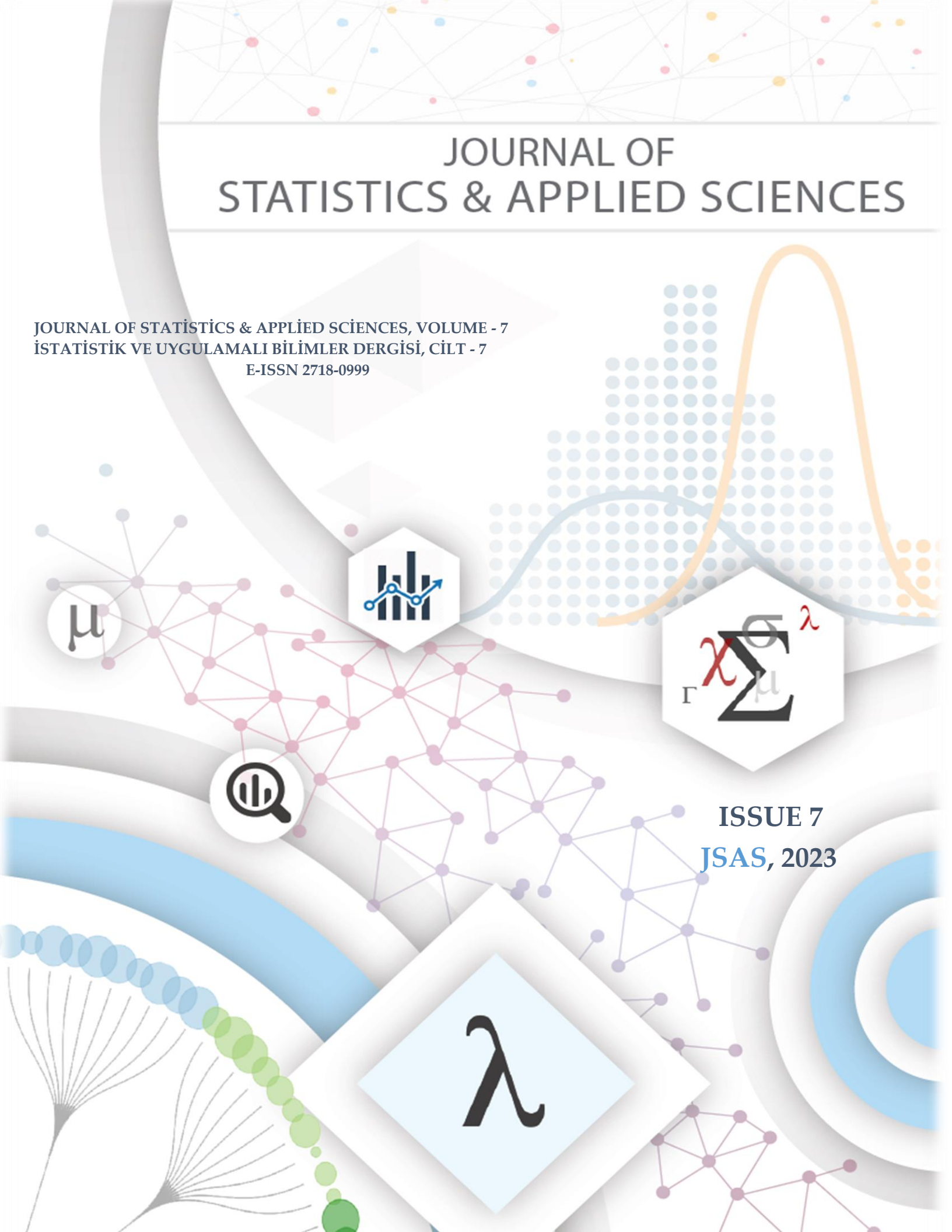
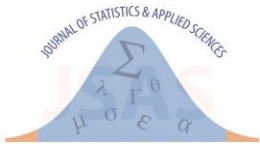


JOURNAL OF STATISTICS & APPLIED SCIENCES

JOURNAL OF STATISTICS & APPLIED SCIENCES, VOLUME - 7
İSTATİSTİK VE UYGULAMALI BİLİMLER DERGİSİ, CİLT - 7
E-ISSN 2718-0999

ISSUE 7
JSAS, 2023





Journal of Statistics & Applied Sciences, Issue - 7
ISSN 2718-0999

-JOURNAL OF STATISTICS & APPLIED SCIENCE- -İSTATİSTİK VE UYGULAMALI BİLİMLER DERGİSİ-

Aralık 2023

Issue: 7

Sayı: 7

İmtiyaz Sahibi / Owner

Abdulkadir KESKİN

Baş Editör / Editor in- Chief

Dr. Abdulkadir KESKİN

Yayın Türü: 6 Aylık, Uluslararası, Hakemli

Publication Type: 6 Monthly, International, Refereed

e-ISSN: 2718-0999

Dizinleme Bilgileri/ Abstracting and Indexing Services

İletişim / Contact

E-posta: jsas.journal@gmail.com

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/jsas>

BİLİM VE DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Serpil AKTAŞ ALTUNAY,	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Filiz KARAMAN,	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Musa ŞAHİN,	YALOVA ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Ersoy ÖZ,	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Prof. Dr. Dursun YENER,	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Doç. Dr. Atıf Ahmet EVREN,	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Doç. Dr. Serpil KILIÇ DEPREN,	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Doç. Dr. Abdulkadir ATALAN,	GAZİANTEP İSLAM BİLİM VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
Doç. Dr. Akansel YALÇINKAYA,	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Doç. Dr. Ömer BİLEN,	BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Doç. Dr. Serhat YÜKSEL,	İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
Doç. Dr. Muhammed Fevzi ESEN,	SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
Doç. Dr. Yavuz ÖZDEMİR,	İSTANBUL SAĞLIK VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
Doç. Hasan ŞAHİN,	BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Dr. Kemal Gökhan NALBANT,	BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
Dr. Şahika ÖZDEMİR,	İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
Dr. Mustafa DEMİRBILEK,	GAZİANTEP İSLAM BİLİM VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
Dr. Sevim ÖZULUKALE DEMİRBILEK,	YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
Dr. Adilson SILVA,	CAPE VERDE ÜNİVERSİTESİ
Dr. Elif TUNA,	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Dr. Fatma Rabia AKTAŞ ŞENKARDEŞLER	BEYKOZ ÜNİVERSİTESİ
Dr. Erhan ÇENE,	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Dr. Tutku SEÇKİN ÇELİK,	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Dr. Burak LEBLEBİCİOĞLU,	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Dr. Batuhan ÖZKAN,	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Dr. Coşkun PARİM,	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Dr. İrfan ERSİN,	İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
Dr. Enes FİLİZ,	BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
Dr. Hasan Aykut KARABOĞA,	AMASYA ÜNİVERSİTESİ
Dr. Hasan, DİLBAŞ,	VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
Dr. Mohamed AHMED,	AL MADİNA HIGHER INSTITUTE FOR MANAGEMENT
Dr. Sinan ATAER,	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Dr. Yavuz Selim HATİPOĞLU	BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
Dr. Müge YETKİN ATAER,	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Dr. Gözde NALBANT EFE,	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Dr. İrem BATIBAY TUNAYDIN,	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Dr. Mustafa YAPAR,	RECEP TAYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
Dr. Burcu KUZUCU YAPAR,	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Dr. Tark TALAN,	GAZİANTEP İSLAM BİLİM VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
Dr. Çağatay TEKE,	BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
Dr. Bayram DÜNDAR,	BARTIN ÜNİVERSİTESİ

EDİTÖR KURULU

Dr. Abdulkadir KESKİN	Baş Editör	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Dr. Abdulkadir ATALAN	Yardımcı Editör	GAZİANTEP İSLAM BİLİM VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
Mehmet Şamil GÜNEŞ	Yardımcı Editör	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Dr. Enes FİLİZ	Uygulamalı İstatistik Alan Editörü	BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
Doç. Ahmet Atif EVREN	Teorik İstatistik Alan Editörü	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Dr. Burak LEBLEBİCİOĞLU	Sosyal Bilimler Alan Editörü	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Dr. Yasemin Ayaz ATALAN	Mühendislik Alan Editörü	YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
Dr. Bayram DÜNDAR	Mühendislik Alan Editörü	BARTIN ÜNİVERSİTESİ
Dr. Çağatay TEKE	Mühendislik Alan Editörü	BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
Dr. Tark TALAN	Eğitim Bilimleri Alan Editörü	GAZİANTEP İSLAM BİLİM VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
Robert RODGERS	Sağlık Bilimleri Alan Editörü	ALLEGHENY HEALTH NETWORK
Berat KARA	Yayın Editörü	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Dr. Abdurrahman KESKİN	Yayın Editörü	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
Dr. Recep Uğurcan ŞAHİN	Mizanpaj Editörü	YALOVA ÜNİVERSİTESİ

YABANCI DİL EDİTÖRLERİ

Dr. Batuhan ÖZKAN,	Türkçe Dili Editörü	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Dr. Tutku SEÇKİN ÇELİK	Yabancı Dil Editörü (İngilizce)	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Dr. Ahmet Furkan EMREHAN	Yabancı Dil Editörü (İngilizce)	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Umut ÜNAL	Yabancı Dil Editörü (İngilizce)	İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ



İÇİNDEKİLER (CONTENT)

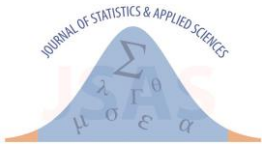
ARAŞTIRMA MAKALELERİ (RESEARCH ARTICLES)

Kocaeli Kartepe Çuha Fabrikası Av Köşkü'nün Yapısal Analiz ve Malzeme İstatistiklerine Göre Rekonstrüksiyon Müdahaleleri	1-17
Reconstruction Interventions of Kocaeli Kartepe Çuha Factory Hunting Mansion According to Structural Analysis and Material Statistics	
Gülçin Kahraman, Banu Boduroğlu	

Klasik Kanada Lynx Verileri İçin Önceden Bulunmuş Zaman Serisi Modellerinin K-Means Küme Yöntemi ve BDS Testi ile İncelenmesi	18-25
Examination of Pre-Founded Time-Series Models for Classic Canada Lynx Data by K-Means Cluster Method and BDS Test	
Reşat Kasap	

Sağlık Kurumlarında Kriz Yönetimi: Bir Kamu Hastanesi Örneği	26-42
Crisis Management in Health Institutions: A Public Hospital Case	
Hazal Koray Alay, Nilgün Metin	

Sağlık Kuruluşlarına ait Sağlık Kaynaklarının Bilgisayar Ortamında Verimliliklerinin Analiz Edilmesi ve Optimum Değerlerin Hesaplanması	43-63
Analyzing the Efficiency of Health Resources of Health Institutions in Computer Environment and Calculating Optimum Values	
Nilgün Günöz, Abdulkadir Atalan	



ÖNSÖZ

Sayın Okurlar,

Sizlerle birlikte İstatistik ve Uygulamalı Bilimler Dergisi'nin yedinci sayısına ulaşmanın heyecanını yaşıyoruz. Bu sayıda, disiplinler arası bir perspektif sunarak istatistik ve uygulamalı bilimler alanındaki en son gelişmeleri bir araya getirmeyi hedefledik. Bu sayıda yer alan dört araştırma makalesi, farklı konuları ele alarak çeşitli araştırma alanlarına değiniyor. Makalelerimiz, istatistiksel yöntemlerin çeşitli uygulamalarını inceleyerek, veri analizinde karşılaşılan zorlukları aşma ve gerçek dünyadaki problemleri çözme konusunda değerli bir bakış açısı sunuyor.

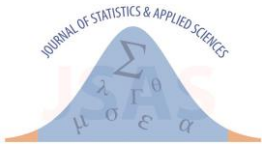
Bu sayının oluşturulmasında emeği geçen yazarlarımıza teşekkür ederiz. Ayrıca, değerli hakemlerimize verdikleri zaman ve özenli değerlendirmeleri için minnettarız. Siz okurlarımıza ise güncel araştırmalardan haberdar olma ve bu alandaki bilgilerinizi güncelleme fırsatı sunmaktan dolayı mutluluk duyuyoruz.

İstatistik ve Uygulamalı Bilimler Dergisi olarak, bilimsel araştırmalara yapılan katkıları desteklemeye ve ilerlemeye devam edeceğiz. Siz değerli okurlarımızın da desteğiyle, istatistik ve uygulamalı bilimler alanında yeni keşiflerin, çözümlerin ve ilham verici çalışmaların yayınlandığı bir platform olmayı sürdüreceğiz.

Keyifli okumalar dileriz!

Saygılarımızla,

Dr. Abdulkadir Keskin



PREFACE

Dear Readers,

We are excited to reach the seventh issue of the Journal of Statistics and Applied Sciences with you. In this issue, we aimed to bring together the latest statistics and applied sciences developments by presenting an interdisciplinary perspective. The four research articles in this issue address various research areas by covering different topics. Our papers examine various applications of statistical methods, offering valuable perspectives on overcoming challenges in data analysis and solving real-world problems.

We would like to thank the authors who contributed to the creation of this issue. We also thank our esteemed reviewers for their time and careful evaluation. We are pleased to offer you, our readers, the opportunity to be informed about current research and to update your knowledge in this field.

As the Journal of Statistics and Applied Sciences, we will continue supporting and advancing scientific research contributions. With the support of you, our esteemed readers, we will continue to be a platform where discoveries, solutions, and inspiring studies are published in the field of statistics and applied sciences.

We wish you pleasant reading!

Regards,

Dr. Abdulkadir Keskin

Research Article

Received: date: 27.02.2022

Accepted: date: 17.03.2023

Published: date: 30.06.2023

Kocaeli Kartepe Çuha Fabrikası Av Köşkü'nün Yapısal Analiz ve Malzeme İstatistiklerine Göre Rekonstrüksiyon Müdahaleleri

Gülçin Kahraman ^{1*} Banu Boduroğlu ²

¹ İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Architecture, İstanbul;
gulcin.kahraman@izu.edu.tr

²İstanbul; banuuzun@icloud.com

Orcid: 0000-0002-0074-0514¹ Orcid: 0009-0004-6747-3475²

*Correspondence: gulcin.kahraman@izu.edu.tr / gulcinkah@hotmail.com

Öz: Kartepe Çuha Fabrikası Sultan Abdülmecid'in emriyle 1844 yılında inşa edilmiştir. Askeri giysilerin alımı bu döneme kadar yurtdışından sağlandığından Sultan Tanzimat Dönemi ile askeriye'nin ve yerli halkın giysi ihtiyacını karşılamak için Kocaeli'nde İzmit dışında bir fabrika kurulmasına karar vermiştir. Osmanlı'nın sanayileşme döneminin ilk fabrikalarından olan Çuha Fabrikası içinde 19.yy.'da Av Köşkü (Ahır Köşkü) de inşa edilmiştir. Kâgir yapım tekniğinde inşa edilmiş olan yapı 17 Ağustos 1999 yılı Marmara depremi sırasında hasar almış; yapısal çatlaklar, zeminde oturmalar, çökmeler oluşmuştur. Yapının malzeme analizleri, istatistik verileri, strüktürel analizleri birlikte değerlendirilmiştir. Yapılan tespitler sonucunda yapının ağır hasarlı olduğu, güçlendirme müdahalelerinin yetersiz kalacağı ve yapının rekonstrüksiyonun yapılması zorunlu olduğu görülmüştür. Özgün yapı malzemelerine (harman tuğlası ve harç) eş değerde yeni malzemelerle ve yumuşak yapılı bir zemine oturduğundan radye temel ile donatılı bir temel katmanı yapılarak yeniden inşa edilmesi önerilmiştir. Geleneksel sistemle ve özgün yapı malzemesiyle örülecek olan duvarların cam elyaf takviyeli sıva ile güçlendirilmesi, çelik takviye kuşaklarla duvarların ve çatı sisteminin birlikte çalışması öngörülmüştür. Yapının özgün ahşap çatı makası yapının rekonstrüksiyonu sırasında yeniden yapılacak ve çelik levhalarla takviye edilecektir. Endüstri mirasımız olan ve kaybolmaya yüz tutmuş Av Köşkü'nün yapım tekniği ve malzeme özellikleri birlikte değerlendirilerek benzer yapılar için de uygulanabilecek müdahale önerileri getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kartepe Çuha Fabrikası, Av Köşkü, Malzeme analizleri, strüktürel analizler, rekonstrüksiyon

Reconstruction Interventions of Kocaeli Kartepe Çuha Factory Hunting Mansion According to Structural Analysis and Material Statistics

Abstract: Kartepe Broadcloth Factory (Çuhane) was built in 1844 by the order of Sultan Abdülmecid. Since the purchase of military clothing was provided from abroad until this period, the Sultan established a factory outside İzmit in Kocaeli to meet the clothing needs of the military and local people during the Tanzimat Period. In the 19th century, the Hunting Mansion (Av Köşkü) was built within the Factory, one of the first factories of the Ottoman industrialization period. The building, built using the masonry construction technique, was heavily damaged during the Marmara earthquake of 17 August 1999; structural cracks, settlements on the ground, and collapses had occurred. Material analysis, statistical data, and structural analysis of the building, whose reconstruction is inevitable, were evaluated in this article. As a result of the determinations, it was seen that the structure was heavily damaged, the strengthening interventions would not be sufficient and the building would have to be

reconstructed. It is proposed to reconstruct the building with a foundation layer, reinforced with a raft foundation because of the soft soil, using new materials that correspond to the original building materials (blend brick and mortar). It is envisaged that the walls, which will be built with the traditional system and original building material, are to be strengthened with glass fiber reinforced plaster, and the walls and roof system to work together with steel reinforcement belts. The original wooden roof truss of the building will be rebuilt and reinforced with steel plates during the reconstruction of the structure. The construction technique and material properties of the Hunting Lodge, which is our industrial heritage and which is on the verge of disappearing, were evaluated together, and intervention proposals that could be applied for similar structures.

Keywords: Kartepe Broadcloth Factory, Hunting Mansion, Material analysis, structural analysis, reconstruction

1. Giriş

Bu çalışma, Osmanlı döneminin önemli dokuma fabrikalarından biri olan Kartepe Çuha Fabrikası içerisindeki Av Köşkü'nün yapısal durum analizlerini içermektedir. Çuha Fabrikası Tanzimat döneminde girilen sanayileşme programı çerçevesinde ilk kurulan fabrikalardan biridir [1]. Bu nedenle güncel durumunun değerlendirilmesi (hasar tespiti) ve yapının geleceğe aktarılması için korunması önemlidir.

19. yy.'da Çuha Fabrikası yapılarıyla birlikte yapılmış olan Av Köşkü olarak nitelendirilen yapı kaynaklarda "Tavla Yapısı" veya "Ahr Köşkü" olarak adlandırılmaktadır. Kocaeli ili, Kartepe ilçesi, Rahmiye Mahallesi, G24D 01D 1A pafta, 157 ada, 1 parselde; batıda Doğantepe Cumhuriyet Caddesi, güneyde Kuzu Sokak ve Vatan Caddesi, doğuda ve kuzeyde İzmit Caddesi ile sınırlandırılan askeri alan içerisinde yer almaktadır.

