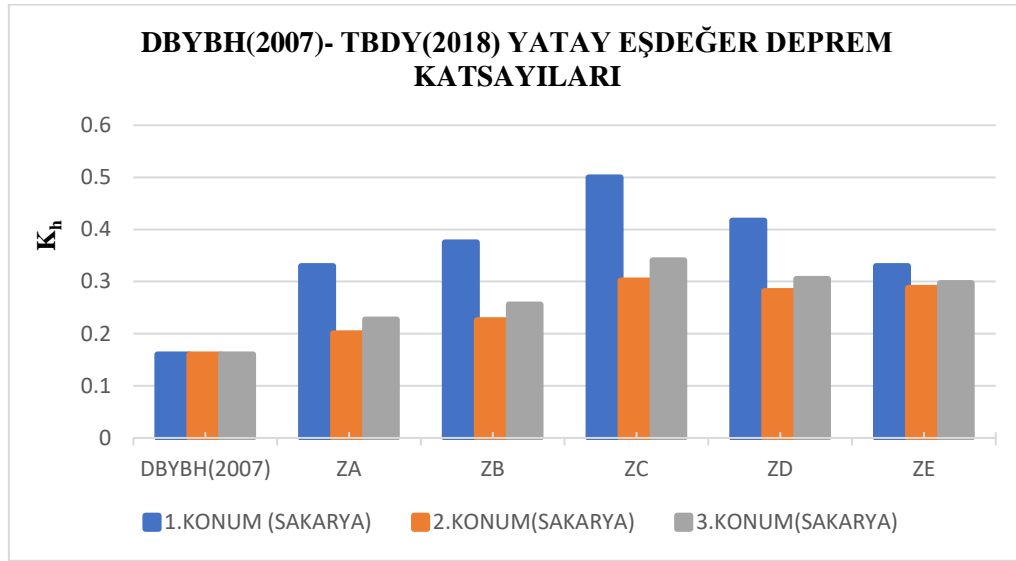
Kayseri ilinden alınan 3 farklı zemin örneğinde ZE zemin sınıfına ait dinamik yük artış fazlası tespit edilmiştir. Diğer zemin grupları da her durumda DBYBH (2007) göre dinamik yük artışı gözlemlenmiştir.



Görsel 5. Ankara 3 Konum Dinamik Yük Artış

Ankara ilinden alınan 3 farklı zemin örneğinde ZE zemin sınıfına ait dinamik yük artış fazlası tespit edilmiştir. Diğer zemin grupları da her durumda DBYBH (2007) göre dinamik yük artışı gözlemlenmiştir.

Kısa periyot spektral ivme kat sayısı (S_{ds}) fazla olan zemin grubunda dinamik yük değerleri ve DBYBHY’de (2007) en fazla yük artışı tespit edilmiştir.



Görsel 6. Sakarya 3 Konum Yatay Eşdeğer Deprem Katsayıları

Eşdeğer deprem yükselteleri ile dinamik yük artış grafiklerinin aynı orantıda olduğu tespit edilmiştir. Eşdeğer deprem katsayıları doğrudan dinamik yük değişimine etki etmektedir.

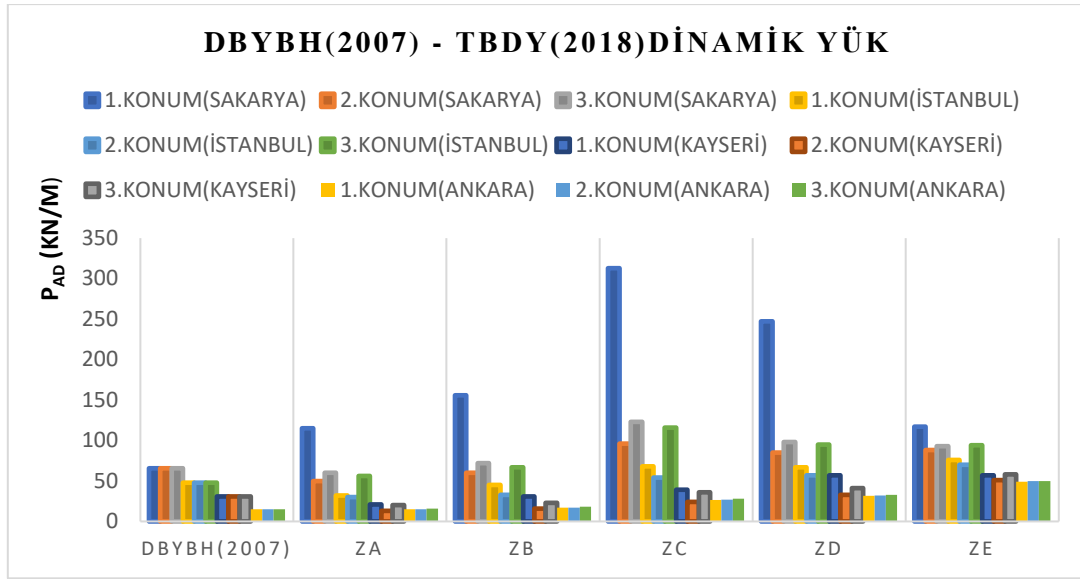
Etkin yer ivme katsayıları (A_0) DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) en büyük yer ivme katsayıları (PGA) karşılaştırmalı olarak yine görsellerle ifade edilmiştir.

Sakarya, İstanbul, Kayseri ve Ankara’da alınan 3 konum için spektral ivme katsayıları (S_{d1} ve S_{ds}) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde (2018), DBYBHY’de (2007) karşılaştırma yapılarak $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek analiz modelleme yapılmıştır. Her konumda 4 farklı açı alınarak 48 adet tablo oluşturulmuştur.

r	1.5	γ	18 kN/m ³
β	0°	γ_d	21 kN/m ³
α	0°	ϕ	DEĞİŞECEK PARAMETRE
c	0		

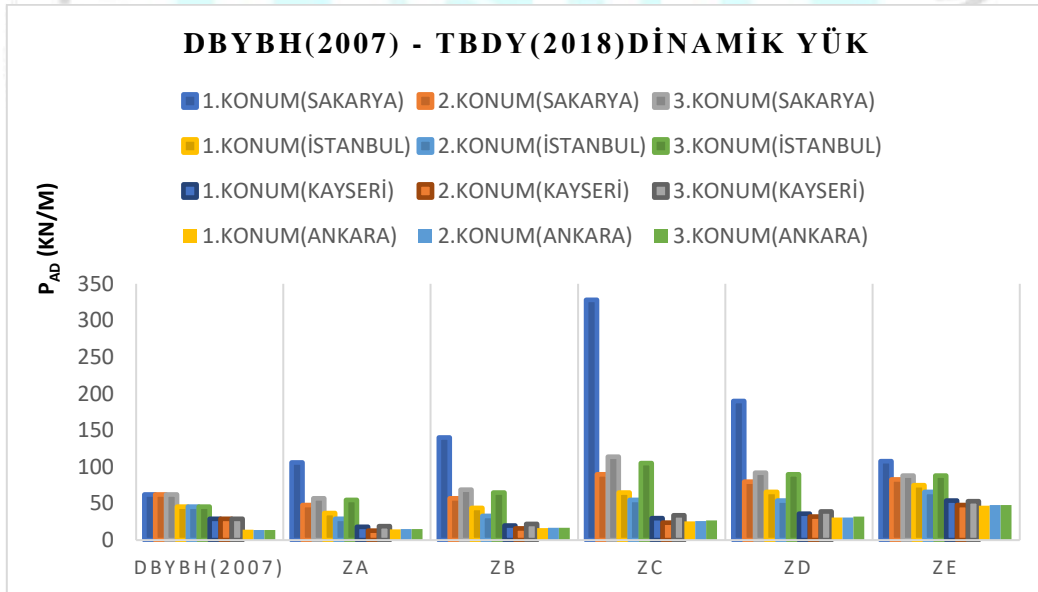
Görsel 7. Model Oluşturulacak Parametreler

- $\phi = 28^\circ$



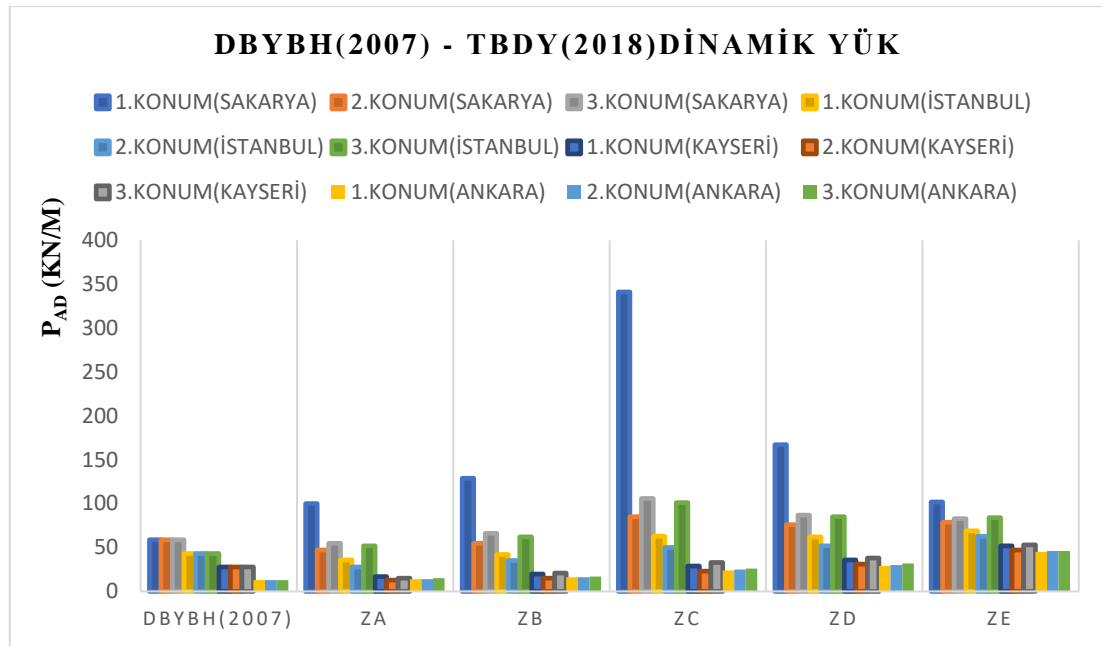
Görsel 7. Sakarya-İstanbul-Kayseri-Ankara 3 Konum $\phi = 28^\circ$ Dinamik Yük Değerleri