Yapı 1923 yılından sonra Bahriye Nezareti'ne tesis edilerek askeriye olarak kullanılmış, 1953 yılında da Deniz Kuvvetleri Komutanlığı'ndan Kara Kuvvetleri komutanlığına devredilmiştir [2]. Bu dönemdeki devir teslim tutanaklarında yapı Tavla Yapısı olarak nitelendirilmiştir. Askeriyenin alanda yer aldığı dönemde yapıya çeşitli değişiklikler ve ilaveler yapılarak; yemekhane, koğuş ve silah deposu olarak kullanılmıştır. Özellikle yeni mekânlar elde etmek amacıyla betonarme ekler yapıldığı dikkat çekmektedir. 1953 yılından öncesine ait yapıya ilişkin herhangi bir belge bulunmamaktadır. Figür 1'de görülen 1953 tarihli devir teslim tutanağında yapının eni, boyu ve yüksekliği belirtilmiş ve 8 bölümden oluştuğu kayıt edilmiştir. Yapının en ve boy ölçülerine baktığımızda T plan şemasını oluşturan ortadaki kolun arkada yer alan betonarme kısmı yapıya 1953 yılından sonra eklenmiş olmalıdır (Figür 3). 19.yy.'da yapılmış olan ana kütle büyük mekanlardan oluştuğu için koğuş olarak kullanılmış olabilir.

Av Köşkü'nün güncel durumunun değerlendirilmesi ve yapılacak müdahalenin belirlenmesi için ilk olarak statik analiz, modellemeler ve malzeme analizleri yapılmıştır. 1999 depreminde hasar gören yapı metruk durumdadır [3]. Çatı konstrüksiyonunun büyük bir kısmı çökmüş ve deprem sonrası günümüze kadar da yapıda herhangi bir onarım yapılmadığı görülmüştür. Yapının çatısının çökmesi ile birlikte dış hava koşullarına açık durumda kalmış ve hasar durumu ilerlemiştir. Strüktürel hasarlara da sahip olan yapıda ana kütle yapıyı oluşturan duvarlar ayakta olduğu için mimari ve yapısal analizleri yapılarak belgelenebilmiştir. Yapının yapısal ve malzeme analizleri değerlendirilerek rekonstrüksiyonu için yöntem önerisi getirilmesini hedeflenmiştir.

Miri Arazi ve Binaların Devir ve Teslim Tutanağı
(İşgal ve tahliye halinde)

1	Binanın bulunduğu şehir ve mevkii		
2	İşgal ve Tahliyenin sebebi		
3	TAPU KAYDI	Faifa No.	<p style="text-align: center;">Büyük Tavla</p> <p>Eni : 9.80 Metre</p> <p>Boyu : 47.50 "</p> <p>Yüksekliği : 4.20 "</p>
		Ada No.	
		Parsel No.	
		Cilt ve Sahife No.	
4	Oda (Bölme) adedi	8 Bölmeden İbaretir.	
5	Bina, Pavyon, Depo, Hangar veya tavlanın inşaa tarzı ve o günkü durumu, Çatı örtülerinin cinsi ve akıdacağı.		Bina tuğladan yapılmıştır çatı ahşap alt kat beton ikinci kat tahtadır. binanın yarısı yerli yarısı mersilya kiremidir ile örtülmüştür.
6	Döşeme cinsiyle tavanın olup olmadığı.		Tavana yoktur. Döşemesi Alt kat Beton İkinci kat Tahtadır.

Figür 1. Tavla yapısının 1953 tarihinde Deniz Kuvvetleri'ne teslim tutanağı [4]

2. Materyal ve Yöntem

Kocaeli Kartepe'deki Av Köşkü 1999 depreminden zarar görmüş ağır hasarlı bir yapıdır. Kagir sistemle inşa edilmiş olan yapının hasar durumu malzeme analizleri ile değerlendirilmiştir. Yapıdaki yük aktarımı, kullanılan malzeme ve harç arasında olmaktadır. Yapı kullanılan malzemenin özelliklerine göre farklı davranışlar sergilemektedir [5].

Yapıdaki hasar durumlarını tespit etmek amacıyla mimari ve teknik analizler birlikte yürütülmüştür. Yapının mevcut durumunu belgelemek amacıyla 3D Lazer Tarayıcı kullanılmış, ortho foto dataları üretilerek, geometrik modeli üretilmiş ve rölöveleri hazırlanmıştır. Bu ölçüm modeli ile yapıdaki düşeyden sapmalar, kaymalar ve oturmalar da tayin edilebilmiştir.

Yapının özgün malzemelerinin tayin edilebilmesi için malzeme analizleri yapılmış ve istatistik verileri tablolarla ifade edilmiştir. Analizler için malzeme örneklerinin alındığı yerler plan çizimleri ve fotoğraflar yardımıyla belgelenmiş, kodlama sistemi oluşturulmuştur. Yapı malzemelerinin fiziksel özellik deneyleri için; TS EN 771-1+A1, 2015 [6], TS EN 772-4, 2000 kâgir birimler deney metotları [7] ile TS 699, 2009 [8], doğal taşlar standartları ile mekanik özellik deneyleri için; TS EN 772-6, 2002 kâgir birimlerin eğilmede çekme dayanımı tayini [9], TS EN 12390-5, 2019 [10] eğilmede çekme deneyinden çıkan deney numunesi parçalarının üzerinde basınç dayanımı tayini test metotları uygulanmıştır.

Yapının mevcut durumuna ilişkin statik analizler ve yapı malzemesi analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları yapının bulunduğu zemin, özgün yapım tekniği, malzeme nitelikleri ve yük dağılımına göre değerlendirilmiştir. Yapının bulunduğu bölgenin zemin yatak katsayısı ve zemin taşıma katsayılarına göre, yapının hemen güneyinden geçen nehirden dolayı bataklık bir alanda bulunmasından dolayı tüm bu veriler statik modellemelere aktarılmıştır. TS 498, 2020'ye [11] göre yapısal analiz verileri rüzgâr, kar, zati yükler, temel ve duvarlardaki yük dağılımları hesaplanmıştır.

Temelde oturmalar ve çökmeler meydana gelmiş ağır hasarlı yapının restorasyonu mümkün olmadığı için analiz verilerine dayanarak rekonstrüksiyonu yapılması önerilmiştir. Malzeme deneylerine bağlı olarak yapının yeniden inşası için tuğla yapı malzemesinin deney sonuçlarına uygun olarak seçilmesi önerilmiştir. Yapıda uygulanacak harç karışım oranları deney istatistiklerine göre belirlenmiştir. Kagir sistemle inşa edilmiş olan yapının özgün yapım tekniğinin korunması önerilmiş bununla birlikte zemini hasarlı olan yapının zeminde ve yapı duvarlarında güçlendirmeler önerilerek, yapısal verileri sunulmuştur.

3. Çuha Fabrikası Tarihi

Kocaeli, Bizans dönemi ve Osmanlı döneminde liman ve ticaret merkezi olarak hizmet vermiştir. Gelibolu, Edincik gibi Marmara denizi kıyısında kurulmuş önemli tersanelerden biri de İzmit Tersanesi olmuştur. İzmit Tersanesi ve limanı zırhlı gemiler döneminde de önemini yitirmemiştir [12]. İzmit Limanı, Çuha Fabrikası için gerekli olan malzemenin getirilmesinde de kullanılmıştır [13].

Sultan Abdülmecid'in 1839 yılında yayımladığı bir hattı hümayunda Çuha Fabrikasının askeriye ve halk için giysilerin yurt dışından sağlandığı, gerekli olan giysilerin İzmit'teki dinkhaneye¹ gerekli olan aletler alınarak burada çuha fabrikası kurulması emri verilmiş ve giderlerinin padişahlıktan karşılanacağı belirtilmiştir [14].

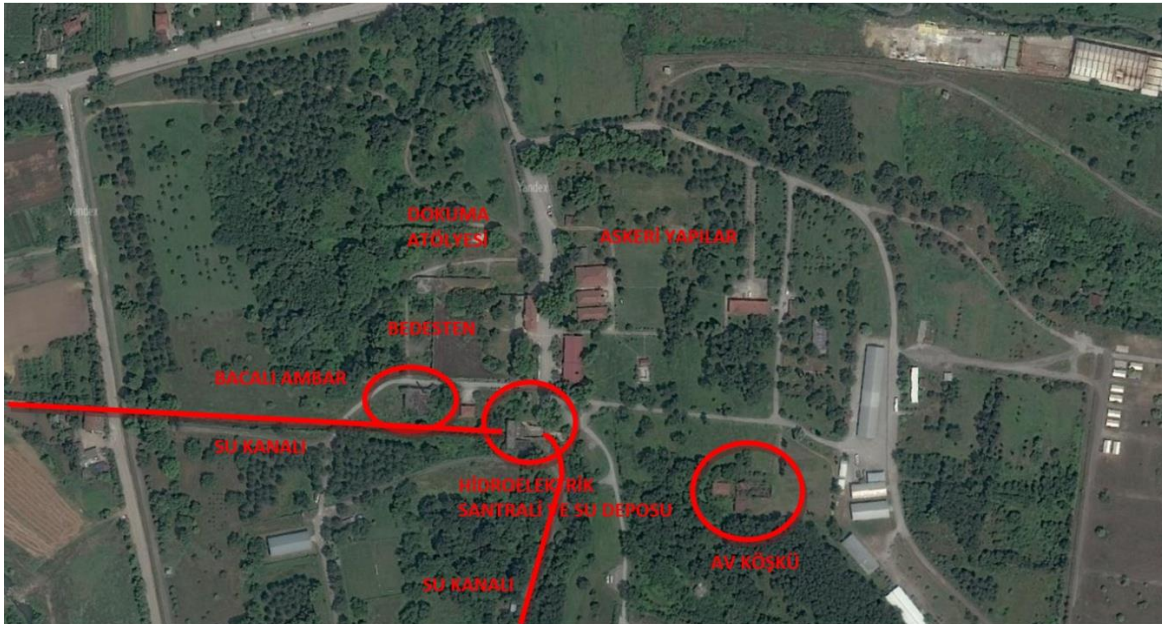
Sultan Abdülmecid'in 1839 yılındaki bu hattı hümayunundan sonra 1843 yılında İzmit dışında bulunan kiraz bahçesi üzerine Hazineye ait arazide Çuha Fabrikası kurulmasına ve gerekli masrafların Kocaali Sancağı'ndan karşılanmasına karar verilmiştir [15].

Sultan Abdülmecid'in talimatı doğrultusunda askeriye başta olmak üzere hem askeriye hem de halk için gerekli olan giysi ihtiyacını karşılamak için 1843 yılında yapımına başlanılmış olan Çuha Fabrikası'nın açılışı 1844 yılında, bizzat Padişah Abdülmecid tarafından yapılmıştır. Çuha Fabrikası; Dokumahane (Dokuma Atölyesi), Bükmebane, Boyahane, Dehliz, Bacalı Ambar, Hidroelektrik Santrali, Ahır, Seyis Odaları, Bedesten, Misafirhane, Kütüphane, Mescit vb. bölümlerden oluşmaktadır. 1856 yılında üretilen ürünler Paris Sergisinde sergilenerek satışa sunulmuştur. Hatta bazı ürünler (keçe, elbise, dokumalık kumaş) Paris Sergisi'nde mansiyon ödülü kazanmıştır [16].

Birinci Dünya Savaşı sırasında çeşitli zorluklarla karşı karşıya gelen fabrika 18.06.1920 tarihinde İngilizler tarafından bombalanması ile çıkan yangın sonucunda kapanmıştır. Bombalanmadan sonra fabrikaya gönderilen askeri yetkililer kalan malzemeyi Ankara'ya göndermişlerdir. Fabrikanın arazisi ve kalan bölümleri torpido fabrikasına çevrilmiştir. Günümüzde ise bazı bölümleri ayakta kalan fabrika, İzmit'te askeri bölge içerisinde [16].

Çuha Fabrikası'nın günümüze ulaşan yapıları, Kültür ve Turizm Bakanlığı İstanbul II Numaralı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu tarafından 25.06.1998 tarih ve 4861 sayılı kararıyla tescillenerek koruma altına alınmıştır.

Av Köşkü yapısı Çuha Fabrikası içerisinde yer almaktadır (Figür 2). 1953 yılında Kara Kuvvetleri'ne devredilmesiyle askeriye olarak kullanılmıştır. 17 Ağustos 1999 Marmara depreminden sonra da hasar görerek kullanılmaz hale gelmiştir.



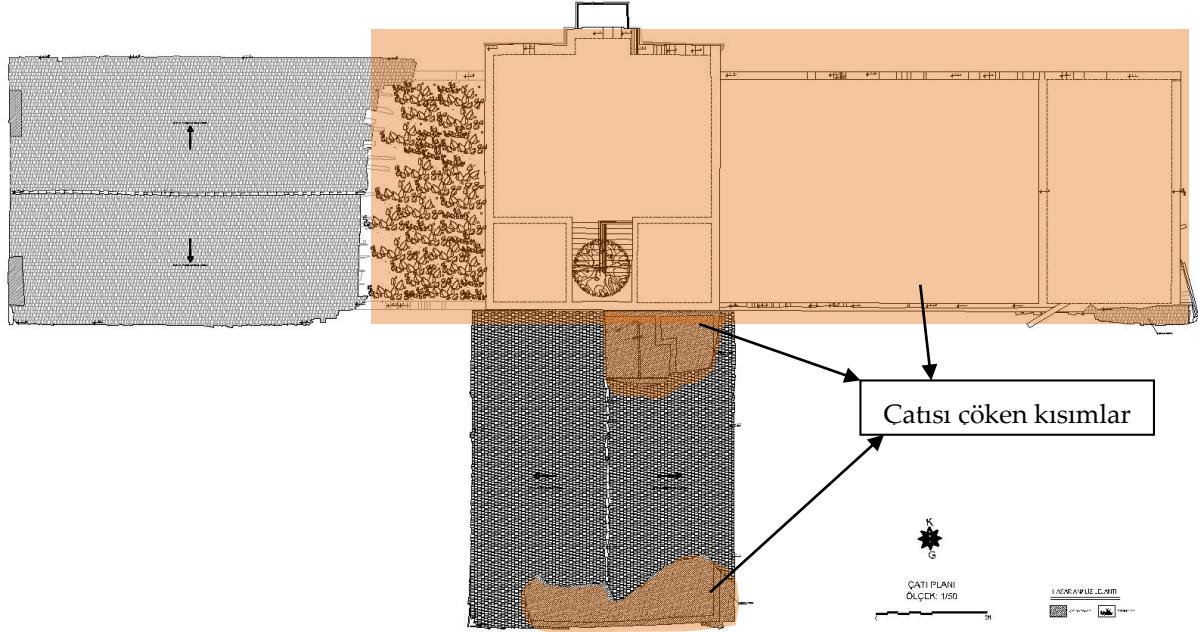
Figür 2. Fabrika yapılarını gösteren hava fotoğrafı [17] (yazarlar tarafından düzenlenerek).

4. Yapının Mimari Özellikleri

Çuha Fabrikası yapıları arasında bulunan Av Köşkü yapısı "T" planlıdır. Ortadaki bölüm iki katlı yandaki kollar kagir tek katlı olarak inşa edilmiştir. Yapının tek katlı olan bölümleri ahşap çatı makaslı örtülüdür ancak bu örtü kısmen çökmüştür. Beden duvarları tuğladan örülmüştür ve kalınlığı sıva

¹Dinkhane: Keçeleştirme için örme işlerinden sonra yapağının bol suyla yıkanması gerekmektedir. İzmit'te kurulan dinkhane Kilas suyunun yanına kurulmuştur ki bu yer sonradan İzmit Çuha Fabrikasının da kurulacağı yerdir.

dahil 38-41 cm.'dir. Doğramaları ahşap olmakla birlikte bazı pencere boşlukları briket ile örülerek kapatılmıştır. Yapının iki katlı olan kısmında ise betonarme taşıyıcı elemanlar gözükmemektedir. Bu kısımda da çatı ahşap konstrüksiyona sahiptir ve büyük bir çoğunluğu çökmüştür (Figür 3 ve 4).



Figür 3. Çatı planı (Çizim yazarlara aittir) [24]

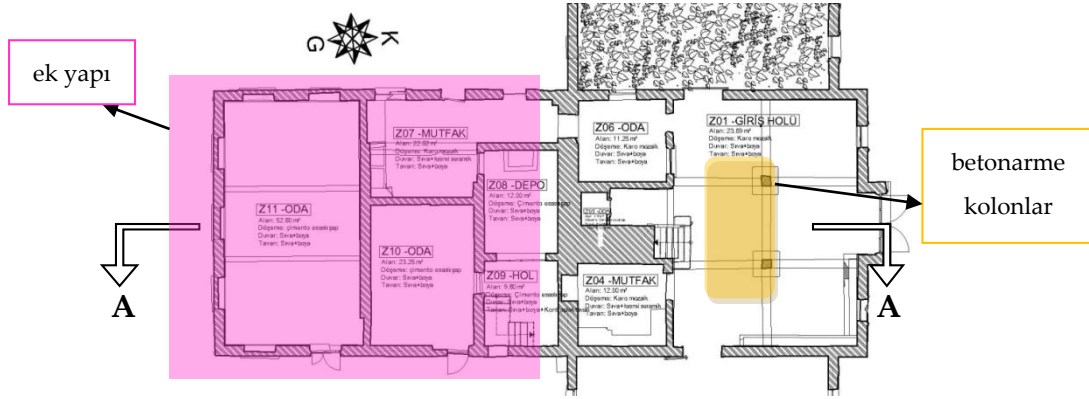
Yapının sağ kolunda iki ayrı hacim bulunmaktadır. Bunlardan birine ana giriş holünden geçilmektedir. Bu hacim ahır olarak değerlendirilmiştir. Bu bölümün pencere açıklıklarındaki ahşap doğramalar kayba uğramıştır. Mekânın tavanı tamamen çökmüş ve odanın içinde bir yığın olarak kalmıştır. Sağ kolda bulunan diğer hacme ise girilememiştir. Moloz yığınları odaya girilmesine engel olmaktadır.

Av köşkünün sol taraftaki diğer tek katlı kolunda 4 ayrı oda bulunmaktadır. Odalar muhdes tuğla duvarlarla birbirinden ayrılmaktadır. Ahırın da çatı örtüsü kısmen çökmüştür ve çatı konstrüksiyonu açıktadır. Kalan kısmın tavanı sonradan yapıya ilave edilmiş kontrplak kaplamadır.

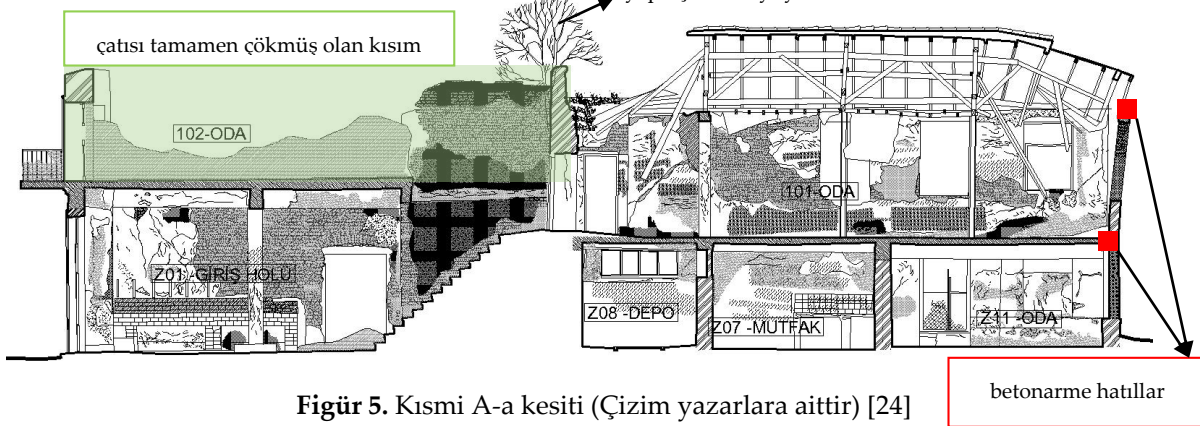
Tek katlı kısımların kâgir duvar aksları arası kısa yönde 10 m.'dir. Yapının sol kolunda ahşap çatı makasını taşıması amacıyla ahşap dikmeler yapıldığı görülmektedir. Dikmelerin boyutları 14cmx14cm, 14cmx15cm, 15cmx17cm ve 15cmx18cm'dir. Sol kanattaki ahır bölümünde bu dikmeler mevcuttur. Ancak diğer kısımlarda dikmeler çatı örtüsüyle birlikte yıkılmıştır.

Yapının orta kısmı iki katlıdır ve burada ana hacimler bulunmaktadır (Figür 4). Kuzey cephesinden demir bir kapı ile girilmektedir. Bu alanın zemin döşemesi karo mozaik, duvarları sıvalı ve betonarme olan tavan döşemesi de sıvalıdır. Bu alandan diğer kollardaki iki ahıra, bu katta bulunan servis odalarına ve üst kata geçiş sağlanmaktadır. Üst katın çatı örtüsü bütünüyle çökmüş durumdadır (Figür 5). Çatı örtüsünün kaybı duvarlarda da hasarlara neden olmuş, çatlaklar ve kayıplar meydana gelmiştir.

Orta kısmın da kâgir duvarları tuğla örgülüdür. Ancak bu kısım diğer iki kola göre farklı bir yapı malzemesiyle statik açıdan desteklenmiştir. Betonarme elemanlar bu kısımda dikkat çekmektedir. Betonarme kolonların boyutları yaklaşık 37cmx37cm'dir. Kolonlar birbirleriyle ve kâgir duvarlarla 33cmx50cm'lik betonarme kirişlerle bağlanmaktadır. Bu sistemin üzerinde de 30 cm'lik döşeme bulunmaktadır. Kâgir taşıyıcı duvarların betonarme sistemle desteklendiği bir yapı oluşturulmuştur. Yapının askeriyeye devredilmesinden sonra eklendiği düşünülen ek yapıda da benzer bir yapı sistemi gözlemlenmektedir (Figür 4). 15-18 cm. kalınlığında betonarme döşeme, betonarme kirişler ile desteklenmektedir. Ön kısımdan farklı olarak birinci kat döşeme ve çatı seviyesinde tüm cepheyi saran betonarme hatıllar yer almaktadır (Figür 5).



Figür 4. Kısmi Zemin kat planı (Çizim yazarlara aittir) [24]
yapı içinde büyüyen odunsu bitkiler



Figür 5. Kısmi A-a kesiti (Çizim yazarlara aittir) [24]

Yapının cepheleri sıvalıdır. Ön cephedeki (kuzey cephesi) pencereler ve kapılar profilli sövelere sahiptirler ve basık kemerli formları vardır. Ayrıca iki kattan oluşan orta kısımda da profilli kat kornişli bulunmaktadır. Bölgenin ikliminden ve dış hava koşullarına açık durumda olan yapıda yoğun bitkilenme görülmektedir, yapının genelinde ve cephe elemanlarında yüzey kayıplarına yol açmıştır (Figür 6). Bununla birlikte cephelerde sıva dökülmeleri mevcuttur.



Figür 6. Yapının kuzey cephesi

5. Yapı Malzemelerine İlişkin Analizler ve Bulgular

Yapının taşıyıcı sisteminin değerlendirilmesinde yapı malzemelerine ilişkin fiziksel ve mekanik testler de önem arz etmektedir [18]. Harcın mukavemeti yapı malzemesinden daha düşüktür, böylelikle güçlü

bir yapı malzemesi zayıf bir bağlayıcı ile birleşir. Malzemenin özellikleri ve zayıf yapıdaki harcın davranışı yağma yapının davranışını etkiler. Bu nedenle malzeme, bileşen ve strüktürün bir arada incelenmesi önemlidir [19].

Harman tuğlası ile kagir sistemle inşa edilmiş olan yapıdan iki adet harman tuğlası örneği ile üç sıva örneği alınmıştır. Yapı genelinde özgün sıva katmanına rastlanılmamış olup, duvar iç cidarlarındaki harcın da dağılmış olduğu görülmektedir. Onarımlar geçirmiş olan yapıda harman tuğlası aralarında da çimento esaslı harç bulunmaktadır. Yapıdan alınan tuğlalar 10,5x6x23 cm ve 10,5x5,5x22,5 cm boyutlarında; koyu kırmızı ve kiremit kırmızısı renginde oldukları (**Figür 7**); duvarlarda yer yer sarı renkli tuğlalar bulunduğu görülmektedir. Sarı renk, tuğlaların renk değiştirmesinden kaynaklanmaktadır.

Görsel analizler, örneklerin asit kaybı öncesi durumlarını ve analiz sonrasında beherde kalan agregalarını tespit etmek için stereo mikroskop ile yapılan incelemelere göre değerlendirilmiştir.



Figür 7. Yapıdan alınan tuğla örneği

Yapıdan alınan örnek-4/1, koyu renkli, içerisinde yer yer boşluk bulunan, bozunmuş yapıda bir dolu tuğla örneğidir. Örnek-4/2, açık gri renkli, zayıf yapılı, agrega olarak bol miktarda dişli kum bulunan bir harç örneğidir, örnek-5, açık renkli, içerisinde yer yer boşluk bulunan, homojen yapılı bir dolu tuğla örneğidir. Örnek-6/1, açık gri renkli, sağlam yapılı, agrega olarak bol miktarda dişli kum bulunan bir sıva örneğidir. Onarım sırasında yapıldığı düşünülmektedir, örnek-6/2, açık gri renkli, zayıf yapılı, içerisinde yer yer kireç topakları görülen, agrega olarak bol miktarda dişli kum bulunan bir sıva örneğidir; onarım sırasında yapıldığı düşünülmektedir.

5.1. Asit Kaybı ve Kalsinasyon (Kızdırma Kaybı) Analizleri

Asit kaybı analizi, % 20 oranında seyreltilmiş HCl türü asit kullanılarak yapılmıştır. Kızdırma kaybı analizi ise toz haline getirilen örneklerin sırasıyla 550°C ve 1050°C'lerde kül fırınında belli sürelerde tutulması yöntemi ile yapılmıştır. Deney sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Harç ve sıva örneklerinin asit kaybı-kızdırma kaybı istatistik sonuçları

Örnek	Asit Kaybı Analizi			Kızdırma Kaybı Analizi				Kireç / Agrega Oranı (Ağırlıkça)
	Örnek Tanımı	Asit Kaybı (%)	Beherde Kalan Agregat (%)	550°C Kayıp (%)	1100°C Kayıp (%)	CaCO ₃ Miktarı (%)	CO ₂ /H ₂ O Oranı*	
Örnek-4/2	Harç-	24	76	2,2	9,0	20	4,0	1/3
Örnek-6/1	Kaba Sıva	32	68	2,7	13	30	4,8	1/2
Örnek-6/2	İnce Sıva	28	72	2,4	12	27	5,0	1/2,5

* CO₂ /H₂O<10 olması durumunda harçlarda hidrolik özellik olduğu kabul edilmektedir.

5.2. Elek Analizi

Harç ve sıva örneklerinin elek analizleri, asit kaybı deneyinden sonra kalan agregaların boyutlarını belirlemek için yapılmıştır. Buna göre yapılan analiz sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Harç ve sıva örneklerinde bulunan agregaların elek analizi sonuçları
Elekten Geçen Malzeme Yüzdesi (%)

Örnek	Tanımı	>8mm	8mm	4mm	2mm	1mm	0.5mm	0.25mm
Örnek-4/2	Harç-AK	100	100	97	82	60	30	3
Örnek-6/1	Kaba Sıva-AK	100	100	96	78	58	33	10
Örnek-6/2	İnce Sıva-AK	100	100	100	85	63	37	8

4 no.lu harç örneği, bağlayıcısı hidrolik karakterli kireç olan, agrega olarak 4mm altı dişli kum bulunan orta sağlamlıkta bir harç örneğidir. Bağlayıcı/agrega oranı 1/2,5 olarak hesaplanmıştır. Özgün olabileceği düşünülmektedir. Ancak 6 numara ile kodlanan ince ve kaba sıva katmanları yüksek dozajlı çimento içerikli sonradan yapılmış olan sıva örnekleridir; çimento ve kireç esaslı melez sıvalardır. Dişli kum ile hazırlanmış olan bu örneklerin 1-2 mm. elek boyutunda agregalardan oluştuğu, kireç/agrega oranlarının 1/2-1/3 olduğu görülmüştür (Tablo 1 ve 2). Bu harçlar poroziteleri %30, özgül kütleleri 2,52-2,68 g/cm³ olan zayıf yapılı harçlardır (Tablo 3).

5.3. Fiziksel Özellik Deneyleri

Alınan tüm örneklerde fiziksel özellik deneyleri olarak; atmosfer basıncı altında daldırma yöntemi ile su emme (kütlece/hacimce), birim hacim kütle, özgül kütle, deneyleri yapılmış boşluk-doluluk oranları bulunmuştur. Deneyler, örneklerden hazırlanan numuneler üzerinde, “TS EN 771-1 [6], TS EN 772-4 [7], Kâgir Birimler ve TS 699/2009 Doğal Taşlar [8], standartlarına uygun olarak yapılmış ve sonuçları hesaplanmıştır. Deney sonuçları Tablo 3 ve 4’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Harç ve sıva örneklerinin fiziksel özellik istatistikleri

Örnek	Tanımı	Ağırlıkça Su Emme Oranı (%)	Hacimce Su Emme Oranı (%)	Birim Hacim Kütle (g/cm ³)	Özgül Kütle (g/cm ³)	Porozite (%)
Örnek-4/2	Harç-AK	21	34	1,61	2,53	36
Örnek-6/1	Kaba Sıva-AK	13	24	1,88	2,68	30
Örnek-6/2	İnce Sıva-AK	12	21	1,79	2,60	31

Tablo 4. Tuğla örneklerinin fiziksel özellik istatistikleri

Örnek	Tanımı	Ağırlıkça Su Emme Oranı (%)	Hacimce Su Emme Oranı (%)	Birim Hacim Kütle (g/cm ³)	Özgül Kütle (g/cm ³)	Porozite (%)
Örnek-4/TU	Av Köşkü	17	29	1,70	2,61	35
Örnek-5/TU	Av Köşkü	18	30	1,66	2,63	37

5.4. Mekanik Özellikler

Kâgir yapılarda basınç dayanımı tuğla ve harcın basınç dayanımı gibi ölçülebilen parametrelerle bağlıdır [5]. Bu nedenle Av Köşkü’nden alınan tuğla örnekleri üzerinde mekanik özellik deneyleri yapılmıştır. Mekanik özelliklerin tayini için; TS 699/2009 standardına uygun olarak; eğilmede çekme dayanımı ve eğilmede çekme deneyinde kırılan parçalarda basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler, 40x40x140 mm boyutlu prizmatik örnekler üzerinde Form Test Seidner marka 10KN eğilme ve 200 KN (20 ton) basınç kapasiteli test cihazı yardımı ile yapılmıştır. Deney sonuçları Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5. Tuğla numuneleri üzerinde yapılan mekanik özellik deneyleri

Örnek	Boyutlar (mm)	Eğilmede Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Basınç Dayanımı 1 (MPa)	Basınç Dayanımı 2 (MPa)	Ortalama Basınç Dayanımı (MPa)
T4-1	40x40x140	4,1	6	11	8,5
T4-2	40x40x140	3,5	7	6	6,5
T4-3	40x40x140	4,0	8	10	9
Ortalama		3,9		8,0	
T5-1	40x40x140	2,5	5	5	5
T5-2	40x40x140	3,4	4	4	4
T5-3	40x40x140	3,5	6	6	6
Ortalama		3,1		5,0	

4 ve 5 no.lu tuğla örnekleri fiziksel ve mekanik özellik olarak benzerlik gösterse de farklı hamur kompozisyonuna sahiptirler. Koyu renkli olan 4 no.lu örneğin basınç dayanımı (8MPa) daha yüksek bulunmuştur.

6. Yapısal Analizler ve Bulgular

Yapılan tespit çalışmalarında çatı konstrüksiyonunun büyük bir kısmının kayba uğradığı, duvarlarda açılmalar ve düşeyde sapmalar mevcut olduğu, derin çatlaklar meydana geldiği, yapı duvarlarının birbirinden ayrı olarak çalıştığı tespit edilmiştir (Figür 8). Ayrıca kâgir sistemle yapılmış ana yapının güneyine eklenmiş olan betonarme yapı, özgün yapı duvarlarına ağırlık vermiştir. 1950-1960 yılları arasında eklenmiş olan betonarme kısım niteliksiz olup, yapının özgün sisteminden farklı olması ve taşıyıcı sistemlerinin ayrı çalışması nedeniyle yapıdaki yükleri ve basınç etkisini artırmaktadır.



Figür 8. Z02 ahır mekânının çökmüş çatı karkası ve günümüzdeki durumu

Dere yatağına yakın konumda olan yapıda zemin yapısından dolayı da oturmalar meydana gelmiştir. Yapıda deprem etkisi ve zemin oturmasına bağlı olarak kesme göçmesi görülmektedir [19]. Tespit çalışmalarında yapının pencere seviyelerinin birbirinden farklı olduğu doğu ve batı aksında kaymalar olduğu tespit edilmiştir (Figür 9 ve 10). Yapıda görülen bu hasarların nedeni deprem etkisiyle duvarlarda oluşan kayma gerilmeleri dolayısıyla çekme gerilmelerinin meydana getirdiği çatlak, ayrılma ve dağılmalardır [5]. Kâgir yapılarda deprem sırasında yatay kuvvetler kesme kuvveti ile

zorlanır. Pencere ve kapı boşluklarında 45°'lik çekme çatlakları oluşur. Sonrasında da tersinir deprem yüküne karşı ilk çatlaklara dik yönde yeni çatlaklar meydana gelmektedir [20, 21].

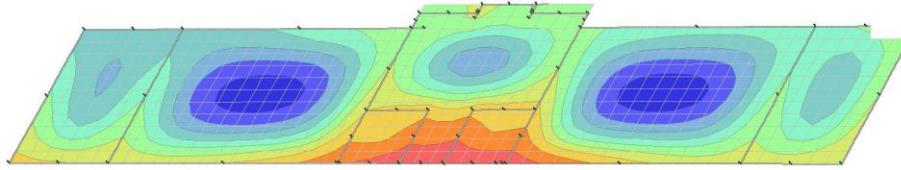


Figür 9. Doğu duvarındaki yapısal çatlak



Figür 10. Kuzey duvarındaki yapısal çatlak

Zemin yapısından dolayı da yapı toprağa gömülmüştür. Özellikle güney cephesi dere yatağına yakın olduğu için bu kısımdaki deformasyon daha fazladır (Figür 11). Yapı içerisinde yetişmiş olan odunsu bitkiler ve ağaçlar da yapıyı tümüyle sarmış olup, temel sistemini de zarar vermiş olmalıdır.



1.14 1.12 1.10 1.08 1.06 1.04 1.02 1.00 0.98 0.96 0.94 0.92 0.90 0.88 0.86 0.84 0.82 0.80 0.78 0.76 0.74 0.72 0.70 0.68 0.66 0.64 0.62 0.60 0.58 0.56 0.54 0.52 0.50 0.48 0.46 0.44 0.42 0.40 0.38 0.36 0.34 0.32 0.30 0.28 0.26 0.24 0.22 0.20 0.18 0.16 0.14 0.12 0.10 0.08 0.06 0.04 0.02 0.00

Figür 11. Av Köşkü yapısı temel 3D statik modeli ve zemin gerilmeleri [24]

Kagir sistemle inşa edilmiş olan yapının bulunduğu bölgenin deprem bölgesi olması ve ıslak bir zemin yapısına sahip olduğu için rekonstrüksiyondan sonra da göçme riski devam edecektir.. Zemin yatak katsayısı ve zemin taşıma katsayıları yapının yakınından geçen nehir ve bataklık alana göre hesaplanmıştır. Yapılan statik analizler STA-4 verileri üzerinden değerlendirilmiştir (Figür 12).

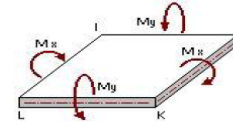
STA4-CAD Ver.14.1 RADYE PROGRAMI
RADYE MAT TEMELLERİN SONLU ELEMANLARLA ANALİZİ

ZEMİN YATAK KATSAYISI (t/m²) : 1500.0
 ZEMİN TAŞIMA GÜCÜ T_{AS}. GER. (t/m²): 15.0
 BETONARME HESAP YÖNTEMİTAŞIMA GÜCÜ YÖNTEMİ TS500-2000
 BETON ve ÇELİK MALZEME BİLGİLERİ
 Beton dayanım gerilmesi (kg/cm²):300
 Çelik akma gerilmesi (kg/cm²):4200
 Minimum donatı kesit pürsantaja :0.001
 Winkler Yayları OpsiyonuK_s=K_o (Winkler)
 Nokta Tasarım Momenti Opsiyonu ...:Bağlı düşüm noktalarının tasarım momentlerinin ortalaması göre hesaplama

BETONARME HESAP YÜK KOMBİNASYON PARAMETRESİ

Ölü yük C _g	Hareketli yük C _q	Zemin C _s	Deprem ± C _e	Rüzgar ± C _w	Isı C _t
1.40	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
1.40	1.60	1.60	0.00	0.00	0.00
1.00	1.20	0.00	0.00	0.00	1.20
1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
0.90	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
1.00	1.30	0.00	0.00	1.30	0.00
1.00	1.30	1.00	0.00	1.30	0.00
0.90	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00
0.90	0.00	0.90	0.00	1.30	0.00

CODE:TS500T.COD



ZEMİN GERİLMESİ YÜK KOMBİNASYONU q_o < q_t
 DEPREM ZEMİN GERİLMESİ DAVRANIŞ KATSAYISI R_s=8

Ölü yük C _g	Hareketli yük C _q	Zemin C _s	Deprem ± C _e	Rüzgar ± C _w	Isı C _t
1.40	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
1.40	1.60	1.60	0.00	0.00	0.00
1.00	1.20	0.00	0.00	0.00	1.20
1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
0.90	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
1.00	1.30	0.00	0.00	1.30	0.00
1.00	1.30	1.00	0.00	1.30	0.00
0.90	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00
0.90	0.00	0.90	0.00	1.30	0.00

Figür 12. Radye temel zemin gerilme STA4-CAD verileri [24]

7. Değerlendirme ve Rekonstrüksiyon Önerileri

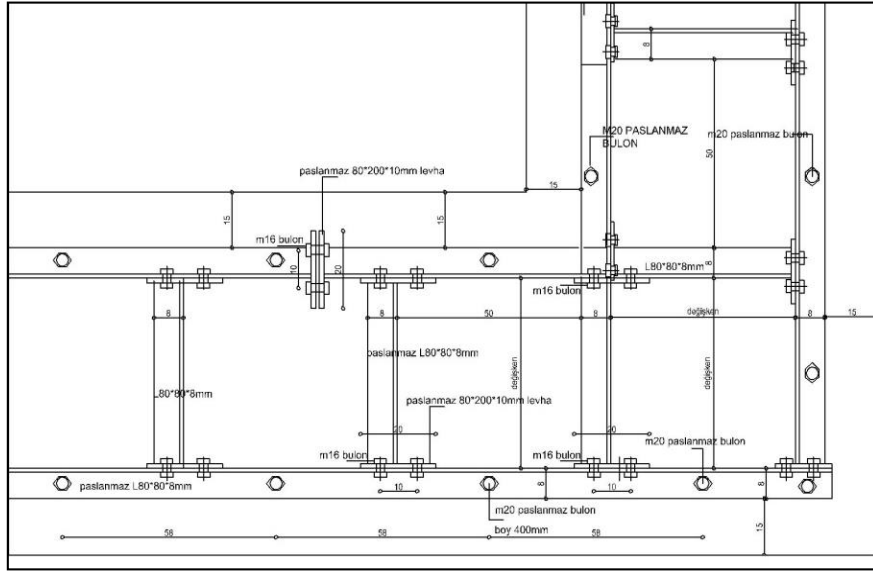
Geleneksel sistemle inşa edilmiş olan yapının özgün mimarisini korunması esastır. Mevcut kagir duvar kalınlıkları korunarak restorasyon kuramları doğrultusunda müdahale önerisi getirilmesi amaçlanmıştır. Yapıların güçlendirilmelerinde bilimsel veri ve deneylere dayalı çağdaş yöntemler kullanılabilir. Bununla birlikte özgün yapım tekniği ve malzemelerin de kullanılması önemlidir [18]. Yapının bulunduğu bölgenin deprem bölgesi olması ve yapıda göçme tehlikesi bulunması nedeniyle özgün yapım tekniği ile rekonstrüksiyonu önerilmektedir. Yapının temelinin sağlam olması amacıyla radye temel sisteminin uygulanması gerekmektedir. Bunun nedeni, yapıdan gelecek ölü ve hareketli yükler ile deprem yüklerinden kaynaklanacak olan yapı yüklerinin, zemine homojen olarak yayılmasını sağlamak ve farklı düşey yapısal oturmaların engellenmesidir. Yapının rekonstrüksiyonu sırasında zeminden gelecek sülardan korunabilmesi amacıyla dış zemin döşemelerinin de iyileştirilmesi önerilmektedir. Radye temel ve zemin sağlıklaştırma çalışmalarında yapı temeli çift kat su yalıtım membranı ile bohçalanmalı ve su yalıtım katmanı subasman seviyesine kadar yükseltilmelidir.