- $\phi = 30^\circ$



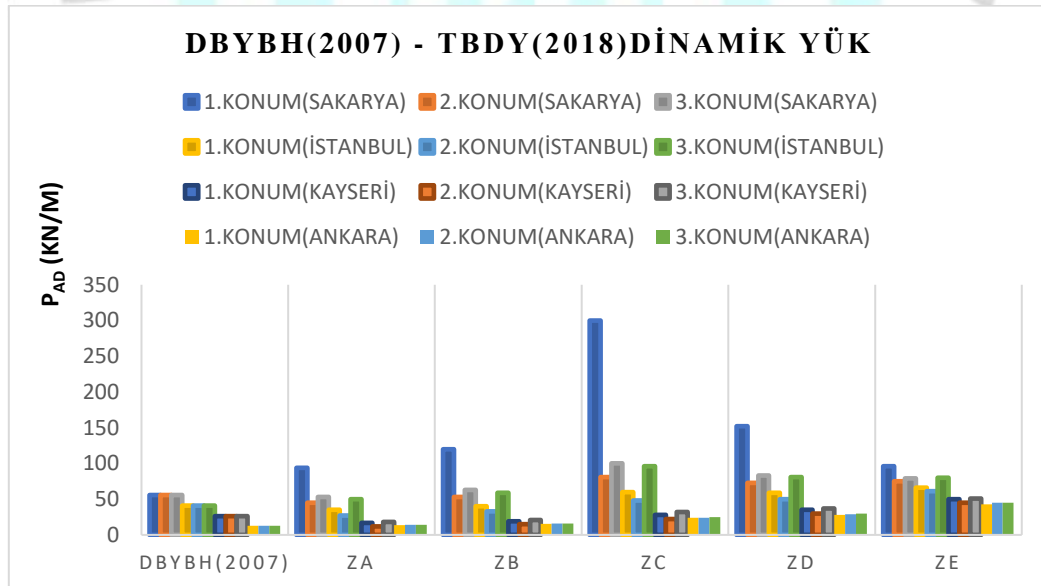
Görsel 8. Sakarya-İstanbul-Kayseri-Ankara 3 Konum $\phi = 30^\circ$ Dinamik Yük Değerleri

- $\phi = 32^\circ$



Görsel 9. Sakarya-İstanbul-Kayseri-Ankara 3 Konum $\phi = 32^\circ$ Dinamik Yük Değerleri

- $\phi = 34^\circ$



Görsel 10. Sakarya-İstanbul-Kayseri- Ankara 3 Konum $\phi = 34^\circ$ Dinamik Yük Değerleri

Ülkemizin farklı şehirlerinden alınan 12 adet konum farklı açı değerleriyle karşılaştırılmıştır. Her ayrı grafikte Sakarya en büyük yer ivme katsayısı büyük olması dolayısıyla en yüksek dinamik yüke sahiptir.

Sakarya Konumları için; içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değer grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZC zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısı arttığında dinamik yük normalde azalmaktadır. Statik aktif basınç formülü $\beta \leq \phi'_d - \theta$ şartını sağlamadığı durumlarda aktif basınç katsayısı formülü değişmektedir. $\beta > \phi'_d - \theta$ olması durumunda Pad değeri açısı arttığında artmaktadır.

İstanbul, Kayseri ve Ankara Konumları için; içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değer grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZE zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısının artmasıyla $\beta \leq \phi'_d - \theta$ hesap formülüne göre azalmıştır.

Bu veriler doğrultusunda açıların değişimlerinin dinamik yük artışına etkisi, ayrı ayrı konumlarda açıların kendi aralarında dinamik yüke etkilerinin analizleri yapılmıştır.

TBDY göre (ϕ) içsel sürtünme açısındaki artış dinamik yükleri düşürücü yönde etki etmektedir. Bazı alanlarda ise açı yükselme durumunda dinamik yük artış gözlenmektedir. Bu artışın sebebi TBDY (2018) ile gelen aktif basınç katsayısındaki hesap formül değişikliğidir. Bu değerlerde $\beta \leq \phi'_d - \theta$ şartını sağlayamadığı için aktif basınç katsayısı formülü değişmektedir. $\beta > \phi'_d - \theta$ olması durumunda içsel sürtünme açısı artışı arttığında dinamik yük artış değerinde doğru orantı olduğu tespit edilmiştir.

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi'_d - \theta)}{\cos.\theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta_d) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_d + \delta_d) \cdot \sin(\phi'_d - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta_d) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2} \quad (1)$$

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi'_d - \theta)}{\cos.\theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta_d)} \quad (2)$$

En son olarak aldığımız 4 farklı şehir ve 3 farklı konumda 12 konumu içsel sürtünme açısı değerleri karşılaştırılmıştır. Yapılan analizlerde her durumda Sakarya deprem bölgesi en yüksek dinamik yük etkisi belirlenmiştir.

Yapılan analizlerde DBYBHY(2007) göre 1. Derece, 2. Derece ve 4. Derece deprem bölgelerinde kalan alanlar ile TBDY(2018) karşılaştırılmıştır. 3. Derece deprem bölgesi için ortalama (P_{ad}) dinamik yük tahmin edebilme durumumuz ortaya çıkmaktadır.

Bu durumda;

- ZA zemin grubunda 15,14 < ortalama P_{ad} < 40,84
- ZB zemin grubunda 17,23 < ortalama P_{ad} < 47,04
- ZC zemin grubunda 26,47 < ortalama P_{ad} < 74,28
- ZD zemin grubunda 31,71 < ortalama P_{ad} < 70,19
- ZE zemin grubunda 48,03 < ortalama P_{ad} < 76,94

3.derece deprem bölgesinde 3 farklı konumda alınan saptanmış olan Pad ortalama değerleri aşağıda verilmiştir.

- ZA zemin grubunda ortalama $P_{ad} = 17,09$

- ZB zemin grubunda ortalama $P_{ad} = 19,68$
- ZC zemin grubunda ortalama $P_{ad}=29,88$
- ZD zemin grubunda ortalama $P_{ad}=36,11$
- ZE zemin grubunda ortalama $P_{ad} =52,32$

3.derece deprem bölgesinde saptanan P_{ad} değerleri belirlenen ortalama değerleri içerisinde kalmıştır.

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada öncelikle dayanma yapılarına ilişkin kavramlar, dayanma yapılarının özellikleri, kullanım alanları ve örnekleri anlatılmıştır. TBDY (2018) göre tahkiklere ait formüller incelenmiştir. Statik ve dinamik toprak basınçları ile ilgili geçmişten günümüze önemli yöntemler ve bunlara ait hesap adımları anlatılmıştır. Bu çalışmalarda etkili kuvvetler formüller üzerinden açıklanmıştır.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018 esas alınarak ilgili hesap formülleri excel çalışma programı üzerinden oluşturulmuştur. İstinat duvarında belirlenen her konumda kıyaslanabilir olması amacıyla konsol istinat duvar modeli 7 metre olacak şekilde modellenmiştir. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018 statik ve dinamik yük hesaplama yöntemleri, değişen kavramlar, değişen zemin grupları ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası tez kapsamında incelenmiştir.

Bu tez kapsamında amaç (TBDY) 2018 göre dayanma yapılarının yük değişimlerinin (DBYBHY) 2007 ile karşılaştırma yapılarak dinamik yük değişimi tespit edilmiştir. Yaptığımız analizler sonucunda dinamik yük değişimleri grafikler ve yüzdelik olarak tablolarda gösterilmiştir. Çalışma alanları olarak 4 farklı deprem bölgesine ait şehirlerden, 3 farklı konum alınarak yorumlar yapılmıştır. Yapılan tespitlere ilişkin sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

1. TBDY'e (2018) göre her alanın farklı bir ivme katsayısı değeri bulunmaktadır. DBYBHY(2007) sadece deprem derecesine göre; etkin yer ivme katsayısı (A_0) vardır. Örneğin 4. Derece deprem bölgesinin A_0 değeri: 0.1 iken bu değer, TBDY (2018) göre Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan her konum için farklı değere sahiptir. TBDY(2018) göre etkin yer ivme katsayısı (A_0) kavramı farklı zemin gruplarıyla beraber ortadan kalkmıştır.
2. Alınan bütün değerlerde belirlediğimiz 4 farklı şehir ve 12 farklı konum olmak üzere yatay ve düşey eşdeğer deprem katsayıları DBYBHY(2007) göre artış olduğu grafik ve tablolarla beraber tespit edilmiştir.
 - Sakarya DBYBHY(2007) $k_h=0,16$ iken TBDY (2018) göre en fazla Konum-1 ZC zemin grubunda k_h değeri %212,5 oranında artış olduğu,
 - İstanbul DBYBHY(2007) $k_h=0,1$ iken TBDY (2018) göre en fazla Konum-3 ZE zemin grubunda k_h değeri %145,8 oranında artış olduğu,
 - Kayseri DBYBHY(2007) $k_h=0,08$ iken TBDY (2018) göre en fazla Konum-3 ZE zemin grubunda k_h değeri %175 oranında artış olduğu,
 - Ankara DBYBHY(2007) $k_h=0,04$ iken TBDY (2018) göre en fazla Konum-2 ve Konum-3 ZE zemin grubunda k_h değeri %400 oranında artış olduğu tespit edilmiştir.

Buradan şu anki istinat yapılarının güvenliklerini sorgulatacak hale gelmiştir.