Yapının rekonstrüksiyonunda özgün yapım tekniğinin korunması esastır. Bu nedenle radye temel üzerine tuğla kagir sistemle yapı duvarlarının inşa edilmesi önerilmiştir. Tuğla çekme dayanımı düşük, basınç dayanımı yüksek bir malzemedir. Kâgir yapılar deprem sırasında basınca karşı orta ve yüksek dayanım gösterirken, çekmeye karşı düşük seviyede dayanım gösterirler. Bununla birlikte betonarme yapılardan farklı olarak kâgir duvarlar perde duvar gibi çalışmakta, yük eşit olarak dağılmaktadır [21]. Yapıdan alınan tuğla örneklerinde uygulanan çekme dayanımı ortalama 3,5 MPa, basınç dayanımı ise 5-8 MPa olarak tayin edilmiştir (Tablo 5).

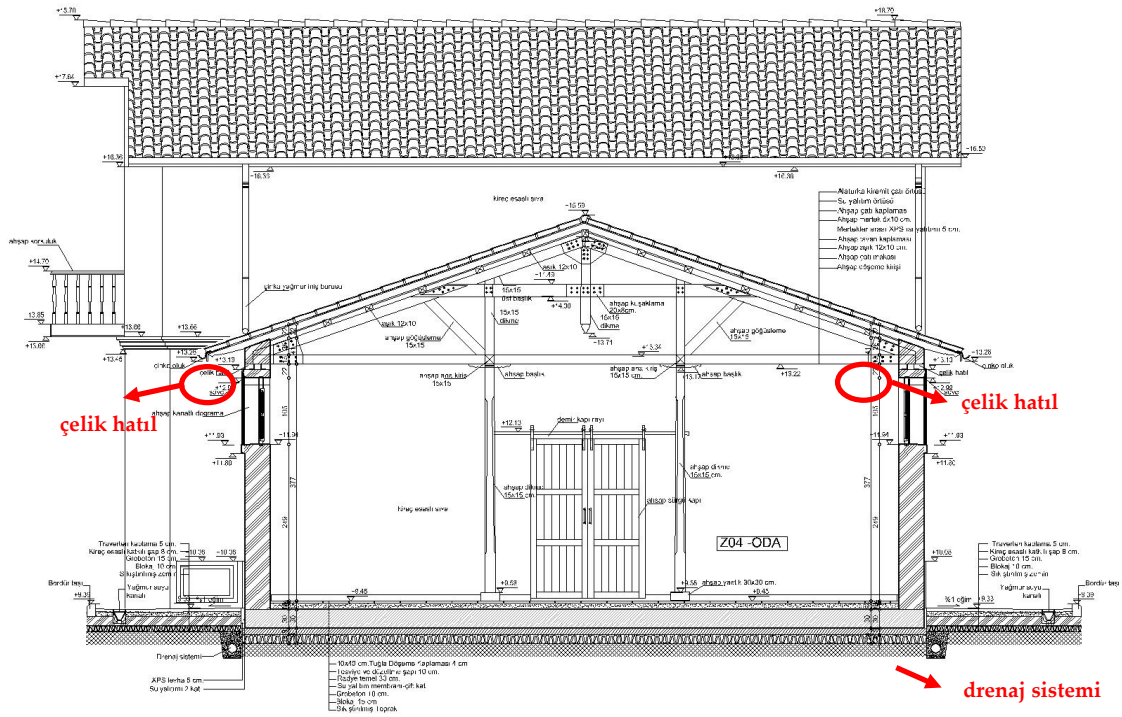
Harç yapı malzemesi arasındaki bağlayıcı malzemedir, böylelikle yapı elemanlarına gelen yükün dağılmasını sağlar. Bununla birlikte yapının rekonstrüksiyonu yapılırken iç ve dış duvarların tuğla duvar örgüsünde birbirine bağlanması gerekmektedir. Ayrıca çatı makasından gelen yüklerin noktasal vaziyette duvarlara aktarılmasını engellemek amacıyla tuğla duvar üstlerine hatıl yapılması gerekli görülmektedir. Yığma yapıları güçlendirmek amacıyla binayı kuşatan duvar altı ve üstüne hatıl uygulanması yapının güçlendirilmesi için önerilen yöntemlerdendir [22].

Paslanmaz çelik malzemeler kullanılarak yapılması önerilen hatılın 80x80x8 mm.lik çift "L" profillerin 58-60 cm. aralıklarla birbirlerine de bağlanması gerekmektedir. Bağlantı yerlerinde çelik levhalar ve bulonlar kullanılarak, "L" profiller duvar üstlerine de bağlanacaktır. L 80X80X8 mm. köşebent ve çelik plakalarla oluşturulacak hatıl arasına hidrolik kireç esashi şap dökülerek, geleneksel yöntemli bir kiriş

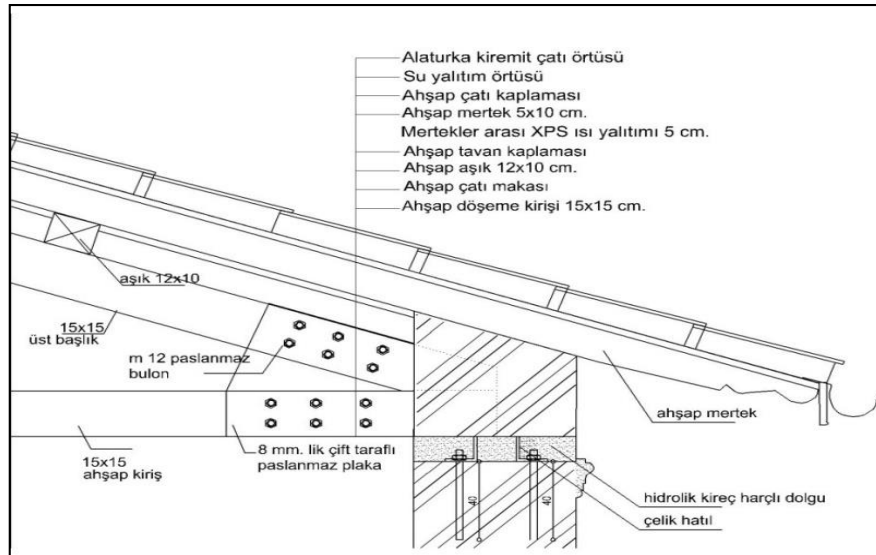
sistemi yapılması önerilmektedir (Figür 13, 14 ve 15). Bu sistem yapı duvarlarının hem basınç hem de çekme kuvvetine karşı dayanımını artıracaktır.



Figür 13. Yapı beden duvarları üzerine uygulanması önerilen çelik planı [24]



Figür 14. Yapı kesiti rekonstrüksiyon önerisi (çizim yazarlara aittir) [24]



Figür 15. Yapı beden duvarları üzerine uygulanması önerilen çelik hatıl ve çatı makası kesiti [24]

Yapılan statik hesaplara göre yapının korunmuş olan ahşap çatı makaslarının taşıma güçlerinin yeterli olduğu görülmüştür. Ahşap çatı hesaplarında ölü yükler ile çatıya etkiyecek olan rüzgar ve kar yükleri TS 498 standardına göre hesaplanmıştır [11]. Yapının özgün çatı strüktürü korunurken düğüm noktalarının çelik levha ve bulonlar ile desteklenmesi gerekliliği bulunmaktadır. Ahşap çatı makasında her bir makas yapının üst kotunda bir gergeri eleman olarak çalıştığı için, duvarları birbirine bağlayan bir sistem oluşturacaktır.

Hatıl sistemi yapılması kaçınılmaz olup, duvarların mevcut kesitlerinin yetersiz olmasından dolayı yeni örülecek tuğla kâgır taşıyıcı duvarlarda da güçlendirme önerilmektedir. Yapılmış olan malzeme analizleri değerlendirilerek Tablo 6 ve 7'de yer alan harç karışım oranlarına göre yapının geleneksel sistemle inşa edilmesi önerilmektedir.

Kâgır yapılarda taş, tuğla, kerpiç harç gibi malzemelerin basınç dayanımı yüksek, çekme dayanımı düşüktür. Bu maddeler gevrek malzemeler olduğu için basınç ve çekme etkisine maruz kaldıkları zaman çok az bir deformasyona uğrarlar; deprem sırasında oluşan yatay hareketler de duvarları kesme kuvveti ile zorlar. Bu zayıflık duvarda donatı kullanılarak giderilmeye çalışılır [5]. Bu nedenle yapı duvarları örüldükten sonra sıva uygulaması yapılmadan önce duvar yüzeylerinde çift yönlü cam elyaf hasır tekstil donatı ile güçlendirilmesi gerekmektedir.

Tablo 6. Onarım harcı önerisi

Bağlayıcı/Agrega= 1/3	
Hidrolik Kireç	1 kısım (NHL 3,5 MPa)
İri Agrega	2 kısım (6-3 mm. altı yöreye ait taş kırığı)
İnce Agrega	1 kısım (3-0 mm. altı yıkanmış elenmiş kara kumu)

Tablo 7. Onarım sıvası önerisi

Bağlayıcı/Agrega= 1/1	
Hidrolik Kireç	2 kısım (NHL 3,5 MPa)
Söndürülmüş Kireç	1 kısım
Agrega	2 kısım (3-0 mm. altı yıkanmış elenmiş kara kumu)

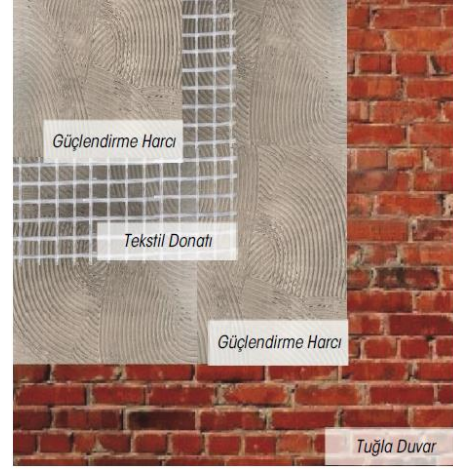
Bu yöntem, Figüre 16 ve 17'de görülen şekilde uygulanarak kâgır duvarların takviyesi yapılmalıdır. Uygulanacak olan takviye filesi malzemesinin çekme dayanımı sayesinde kâgır duvar elemanlarının da kesme dayanımı arttırılacaktır. Bu uygulamanın toplam kalınlığı, sıvasız duvar yüzeyinden itibaren yaklaşık 2-2,5 cm. arasındadır.

Ayrıca bu uygulama Tablo 7'de verilen yüksek mukavemetli kireç harcı ile yapılacağı için yapının özgün yapısına da uygun olacaktır. Yapıda uygulanacak bu tür bir takviye işlevinin restorasyon açısından bir avantajı da ileri ki dönemlerde ihtiyaç duyulduğu takdirde ya da dönem içerisinde çok

daha üstün bir yapısal takviye malzemesi ortaya çıktığında, bu malzemenin kolaylıkla raspa edilebilmesidir (Figür 16). Bu uygulama ile yapının duvarlarında eksen dışı yer değiştirmelerin de büyük oranda önüne geçilmiş olacaktır.



Figür 16. Duvar elemanlarının takviyesinde kullanılacak uygulama 2 yönlü cam elyaf takviye filesi



Figür 17. Çift yönlü takviye filesi detayı [23]

Önerilen bu yöntemlere göre yapının statik hesapları Tablo 8’de verilmiştir. Yapı temellerine oluşacak olan maksimum zemin gerilmesi yaklaşık 5 ton/m²’dir. Bu değer yapının zemin taşıma kapasitesinin çok altında kalmaktadır (hesaplamalarda 10 ton/m² alınmıştır). Yapının taşıyıcı duvarları için rekonstrüksiyon uygulamasında malzeme olarak analiz tablosunda değerleri verilen özgün kagir tuğla malzeme kullanılacaktır. Yapının çatı konstrüksiyonunda tüm ahşap yapı elemanlarının meşe olması önerilmiştir.

Tablo 8’de her bir taşıyıcı duvar elemanını mevcut kayma emniyet gerilmesi, yetersizlik oranları, cam elyaf uygulama sonrası deprem kapasite oran artışı verilmiştir. Bu tablodaki yetersizlik sayıları, deprem yönetmeliğinden kaynaklı olup, güncel deprem yönetmeliği tescilli yapıları kapsamamaktadır. Bu tabloda dikkat edilmesi gereken husus, cam elyaf takviye sonrasında yapının kayma emniyet gerilmesinin artış oranıdır. Tüm duvarlara çift yönlü olarak yapılacak cam elyaf ile sıva takviyesi uygulaması, yapı duvarlarının kayma emniyet gerilmesini %98 oranında arttırmaktadır. Ayrıca bu uygulama ile özgün duvar kalınlıkları da korunarak, yapının mimari özellikleri (duvar kalınlıkları, pencere ve kapı ebatları vb.) değiştirilmemiş olacaktır.

Tablo 8. Yığma Duvarların Tekstil Donatıyla Güçlendirildikten Sonraki Performansları

ZEMİN KAT DUVAR KAYMA YERİLMESİ KONTROLÜ																		
DUVAR ADI	DUVAR BOYU	DUVAR KALINLIĞI	DUVAR DÜŞEY GERİLMESİ	ÇATLAMA ENİYET GERİLMESİ (MEVCUT)	ÇATLAMA ENİYET GERİLMESİ (1.YÖN)	ÇATLAMA ENİYET GERİLMESİ (2.YÖN)	DUVAR A ETKİYE N KESME KUVVETİ	DUVAR KAYMA GERİLMESİ	DUVAR KAYMA ENİYET GERİLMESİ (1.YÖN)	DUVAR KAYMA ENİYET GERİLMESİ (2.YÖN)	DUVAR KAYMA ENİYET GERİLMESİ (MEVCUT)	KAYMA KAPASİTE Sİ KULLANIM ORANI (1.YÖN)	KAYMA KAPASİTE Sİ KULLANIM ORANI (2.YÖN)	KAYMA KAPASİTE Sİ KULLANIM ORANI (MEVCUT)	PERFORMAN S DURUMU (TEK YÖN)	PERFORMAN S DURUMU (ÇİFT YÖN)	PERFORMAN S DURUMU (MEVCUT)	KAYMA DAYANIMINDA ARTIŞ (2.YÖN)
	m	m	MPa	MPa	MPa	MPa	t	MPa	MPa	MPa	MPa							
W101	0,72	0,4	0,313	0,15	0,271	0,392	16,95	0,577	0,428	0,548	0,307	135%	105%	188%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,788910633
W102	0,90	0,4	0,313	0,15	0,271	0,392	27,02	0,736	0,428	0,548	0,307	172%	134%	240%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,788910633
W103	0,91	0,4	0,313	0,15	0,271	0,392	27,61	0,744	0,428	0,548	0,307	174%	136%	243%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,788910633
W104	0,72	0,4	0,313	0,15	0,271	0,392	16,90	0,576	0,428	0,548	0,307	135%	105%	188%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,788910633
W105	1,39	0,4	0,153	0,15	0,271	0,392	58,27	1,028	0,347	0,468	0,226	296%	220%	454%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,068138662
W106	1,32	0,4	0,153	0,15	0,271	0,392	53,66	0,997	0,347	0,468	0,226	287%	213%	440%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,068138662
W107	1,32	0,4	0,153	0,15	0,271	0,392	53,66	0,997	0,347	0,468	0,226	287%	213%	440%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,068138662
W108	1,32	0,4	0,153	0,15	0,271	0,392	53,66	0,997	0,347	0,468	0,226	287%	213%	440%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,068138662
W109	1,32	0,4	0,153	0,15	0,271	0,392	53,66	0,997	0,347	0,468	0,226	287%	213%	440%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,068138662
W110	1,32	0,4	0,153	0,15	0,271	0,392	53,66	0,997	0,347	0,468	0,226	287%	213%	440%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,068138662
W111	1,39	0,4	0,153	0,15	0,271	0,392	58,55	1,033	0,347	0,468	0,226	297%	221%	456%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,068138662
W112	51,40	0,4	0,227	0,15	0,271	0,392	59,04	1,034	0,384	0,505	0,364	269%	205%	393%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,917950664
W113	51,40	0,4	0,227	0,15	0,271	0,392	59,35	1,040	0,384	0,505	0,364	270%	206%	395%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,917950664
W114	0,41	0,4	0,334	0,15	0,271	0,392	4,31	0,258	0,438	0,559	0,317	59%	46%	81%	YETERLİ	YETERLİ	YETERLİ	1,762787764
W115	0,42	0,4	0,334	0,15	0,271	0,392	4,50	0,263	0,438	0,559	0,317	60%	47%	83%	YETERLİ	YETERLİ	YETERLİ	1,762787764
W116	1,35	0,4	0,289	0,15	0,271	0,392	55,73	1,012	0,415	0,536	0,294	244%	189%	344%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,821882433
VV117	1,35	0,4	0,2886	0,15	0,271	0,392	55,60	1,010	0,415	0,536	0,294	243%	188%	343%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,821882433
W118	1,32	0,4	0,1522	0,15	0,271	0,392	53,66	0,997	0,347	0,468	0,226	287%	213%	441%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,069792127
W119	1,36	0,4	0,1522	0,15	0,271	0,392	56,29	1,015	0,347	0,468	0,226	292%	217%	449%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,069792127
W120	1,35	0,4	0,1522	0,15	0,271	0,392	55,64	1,011	0,347	0,468	0,226	291%	216%	447%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,069792127
W121	1,36	0,4	0,1522	0,15	0,271	0,392	56,29	1,015	0,347	0,468	0,226	292%	217%	449%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,069792127
W122	1,35	0,4	0,1522	0,15	0,271	0,392	55,64	1,011	0,347	0,468	0,226	291%	216%	447%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,069792127
W123	1,36	0,4	0,1522	0,15	0,271	0,392	56,29	1,015	0,347	0,468	0,226	292%	217%	449%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,069792127
W124	1,32	0,4	0,1522	0,15	0,271	0,392	53,45	0,993	0,347	0,468	0,226	286%	212%	439%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,069792127
W125	0,61	0,4	0,3183	0,15	0,271	0,392	11,63	0,468	0,430	0,551	0,309	109%	85%	151%	YETERSİZ	YETERLİ	YETERSİZ	1,782403364
W126	1	0,4	0,3183	0,15	0,271	0,392	33,09	0,80	0,430	0,551	0,309	189%	147%	263%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,782403364
W127	0,99	0,4	0,3183	0,15	0,271	0,392	32,48	0,805	0,430	0,551	0,309	187%	146%	260%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,782403364
W128	0,61	0,4	0,3183	0,15	0,271	0,392	11,65	0,468	0,430	0,551	0,309	109%	85%	152%	YETERSİZ	YETERLİ	YETERSİZ	1,782403364
W129	1,24	0,4	0,2393	0,15	0,271	0,392	47,65	0,942	0,391	0,512	0,370	241%	184%	350%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,897014649
W130	1,99	0,4	0,2393	0,15	0,271	0,392	96,18	1,185	0,391	0,512	0,370	303%	232%	440%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,897014649
W131	1,24	0,4	0,2393	0,15	0,271	0,392	47,88	0,947	0,391	0,512	0,370	242%	185%	351%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	1,897014649
W132	1,1	0,4	0,1209	0,15	0,271	0,392	38,76	0,864	0,331	0,452	0,310	261%	191%	411%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,149346638
W133	1,39	0,4	0,1209	0,15	0,271	0,392	57,34	1,012	0,331	0,452	0,310	305%	224%	481%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,149346638
W134	1,4	0,4	0,1209	0,15	0,271	0,392	57,99	1,016	0,331	0,452	0,310	307%	225%	483%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,149346638
W135	1,39	0,4	0,1209	0,15	0,271	0,392	57,34	1,012	0,331	0,452	0,310	305%	224%	481%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,149346638
W136	1,39	0,4	0,1209	0,15	0,271	0,392	57,34	1,012	0,331	0,452	0,310	305%	224%	481%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,149346638
W137	1,4	0,4	0,1209	0,15	0,271	0,392	57,99	1,016	0,331	0,452	0,310	307%	225%	483%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,149346638
W138	1,1	0,4	0,1209	0,15	0,271	0,392	38,56	0,860	0,331	0,452	0,310	259%	190%	409%	YETERSİZ	YETERSİZ	YETERSİZ	2,149346638

8. Sonuç

Tarihi yapılarda öncelikli olarak onarım önerilmektedir ancak yapının göçme riski olduğunda, çatlaklar ve oturmalar ileri dereceye ulaştığında güçlendirme yapılması mümkün olmamaktadır [18]. Çatlakların taşıyıcı duvarlarda olması, düşeyde sapmaların tespiti, hasarlı duvarların oranının fazla olması gibi durumlarda rekonstrüksiyona gidilebilir [20].

Kartepce Çuha Fabrikası içerisinde yer alan Av Köşkü 1999 depremi ile hasar görmüştür. Kağır yapım tekniğinde inşa edilmiş olan yapıda zemin yapısına da bağlı olarak çökmeler, istatistik verilerine göre genişliği 10-15 cm'yi geçen kesme çatlakları, düşeyden sapmalar ve kayıplar olması nedeniyle yapı ağır hasarlı olarak değerlendirilebilir [21]. Yapıdaki çatlaklarda harcın ve tuğlanın birlikte göçtüğü tespit edilmiştir.

Bu nedenlerle yapının malzeme ve yapısal analizleri doğrultusunda özgün mimarisine bağlı olarak yeniden inşa edilmesi önerilmektedir. Yapıda uygulanacak müdahale yöntemleri rekonstrüksiyon önerilerinde değerlendirilmiş ayrıca yapıya ilişkin kapsamlı bir proje hazırlanmıştır [24].

Depreme maruz kalmış ve ağır hasarlı yapılarda mimari, statik ve malzeme analizlerinin birlikte etüt edilerek yöntem önerisi getirilmesi önemlidir. Her bir yapının kendine özgü bir yapım sistemi ve hesaplama yöntemi bulunmaktadır; bu doğrultuda koruma ve restorasyon önerileri getirilmelidir.

Zemin yapısı zayıf bölgelerde meydana gelecek oturma hasarlarında temel güçlendirmesi için temel boyutunun genişletilmesi önerilmektedir [25]. Bu nedenle anıtsal yapının temelinde radye temel ile donatılı bir temel katmanı yapılması önerilmektedir, böylelikle yapı duvarları desteklenerek birlikte çalışacaktır.

Geleneksel sistemle yapılmış olan yapının ana yapı malzemesi harman tuğlasıdır. Yapının rekonstrüksiyonunda tuğla malzemenin analiz sonuçlarına göre seçilecek harman tuğlası örneklerinin uygunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Tablo 6'da verilen onarım harcı karışım oranlarına göre harman tuğlası ile yapının özgün yapım tekniğinde duvarları örülecektir. Harman tuğlası gevrek bir yapı malzemesidir ve çekme gerilmelerine karşı zayıftır. Depremde yapılar yatay yüklere maruz kaldığı için yapı malzemesinin özelliği önemli olmaktadır [21]. Bu nedenle deprem bölgelerinde kâgir sistemin donatısız olarak uygulanması önerilmemektedir, sistemi güçlendirmek gerekmektedir [19]. Geleneksel sistemle rekonstrüksiyonu önerilen yapının bulunduğu bölgenin şartlarına uygun hale getirilmesi için takviye edilmesi kaçınılmaz görülmektedir. Yapılan deneysel çalışmalar da donatılı sıvaların yapının mukavemet ve sürekliliğini artırdığı, göçme tehlikesini düşürdüğü için yapıda uygulanması önerilmektedir [19]. Lifli takviyeler hafif ve yüksek mukavemetlidir, kireç esaslı sıva ile uygulandığında kayma dayanımını artırmaktadırlar. Bununla birlikte yapı malzemesine zarar vermedikleri için özgün yapım tekniğiyle inşa edilecek yapı duvarlarını güçlendirmek amacıyla, Tablo 7'de yer alan harç karışım oranlarına göre hazırlanacak hidrolik kireç esaslı sıvanın çift yönlü cam elyaf tekstil donatı takviyesi ile birlikte uygulanması önerilmiştir.

Yapı duvarlarının çatı saçak seviyesinde çelik takviye kuşaklarla birbirine bağlanması gerekli görülmektedir. Ahşap çatı makası ile örtülü olan yapının çatı strüktürünün özgün hali ile yeniden yapılması önerilmiştir. Bu çatı sistemi yapı duvarlarını bağlamakta olup, çelik takviye kuşaklarla sistemin birlikte hareket etmesi sağlanacaktır. Böylelikle çelik elemanlar ile yapılacak çerçeve yapının yanıl yer değiştirmelere karşı dayanıklı olmasını sağlayacaktır.

Anıtsal yapıların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasında, yapıların yapısal davranışları ve istatistiksel analiz verileri doğrultusunda yöntem önerilmesi kaçınılmazdır.

Yazar Katkıları: Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunmuştur.

Teşekkürler: Bu çalışmada kullanılan malzeme analiz deneyleri İTÜ Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetim Enstitüsü ile yazarlar tarafından yapılan başvuru ile gerçekleştirilmiştir. Malzeme analizleri için İTÜ Mimarlık Yapı Malzemesi Birimi Öğretim Üyesi Prof.Dr. Seden Acun Özgünler'e, statik analizlerdeki destekleri için İnş.Müh. Koray Aydın'a teşekkürlerimizi sunarız.

Çıkar çatışmaları: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Kaynakça

- [1] A. Batur ve S. Batur, "İstanbul'da 19. yüzyıl sanayi yapılarından Fabrika-i Hümayunlar", Teknoloji Tarihi Kongresi, İ.T.Ü., İstanbul, 14-18 Eylül 1981, s. 331-341.
- [2] E. Ö. Aydın, "Osmanlı Devleti'nin Kocaeli'ndeki Sanayi Mirası: Hereke Ve İzmit (Çuhane) Fabrika-İ Hümayunları", Uluslararası Karamürsel Alp Ve Kocaeli Tarihi Sempozyumu Bildiri Kitabı, 2015, s. 733-746.
- [3] A. Hazır Kaşıkara, "İzmit Çuhane Tavla Yapısının Restorasyon Projesi", Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2013, Kocaeli.

-
- [4] Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Arşivi
- [5] V. Koç, “Depreme Maruz Kalmış Yığma ve Kırsal Yapı Davranışlarının İncelenerek Yığma Yapı Yapımında Dikkat Edilmesi Gereken Kuralların Derlenmesi”, Çanakkale Onsekiz Mart University, Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences, 2016:2, 1, 36-57.
- [6] TS EN 771-1+A1, 2015. Kâgir birimler - Özellikler - Bölüm 1: Kil kâgir birimler
- [7] TS EN 772-4, 2000. Kâgir birimler- Deney metotları- Bölüm 4: Tabii taş kâgir birimlerin toplam ve görünen porozitesi ile boşluksuz ve boşluklu birim hacim kütlelerinin tayini
- [8] TS 699, 2009, Doğal yapı taşları - İnceleme ve laboratuvar deney yöntemleri
- [9] TS EN 772-6, 2002. Kâgir birimler - Deney metotları - Bölüm 6: Beton kâgir birimlerin eğilmede çekme dayanımının tayini
- [10] TS EN 12390-5, 2019 Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 5: Deney numunelerinin eğilme dayanımının tayini
- [11] TS 498, 2020. Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri
- [12] A. Çetin, İzmit Tarihinden Sayfalar, İzmit, 2000, s.7.
- [13] Başbakanlık Osmanlı Arşivi (BOA), Dahiliye İrade (DH. İD) 25/1.
- [14] Başbakanlık Osmanlı Arşivi (BOA), Hatt-ı Hümayun (HAT) 1229/47954/A
- [15] Başbakanlık Osmanlı Arşivi (BOA), Cevdet Maliye, 1729.
- [16] H. Karavar, (Editör:Volkan Şenel) İzmit Çuha Fabrikası, Kocaeli, 2007, s.91-93.
- [17] Yandex Haritalar, Erişim Tarihi: 12 Ocak 2023
- [18] H. Sesigür, O. C. Çelik, F. Çılı, “Tarihi Yapılarda Taşıyıcı Bileşenler, Hasar Biçimleri, Onarım ve Güçlendirme”, İstanbul Bülten, 89, 2007, s. 10-21.
- [19] O. Uzdil, “Mevcut Tarihi Yığma Yapıların Sismik Performansının Belirlenmesi ve Güçlendirme Yöntemi: İstanbul Üniversitesi Rektörlük Binası”, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2020, İstanbul.
- [20] İ. Ediz, “Kâgir Yapılarda Kullanılan Taşıyıcı Duvarların Hasır Çelik Donatı ve Kendiliğinden Yerleşen Beton İle Güçlendirilmesinin Deneysel İncelenmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2006, İstanbul.
- [21] A. Erçolak, “Yığma Yapıların Duvarlarının Kesme Gerilme Dayanımının Deneysel Olarak Araştırılması”, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2021, Konya.
- [22] A. Karaşin ve E. Karaesmen, “1 Mayıs Bingöl Depreminde Meydana Gelen Yığma Yapı Hasarları”, YDGA2005 - Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, 17 Şubat, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 2005, 90-107.
- [23] <https://tic-m.com/>, Erişim Tarihi: 14 Aralık 2022
- [24] G. Kahraman ve B. Boduroğlu, “Kartepe Çuhane Yapıları Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri”, Kartepe Belediyesi, Etüt Proje Müdürlüğü, 2017.
- [25] N. Işık, “Geleneksel Yığma Yapılarda Taşıyıcı Sistem Hasarları Ve Nedenlerinin Tespiti İle Güçlendirme Ve Tamamlayıcı Müdahale Önerileri; Diyarbakır;Suriçi Örneği”, yayımlanmamış doktora tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2017, Diyarbakır.

Research Article

Received: date:12.04.2023
Accepted: date:15.06.2023
Published: date:30.06.2023

Examination of Pre-Founded Time-Series Models for Classic Canada Lynx Data by K-Means Cluster Method and BDS Test

Reşat Kasap ^{1*}

¹Gazi University, Faculty of Science, Department of Statistics, Ankara, Türkiye; rkasap@gazi.edu.tr

Orcid: 0000-0002-9306-3101¹

*Correspondence: rkasap@gazi.edu.tr

Abstract: Canadian lynx data are widely used and modeled in the literature. Although many different models have been made so far, no model-based classification studies have been carried out in terms of residuals to investigate the similarities or differences between these models. This study reviewed previously obtained models for the Canadian lynx time series. The starting point of the current study is residuals, and some statistical data analysis tools are used for this. The residual series of the models are clustered with the K-means cluster method. Besides, a new model is proposed for this time series, and the model is included in the data analysis together with other models in the literature. In addition, chaos analysis was performed for all residual time series of the models.

Keywords: Time series, the K-means cluster method, BDS Test Statistic, Canadian lynx data

1. Introduction

There are some classical data patterns in the literature. A new methodology is first applied to these datasets. Time series analysis also includes such data, one of them which is Canada lynx time series. The Canadian lynx data investigated in time series analysis was collected annually for the period 1821–1934. It gives the number of the Canadian lynx "trapped" in the North-West Canada. The review and classification of previous models for the Canadian lynx time series is the research topic of our study. Known time series modeling methods such as the Box-Jenkins or Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) method can be used to study such time series. However, the stationarity of the ARIMA model time series is limited by the normality of residuals and the requirement for independence. The residuals are the errors between the observed time series and the model constructed with ARIMA, which should be uncorrelated and normally distributed [1].

The Canadian lynx time series includes a ten-year cycle [2-5]. The data have been examined in many studies in the literature. Some studies are just linear, bilinear, exponential, etc. It includes classical modeling approaches such as Linear model forms that have been proposed by [4], [6], and [7]. [8] examined the exponential model structure. Self-excited Threshold Autoregressive (SETAR) models were given by [9], while bilinear models were proposed by [10] and [7]. These studies aim to examine the Canadian data as classic data in the literature with modeling techniques. Thus, the different appearance of this classical data in different models can be seen.

Lai investigated some of the linear and nonlinear autoregressive models on the classic Canadian lynx data [11]. Kaboudan used this data as a real-world data application to evolve best-fit regression models [12]. Teruia and Van Dijk applied Canadian Lynx data to the time-varying method, which allows for a locally (non)linear modelling [13]. Khashei and Bijari used Canadian Lynx data to apply hybrid models for time series forecasting [14]. The usefulness of the Threshold Quantile Autoregression (TQAR) model is illustrated in an application to the dynamics of the Candian lynx population by [15]. Zainuddin et al.

forecasted Canadian lynx data by using a novel hybridization of bootstrap and double bootstrap artificial neural networks [16]. A forecasting approach for Canadian Lynx data based on machine learning techniques was applied by [17]. Chen et al. proposed a novel method based on error decomposition and a nonlinear combination of forecasters and used this method for forecasting Canadian Lynx data as a real-world data application [18].

In the concept of the current study, it is aimed to examine studies that are based on non-hybrid modeling techniques. Also, the selected time series models which were previously modeled with non-hybrid modeling techniques by 12 different methodologies or researchers are examined by taking into account the modeling in [19]. The examination in question is made on the remnants of each model. The examination in question is made on the residuals of each model. The main purpose of the study is to cluster the models using the K-means clustering method and using the BDS test statistic to investigate chaos. The current study is structured as follows: Section 2 gives previously obtained time series models by using Canadian lynx data, Section 3 includes the methods and results for data mining analysis of the models mentioned in Section 2, and the final comments of the study are given in Section 4.

2. Materials and Methods

2.1. Obtained Time Series Models by Using Canadian Lynx Data

Canadian lynx series, whose models are the subject of investigation, was determined annually between 1820-1934. This data is one of the most popular data sets for theoretical or applied studies in time series analysis. The sequence graph of the said time series is given in Fig. 1.

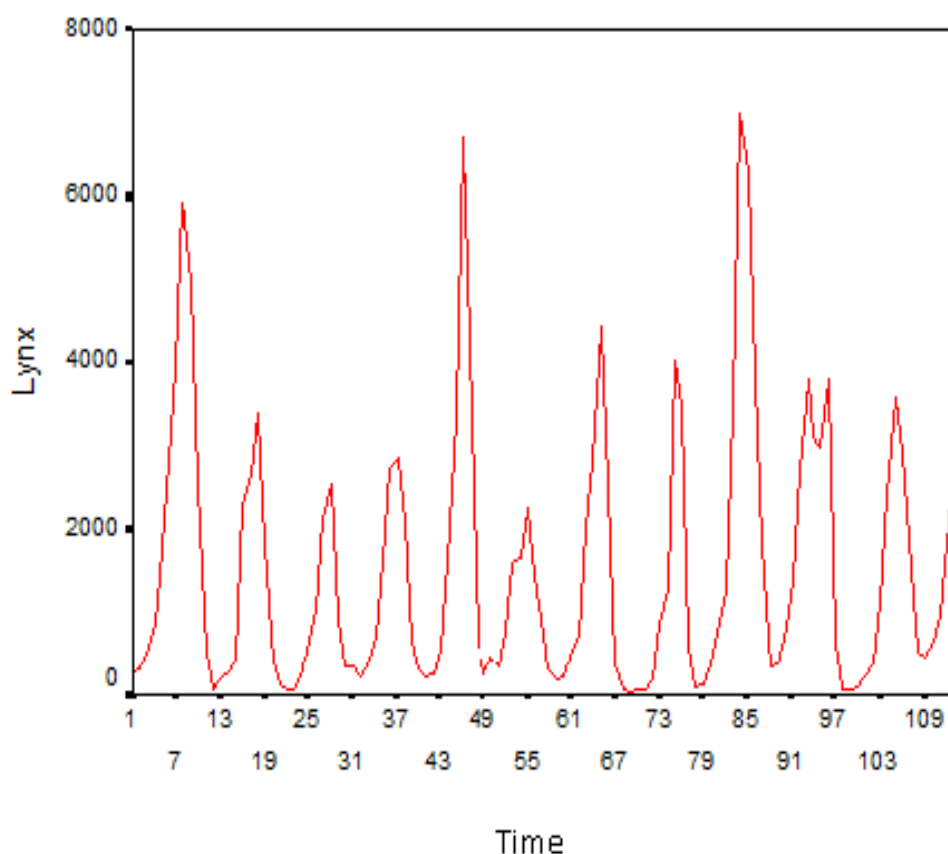


Figure 1. Canadian Lynx series (1820-1934)

The models related to Canadian lynx data are usually obtained after performing logarithmic transformation for a 100-unit slice. The models below assume a white noise process with a mean ε_t of 0 and a variance of σ^2 . The models obtained at various times of the data mentioned above, sometimes using different methodologies, are given below:

Model I – Linear [4]

$$X_t = 2,9 + 1,41X_{t-1} - 0,77X_{t-2} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

Model II - Exponential [8]

$$X_t = \{1,167 + (0,316 + 0,982X_{t-1})K_t\}X_{t-1} - \{0,437 + (659 + 1,26X_{t-1})K_t\}X_{t-2} + E_t, \quad K_t = \exp(-3,89X_{t-1}^2). \quad (2)$$