3. Yatay ve düşey eşdeğer deprem katsayılarına bağlı olarak dinamik yük artış doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Grafik ve tablolarda her durumda TBDY (2018) artış hesaplanmıştır.
 - Sakarya ili örneğinde DBYBHY(2007) göre, en fazla Konum-1 ZC zemin grubunda %427,72 oranında dinamik yük artış olduğu,
 - İstanbul ili örneğinde DBYBHY(2007) göre, en fazla Konum-3 ZE zemin grubunda %130,36 oranında dinamik yük artış olduğu,
 - Kayseri ili örneğinde DBYBHY(2007) göre, en fazla Konum-1 ZE zemin grubunda %84,70 oranında dinamik yük artış olduğu,
 - Ankara ili örneğinde DBYBHY(2007) göre, en fazla Konum-2 ve Konum-3 ZE zemin grubunda %235,43 oranında dinamik yük artış olduğu tespit edilmiştir.
4. TBDY (2018), DBYBHY(2007) göre; 5 farklı zemin grubu için 4 farklı deprem bölgesinde, farklı yer hareketi düzeylerine göre, Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan alınan koordinat ve konumlara hesap yapılabilmesi mümkündür. DBYBHY (2007) hesap yönteminde zemin gruplarına ilişkin herhangi bir hesap yöntemi geliştirilmemesi, tek bir zemin grubu üzerinden hesap yapılması; istinat yapılarını tek düzeyde incelemiş ve dinamik yük değişimlerini sorgulamamıza neden olmaktadır.
5. DBYBHY(2007) göre, Kayma direnci açısının (ϕ) etkisi incelendiğinde; dinamik basınçlar üzerinde ters orantı şeklinde artmaktadır. $\beta \leq \phi'_a - \theta$ formülüne göre içsel sürtünme açısının artışına bağlı olarak dinamik yük azalmaktadır. TBDY'ye göre duvar arkası zemin yüzeyinin yataya göre eğim açısı (β) değerine bağlı olarak sınır değer formülü değişmektedir. Toplam aktif basınç katsayısı $\beta > \phi'_a - \theta$ geçtiği durumlarda içsel sürtünme açısı değeri arttığında dinamik yük artış değeri de artmaktadır.
6. Sakarya, İstanbul, Kayseri ve Ankara için 3 farklı konum için spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{DS}) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır. Bulunan değerlerde; Sakarya için en fazla dinamik yük değerleri ZC zemin sınıfı iken, İstanbul, Kayseri ve Ankara için ZE zemin sınıfıdır. Zemin gruplarında dinamik yük farklılığı; Türkiye Deprem Tehlike Haritasından alınan (F_s) değerleri ile (S_s) Kısa periyot harta spektral ivme kat sayısının çarpımı sonucu elde edilen; Kısa periyot spektral ivme kat sayısı (S_{DS}) fazla olan zemin grubunda dinamik yük değerleri en fazla olduğu tespit edilmiştir.
7. Yapılan analizlerde DBYBHY(2007) göre 1. Derece, 2. Derece ve 4. Derece deprem bölgelerinde kalan alanlar ile TBDY(2018) karşılaştırma yapılmıştır. 3. Derece deprem bölgesi için ortalama (P_{ad}) dinamik yük tahmin edebilme durumumuz ortaya çıkmaktadır. Yapılan hesaplarda 3.derece bölgesindeki (P_{ad}) değerleri, ortalama (P_{ad}) değerinde kalmıştır.
8. DBYBHY(2007) göre 1.derece deprem bölgesinde yer alan kentlerimizde TBDY(2018) göre ivme katsayısında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Daha önceki yapılmış istinat yapılarının tahkikleri ve güvenlikleri özellikle ivme değeri yüksek konumlarda tekrar hesap edilip, dinamik yük değerleri tespit edilmelidir.
9. Elde edilen sonuçlar neticesinde farklı bölge ve farklı konumlarda zemin sınıfları da dikkate alınarak istinat yapılarının dinamik etkiler altında yük artışları DBYBHY(2007) göre farklılık göstermektedir. Yeni yapılacak tasarımlarda dinamik yük artış sebebiyle maliyet artması beklenmekte olup, daha güçlü tasarımlarla yapıların güçlülüğü hedeflenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. (TBDY), T. C. Resmi Gazete, 30364, 18 Mart 2018.
- [2] DBYBHY,“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı,2007.
- [3] <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi>



SCREENING OF *SALMONELLA* CARRIER BY VI-ANTIGEN IN ISTANBUL PROVINCE AND DISTRICTS

Akın YİĞİN¹

¹ Harran University Veterinary Faculty Genetics Department

ORCID ID 0000-0001-9758-1697

ABSTRACT

Salmonella bacteria cause Typhoid, Paratyphoid, Sepsis, Salmonella Gastroenteritis and Food poisoning in humans. The most important factors in making people sick and the spread of the disease are the living standards, the type of the house, the number of people living in the house, the socioeconomic status, and the environmental conditions. Until now, few studies have been done on Salmonella carriage in Turkey. Therefore, our study is the first study as a screening and survey on 10,000 people working and living as supermarket personnel, kitchen personnel, hotel personnel, pharmaceutical industry personnel, hairdresser and beauty salon personnel, fast food personnel in the province and districts of Istanbul. In this study, samples were taken from the personnel living in the province of Istanbul and working in the specified sectors and investigated in terms of Salmonella carriage. Thus It is aimed to enlighten the public health problems of the Istanbul metropolis and their reasons. After blood samples were checked for Vi-antigen and Salmonella carriage, stool samples were re-examined in order to determine whether there was a chronic carrier from the stools of the carrier individuals.

In this study conducted in the province of Istanbul, screening was carried out on 10,000 subjects. It has been determined that 22 of these 10,000 people are carriers and 2 of them are chronic carriers.

As a result; It was determined that chronic typhoid carriers decreased over the years, but did not disappear completely, and it was stated that a controlled prophylaxis should be applied to these individuals who were found to be carriers after screening.

Key words : Salmonella, Vi-Antigen, Carrier

1. INTRODUCTION

Salmonella bacteria can be typhoid, Paratyphoid, Sepsis, Gastroenteritis with Salmonella and food poisoning agents in humans. Salmonella infections are one of the most important intestinal infections in Turkey. Although Salmonella bacteria had 20 serotypes when first isolated, there are now 2200 serotypes commonly known. They are not found in normal intestinal flora, Salmonella can cause disease in humans and animals, but some of them are species specific. For example, the only reservoir of Salmonella typhi is human. Various restrictions have been made due to its rich antigenic properties. It is divided into approximately 60 serotypes according to the O antigen and approximately 2000 according to the H antigen [1].

The most important reasons for the increase in the incidence of diseases caused by Salmonella bacteria are the living conditions, age, personal and cultural habits of the carriers. The living standards of the person, the type of house, the number of households, socio-economic status, environmental conditions and most importantly the source of the water used are the most important factors in the spread of the disease. In the studies carried out in the 2000s, it has been determined that the prevalence of typhoid caused by S.typhi in developing countries is preserved.

There are 16,600,000 typhoid cases in the world each year, 600,000 of which result in death. In addition, 1,300,000,000 Salmonella enterocolitis are detected, 3 million of which have died [2]. Asymptomatic (chronic) carriers working in the food industry are an important problem. When these people do not comply with the hygiene requirements, they infect the food with Salmonella bacteria. In this way, they can cause many people who consume food to become sick.

Salmonella bacteria can viability in cream for a very long time. It is of great importance in terms of public health that the carriers working in places such as kitchen and pastry shops contaminate food with bacteria [3,4].

Istanbul has been receiving immigration from every region of Turkey for years and its population has been increasing rapidly, along with the emerging suburbs, expanding slums, infrastructure deficiencies and especially serious problems in drinking water are effective in the epidemiology of the disease.

Between September 1961 and July 1963, 3 typhoid outbreaks broke out in Sağmacı and Küçükköy in Istanbul. During this epidemic, nearly 500 people got sick and 3 deaths were reported. Patients were treated in hospitals or homes as much as possible. During the epidemics, the people were told about boiling water and other precautions and a vaccination campaign was initiated [5,6].

In our study, we aimed to carry out carriage controls by examining blood samples taken from personnel working and living in certain sectors in the province of Istanbul with the Vi antigen, to determine whether the carrier individuals are asymptomatic from the stool, and to provide treatment and isolation of asymptomatic carriers. In addition, the educational status of the personnel working in this sector, the types of houses, their income, the cleaning materials they use, the socioeconomic and cultural status of our city in epidemiological terms were tried to be examined and the measures to be taken were tried to be emphasized.

2. MATERIAL METHOD

2.1. Collection of Samples

The blood was collected from the sectors mentioned in 2000-2003, during the mandatory inspections carried out by the Şişli municipality in 3-month periods with the porter vehicle prepared for screening. Blood samples were stored at +4.

2.2. Slide Method

On the same day, it was centrifuged at 4000-5000 rpm in the laboratory and 10µl of the serum was taken on the slideglass and diluted 1/5 with 40µl isotonic. By adding the commercially produced SalmonellaVi antigen according to the specified kit procedure. It was kept in a shaker for 2 minutes and its agglutination was examined. The positive control was prepared differently on the same slide. Suspicious samples were diluted 1/10. Slide test results were scored for 4+ (100%) agglutinated samples, 3+ (75%) agglutinated, 2+ (50%) agglutinated, 1+ (25%) agglutinated. Negative - no agglutinated samples were scored. For positive, 2+ (50%) was observed.

2.3. Tube Method

At the end of the slide method, tube test was applied to suspicious persons with agglutination. First, the tube antigens (kits) were brought to isotonic room temperature. The Vi antigen is diluted with 0.9% NaCl with gentle shaking. 0.9ml 0.9% NaCl was distributed to the first tube into 10 tubes (13x100mm), and 0.5ml to the next. After 0.1ml serum is added to the first tube, serial dilution is made by adding 0.5ml to the 2nd tube by mixing thoroughly. The same procedure was applied to positive and negative control tubes. 0.5ml antigen is added on them. The tubes were then placed in a water bath and incubated for 1 hour at 45-50 °C for Salmonella H, for Salmonella O antigen at 45-50 °C for 16-18 hours, for SalmonellaVi antigen at 25-40 °C for 24 hours. At the end of the period, when the background was examined to be dark, an agglutination was observed in positive samples with loose coarse particles, with the appearance of cotton waste in the vials, disintegrating when shaken, and reappearing when released.

2.4. Stool Collection

Stool collection was done by taking the feces of 22 positive carriers in the laboratory. After the samples were taken sterile, they were inoculated on selenif F medium. It was kept in the oven at 37 °C for 8 hours and then it was cultivated in EMB and SS media. These two media were incubated for 12-18 periods, and colorless colonies in EMB and clear colonies with black spots in the middle were evaluated in SS.

2.5. Biochemical Tests

Transplantation was performed on TSI, Citrate, Urea and Indole media for diagnosis from some colonies in 2 petri dishes. It was incubated at 37 °C for 18-24 hours. As a result; Since the bacteria that do not form a red ring on the medium when the Indoldekovac is infiltrated, do not stain the color of the medium in urea medium, turn the color of the citrate medium to blue, in TSI, the bacteria that cause gas formation with the formation of a red color on the bottom and yellow and black on the surface may be *Salmonella* [7,8].

2.6. Slide Agglutination Test

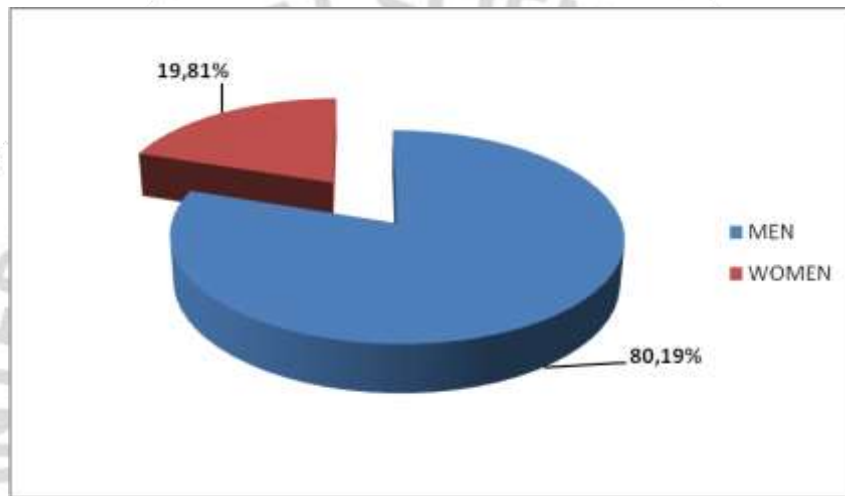
Bacteria, which were diagnosed as *Salmonella* as a result of biochemical tests, were diagnosed by slide agglutination. Slideglass was dropped isotonic, suspicious colonies were suspended on both sides. One drop of polyvalent O anti serum was applied to one side and one drop of isotonic to the control side. After observing agglutination on the test side, the agglutination was examined under microscope and *Salmonella* spp. was determined..