Model III - SETAR (2,2,2) [9]

$$X_t = \begin{cases} 0,62 + 1,25X_{t-1} - 0,43X_{t-2} + 0,195\varepsilon_t, & X_{t-2} \leq 3,25 \\ 2,25 + 1,52X_{t-2} - 1,24X_{t-2} + 0,25\varepsilon_t, & X_{t-2} > 3,25 \end{cases} \quad (3)$$

Model IV - Bilinear (9) [10]

$$X_t - 0,8845X_{t-1} + 0,1699X_{t-2} + 0,1271X_{t-4} - 0,5514X_{t-10} + 0,5280X_{t-11} = 1,117 - 0,1653X_{t-8} \varepsilon_{t-10} - 0,097X_{t-5} \varepsilon_{t-8} + 0,0922X_{t-1} \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (4)$$

Model V - AR (11) [6]

$$X_t = 1,13X_{t-1} - 0,51X_{t-2} + 0,23X_{t-3} - 0,29X_{t-4} + 0,14X_{t-5} - 0,14X_{t-6} + 0,08X_{t-7} - 0,04X_{t-8} + 0,13X_{t-9} + 0,19X_{t-10} - 0,13X_{t-11} + \varepsilon_t, \quad (5)$$

Model VI [6]- AR (11)

$$X_t = 1,0938X_{t-1} - 0,3571X_{t-2} - 0,1265X_{t-4} + 0,3244X_{t-10} - 0,3622X_{t-11} + \varepsilon_t, \quad (6)$$

Model VII [7]- Bilinear (13)

$$X_t - 0,77227X_{t-1} + 0,091572X_{t-2} - 0,083073X_{t-3} + 0,261493X_{t-4} - 0,225585X_{t-9} + 0,245841X_{t-12} = 1,486292 - 0,7893X_{t-3} \varepsilon_{t-9} + 0,4798X_{t-9} \varepsilon_{t-9} + 0,3902X_{t-6} \varepsilon_{t-2} + 0,1326X_{t-1} \varepsilon_{t-1} + 0,07944X_{t-2} \varepsilon_{t-7} - 0,3212X_{t-4} \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t, \quad (7)$$

Model VIII [7]- Linear

$$X_t - 1,0541X_{t-1} + 0,4538X_{t-2} - 0,32597X_{t-3} + 0,37912X_{t-4} - 0,23452X_{t-5} + 0,1757X_{t-6} - 0,09598X_{t-7} + 0,12843X_{t-8} - 0,27435X_{t-9} - 0,11427X_{t-10} + 0,18534X_{t-11} + 0,17218X_{t-12} = \varepsilon_t, \quad (8)$$

Model IX [7]- Linear

$$X_t - 1,01705X_{t-1} + 0,39997X_{t-2} - 0,25851X_{t-3} + 0,22037X_{t-4} - 0,21099X_{t-9} + 0,25343X_{t-12} = \varepsilon_t, \quad (9)$$

Model X [9](Tong, 1983)- SETAR (2,5,2)

$$X_t = \begin{cases} 0,768 + 1,067X_{t-1} - 0,2X_{t-2} + 0,164X_{t-3} - 0,428X_{t-4} + 0,181X_{t-5} + 0,174\varepsilon_t, & X_{t-2} \leq 3,05 \\ 2,254 + 1,474X_{t-1} - 1,202X_{t-2} + 0,238\varepsilon_t, & X_{t-2} > 3,05 \end{cases} \quad (10)$$

Model XI [9]- SETAR (2,7,2)

$$X_t = \begin{cases} 0,546 + 1,032X_{t-1} - 0,173X_{t-2} + 0,171X_{t-3} - 0,431X_{t-4} + 0,332X_{t-5} \\ - 0,284X_{t-6} + 0,210X_{t-7} + 0,161\varepsilon_t, & X_{t-2} \leq 3,116 \\ 2,632 + 1,492X_{t-1} - 1,324X_{t-2} + 0,225\varepsilon_t, & X_{t-2} > 3,116 \end{cases} \quad (11)$$

Model XII [8]- Exponential

$$\begin{aligned} X_t &= 0,481X_{t-1} - 0,247X_{t-2} + 0,318X_{t-3} + 0,23X_{t-4} + 0,352X_{t-5} \\ &+ 0,096X_{t-6} - 0,085X_{t-7} - 0,289X_{t-8} - 0,181X_{t-9} + Y_t, \\ Y_t &= \{1,514 + (0,480 - 3,332Y_{t-1} - 0,610Y_{t-1}^2 + 8,906Y_{t-1}^3) \\ &\exp(-\gamma Y_{t-1}^2)\}Y_{t-1} + \{-0,902 + (-0,228 + 0,923Y_{t-1} + 0,193Y_{t-1}^2 \\ &- 4,216Y_{t-1}^3)\exp(-\gamma Y_{t-1}^2)\}Y_{t-2} + \varepsilon_t, \quad \gamma = 3,89. \end{aligned} \quad (12)$$

In addition to the above models, it can be written by remodeling the original data in question. When the model obtained by remodeling is modeled by taking the logarithm of the original data, the proposed model is named Model XIII-linear and expressed as follows, $X_t = \log Z_t$

$$X_t = 6.645 + 1.347X_{t-1} + 0.657X_{t-2} + \varepsilon_t + 0.294\varepsilon_{t-10} \quad (13)$$

is obtained.

The data mining analysis based on the statistical methodology used to investigate the time series models obtained by modeling the Canadian lynx data can be summarized as follows:

- i- Clustering the models' residual sequences with the help of the K-means cluster method.
- ii- A criteria for identification of non-linear (or chaos), the BDS (Brock, Dechert, Scheinkman) test statistic.

Cluster analysis is a framework that develops tools and methods that group large individuals (or cases, units, items, objects, etc.) with the help of a specific data matrix containing multiple variables. Items are grouped or clustered using metrics based on "similarity" [20]. The similarity measure is calculated using a distance function based on an approximation such as Euclidean, Mahalanobis, or Manhattan. Items with small distance function values are classified under the same cluster [21]. For this data, clustering with hierarchical and principal components has been applied before in other studies [29]. In this study, one of the most popular is the cluster analysis method to determine the similarities of the models in the literature: K-means cluster method.

2.2. K-Means Cluster Method

This method can be defined as a non-hierarchical clustering method, which is proposed by [22]. The K-means cluster method uses an algorithm to assign each unit to the group or cluster having the nearest centroid [21]. This method tries to construct homogeneous groups or clusters of items based on selected variables, using an algorithm that can handle a large number of cases [20]. In the method, it is necessary to determine the number of clusters at the beginning. This information can specify initial cluster centres [23-24]. The algorithm of K-means can be explained as follows: Firstly, the optimal K value (the number of groups or clusters) has to be determined. Then the K number of items is randomly chosen, and they are assigned for each cluster separately. Afterwards, the remaining items are assigned to the relevant clusters by considering the minimum distance function value, and the new cluster centers are calculated in each iteration. It is needed to repeat the steps above until no more reassignments for items take place [21].

2.3. The BDS Test Statistic

The BDS has been used as a test statistic, as a criterion to identify the chaos (or non-linear), which tests the null hypothesis that the variable of interest is Independently and Identically Distributed (IID). Now,

let us briefly consider the test statistic-BDS itself. It is based on the so-called correlation integral introduced by [25].

The time series to be analyzed $(X_t:1,2,\dots, T)$ is used to form the N-histories

$$X_t^N = (X_t, X_{t+1}, \dots, X_{t+N-1}).$$

Each N-history can be considered to be a point in an N-dimensional space, where N is called the embedding dimension. These N-histories can be used to define a correlation integral

$$C_N(e) = \frac{2}{T_N(T_N - 1)} \sum_{t < s} \sum I_e(X_t^N X_s^N),$$

where $T_N = T - N + 1$, and I_e is the indicator function of the event

$$|X_{t+i} - X_{s+i}| < e, \quad i=0,1,\dots,N-1.$$

The correlation integral, $C_N(e)$, can be interpreted as an estimate of the probability that X_t^N and X_s^N are within a distance e . Given this interpretation, we can see that under the independence hypothesis

$$C_N(e) \rightarrow C_1(e)^N, \quad \text{as } T \rightarrow \infty$$

holds. That is, $P(|X_{t+i} - X_{s+i}| < e), (i=0,1,\dots, N-1)$ is, due to independence, equal to $\prod_{i=1}^{N-1} P(|X_{t+i} - X_{s+i}| < e)$, which is estimated by $C_1(e)^N$ as the variables are identically distributed [26-27]. Thus, the BDS statistic reduces to

$$W_N(e) = [\sqrt{T} (C_N(e) - C_1(e)^N)] / \hat{\sigma}_N(e),$$

where $\hat{\sigma}_N(e)$ is an estimate of the standard deviation under the null hypothesis. $W_N(e)$ distribution converges to a standard normal with expectation zero and variance unity as T approaches infinity. Thus, one can now calculate the statistic that has a standard normal asymptotic distribution under the independence hypothesis. If the absolute values of the test statistic are large, the null hypothesis of IID (randomness) is to be rejected [28].

3. Results of Analysis

Some of the results obtained from the analyzes using the methods described above are given in the text. As already mentioned, the study of models of the Canadian lynx series is based on residuals. All other results regarding the techniques are given in Appendices A and B. Accordingly, some descriptive statistics of the model residuals for 13 items (models) are given in Table 1.

Table 1. Some Values for Model Residuals

Model name-type	Average	Standard deviation	Goodness of fit-p
Model I-Linear	-0.01022	0.238354	0.520603
Model II- Exp.	-0.00525	0.212661	0.105848
Model III-SETAR	-0.10415	0.260800	0.228786
Model IV-Bilinear	0.00188	0.202352	0.620368
Model V-Linear	-0.00703	0.197697	0.400336
Model VI-Linear	-0.01299	0.202263	0.681150
Model VII-Bilinear	-0.00644	0.152882	0.478163
Model VIII-Linear	0.00379	0.183809	0.535887
Model IX- Linear	-0.00410	0.192566	0.967262
Model X-SETAR	0.00605	0.204812	0.672208
Model XI-SETAR	0.00400	0.199168	0.724205
Model XII- Exp.	-0.01952	0.242870	0.054820
Model XIII- Linear	-0.00703	0.539036	0.035021

The p-values of the mean, standard deviation, and normality tests for all model residuals are given in Table 1. Model II, Model XII, and Model XIII, in particular, have the lowest probabilities when the p-values are examined carefully. What they have in common is that the two are exponential.

Using the hierarchical clustering with Dendrogram and principal component analysis method, [29] determined that the models were divided into 4 clusters in both of two methods: {I, II, III}, {IV, V, VI}, {VII, VIII, IX}, and {X, XI, XII}.

According to the K-means cluster method, when considered as two clusters (optimal value according to Silhouette approach), {I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII} and {XIII} are obtained. Similar to the results of hierarchical clustering, models I, II, and XII stay in the same cluster. In addition, the other models except model XIII are in the same cluster as models I, III, and XII. When the number of clusters value increases, even IV has a different structure than V and VI, and {IV, VI, VII} construct a cluster together. If the number of clusters value is four, the obtained clusters are as follows: {I, III}, {IV, V, VI}, {II, VII, VIII, IX, X, XI, XII}, and {XIII}. Similar to hierarchical clustering results, the models with different mathematical structures can stay in the same clusters. The proposed Model M also forms a cluster by itself in K-means. All the results for the K-means cluster method can be seen in Appendix A.

Lai compared the Canadian lynx data of AR and some other five models with BDS statistics [11]. In this study, the residuals of thirteen models obtained for Lynx were examined using BDS statistics. The BDS results for all the models are given in Appendix B below.

Considering the BDS test results of the residuals series given in Appendix B, it can be said that the assumptions are met for Model I, Model II, Model III, Model VII, Model X, and Model XI; that is, the residuals are linear. The other models, the residuals for Model IV and Model XII, were $p < \alpha = 0.05$ in all dimensions and failed the BDS test. Also, the performance of BDS Statistic in Model III (dimension 3), Model V (dimensions other than 2), Model VI (dimensions other than 2), Model VIII (dimensions 5 and 6), and Model IX (dimensions 5 and 6) could not pass. That is, it contains a non-linear (or chaos) structure.

The analysis results show that the models obtained for the Canadian lynx series, considered classical data in its field, do not show a complete similarity with each other. In the previous studies, the groups obtained in Hierarchical clustering and principal component analysis formed some different groups from those obtained by K-means. Although all models examine the model in the same time series, contrary to expectations, the models show differences. Another interesting point is that the models with the same mathematical structure tend to fall into different groups or clusters.

4. Conclusions

In the current study, the classical Canadian lynx data, which is one of the widely used time series, has been examined with the BDS test statistics of the residuals of these models by classifying the models obtained in various studies before. The models' similarities and differences were investigated using the K-means cluster method, one of the data mining techniques based on multivariate statistical methods. The most important points in the current working concept can be highlighted as follows: All the models in the current study show some differences from the clusters obtained by the previously used methods. The K-means cluster method yields similar results in some respects, as it is based on a distance matrix calculated from the data. If desired, different time series clustering methods can be used in the future [30]. In addition, according to the results of the BDS test statistics based on the residuals of the models, it can be said that the residuals of some models do not pass the BDS test; that is, they contain a nonlinear (or chaotic) structure.

Author Contributions: All authors contributed equally to this study.

Funding: This research did not receive external funding.

Conflicts of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements: The authors would like to thank Gazi University Academic Writing Application and Research Center for proofreading the article.

References

- [1] Box, G.E.P., *Time Series Analysis: Forecasting and Control* 1994, Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall.
- [2] Cendejas-Zarelli, S., "Annual Canadian Lynx trappings 1821-1934", https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/168257_373a84b37f48453dad40cb708f670ff.html, 2016.
- [3] Karnaboopathy, R. and Venkatesan, D., "Data mining in canadian lynx time series", *Journal of Reliability and Statistical Studies*; ISSN: 0974-8024, (Online):2229-5666, 2012; 5(1): 1-6.
- [4] Moran, P.A.P., "The statistical analysis of the Canadian lynx", *Australian Journal of Zoology*, 1953; 1: 163-173.
- [5] Tong, H. and Dabas, P., "Cluster of time series models: an example", *Journal of Applied Statistics*, 1990; 17(2): 187-198.
- [6] Tong, H., "Some comments on the Canadian lynx-with data-with discussion", *Journal of Royal Statistical Society, A*, 1977; 448-468.
- [7] Gabr, M.M. and Subba Rao, T., "On the Identification of Bilinear Systems from Operating Records", *IFAC Proceedings* 1981; 15(1): 375-380.
- [8] Ozaki, T., "The statistical analysis of perturbed limit cycle processes using non-linear time series models", *Journal of Time Series Analysis*, 1982; 3: 29-41.
- [9] Tong, H., *Threshold Models in Nonlinear Time-Series Analysis*. 1983, Springer-Verlag, New York.
- [10] Subba Rao, T., "Contribution to the discussion of Tong and Lim's paper", *Journal of the Royal Statistical Society, B*, 1980; 278-280.
- [11] Lai, D., "Comparison study of AR models of the Canadian lynx data: A close look at BDS statistic", *Computational Statistics & Data Analysis*, 1996; 22(4): 409-423.
- [12] Kaboudan, M.A., "Genetically evolved models and normality of their fitted residuals", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2001; 25(11): 1719-1749.
- [13] Terui, N. and Van Dijk H. K., "Combined forecasts from linear and nonlinear time series models", *International Journal of Forecasting*, 2001; 18(3): 421-438.
- [14] Khashei, M. and Bijari, M., "A new class of hybrid models for time series forecasting", *Expert Systems with Applications*, 2012; 39(4): 4344-4357.
- [15] Chavas, J., "Modeling population dynamics: A quantile approach", *Mathematical Biosciences*, 2015; 262, 138-146, 2015.
- [16] Zainuddin, N.H., Lola, M.S., Djauhari, M.A., Yusof, F., Ramlee, M.N.A., Deraman, A., Ibrahim, Y., Abdullah, M.T., "Improvement of time forecasting models using a novel hybridization of bootstrap and double bootstrap artificial neural networks", *Applied Soft Computing*, 2019: 105676.
- [17] Panigrahi, S., Behera H.S., "A study on leading machine learning techniques for high order fuzzy time series forecasting", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2020; 87: 103245.
- [18] Chen, W., Xu, H., Chen, Z., Jiang, M., "A novel method for time series prediction based on error decomposition and nonlinear combination of forecasters", *Neurocomputing*, 2021; 426 (22): 85-103.
- [19] Kasap, R. And Kurt, E., "An Analysis on Modeling with Different Approaches for the Same Time Series", *National Statistics Symposium 2000*; 27-28 April, Ankara.
- [20] Hardle, W., Hlavka, Z. "Multivariate Statistics: Exercises and Solutions", Springer 2007.
- [21] Johnson, R.A., Wichern D.W. *Applied Multivariate Statistical Analysis* 2002, 5.th Edition, Prentice Hall, 2002.
- [22] MacQueen, J.B., "Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. In: *Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*", Volume 1: Statistics, University of California Press, Berkeley, 1967; 281-297.
- [23] Anderson, T.W. *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*. 1984, Second Edition, John Wiley&Sons, New York.
- [24] Mirkin, B., *Mathematical Classification and Clustering*. 1996, Kluwer Academic Publisher, London.
- [25] Grassberger, P. & Procaccia, I. Characterization of strange attractors. *Physical review letters*, 1983; 50(5): 346.
- [26] Brock, W. A., Brock, W. A., Hsieh, D. A. & LeBaron, B. D. *Nonlinear dynamics, chaos, and instability: statistical theory and economic evidence*. 1991, MIT press.
- [27] Chappell, D., Padmore, J. and Ellis, C. A note on the distribution of BDS statistics for a real exchange rate series. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 1996; 58: 561-565.
- [28] Kasap, R. and Kurt, E., An investigation of chaos in RL-diode circuit by using the BDS test *Journal of Applied Mathematics Decision Sciences* 1998; 2(2): 193-199.
- [29] Tong H. *Non-linear time series: a dynamical system approach*. 1990, Oxford University Press, Oxford.
- [30] Modiri, M., Homayounpour, M.M. & Ebadzadeh, M.M. Reservoir weights learning based on adaptive dynamic programming and its application in time series classification. *Neural Comput & Applic* 2022; 34: 13201-13217. <https://doi.org/10.1007/s00521-021-06827-5>

Appendix A. The Results of K-Means

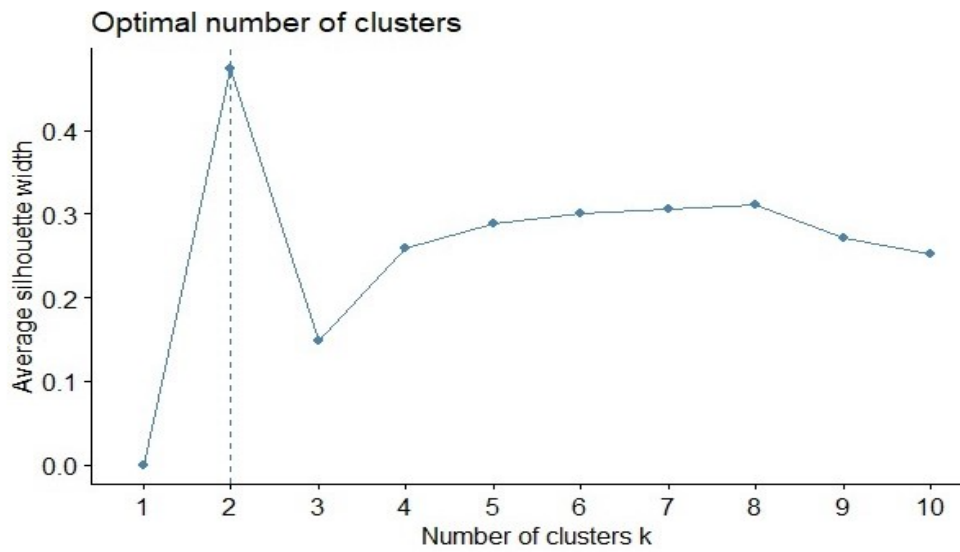


Figure 2. Optimal number of clusters

Table 2. Cluster membership

Model Number	Model Name	2 Clusters	3 Clusters	4 Clusters
1	a	1	1	4
2	b	1	1	1
3	c	1	1	4
4	d	1	3	2
5	e	1	3	2
6	f	1	3	2
7	g	1	1	1
8	h	1	1	1
9	i	1	1	1
10	j	1	1	1
11	k	1	1	1
12	l	1	1	1
13	m	2	2	3