3. RESULTS

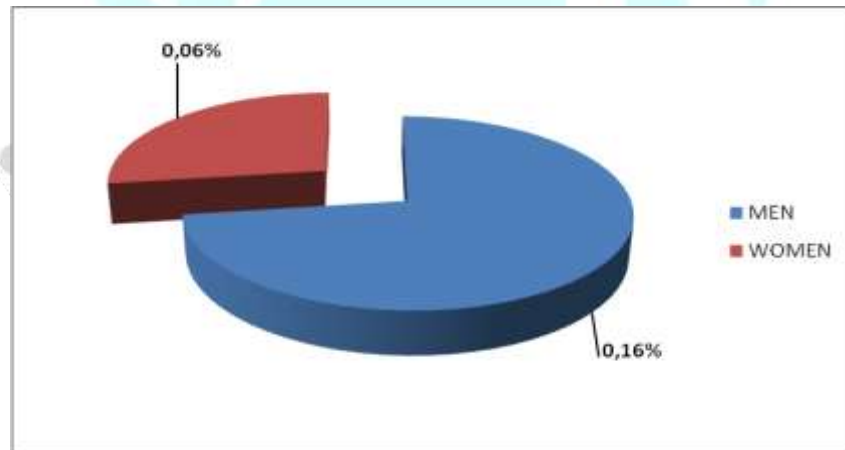
There are porter examinations that are obligatory for employees of the market, ready-made kitchen, restaurants, hotels, fast foods, bakery products, pharmaceutical industry every 3 months in the city of Istanbul. During these controls, which were repeatedly performed from 17,842 people in a year, 10 data were collected from 10,000 people through a separate questionnaire. Twenty-two people were found positive for Vi-antigen from the blood samples taken from these 10,000 people, which were checked regularly every three months. Stool samples were taken from these 22 people and it was investigated whether they actively spread *Salmonella* and whether the individuals were chronic carriers. Stool culture was positive in only 2 people and bacteria were detected. Prophylaxis was applied to these 22 people who were positive for the Vi antigen and it was seen that 14 people turned negative at the end of the 1st cycle, 2 at the end of the 2nd cycle and four at the end of the 3rd cycle. However, no improvement was observed in the second person with positive stools and it was recorded as a chronic carrier. During this cure, with

the cultivation of 22 people with their employers and workplace doctors, their relations with the product were cut without harming the autonomy rights of the individuals through bilateral meetings. Sterility was given great importance, how to wash the hands after the WC was removed, and the family members were informed about the issue and information about sterility was provided. At the end of this cure, check-ups are performed every three months.

As a result of the surveys, the gender distribution of 10,000 employees was determined as 8019 (80.19%) women and 1981 (19.81%) (Graph 1) and among 22 people positive for Vi antigen, 16 (72.72%) were men and 6 (27.28%) were women (Graph 2).

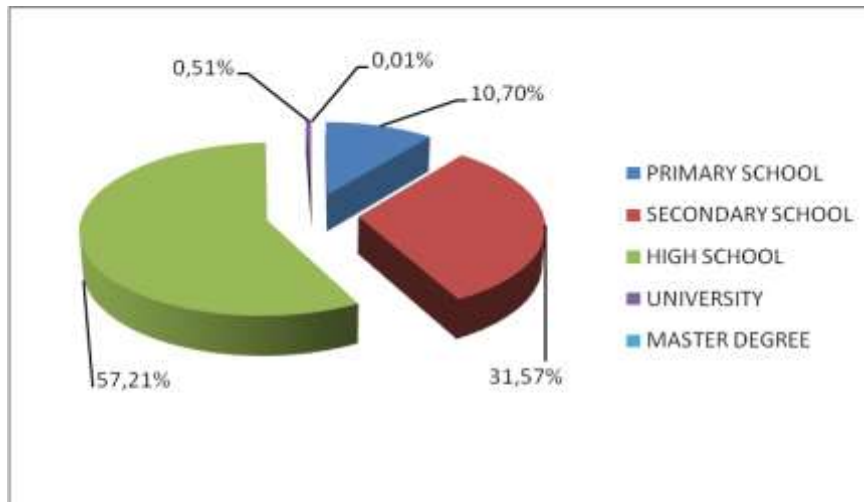


Graph 1. Gender Distribution of subjects (%)



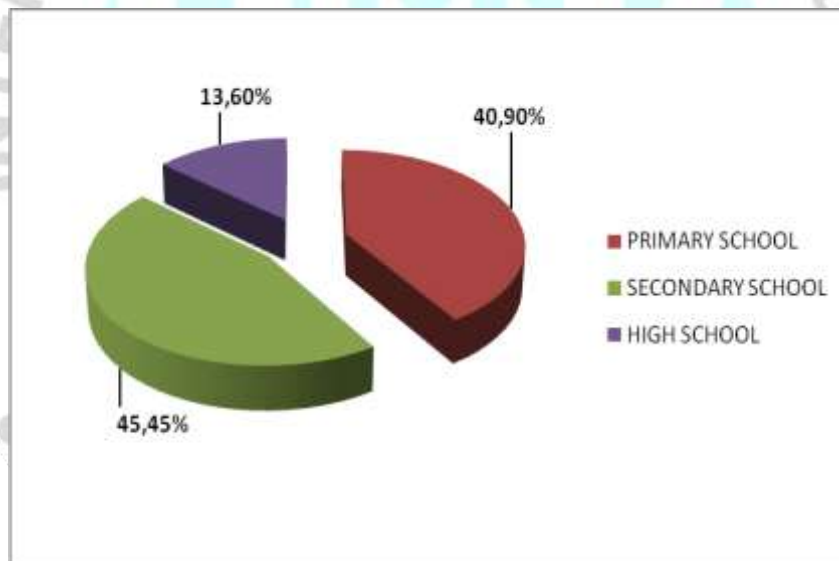
Graph 2. Gender distribution of Salmonella carriers (%)

When the educational status was examined, it was seen that 10.70% was primary school, 31.57% secondary school, 57.21% high school and 0.51% university, 0.01% master degree graduate (Graph 3).



Graph 3. Education Distribution of subjects (%)

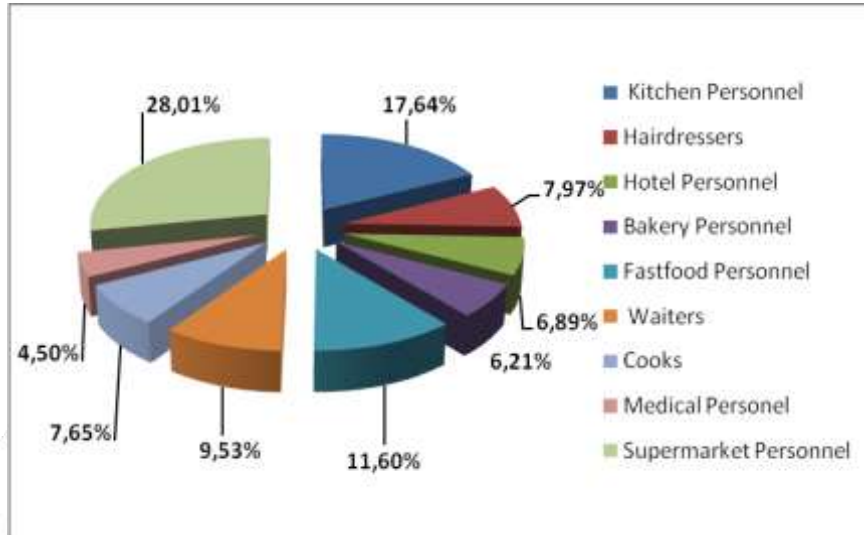
When the distribution of the educational status of these 22 carriers is examined, it was seen that 40.9% were primary school graduates, 45.45% secondary school, and 13.6% high school graduates (Graph 4).



Graph 4. Education Distributions of Salmonella Carriers (%)

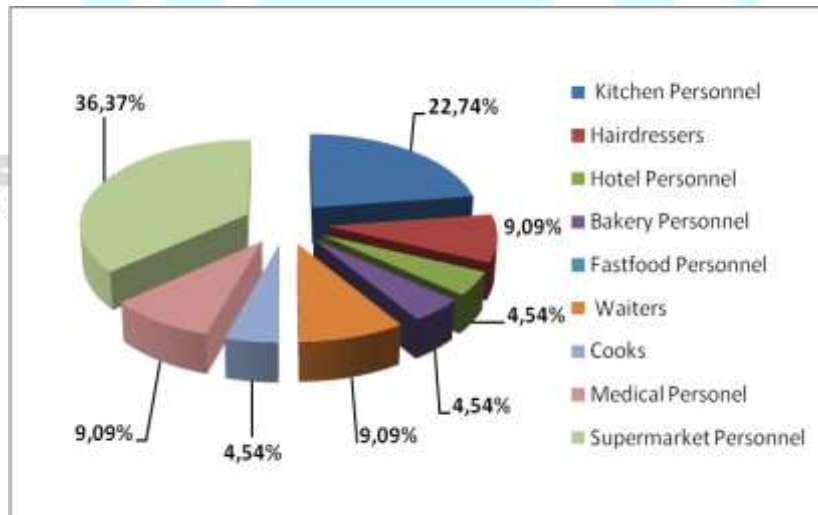
According to the type of house they live in, 78.79% of them live in an apartment and 21.21% of them live in a slum. In the individuals who were carriers, this distribution was 54.54%, of which was slums. When looking at the number of people for the family, 75.89% is less than 4 people, 23.68% is between 4-8 people, and 0.43% is more than 8 people. In the carriers, it is seen that 77.27% of these rates have a family population of less than 4 people and 22.72% of them have a family population of 4-8 people.

When the professions of the subjects were examined, 17.642% were kitchen personnel, 7.97% were hairdressers and beauty salons employees, 6.89% were hotel personnel, 6.21% baked goods employees, 11.60% were fastfood personnel, 9.53% of them work as waiters, 7.65% as cooks, 4.50% as medical personnel, 28.01% as supermarket personnel (Graph 5)



Graph 5. Occupational Distribution of the subjects (%)

Positive carriers are 36.36% Market personnel, 9.0% medical personnel, 22.72% Kitchen personnel, 9.0% Hairdresser-Beauty salon employees, 9.02% Waiter, 4.53% Chef, 4% 53% of them are Hotel staff and 4.53% of them are bakery workers (Graph 6).



Graph 6. Occupation Distributions of Carriers (%)

4. DISCUSSION

The incidence of all diseases caused by Salmonella bacteria is rapidly losing its prevalence over the years. The reason for this is that societies prefer a more organized city life and individuals are educated about hygiene both through schools and the press.

The number of cases in the USA, which was 36.000 in 1920, has decreased to 500 cases since 1968 [6]. In 1992, an epidemic occurred due to the cream of cake left at room temperature overnight in a school in Saudi Arabia. [9,10]

Again, in 1961 and 1963, there were 3 epidemics in the districts of Istanbul, in which 480 cases were detected due to drinking water. [4] Again, according to the data of the Ministry of Health, the typhoid case reported in 1994 was 17,498. It was determined that 17 of these cases died, 0.28 per million morbidity was detected. In our study, chronic carriage was detected at a rate of 0.22%.

Chronic carriage is 3-4 times more in women than in men. This is explained by the fact that gall bladder disorders are more common in women than in men [2,4]

In our study, although most of the subjects were male, 8019 (80.19%) men were found to be 8019 women (19.81%). In 22 individuals positive for Vi antigen, 16 (72.72%) were found to be male and 6 (27.28%) to female. Women are much more inclined to carrier than men.

The serotype of Salmonella (S. Typhi) is known to be transmitted by food or water contaminated with human faeces. Especially Salmonella related diseases are of great clinical importance in humans and are an important cause of morbidity and mortality. Typically for developing countries, typhoid has been known to cause 21.650.974 diseases and 216.510 deaths worldwide since 2000. Although there is not much published data on S. Typhi in sub-Saharan Africa, it has been reported in Kenya, Nigeria and Cameroon [11,12,13,14]. Smith et al. 2010 and Singhal, et al.2014 are many studies conducted. These studies emphasize that in Africa and the Far East, epidemics and even deaths related to Salmonella have been observed in regions where the education level and income level are low, especially where water resources are problematic.

When the subjects were examined according to the type of house they live in and their education level, it was seen that the education and especially the income levels of the carriers were low in our study. Olsen et al. In 2003, Coovadia, et al., In 1992, Moffatt, et al., In 2016, Jackson, et al. emphasized in 2013, that the outbreaks caused by Salmonella typhi are especially food-borne and that the personnel working in this sector should be trained in hygiene.

In our study, 8 of the carriers are Market personnel, 5 of them are Kitchen personnel, 1 of them is Hotel staff, 1 of them is a Chef and 1 of the Bakery personnel.

The fact that the carriers are in this especially in the food sector shows that the risk is actually high and it will never decrease.

5. CONCLUSION

Salmonella is known to cause very important outbreaks in world history. This risk continues in countries with low income and poor living conditions such as Kenya, Nigeria or India. This study was a very detailed study on Salmonella to detect carrier in a city like Istanbul, which is one of the largest metropolises in the world and Turkey. When the results were examined, it was seen that in the early 2000s, supermarket staff, kitchen staff, hotel staff, medical staff, hairdresser and beauty salon staff, fast food staff actually had carrier risks in Istanbul. Active carrier was detected in 2 of these asymptomatic patients who were identified as carriers. Gender, living standards, educational status, their living houses styles, and the number of people for the family gives us important information. In particular, it was observed that the educational status and their living houses styles factors in the carrier. As a result, although it seems unlikely that a Salmonella-borne epidemic will not occur again in a large and cosmopolitan city like Istanbul, it has been seen that it is not impossible. Especially the employees in the food sector and other specified sectors, and the public should be made aware of these fecal-orally transmitted diseases in schools, local press and conferences. Especially, drinking water sources should be kept clean and great importance should be given to infrastructure works over the years.

6. ACKNOWLEDGMENTS

The head of the Biology Department of Marmara University Faculty of Arts and Sciences, Professor Dr. Belma Derman SEMİZ, who is my very esteemed teacher, who has always supported me in the preparation of my entire master's thesis, has passed away. I pay tribute to him again with this publication.

REFERENCES

1. Wilson, G.S., Miles, A.A. *Topley and Wilson's principles of bacteriology, virology and immunity*, Vol. 2, No. 6th edition 1998.
2. Ustaçelebi, Ş., *Temel ve Klinik Mikrobiyolojisi*, Güneş Kitabevi, Ankara, 975-7467-77-4. 1999.
3. Jay, J. M. *Foodborne gastroenteritis caused by Salmonella and Shigella*. In Modern food Microbiology (pp. 507-526). Springer, Boston, MA. (1998).
4. Ayşe Willke Topçu, *Enfeksiyon Hastalıkları In Tifo ve Tifo Dışı Salmonellozlar*. 1990.
5. Ö.Özek, İ.İkizler, K. Töreci, İ. Seçkin, E. T. Çetin, *Tıp Fakültesi Dergisi*, Cilt 27 Sayı 2 (1964).
6. Erdemir, A.D. (2013). Ord. Prof. Dr. Tefvik Salim Sağlam Ve Ord. Prof. Dr. Abdülkadir Noyan'ın Lekeli Tifo Hakkındaki Yazılarının Türk Tıp Tarihi Açısından Önemi Ve Yorumlamalar. *Türk Dünyası Araştırmaları*, (207).
7. Banwart, G. (2012). *Basic foodmicrobiology*. Springer Science & Business Media.
8. Bilgehan, H., & Bilgehan, H. (2009). *Klinik mikrobiyolojik tanı*. Fakülteler Kitabevi, Barış yayınları.
9. Buchmeier, N. A., & Heffron, F. R. E. D. (1991). Inhibition of macrophage phagosome-lysosome fusion by *Salmonella typhimurium*. *Infection and immunity*, 59(7), 2232-2238.
10. Jackson, B. R., Griffin, P. M., Cole, D., Walsh, K. A., & Chai, S. J. (2013). Outbreak-associated *Salmonella enterica* serotypes and food commodities, United States, 1998–2008. *Emerging infectious diseases*, 19(8), 1239.
11. Smith, A. M., Govender, N., & Keddy, K. H. (2010). Quinolone-resistant *Salmonella typhi* in South Africa, 2003–2007. *Epidemiology & Infection*, 138(1), 86-90.
12. Kariuki S, et al. Characterization of multidrug-resistant typhoid outbreaks in Kenya. *Journal of Clinical Microbiology* 2004; 42: 1477–1482.
13. Akinyemi KO, Coker AO. Trends of antibiotic resistance in *Salmonella enterica* serovar typhi isolated from hospitalized patients from 1997 to 2004 in Lagos, Nigeria. *Indian Journal of Medical Microbiology* 2007; 25: 436–437.
14. Singhal, L., Gupta, P. K., Kale, P., Gautam, V., & Ray, P. (2014). Trends in antimicrobial susceptibility of *Salmonella Typhi* from North India (2001-2012). *Indian journal of medical microbiology*, 32(2), 149.

GÜÇ KALİTESİ VE HARMONİKLERİN FARKLI AYDINLATMA TEKNOLOJİLERİNDE KARŞILAŞTIRILMASI

Tülay BAYRAKDAR¹, Ertan YANIKOĞLU²

¹Sakarya Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Sakarya,

²Sakarya Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Sakarya,

ÖZET

Aydınlatma sistemleri günlük yaşamın önemli bir parçasıdır. Günümüzde aydınlatma sistemi pek çok açıdan gelişmektedir. Kullanılan doğrusal olmayan yükler arasında, Kompakt Floresan armatürler ve LED armatürler daha yaygın hale gelirken, yüksek basınçlı lambaların bu tür aydınlatma cihazları ile değiştirilmesi amaçlanmaktadır. LED'ler ve kompakt floresan armatürler, yüksek basınçlı lambalardan önemli ölçüde daha verimli ve ekonomiktir ve gelecekte konut aydınlatmasının %100'ünde kullanılması beklenmektedir. Doğrusal olmayan yükler aydınlatma sistemlerinde yüksek oranda bozulmuş akım üretir. Böyle bir durumda güç kalitesi dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada çeşitli aydınlatma armatürlerinin harmonik absorpsiyonlarını analiz ederek, kullanılan farklı aydınlatma teknolojilerine olan etkilerini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: LED Armatür, Kompakt Floresan Lamba, Metal Halide Lamba, Harmonikler, Güç Kalitesi

COMPARISON OF POWER QUALITY AND HARMONICS BY DIFFERENT LIGHTING TECHNOLOGIES

ABSTRACT

Lighting systems are important in daily life. Recently, lighting technology has been developing in many aspects. Among the non-linear loads, Compact Fluorescent Luminaires (CFLs) and LED (Lighting Emitting Diode) luminaires are becoming more widespread, while high pressure lamps are intended to be replaced by these types of lighting devices. LEDs and CFLs are significantly more efficient and economical than high pressure lamps, and are expected to be used in %100 of residential lighting in the future. Nonlinear load produce highly distorted current in lighting systems. In such a case the power quality must be taken into consideration. In this paper, the harmonic absorptions of several types of luminaires are analyzed, highlighting the impact behavior of different lamps function of used luminaires technologies.

Keywords: LED (Lighting Emitting Diode) Luminaire, Compact Fluorescent Lamp (CFL), Metal Halide Lamp, Harmonics, Power Quality

1. GİRİŞ

Aydınlatma sistemleri, günlük yaşantımızda önemli bir yere sahiptir. Verimli bir aydınlatma ile yaşam koşulları iyileştirebilir. Aydınlatma sistemi, toplam elektrik kullanımının %15-20'sini karşılık gelmektedir [1]. Bu payı azaltmak için aydınlatma kaynakları, akkor ve halojen lambalar enerji verimliliği yüksek aydınlatma sistemleri ile değiştiriliyor. Kompakt floresan lambalar (KFL) uzun ömürleri ve güç tüketimi nedeniyle son on yılda oldukça popülerdi. Ancak son yıllarda azalan fiyatlar ve artan verimlilik nedeniyle LED armatürler daha iyi bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır LED armatürler konut, ticari ve endüstriyel aydınlatma sistemlerinde yer almıştır. Bu süreç, LED teknolojisinin geleneksel aydınlatma cihazlarına kıyasla yüksek verimlilik ve daha uzun ömür gibi avantajlarını ortaya çıkarır [2,3]. Hem LED armatürler hem de kompakt floresan lambalar doğrusal olmayan yüklerdir ve dağıtım şebekesine harmonik akım enjekte ederler. Bu şebekedeki güç faktörünün ve güç kalitesinin azalmasına yol açacaktır.