Research Article

Received: date:17.05.2023
Accepted: date:19.06.2023
Published: date:30.06.2023

Sağlık Kurumlarında Kriz Yönetimi: Bir Kamu Hastanesi Örneği

Hazal Koray Alay^{1*} Nilgün Metin²

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Batman Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü ;
hazalkoray.alay@batman.edu.tr

² Uzm. Hemşire, Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi; nilgunmetin90@gmail.com
Orcid:0000-0002-6638-3089¹ Orcid: 0009-0002-2613-9628²

*Correspondence: hazalkoray.genc@batman.edu.tr

Öz: Bu çalışmanın amacı; sağlık kurumlarında aktif rol alan (başhekim, başhekim yardımcıları, müdür, müdür yardımcıları, başhemşire, başhemşire yardımcıları, sorumlu hemşireler ve diğer idari personel gibi) sağlık sektörü yöneticilerinin kriz yönetimine ilişkin bakış açılarını ortaya konulmasıdır. Tanımlayıcı nitelikteki bu çalışmada kriz yönetimi ölçeği aracılığıyla veriler toplanmış ve verilerin geçerlilik ve güvenilirlikleri testleri SPSS 2.0 istatistik programı aracılığıyla elde edilmiştir. Araştırmaya 120 adet veri dâhil edilmiştir. Kriz Yönetim Ölçeği puan ortalamalarına ait verilerin normallik testleri sonuçları ve eğiklik-basıklık değerleri incelendiğinde normallik varsayımı sağlanmadığı gözlenmiş ve non-parametrik analizler uygulanmıştır. Toplam puan ortalamalarının iki kategorili bir değişkene göre farklılaşp farklılaşmadığının belirlenmesinde Mann Whitney U Testi, ikiden fazla kategorili bir değişkene göre farklılaşp farklılaşmadığının belirlenmesinde ise Kruskal Wallis Testi kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre, Kriz yönetimi alt boyutlarına (erken uyarı sistemi, hazırlık ve önleme, kriz anı, hasarın yayılmasını önleme, onarma ve toparlanma, öğrenme) yönelik algı kriz yönetimi eğitimlerine katılma durumu/sayısı, kriz durumu yaşama, yaş, eğitim durumu, yönetici pozisyonunda çalışma süresi gibi değişkenlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir. Elde edilen bu bulguların, sağlık kurumlarındaki yöneticilerin kriz öncesi, kriz anı ve kriz sonrası süreçlere yönelik farkındalık oluşturmaları açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kriz Yönetimi, Sağlık Kurumlarında Kriz Yönetimi, Sağlık Çalışanları

Crisis Management in Health Institutions: A Public Hospital Case

Abstract: The aim of this study is to reveal the perspectives of health sector managers on crisis management, who take an active role in health institutions (such as a chief physician, assistant chief physician, principal, assistant principal, head nurse, assistant head nurse, responsible nurses, and other administrative personnel). In this descriptive study, data were collected through the crisis management scale and the validity and reliability tests of the data were obtained through the SPSS 2.0 statistical program. 120 pieces of data were included in the research. When the results of normality tests and skewness-kurtosis values of the data belonging to the Crisis Management Scale mean score were examined, it was observed that the assumption of normality was not provided and non-parametric analyzes were applied. The Mann-Whitney U Test was used to determine whether the total score averages differed according to a variable with two categories, and the Kruskal Wallis Test was used to decide whether or not it differed according to a variable with more than two categories. According to the research findings, the number/status of participation in perception crisis management training for crisis management sub-dimensions (early warning system, preparation, and prevention, crisis moment, prevention of the spread of damage, repair, and recovery, learning), experiencing a crisis situation, age, education level, the manager shows a statistically significant difference according to variables such as working time in the position. It is thought that these findings are essential in raising awareness of the managers in health institutions about pre-crisis, crisis, and post-crisis processes.

Key words: Crisis Management, Crisis Management in Health Institutions, Health workers

1. Giriş

Sağlık kurumları toplum sağlığını korumak ve iyileştirmeler yapmak gibi önemli rollere sahip yapılardır. Sağlık kurumları toplum sağlığını odağına aldığı için oldukça karmaşık ve dinamik bir yapıya sahiptir. Bu durum dönemsel olarak krizlerle karşılaşmasına neden olabilmektedir. Bu krizler, doğal afetler, salgın hastalıklar, halk sağlığını tehdit eden olaylar veya kurumsal sorunlar gibi farklı şekillerde ortaya çıkabilir. Sağlık kurumlarının bu krizlere etkin bir şekilde yanıt verebilmesi ve krizleri yönetebilmesi, hem sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği hem de toplumun güvenini sağlamak açısından kritik öneme sahiptir.

Kriz yönetimi, sağlık kurumlarının olası krizlerle mücadele sürecini planlamak, yönetmek ve sonuçlarından en az zararla çıkmak için izlediği stratejik bir yaklaşımdır. Krizler, beklenmedik olaylar ve belirsizliklerle dolu zorlu bir süreçtir. Sağlık kurumları, bu zorluklarla başa çıkabilmek için etkili bir kriz yönetimi planına sahip olmak zorundadır. Kriz yönetiminin etkili bir şekilde uygulanabilmesi için sağlık kurumları, bir dizi önleyici tedbir almalı, hızlı ve etkili bir yanıt mekanizması oluşturmalı, iletişim stratejilerini güçlendirmeli ve kaynakları etkin bir şekilde yönetmelidir. Önceden planlanmış kriz senaryoları, eğitim programları ve sürekli değerlendirme mekanizmaları da sağlık kurumlarının krizlere hazırlıklı olmasını sağlayan önemli unsurlardır.

Sağlık kurumlarında kriz yönetimi süreci sağlık profesyonelleri ve yöneticilerin yönettiği bir süreç olarak algılsa da, bu sağlık kurumlarında kriz yönetimi süreci hastalar, diğer sağlık personelleri ve toplum için de hayati öneme sahiptir. Bir kriz durumunda, halk sağlığı ön planda olduğu için hastaların güvenliği, sağlık hizmetlerinin devamlılığı ve toplumun bilgilendirilmesi gibi konular öncelikli olarak ele alınmalıdır. Ayrıca, kriz öncesi önlemler kadar kriz anı yönetim süreci de oldukça önemlidir. Benzer şekilde kriz sonrası dönemde de sağlık kurumları, iyileştirme ve öğrenme süreçlerine odaklanmalı, benzer krizlerle karşılaşıldığında daha iyi bir şekilde tepki verebilmek için gerekli önlemleri almalıdır. Bu bağlamda çalışmamızda, sağlık kurumlarında kriz yönetimi konusunda birçok farklı boyutu ele alınarak, etkili bir kriz yönetimi stratejisinin önemini vurgulanmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde sağlık kurumlarında kriz yönetimine yönelik bir çerçeve çizilmekte, ikinci bölümünde ise çalışmanın yöntem açıklanarak, araştırma bulguları sunulmaktadır. Son bölümünde ise araştırmanın bulguları tartışılmakta ve önerilerde bulunmaktadır.

2. Literatür taraması

2.1. Kriz yönetimi

Kriz yönetimi, beklenmedik veya zorlayıcı durumlara karşı etkili bir şekilde yanıt verebilmek için organizasyonların ve liderlerin uyguladığı stratejilerdir. Kriz yönetimi iş dünyası, sağlık sektörü, acil durum hizmetleri, hükümet çalışmaları gibi birçok farklı sektörde kullanılmaktadır. Kriz yönetimi, krizlerin etkilerini minimize etmek ve organizasyonun normal faaliyetlerine mümkün olan en kısa sürede geri dönmesini sağlamak için bir dizi stratejiyi içerir. Bu stratejiler arasında iletişim planlaması, risk yönetimi, kaynak yönetimi, personel yönetimi ve kriz sonrası analiz yer almaktadır. Kriz yönetimi aynı zamanda, kriz sırasında hızlı bir şekilde hareket etmek, doğru bilgiye erişmek, acil durum planlarının uygulanmasını sağlamak ve tüm paydaşların gereksinimlerini karşılamak için uygun adımları atmak gibi özellikleri içermektedir. Başarılı bir kriz yönetimi stratejisi, etkilenen tarafların güvenini ve desteğini korumak, itibarın zarar görmesini önlemek ve organizasyonun kriz sonrası toparlanmasını hızlandırmak için kritik önem taşımaktadır [1].

Günümüzde kaliteli üst düzey yöneticiler krizlerin kurumu etkisi altına alıp almayacağını düşünmek yerine daha kapsamlı olarak nerede, nasıl ne şekilde ne zaman yaşanacak, kaç kişi etkilenecek sorularına yanıt aramak zorundadırlar. Bu nedenle yöneticiler krizleri en az kayıpla atlatabilmek için kriz yönetimi çalışmalarının süre ve kapsamını arttırmalı ve kriz yönetimi plan ve çalışmalarına krizlerin ortaya çıkmasından çok daha önce başlamalıdırlar [2].

Kriz yönetimi süreci karar alma süreci ile paralel ilerlemekte ve stratejik yönetim basamaklarıyla benzer özelliklere sahiptir. Kriz yönetimi süreci; sağlık kurumlarında da yakın zamanda yaşadığımız Covid-19 pandemisi nedeniyle ivme kazanmıştır. Kriz yönetiminin amacı; kurumları krize karşı hazırlıklı ve dayanıklı hale getirmek, krizi en düşük maliyet ve maksimum kazanım ile sonuçlandırmaktır [3].

2.2. Kriz Yönetim Süreci

Kriz yönetimi süreci, çoklu aşamalardan meydana gelen bir süreçtir. Literatürde yaygın olarak kabul gören kriz yönetim süreci aşamaları şu şekildedir: Krizin ortaya çıkması ile ilgili uyarıların algılanması, krize hazırlanma ve krizi engelleme, krizin neden olduğu zararların azaltılması, normalleşme, öğrenme ve analizdir [4].

2.2.1. Krizin Ortaya Çıkması ile İlgili Sinyallerin Saptanması

Krizler tüm belirti ve şiddetleriyle birlikte ortaya çıkmadan önce kurumda yöneticiler ve çalışanlar tarafından algılanabilecek bazı uyarılar gönderirler. Bu uyarı veya sinyallerin yöneticiler tarafından algılanması ve dikkate alınması krizin varlığıyla ilgili bilgileri yansıttıkları için çok önemlidir. Bu uyarı aşaması belirti ve bulgu basamağı olarak da adlandırılabilir. Belirti ve bulguların dikkate alınmaması halinde krizin ortaya çıkması kaçınılmazdır. Yönetim bu sinyal, belirti ve bulguları ileride kriz durumu ile sonuçlanacakmış gibi görmeli ve inceleyerek gerekli planları oluşturmalıdır [5]. Gerçekleşen tüm krizler de kendine has uyarı ve belirtiler gözlemlenebildiği için organizasyonlarda farklı uyarı sistemleri kurularak yönetilmelidir. Mümkün olunan maksimum hızla ve etkiyle bu sorunlarla yüzleşmek daha da kapsamlı ve büyük sorunların ortaya çıkmasını engellemektedir [6].

2.2.2. Krize Hazırlık ve Krizin Önlenmesi

Kriz yönetim sürecinin ikinci aşaması olan bu aşama erken uyarı sistemleri sayesinde belirlenen veriler baz alınarak kurumun karşılaşılabileceği kriz durumunda kullanılacak savunma ve korunma faaliyetlerinin oluşturulmasını içermektedir. Eğer bir kurumda kriz oluşmadan önce denetim yapılmışsa, olası krizlerden kurumu korumak için bir savunma ve önleme mekanizması oluşturulmuş demektir. Bunun için bir kriz yönetim planı hazırlamak ve yöneticilere *“ileride sorun olarak karşımıza çıkma olasılığı yüksek olan bu durumdan korunmak ve yaşanması halinde etkisiz hale getirmek için ne yapmalıyız?” Sorusunu* yöneltmek gerekmektedir [7].

Krizi yönetecek bir plan hazırlamak; kriz yaşanmadan olası sorunlara önceden verilebilecek cevaplar, herhangi bir kriz durumu yaşandığı anda organizasyonların krizi etkili bir şekilde çözmesine imkân tanımaktadır. Bu planlamaların yapılması her şeyin yolunda gittiği dönemde iken basit, krizin ortaya çıktığı dönemde planlamaların uygulanması ise zor ve streslidir. Hastanelerde ameliyat esnasında yaşanacak elektrik kesintileri için jeneratör bulundurması önemli iken, benzer şekilde yatan hasta katları, yoğun bakımlar ve idari personel katında da herhangi bir kesinti anında devreye girecek jeneratör olması hazırlanma ve önleme aşamasında planlamasının önemini ortaya koymaktadır [8].

2.2.3. Krizin Neden Olduğu Zararların Sınırlandırılması

Kurumların önceden algıladıkları krize ait belirtiler, krize engel olma ve hazırlanma mekanizmalarını aktive etmektedir. Bazen hazırlanma mekanizmaları hemen aktive olsa da kriz durumları kaçınılmaz olabilmektedir. Bu noktada zararların sınırlandırılmasındaki temel amaç; krizin etki alanını daraltmak ve büyük olumsuzluklara neden olmasını engellemektir. Eğer bu durum süregelmezse organizasyonun yapı ve işleyişinde var olan aksaklıklar daha çok büyür ve krize engel olacak yönetim faaliyetlerini başlatmak mümkün olamamaktadır [9]. Krizi kontrol altına almak sadece yönetilebilir krizlerde mümkündür. Krizi yöneten ekip kriz sinyalinin kaynağını ve sebebini belirleyerek müdahale etmek zorundadır. Uyarı mekanizmaları takip edilmezse önleme ve savunma mekanizmalarının etkinliği de zayıflayacak kriz durumu kaçınılmaz olacaktır [10].

2.2.4. Normalleşme

Kriz yönetimi aşamalarından olan normalleşme aşaması aynı zamanda iyileşme aşaması olarak da adlandırılmaktadır. Krizin sebep olduğu zararların azaltılması ve krizi atlattıktan sonra, organizasyonların devamlılığını sürdürebilmesi için olası en kısa sürede normal işleyişine dönmesi gerekmektedir. Kriz döneminde organizasyonda bozulmalar meydana gelebilir. Bu bozulmaların düzeltilmesine ilişkin alınacak uzun ve kısa süreli planlar normalleşme aşaması için elzemdir. Başka bir deyişle, bütün yönleriyle kriz sebepleri belirlendikten sonra bu durum sonuçlandırılarak kurum geçmişteki kararlı pozisyonuna ulaştırılır [11].

2.2.5. Öğrenme ve Analiz

Bu aşama kriz yönetim sürecinin son aşamasıdır. Kriz yönetimi sürecinin önceki dört aşamasıyla ilgili sonuçlar belirlendikten ve bu kriz durumunun yok edilip, organizasyonun üzerinde bıraktığı negatif etkiler ortadan kaldırıldıktan sonra öğrenme ve analiz aşamasına geçilmektedir. Bu aşama yaşanan krizin sorgulandığı, belirlenen kararlar, tedbirler ve faaliyetlerin değerlendirildiği aşamadır. Tüm kriz süreçlerinde birtakım öğrenimler kazanılır [12]. Bu aşamanın amacı; kriz sürecinde alınan kararlar ve önlemleri değerlendirmek ve gelecekte karşılaşılabilecek sorunlarla iyi şekilde savaşmaktır. Bu aşamadaki çalışmalara "hatasız öğrenme" denilmektedir [13].

Kriz sonrası kurumda krizin ortaya çıkardığı olumsuz durumları yok etmek ve kurumdaki yeni gelişim sürecini takip etmek için birtakım faaliyetleri yerine getirmek gerekmektedir [8]. Bu faaliyetler şöyle sıralanabilir [14]:

- Kurumdaki tüm personelleri içerecek şekilde hizmet içi eğitim planları oluşturulmalı ve ivedilikle eğitimler başlatılmalıdır.
- Çalışma ortamları iyileştirilmeli ve kıyaslama yapılmalıdır.
- Başarılı kurum personelleri ödüllendirilmelidir.
- Toplantılarda kriz yönetimi tüm yönleriyle ele alınmalıdır.
- Verimlilik ve kalite denetimleri sıklaştırılmalıdır.
- Liderlik geliştirme programları hazırlanmalıdır.

2.3. Sağlık Kurumlarında Kriz Yönetimi

Sağlık kurumları, kriz yönetimi konusunda özellikle önemli bir role sahiptir. Sağlık sektöründe beklenmedik olaylar sıkça meydana gelmekte ve bu olaylar hastaların sağlığı ve yaşamları açısından ciddi sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle sağlık kurumları, kriz yönetimi stratejilerine önceden hazırlıklı olmalıdır. Sağlık kurumlarında kriz yönetimi stratejileri, öncelikle acil durum planları geliştirme ve uygulama, personel ve kaynak yönetimi, iletişim planlaması ve risk yönetimi gibi ana alanlara odaklanmaktadır ve krizden sonraki zamanları da kapsayan bir süreçtir [15].

Sağlık sektörü; karmaşık ve iç içe olan yapısı, hizmet sunumundaki çeşitlilik, hizmet üretimi ve tüketiminin eş zamanlı yaşanması, hizmeti sunan ve hizmeti alanların iletişim bağı gibi pek çok nedenle kriz olasılığının yüksek olduğu bir sektördür [16]. Sağlıkta verilen her hizmet direkt olarak insan hayatını etkilediğinden ve yapılacak hataların giderilmesi mümkün olmadığından sağlık kurumları belirsizlik ve krizlere karşı çok duyarlıdır [17]. Covid-19 gibi aniden kötüye gidişe neden olan pandemiler, bulaşıcı hastalıklar, yanlış tıbbi uygulamalar, sık oluşan malpraktis vakaları, doğal afetler, büyük çapta meydana gelen kazalar, bilgi işlem, güvenlik ve teknik sıkıntılar sağlık hizmetlerinin sunumunda krize neden olabilecek durumlardır. Bunun gibi krize neden olabilecek durumlarda kurumun normal yönetim felsefesi ve işleyişi ile hareket etmesi doğru değildir. Kriz şartlarına uygun yönetim işleyişi ile eylem planlarını oluşturulması zorunluluktur [18]. Sağlık kurumlarında da sağlık hizmetinin aksamaması, krizlere doğru müdahale edebilmesi için acil durum eylem planı hazırlanmalıdır [19]. Acil durum planları, sağlık kurumlarının kriz durumlarında hızlı ve etkili bir şekilde hareket etmelerine yardımcı olmaktadır. Bu planlar, hangi durumlarda nelerin yapılması gerektiğini belirleyen adımlar içermektedir. Örneğin, bir doğal afet sırasında hastaların tahliyesi ve güvenli bir şekilde yer değiştirilmesi gibi. Personel ve kaynak yönetimi, sağlık kurumlarının kriz sırasında personel ve ekipman gibi kaynakları etkin bir şekilde yönetmesine yardımcı olmaktadır. Bu stratejiler, personel rotasyon planları, önceliklendirilmiş hizmetlerin belirlenmesi ve gerekli ekipmanların temini gibi konuları içermektedir. İletişim planlaması, sağlık kurumlarının kriz durumlarında etkili iletişim kurmalarına ve kriz hakkında doğru bilgiyi paylaşmalarına yardımcı olmaktadır. Bu stratejiler, iletişim ekiplerinin belirlenmesi, bilgi paylaşımının düzenli bir şekilde yapılması ve halka açık olan veya olmayan bilgilerin yönetimi gibi konuları kapsamaktadır [20]. Risk yönetimi, sağlık kurumlarının kriz sırasında oluşabilecek zararları önceden belirleyerek, bu zararları en aza indirmeye yardımcı olmaktadır. Bu stratejiler, risk analizi ve risk yönetim planlarının geliştirilmesi gibi konuları içermektedir. Tüm bu stratejilerin başarılı bir şekilde uygulanması, sağlık kurumlarının kriz sırasında hızlı ve etkili bir şekilde hareket etmelerini ve hastaların sağlığını korumalarını sağlamaktadır. Ayrıca, bu stratejilerin etkin bir şekilde

uygulanması, sağlık kurumlarının kriz sonrası toparlanmalarını hızlandırmakta ve itibarlarını korumaktadır [21].