Elektrik sistemlerindeki Güç Kalitesi uluslararası kabul görmüş IEC ve EN standartlarına göre düzenlenir [4,5]. Tesisler, teknik standartlara uymak için belirlenen gerilim seviyelerini, kabul edilebilir seviyeye getirmeli ve aynı zamanda tedarik sürekliliğini sağlamalıdır. Bu sebepten dolayı son kullanıcılar yeterli güç faktörü ve azaltılmış harmonik bozulmaları standartta yer alan kurallar çerçevesinde güvence altına almalıdır. Yetersiz bir güç faktörü seviyesi, dağıtım şebekesindeki güç kayıplarını, gerilim düşümünü ve gerilim bozulmasını önemli ölçüde artırır. Güç faktörü düzenlemek için kullanılan kapasitörler, doğrusal yüklerin gerektirdiği reaktif gücü kompanze etmek için uygundur. Doğrultucular, LED, floresan lamba ve ark deşarj cihazları gibi doğrusal olmayan yüklerin oluşturduğu, harmonik akımı önlemek için bazı filtreleme ihtiyacı duyulmaktadır.

Bu nedenle LED'lerin ve KFL'lerin harmonik üretim karakteristiklerini iyi analiz etmek gerekir. Aydınlatma cihazlarıyla alakalı güç faktörü sorunları ile ilgili birçok çalışma, 90'lardan beri bu sorunları çözmek için ele alınmıştır [6,7]. Genellikle bazı simülasyonlar kullanılarak yükler ve dağıtım şebekesi arasındaki karşılıklı etki ortaya çıkarılabilir [4,7]. Cihazın harmonik bozulma ölçümü, dağıtım şebekesi üzerindeki yük etkisinin değerlendirilmesi için ilk adımı temsil eder.

Bu çalışmada, çeşitli aydınlatma armatürlerinin güç kalitesi ve harmonik bozulmaları analiz edilerek, kullanılan aydınlatma teknolojilerinin bu sistemlere olan etkileri vurgulanmaktadır. Elde edilen sonuçların analizinden, LED, Kompakt Floresan Lamba ve Metal Halide Lambaları çalıştırmak için kullanılan balast veya güç elektroniği dönüştürücülerinin harmonik ürettiği sonucuna varmak mümkündür.

2. HARMONİKLER VE GÜÇ KALİTESİ ANALİZİ

2.1. Harmonik Analizi

Harmonik bozulmaların kaynağı genellikle doğrusal olmayan yüklerdir. Dağıtım şebekelerinde akım ve gerilim belirli bir periyodik dalgaya sahiptir. Harmonikler, akım veya gerilim dalga şekillerinin bozulması olarak ifade edilebilir. Bozulma, farklı genlik ve frekanslardaki akım ve gerilim ile ilişkilidir [8]. Uygulanan geleneksel analizler, güç sistemini doğrusal sistem olarak

varsayar. Günümüzde doğrusal olmayan yükler, sisteme büyük oranda harmonik akım enjekte etmektedir. Bu da sistem empedansına ilişkin gerilim harmonikleri meydana getirir. Bu, güç sisteminde bazı sorunlara neden olabilir. Harmoniklerin iletkenler, elektrik makinaları ve farklı türdeki elektronik cihazlara zararlı etkileri bulunmaktadır [9,10]. Harmonikler şebekede seri veya paralel rezonanslar meydana getirebilir [8,9]. Harmoniklerden kaynaklı şebekede artan kayıplara karşın şebeke verimi azalır. Harmonik problemlerin çözümü için aktif veya pasif filtreler kullanılır [8]. Matematiksel olarak harmonikler, temel frekans sinüsoidal dalga ile frekans ve genliği farklı diğer dalgaların toplamından meydana gelir [8,9].

Harmonik bileşenlerin efektif (rms) değerlerinin karelerinin toplamının kara kökünün temel bileşen efektif (rms) değerine bölünmesiyle toplam harmonik distorsiyon (THD) elde edilir.

Temel frekanstan oluşan tam bir sinüsoidal dalganın THD değeri sıfırdır [10]. Gerilim ve akım için harmonik bozulma denklemi eşitlik 1 ve 2' de verilmiştir.

$$THD_V = U_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2}}{V_1} \quad (1)$$

Burada;

THD_V: Gerilim için toplam harmonik bozulması

V_n: Sisteme uygulanan gerilimin n'inci mertebesindeki harmonik etki

V₁: Sisteme uygulanan gerilimin temel frekansındaki etkin (rms) değer

$$THD_I = I_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}}{I_1} \quad (2)$$

Burada;

THD_I: Akım için toplam harmonik bozulması

I_n: Sisteme uygulanan akımın n'inci mertebesindeki harmonik etki

I₁: Sisteme uygulanan akımın temel frekansındaki etkin (rms) değer

Harmonikler ölçülürken maksimum hatayı tanımlayan ve istenen doğruluğu sağlayan standart IEC 61000-4-7' dir. Bu standarda göre harmonik değerleri ölçmek için kullanılan cihazlar A sınıfı ve B sınıfı olabilir [12]. Harmonik ölçüm belirsizlikleri maksimum ölçüm hatasına bağlıdır. İzin verilen hata değerleri IEC 6100-7-4' e göre tanımlanmıştır ve A sınıfı cihazlar, B sınıfı cihazlara göre daha kesin sonuç verirler.

IEC 61000 serisi standartları güç kalitesi alanında IEC tarafından yayınlanan bir standarttır [4].

Bu standartta THD_U değeri yüzdelik olarak toplam gerilim harmonik değeri olarak tanımlanır. Aynı zamanda THD_I değeri yüzdelik olarak toplam akım harmoniği olarak tanımlanır.

Gerilim harmonikleri ve akım harmonik limit değerleri Çizelge 1 ve Çizelge 2' de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Gerilim için limit THD_U ve bireysel harmonik değerleri [4]

Harmonikler								
THD	3	5	7	9	11	13	15	17
%8	%5	%6	%5	%1,5	%3,5	%3	%0,5	%2

Çizelge 2' de nominal akımı ≤ 16 A olan armatürler için IEC 61000 serisine göre akım harmonik değerleri gösterilmiştir. [4]

Çizelge 2. Akım için bireysel harmonik değerleri [4]

Harmonikler					
2	3	5	7	9	9- 39
%2	%30×cosΦ	%10	%7	%5	%3

2.2. Güç Faktörü Analizi

Günümüzde, artan elektrik enerjisi tüketimi sebebiyle kaliteli, verimli, etkili ve düşük maliyet sağlayacak şekilde kullanmanın en önemli yöntemlerinden biri de güç faktörünü iyileştirmektir. Güç faktörü 0 ile 1 arasında değer alabilir. Bu değer 1'e yakın olması istenilen bir durumdur.

Farklı aydınlatma armatürlerinin güç kalitesini karşılaştırmak için IEEE Std 1459-2000' e göre güç kalitesi analizi, tek fazlı durumda 4 kısma ayrıştırılır [16]. Akım ve gerilim etkin (rms) değerleri aşağıdaki gibidir.

$$V^2 = V_1^2 + V_H^2 \quad (3)$$

$$I^2 = I_1^2 + I_H^2 \quad (4)$$

Burada alt indis 1 temel harmoniği, alt indis H ise diğer harmonikleri temsil eder.

Toplam harmonik bozulma boyutsuz bir indekstir ve akım ve gerilim için eşitlik 5 ve 6' da tanımlanmıştır.

$$THD_V = \frac{V_H}{V_1} \quad (5)$$

$$THD_I = \frac{I_H}{I_1} \quad (6)$$

Eşitlik (5) ve (6) kullanılarak, temel görünür güç S_1 , mevcut bozulma gücü D_1 , gerilim bozulma gücü D_V ve görünür harmonik güç S_H aşağıdaki eşitliklerde tanımlanmıştır.

$$S_1 = V_1 x I_1 \quad (7)$$

$$D_1 = V_1 x I_H \quad (8)$$

$$D_V = V_H x I_I \quad (9)$$

$$S_H = V_H \cdot I_H \quad (10)$$

Temel görünür güç, temel aktif ve reaktif güç olarak eşitlik 10' da ifade edilmiştir. Gerilim ve akım harmoniğine ilişkin güç miktarını hesaplar.

$$S_1^2 = P_1^2 \cdot Q_1^2 \quad (11)$$

Temel görünür güce benzer şekilde, harmonikli görünen güç eşitlik 12 ile hesaplanır.

$$S_H^2 = P_H^2 \cdot D_H^2 \quad (12)$$

Akım bozulma gücü, gerilim bozulma gücü ve harmonik görünür güç, akım ve gerilim bozulması ile ilgilidir. Bu ifadelerden yola çıkarak aşağıdaki formül tarafından temel olmayan görünür güç S_N ' i tanımlamak mümkündür.

$$S_N^2 = D_1^2 + D_V^2 + S_H^2 \quad (13)$$

Aktif güç, anlık gücün incelenen süresi boyunca ortalama değeri olarak ifade edilir.

$$P = \frac{1}{T} \int_{\tau}^{\tau+T} V(t) \cdot i(t) \cdot dt \quad (14)$$

Temel aktif güç ifadesi eşitlik 14' de verilmiştir.

$$P_1 = V_1 \cdot I_1 \cdot \cos \phi_1 \quad (15)$$

Harmonik aktif güç P_H ise:

$$P_H = P - P_1 \quad (16)$$

Son olarak güç faktörü aşağıdaki eşitlik ile tanımlanmıştır:

$$PF = \frac{P}{S} \quad (17)$$

Güç faktörü, gerilim ve akımın aynı RMS değerinde dönüştürülen ortalama gücün (aktif güç P) ve dönüştürebilecek maksimum ortalama gücün (görünen güç) oranını temsil eder. Güç faktörünün 1' e eşit olması kullanılan enerjinin tümünün sadece aktif enerjiden oluştuğu anlamına gelir. Bu sebeple güç faktörü, enerji dönüşümünü etkileyen bir faktördür. Cihazın verimliliğinin bir ölçüsü değildir. Güç faktörü akım ve gerilimin etkin (rms) değeri tarafından üretilebilecek maksimum aktif güç arasındaki orantıyı gösterirken, verimlilik cihazın çıkış ve giriş gücü arasındaki oran olarak ifade edilir ve cihazın sahip olduğu güç kayıplarının bir ölçüsüdür. Yani bir armatürde verimlilik, ışık olarak yayılan güç ile elektriksel aktif güç (P) arasındaki orandır.

3.DENEYSSEL ÇALIŞMA

Farklı aydınlatma sistemlerinin güç kalitesi analizi IEC 61000-4-30' a göre A sınıfı olan FLUKE 43B Güç Kalitesi Analizörü cihazı ile gerçekleştirilmiştir [13]. Bu cihazın sahip olduğu yazılım sayesinde ölçüm verileri kolaylıkla bilgisayar ortamına kaydedildi. Görsel 1' de görüldüğü üzere akım ölçümleri akım pensleri ile ve gerilim ölçümleri direk cihaza bağlanarak yapılmıştır. Yapılan bu deneyler laboratuvar ortamında 25,1 °C ortam sıcaklığında, %31,0 RH nem oranında gerçekleştirilmiştir.



FLUKE 43B Güç Kalitesi Analizörü

Görsel 1. Deney düzeneği

Bu çalışmada 3 farklı aydınlatma sistemi kullanılarak elektrik şebekelerinde güç kalitesi değerlendirilmiştir. LED armatür, Kompakt Floresan Lamba ve Metal Halide Lamba kullanılarak hem manyetik balast hem de elektronik sürücü bulunduğu zaman oluşan harmoniklerin analiz edilmesi için farklı kombinasyonlar oluşturularak deney yapılmıştır. Akım harmonikleri ölçülmüştür. Çeşitli armatür kombinasyonlarından oluşan sistemde güç kalitesini değerlendirmek için 8 durum çalışılmıştır.

1. Elektronik sürücülere sahip LED armatür, floresan lamba ve metal halide lambanın %100 çalışma durumu

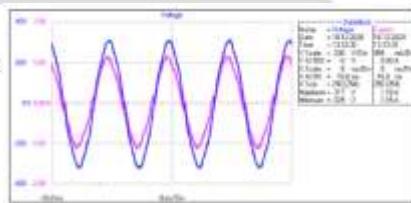
2. 2 farklı elektronik sürücü kullanılarak LED armatür çalışması
3. Elektronik sürücülere sahip LED armatür ve floresan lambanın %100 çalışma durumu
4. Elektronik sürücülere sahip LED armatür ve floresan lambanın %75 çalışma durumu
5. Elektronik sürücülere sahip LED armatür ve floresan lambanın %50 çalışma durumu
6. Elektronik sürücülere sahip LED armatür ve floresan lambanın %25 çalışma durumu
7. Elektronik sürücüye sahip metal halide lamba
8. Manyetik sürücüye sahip metal halide lamba

Denyde kullanılan armatürlerin özellikleri tablo 4' te gösterilmiştir.

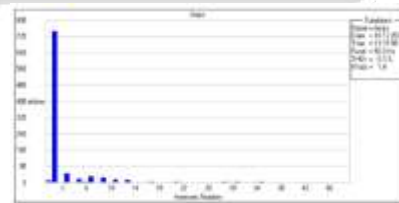
Çizelge 3. Deney Numuneleri

ARMATÜR TİPİ	GÜÇ (W)	AKIM (A)	IŞIK AKISI (lm)	IŞIKSAL VERİM (lm/W)
LED ARMATÜR	160	0.718	23988	149.92
FLORESAN ARMATÜR	157	0.692	9552	60.84
METAL HALİDE LAMBA	164	0.7646	7658	46.68

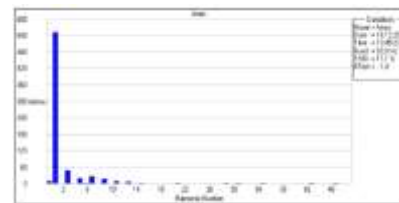
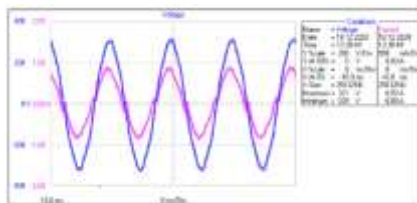
Yapılan kombinasyonlar sonucunda akım-gerilim dalga formları ve harmonik ölçüm sonuçları aşağıdaki görsellerde belirtilmiştir.



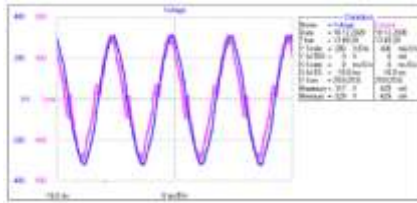
a) %100 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu



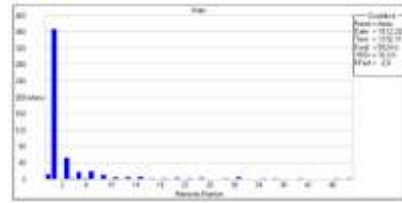
b) %100 çalışma durumunda akım harmoniği



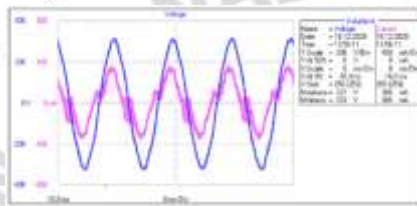
c) %75 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu



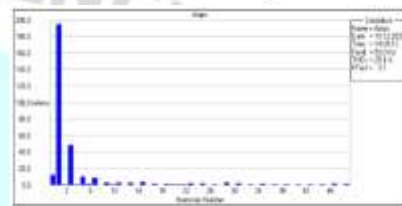
d) %75 çalışma durumunda akım harmoniği



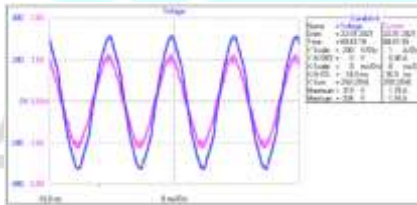
e) %50 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu



f) %50 çalışma durumunda akım harmoniği



g) %25 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu

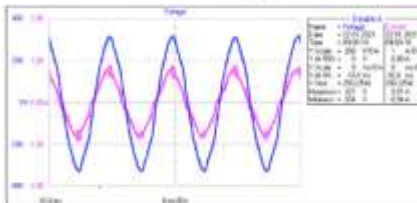


h) %25 çalışma durumunda akım harmoniği



Görsel 2. A tipi elektronik sürücüyü sahip LED Armatürün

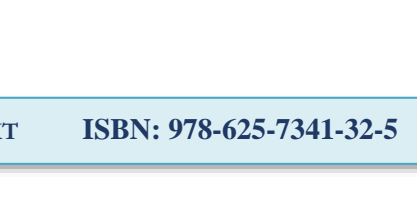
a) %100 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu



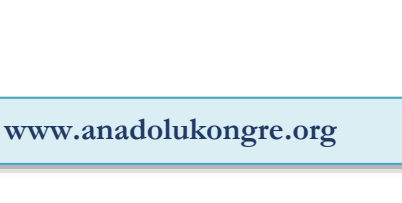
b) %100 çalışma durumunda akım harmoniği

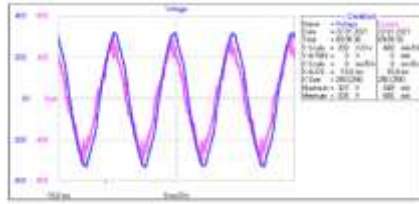


c) %75 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu

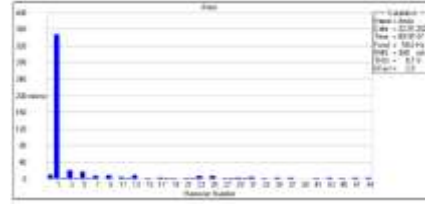


d) %75 çalışma durumunda akım harmoniği

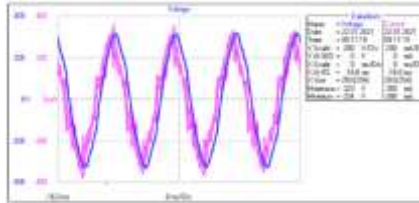




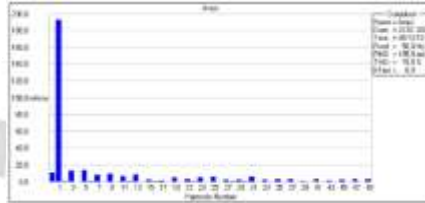
e) %50 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu



f) %50 çalışma durumunda akım harmoniği

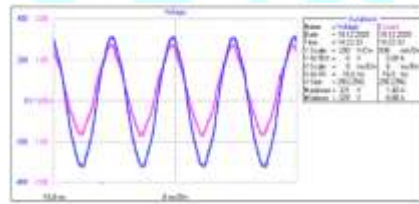


g) %25 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu

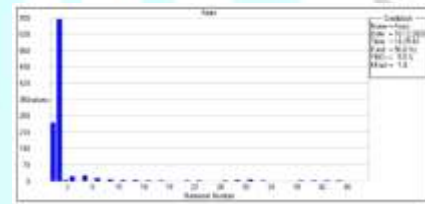


h) %25 çalışma durumunda akım harmoniği

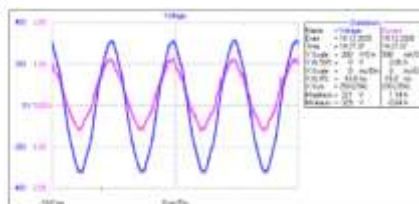
Görsel 3. B tipi elektronik sürücüyü sahip LED Armatür



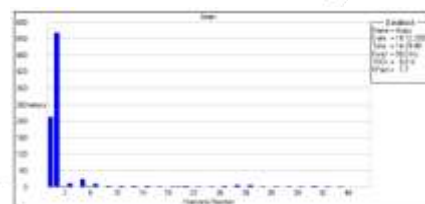
a) %100 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu



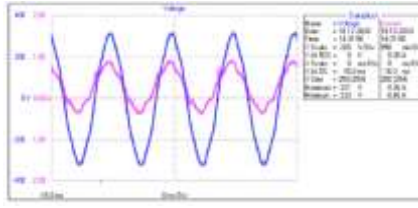
b) %100 çalışma durumunda akım harmoniği



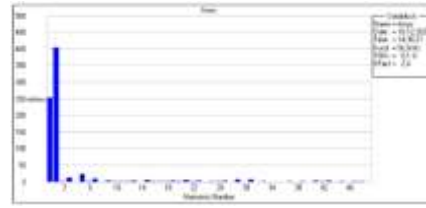
c) %75 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu



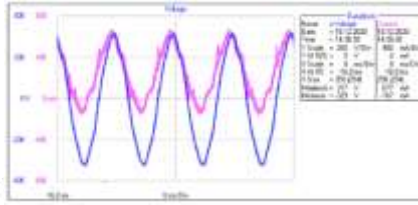
d) %75 çalışma durumunda akım harmoniği



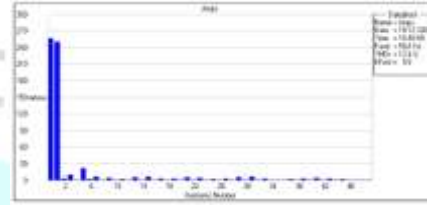
e) %50 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu



f) %50 çalışma durumunda akım harmoniği

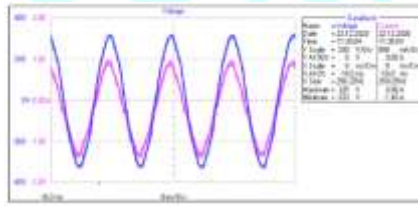


g) %25 çalışma durumunda akım ve gerilim dalga formu

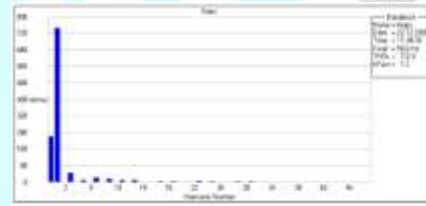


h) %25 çalışma durumunda akım harmoniği

Görsel 4. Elektronik sürücüye sahip Floresan lamba

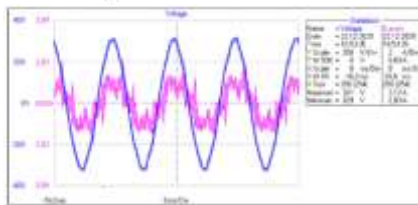


a) Akım ve gerilim dalga formu

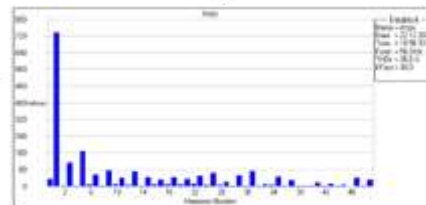


b) Akım harmoniği

Görsel 5. Elektronik sürücüye sahip Metal Halide Lamba



a) Akım ve gerilim dalga formu



b) Akım harmoniği

Görsel 6. Manyetik balastlı sürücüye sahip Metal Halide Lamba

Senaryo 1’ de LED armatür, kompakt floresan lamba ve metal halide lambanın %100 çalışma durumunda akım harmonikleri ölçülmüştür. Görsel 2(b), Görsel 3(b), Görsel 4(b), Görsel 5(b)’deki grafikler elde edilmiştir. Çizelge 4’te ölçülen sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 4. %100 çalışma durumunda armatürlerin total akım harmoniği ve güç faktörü

ARMATÜR TİPİ	GÜÇ (W)	TOPLAM AKIM HARMONİĞİ (THD _i)	GÜÇ FAKTÖRÜ (PF)
LED ARMATÜR (A tipi sürücü)	166	%8,4	0,99
LED ARMATÜR (B tipi sürücü)	163	%6,4	0,99
FLORESAN ARMATÜR	157	%6,8	0,98
METAL HALİDE LAMBA (ELEKTRONİK SÜRÜCÜ)	164	%7,4	0,91
METAL HALİDE LAMBA (MANYETİK BALAST)	160	%37,4	0,87

Harmoniklerin oluşma sebebi doğrusal olmayan yüklerden kaynaklıdır. Aydınlatma armatürlerinde kullanılan sürücüler veya manyetik balastlar harmoniklerin oluşmasına etkindir. Çizelge 4 incelendiğinde 2 farklı sürücü ile çalıştırılan LED armatürde B tipi sürücünün akım harmonik oranı, A tipi sürücüye kıyasla harmonikleri daha iyi sönmlediği gözlenmiştir. Diğer armatürlerinde harmonik oluşumuna neden oldukları gözlenmiştir.

Senaryo 3’ten senaryo 6’ya kadar LED armatür ve Floresan armatür farklı dim durumlarında ölçülmüştür. Görsel 2,3 ve Görsel 4’ teki grafikler elde edilmiştir. Ölçüm sonuçları Çizelge 5 ‘de verilmiştir.

Çizelge 5. Belirlenen dim kademelerine göre LED armatür ve floresan lambanın toplam akım harmoniği ve güç faktörü

ARMATÜR TİPİ	GÜÇ (W)	DİM KADEMELERİ	TOPLAM AKIM HARMONİĞİ (THD _i)	GÜÇ FAKTÖRÜ (PF)
LED ARMATÜR	166 W	%100	%8,4	0,99
	121 W	%75	%11,2	0,98

(A tipi sürücü)	79 W	%50	%16,3	0,96
	40 W	%25	%25,4	0,88
LED ARMATÜR (B tipi sürücü)	163 W	%100	%6,4	0,99
	128 W	%75	%6,9	0,98
	85 W	%50	%8,1	0,96
	43 W	%25	%12,9	0,91
KOMPAKT FLORESAN LAMBA	157 W	%100	%6,8	0,98
	126 W	%75	%7,1	0,98
	93 W	%50	%8,9	0,96
	55 W	%25	%13,8	0,91

Ölçüm sonuçları Çizelge 5' e göre incelendiğinde A tipi sürücüye sahip LED armatürün toplam akım harmonikleri ve güç faktörü, B tipi sürücüye sahip LED armatür ve floresan lambaya göre daha iyi durumdadır. Bu karşılaştırmadan çıkarılan sonuç tamamen kullanılan sürücünün harmonikleri ve güç faktörünü ne kadar iyileştirebileceğine bağlıdır. Aydınlatma sistemlerinde kullanılan armatürlerden kaliteli enerji talep edilmektedir. Harmonik değerinin artması aynı zamanda güç faktörünü de olumsuz yönde etkilemektedir. Ek olarak bu aydınlatma armatürlerinin verimliliklerine Çizelge 3' ten bakıldığında LED armatür ile floresan lambanın yaklaşık aynı güce sahip olmasına rağmen LED armatürün daha yüksek lümen/watt değerine sahip olduğu gözlenmektedir.

Senaryo 6 ve 7 durumları incelendiğinde elektronik balastlı metal halide lamba ile manyetik balastlı metal halide lambanın akım harmonikleri ve güç faktörleri ölçülmüştür. Akım-gerilim dalga formları ve akım harmonikleri Görsel 5 ve Görsel 6' da gösterilmiştir.

Çizelge 6. Elektronik ve Manyetik balastlı Metal Halide Lambanın total akım harmoniği ve güç faktörü

ARMATÜR TİPİ	GÜÇ (W)	TOPLAM AKIM HARMONİĞİ (THD _i)	GÜÇ FAKTÖRÜ (PF)
ELEKTRONİK BALASTLI METAL HALİDE LAMBA	164	%7,4	0,91

MANYETİK BALASTLI METAL HALİDE LAMBA	160	%37,4	0,87
--	-----	-------	------

Elektronik balastlı ve manyetik balastlı metal halide lambanın ölçüm sonuçları Çizelge 6' da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde elektronik balastlı metal halide lambanın hem akım harmonikleri bakımından hem de güç faktörü açısından manyetik balastlı metal halide lambaya göre daha iyi durumda olduğu gözlenmiştir. Manyetik balastlı metal halide lamba için THD değerini sınırlandırmak için filtre yapısı eklenmesi önerilebilir.

4.SONUÇLAR

Bu çalışmada, LED armatür, Kompakt Floresan Lamba ve Metal Halide Lambanın güç faktörü ve akım harmonikleri farklı kombinasyonlar yapılarak laboratuvar ortamında ölçülmüştür. Yapılan bu deneylerden elde edilen sonuçlara göre, armatürleri çalıştırmak için kullanılan güç elektroniği dönüştürücü veya balast kullanımının harmonik oluşumuna sebep verdiği gözlenmiştir. Aynı zamanda bu armatürlerin güç faktörleri ve verimlilikleri karşılaştırıldığında LED armatürler en iyi sonucu göstermiştir. Yapılan çalışma doğrultusunda, aydınlatma sistemlerinde kullanılan armatürlerin yeni ve daha verimli teknolojilerle kullanılarak, enerji tüketimi ve harmonik seviyelerinde azalmalar sağlanabileceği kâmsına varılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, finans ve tesis desteği için EAE Aydınlatma Şirketi' ne teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- [1] Palacios-Garcia, E. J., et al. "Stochastic model for lighting's electricity consumption in the residential sector. Impact of energy saving actions." *Energy and Buildings* 89 (2015): 245-259.
- [2] Tsao, J.Y.: 'Solid-state lighting: lamps, chips, and materials for tomorrow', *IEEE Circuits Devices Mag.*, 2004, 20, pp. 28–37, Doi: 10.1109/MCD.2004.1304539
- [3] Huang, B.J., Hsu, P.C., Wu, M.S., et al.: 'Study of system dynamics model and control of a high-power LED lighting luminaire', *Energy*, 2006, 32, pp. 2187– 2198, doi: 10.1016/j.energy.2007.05.011
- [4] IEC EN 61000-3-2: Electromagnetic Compatibility, Part 3, Section 2, Limits for Harmonic Current Emissions (Equipment Input Current ≤ 16 A per Phase), ed. 3; International Electrotechnical Commission (IEC), Geneva, Switzerland, 2011.
- [5] Voltage Characteristics in Public Distribution Systems, EN 50160; CENELEC, Brussels, Belgium, 1999.

- [6] Manzano, E.R.; Carlorosi, M.; Tapia Garzon, M. Performance and Measurement of Power Quality Due to Harmonics from Street Lighting Networks. In Proceedings of the Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'09), Valencia, Spain, 15–17 April 2009. Tanyaş, M. (2016), “Depo Yönetimi”, Boğaziçi University, İstanbul.
- [7] Verderber, R.R.; Morse, O.C.; Alling, W.R. Harmonics from compact fluorescent lamps. IEEE Trans. Ind. Appl. 1993, 5, 670–674.
- [8] Das JC (2015) Power system harmonics and passive filter design, Wiley: New Jersey.
- [9] Tokić A, Milardić V (2015) Power Quality, Printcom doo Grafički inženjering, Tuzla.
- [10] Hernandez JL, Castro MA, Carpio J, et al. (2009) Harmonics in power systems. International Conference on Renewable Energies and Power (ICREPQ), Valencia, Spain, 1–5.
- [11] 2016Kocatepe, C., Uzunoğlu, M., Yumurtacı, R., Karakaş, A., Arıkan, O., 2003. Elektrik Tesislerinde Harmonikler. Birsen Yayınevi, 330s, İstanbul.
- [12] IEC 61000-4-7 (2002) Electromagnetic Compatibility (EMC), Testing and measurement techniques—General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation.
- [13] IEC 61000-4-30 (2015) Electromagnetic Compatibility (EMC). Testing and measurement techniques—Power quality measurement methods.
- [14] https://www.sge.com.tr/dosyalar/site_resim/urunler/urundosya/4053994.pdf (Erişim tarihi: 05.03.2009)
- [15] Kürker, F., Taşaltın, R. (2016), “Elektrik Tesislerinde Harmoniklerin Meydana Getirdiği Kayıpların Analizi”, Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt:3 – Sayı:5, Sayfalar: 21-38.
- [16] IEEE Std 1459-2000: IEEE Trial Use Standard Definitions for Measurement of Electric Power Quantities under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Uonditions; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): New York, NY, USA, 2000.