3. Yöntem

3.2. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Sağlık kurumları yöneticileri kriz öncesi, kriz anı, kriz sonrası gibi krizin yönetim sürecini maksimum derecede etkilemekte ve şekillendirmektedirler. Bu nedenle sağlık kurumunun yöneticilerinin hangi aşamada yeterli, hangi aşamada yetersiz, hangi aşamada ise geliştirilmesi gerektiğini öğrenmek önem arz etmektedir. Bu bağlamda, araştırmamızda Marmara Üniversitesi Hastanesinde çalışan kriz yönetiminde aktif rol oynayan idari personelin kriz yönetimine ilişkin bilgi ve yeteneklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

3.3. Çalışmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma Marmara Üniversitesi Hastanesi'nde çalışan ve kriz yönetiminde aktif rol alan sağlık yöneticileri ile yapılmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen tüm veriler "Kriz Yönetim Ölçeği" ölçeği ile elde edilmiştir. Sağlık kurumları çalışanlarının yoğun ve stresli çalışma koşulları veri toplama sürecinin en önemli kısıtı olarak algılanmıştır.

3.4. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini Marmara Üniversitesi Hastanesi'nde yönetici pozisyonunda çalışan sağlık personelleri oluşturmaktadır. Marmara Üniversitesi Hastanesi 2022 Aralık verilerine göre hastanenin toplam çalışan sayısı 4800'dür. Yönetici pozisyonunda çalışan personel sayısı 125'tir. Bunlar; baş hekim, baş hekim yardımcısı, baş hemşire, baş hemşire yardımcısı, hastane müdürü, hastane müdür yardımcısı, sorumlu hemşire, birim sorumlusu, özel dal hemşiresi olarak görev almaktadırlar. Bu bağlamda çalışanın örneklemini gönüllülük esasına dayanılarak çalışmaya katılmayı kabul eden 120 idari personel ile yüz yüze görüşülerek toplanan veriler oluşturmaktadır.

3.5. Çalışmanın Metodolojisi

Araştırmanın veri toplama ve analiz yöntemi olarak nicel araştırma yöntemlerinden yararlanılarak kesitsel tarama yöntemi kullanılmıştır. Amaçlı örneklem belirleme yönteminden yararlanılarak, Marmara Üniversitesi Hastanesi'nde yönetici pozisyonunda çalışan 120 sağlık personelinin kriz yönetimine yönelik algıları ölçülmüştür. Kriz yönetimine yönelik algıyı ölçmek için Sayın (2008) tarafından geliştirilen ve daha sonra Atabay (2019) tarafından sağlık kurumlarında kriz yönetimi ölçeğine uyarlanan "Kriz Yönetim Ölçeği" kullanılmıştır [22],[23]. Anket formu toplam iki bölümden oluşmaktadır. Anket formunun ilk bölümü yarı-yapılandırılmış sorulardan oluşan ve katılımcıların demografik bilgileri olan yaş, eğitim düzeyi, yönetici pozisyonu, bulunduğu pozisyondaki çalışma yılı aynı zamanda kriz yönetimi ile ilgili eğitime katılıp katılmama durumu ve kriz yönetimi ile ilgili durumları belirlemeye yönelik sorular yer almaktadır. Anket formunun ikinci bölümünde ise sağlık kurumları yöneticilerinin kriz durumu ile ilgili tutumlarını belirlemek amacıyla 5'li likert ölçeği ile hazırlanan 45 sorudan oluşan yapılandırılmış "Kriz Yönetim Ölçeği" yer almaktadır. Kriz yönetim ölçeğini oluşturan 6 alt boyut bulunmaktadır. Bu boyutlar erken uyarı sinyallerini alma, hazırlık ve önleme, kriz anı, hasarın yayılımını engelleme, onarma ve düzelme, öğrenmedir. Kriz yönetimi ölçeğinin maddeleri ise kriz yaşanmadan önce, kriz anında ve kriz yaşandıktan sonra olarak 3 bölümden oluşmaktadır.

Ayrıca KYÖ alt boyut ortalamalarının;

1.00-1.79 puan aralığında olması çok olumsuz

1.80-2.59 puan aralığında olması olumsuz

2.60- 3.39 puan aralığında olması orta düzey

3.40-4.19 puan aralığında olması olumlu

4.20-5.00 puan aralığında olması çok olumlu olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmanın örneklem grubundan elde edilen verilerin analizi SPSS 20 (Statistical Programme for Social Sciences) paket programı aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizinde kullanılacak istatistiksel testler kullanılan soru ve ölçekler dikkate alınarak belirlenmiştir. Çalışmada öncelikle araştırma kapsamında yer alan katılımcıların sosyo-demografik dağılımları belirlenmiştir. Ölçek

sonuçlarından saptanan veriler ile ilk olarak “Kriz Yönetim Ölçeği” toplam puan ve alt boyut toplam puan ortalamaları hesaplanmıştır. Puan ortalamalarına ait tanımlayıcı istatistikler ve dağılım bilgileri elde edilmiştir. Kriz Yönetim Ölçeği puan ortalamalarına ait verilerin normallik testleri sonuçları ve eğiklik-basıklık değerleri incelendiğinde normallik varsayımı sağlanmadığı gözlenmiş ve non-parametrik analizler uygulanmıştır. Toplam puan ortalamalarının iki kategorili bir değişkene göre farklılaşp farklılaşmadığının belirlenmesinde Mann Whitney U Testi, ikiden fazla kategorili bir değişkene göre farklılaşp farklılaşmadığının belirlenmesinde ise Kruskal Wallis Testi kullanılmıştır. Kategoriler arasında anlamlı farklılık bulunması durumunda, farkın hangi kategoriden kaynaklandığının belirlenmesinde ise ikili gruplar arasında Mann Whitney U çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu karşılaştırmalarda hata payının artmaması adına Bonferroni Düzeltmesinden yararlanılmıştır. Böylece bu analizler ile ölçek toplam puanlarını etkileyen faktörler belirlenmiş olacağı varsayılmaktadır.

Çalışma kapsamında yer alan sağlık ve idari yöneticilerin kriz yönetimi ile ilgili sorulara vereceği cevaplar altı alt boyutta toplanmıştır. Bu altı alt boyut; erken uyarı sinyalleri toplama, hazırlık alt boyutu, hasarı önleme alt boyutu, kriz anı alt boyutu, onarma ve toparlanma alt boyutu, öğrenme alt boyutu şeklinde sıralanmaktadır.

Araştırma çerçevesinde geliştirilen hipotezler aşağıda sıralanmıştır.

H1: Yaş değişkenine göre KYÖ skoru ortalamaları arasında anlamlılık vardır.

H2: Cinsiyet değişkenine göre KYÖ skoru ortalamaları arasında anlamlılık vardır.

H3: Eğitim durumu değişkenine göre KYÖ skoru ortalamaları arasında anlamlılık vardır.

H4: Mevcut pozisyon değişkenine göre KYÖ skoru ortalamaları arasında anlamlılık vardır.

H5: Çalışma süresi değişkenine göre KYÖ skoru ortalamaları arasında anlamlılık vardır.

H6: Yöneticilerin buldukları pozisyondaki çalışma süresi değişkenine göre KYÖ skoru ortalamaları arasında anlamlılık vardır.

H7: Yöneticilerin kriz yönetimi ile ilgili eğitim alma değişkenine göre KYÖ skoru ortalamaları arasında anlamlılık vardır.

H8: Yöneticilerin kriz yönetimi ile ilgili eğitim alma sayısı değişkenine göre KYÖ skoru ortalamaları arasında anlamlılık yoktur.

H9: Yöneticilerin kriz ile karşılaşma durumları değişkenine göre KYÖ skoru ortalamaları arasında anlamlılık vardır.

3.6. Araştırmanın Bulguları

Araştırmanın bulguları kısmında, araştırmada kullanılan ölçeğin güvenilirlik analizi, araştırmanın kapsamında değerlendirilen katılımcıların demografik özelliklerinin ve diğer özelliklerinin frekans dağılımları ve yüzdeleri incelenmiştir.

3.6.1. Güvenilirlik Analizleri

Bir ölçeğin güvenilirliği, ölçeğin birbirinden bağımsız farklı gruplarda ve farklı zamanlarda uygulandığı zaman aynı sonuçları ne derecede verebileceğinin ölçüsünü göstermektedir. Bir ölçek ile ilgili birden çok araştırma veya uygulama yapıldığı zaman elde edilen sonuçların tutarlılığı, o ölçeğin güvenilirliğinin göstergesi olmaktadır. Bu nedenle araştırmada kullanılan ölçeğin güvenilirliğini test etmek için Cronbach Alpha Katsayısına bakmak gerekmektedir [24].

Tablo 1. Kriz Yönetimi Ölçeği Toplam Puanı için Geçerlik Analizi Sonuçları

	Ölçek Silindiğinde Ölçek Ortalaması	Ölçek Silindiğinde Ölçek Varyansı	Madde Toplam Korelasyonu	Ölçek Silindiğinde Ölçek Alfa Katsayısı
Madde 1	149,58	182,38	0,42	0,78
Madde 2	149,34	187,74	0,31	0,78
Madde 3	149,53	186,55	0,34	0,78
Madde 4	149,06	186,91	0,36	0,78
Madde 5	151,65	189,76	0,17	0,79
Madde 6	149,32	186,66	0,40	0,78
Madde 7	151,70	193,30	0,05	0,79
Madde 8	151,49	192,37	0,07	0,79
Madde 9	151,50	192,08	0,10	0,79
Madde 10	151,57	191,46	0,03	0,79
Madde 11	151,64	194,06	0,04	0,79
Madde 12	150,23	186,09	0,24	0,78
Madde 13	149,48	180,62	0,53	0,77
Madde 14	149,23	182,69	0,52	0,78
Madde 15	151,24	197,48	-0,06	0,79
Madde 16	150,63	196,83	-0,05	0,80
Madde 17	149,24	190,67	0,31	0,78
Madde 18	149,40	189,02	0,29	0,78
Madde 19	150,97	193,39	0,05	0,79
Madde 20	151,24	198,86	-0,13	0,80
Madde 21	150,17	191,40	0,12	0,79
Madde 22	150,64	205,53	-0,33	0,80
Madde 23	148,96	189,20	0,36	0,78
Madde 24	151,08	198,32	-0,11	0,80
Madde 25	149,23	188,87	0,32	0,78
Madde 26	149,09	186,95	0,37	0,78
Madde 27	148,82	190,76	0,28	0,78
Madde 28	148,93	185,72	0,50	0,78
Madde 29	149,09	185,76	0,32	0,78
Madde 30	149,58	195,88	0,03	0,79
Madde 31	149,06	186,00	0,51	0,78
Madde 32	149,01	188,72	0,35	0,78
Madde 33	150,88	188,68	0,21	0,78
Madde 34	150,19	182,65	0,29	0,78
Madde 35	149,58	180,16	0,49	0,77
Madde 36	149,97	190,66	0,16	0,79
Madde 37	149,04	185,95	0,44	0,78
Madde 38	150,30	182,41	0,29	0,78
Madde 39	149,07	187,24	0,45	0,78
Madde 40	149,14	185,71	0,48	0,78
Madde 41	149,64	181,65	0,49	0,77
Madde 42	149,38	182,76	0,56	0,77
Madde 43	149,84	179,76	0,45	0,78
Madde 44	149,41	178,27	0,59	0,77
Madde 45	149,91	178,34	0,41	0,78

Yapılan geçerlilik analizi sonucunda Kriz Yönetimi Toplam Puan Ölçeği için Cronbach Alfa katsayısı 0,792 değerinde bulunmuştur.

3.6.2. Katılımcıların Demografik Bilgilerine Yönelik Bulgular

Bu başlık altında araştırmaya katılan katılımcıların yaş, eğitim düzeyi, meslek, buldukları pozisyonadaki çalışma süresi, kriz yönetimi ile ilgili hizmet içi eğitime katılma durumu, kriz yönetimi

eğitime katılma sayısı ve kurumda çalışılan dönemde herhangi bir kriz durumu yaşama durumuna ait bulgular yer almaktadır.

Tablo 8. Katılımcıların Sosyo-demografik zelliklerine Göre Sayı ve Yüzde Dağılımları

Değişkenler	n	%	
Yaş	25-30	44	36,7
	31-35	37	30,8
	36-40	19	15,8
	41-45	9	7,5
	46 ve st	11	9,2
	Toplam	120	100
Cinsiyet	Kadın	70	58,3
	Erkek	50	41,7
	Toplam	120	100
Eğitim Durumu	Lise	2	1,7
	n lisans	25	20,8
	Lisans	72	60,0
	Yüksek lisans	20	16,7
	Doktora	1	0,8
	Toplam	120	100
Mevcut Pozisyon	Başhekim	1	0,8
	Başhekim yardımcısı	2	1,7
	Başhemşire	4	3,3
	Başhemşire yardımcısı	1	1,1
	Birim sorumlusu	14	11,6
	Hastane müdür yardımcısı	2	1,7
	Hastane müdürü	2	1,7
	özel dal hemşiresi	38	31,6
	Sorumlu hemşire	56	46,7
Toplam	120	100	
Bulunulan Pozisyonda alışma Süresi	1 yıldan az	25	20,8
	1 yıl	19	15,8
	2 yıl	21	17,5
	3 yıl	9	7,5
	4 yıl	7	5,8
	5 yıl ve st	39	32,5
	Toplam	120	100
Kriz Yönetimi Eğitimine Katılım Durumu	Katıldım	73	60,8
	Katılmadım	47	39,2
	Toplam	120	100
Kriz Yönetimi Eğitimine Katılma Sayısı	1	35	47,9
	2	27	37,0
	3	4	5,5
	4	2	2,7
	5 ve st	5	6,8
	Toplam	73	100

Kriz Durumu Yaşadınız mı?	Evet	83	69,2
	Hayır	37	30,8
	Toplam	120	100

Araştırmaya katılan 120 kişinin %36,7'si (44 kişi) 25-30 yaş aralığında, %30,8'i (37 kişi) 31-35 yaş aralığında, %15,8'i (19 kişi) 36-40 yaş aralığında, %7,5'i (9 kişi) 41-45 yaş aralığında, %9,2'si (11 kişi) 46 ve üstü yaş aralığında olduğunu belirtmiştir. Cinsiyetlerine bakıldığında %58,3'ünün (70 kişi) kadın, %41,7'sinin (50 kişi) erkek olduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların eğitim durumları için %1,7'sinin (2 kişi) lise, %20,8'inin (25 kişi) ön lisans, %60,0'ünün (72 kişi) lisans, %16,7'sinin (20 kişi) yüksek lisans ve %0,8'ininde (1 kişi) doktora mezunu olduğu gözlenmiştir. Mevcut buldukları pozisyondaki çalışma sürelerine bakıldığında %20,8'inin (25 kişi) 1 yıldan az, %15,8'inin (19 kişi) 1 yıl, %17,5'inin (21 kişi) 2 yıl, %7,5'inin (9 kişi) 3 yıl, %5,8'inin (7 kişi) 4 yıl ve %32,5'ininde (39 kişi) 5 yıldan fazla süredir çalıştığı gözlenmiştir.

Katılımcıların kriz yönetimi eğitimine katılıp katılmadıklarına bakıldığında %60,8'i (73 kişi) katıldığını, %39,2'i (47 kişi) katılmadığını belirtirken katıldıkları eğitim sayılarına bakıldığında ise %47,9'u (35 kişi) 1 defa katıldığını, %37,0'ı (27 kişi) 2 defa katıldığını, %5,5'i (4 kişi) 3 defa katıldığını, %2,7'si (2 kişi) 4 defa katıldığını ve %6,8'ide (5 kişi) 5 defadan fazla katıldığını belirtmiştir. Kriz durumu yaşamaları ile ilgili %69,2'si (83 kişi) evet diyerek yaşadığı, %30,8'ininde (37 kişi) hayır diyerek yaşamadığı gözlenmiştir.

3.6.3. Betimleyici İstatistikler

Araştırmaya katılan 120 kişinin kriz yönetimi ölçeği ve alt boyutlarına yönelik algılarını ortaya koyan betimleyici istatistik sonuçları Tablo 9'da özetlenmektedir.

Tablo 9. Kriz Yönetimi Ölçeği Alt Boyutu Puanlarının Betimleyici İstatistik Değerleri

Değişken	n	En Küçük Değeri	En Büyük Değeri	Ortalama	Standart Sapma
Erken Uyarı Sistemi Toplama	120	2,11	5,00	4,01	0,59
Hazırlık ve Önleme	120	1,00	4,30	1,98	0,63
Kriz Anı	120	1,00	5,00	2,53	0,85
Hasarın Yayılmasını Önleme	120	2,42	5,00	4,26	0,54
Onarma ve Toparlanma	120	2,00	4,83	3,37	0,67
Öğrenme	120	1,75	5,00	3,83	0,68
Kriz Yönetimi Ölçeği	120	2,33	4,69	3,39	0,32

Araştırmaya katılan 120 kişinin erken uyarı sistemi toplama puan ortalaması 4,01 ve standart sapması 0,59 olarak elde edilmiştir. Katılımcılar arasında en düşük erken uyarı sistemi toplama puanına sahip kişinin puanı 2,11 iken en yüksek erken uyarı sistemi toplama puanı 5,00'dir. Katılımcıların hazırlık ve önleme puan ortalaması 1,98 ve standart sapması 0,63 olarak elde edilmiştir. Katılımcılar arasında en düşük hazırlık ve önleme puanına sahip kişinin puanı 1,00 en yüksek hazırlık ve önleme puanı 4,30'dur. Katılımcılara ait kriz anı puan ortalaması 2,53 ve standart sapması 0,85 olarak elde edilmiştir. Katılımcılar arasında en düşük kriz anı puanına sahip kişinin puanı 1,00 iken en yüksek kriz anı puanı 5,00'dir. Katılımcıların hasarın yayılmasını önleme puan ortalaması 4,26 ve standart sapması 0,54 olarak elde edilmiştir. Katılımcılar arasında en düşük hasarın yayılmasını önleme puanına sahip kişinin puanı 2,42 iken en yüksek puana sahip kişinin puanı 5,00'dir. Araştırmaya katılan kişilerin onarma ve toparlanma puan ortalaması 3,37 ve standart sapması 0,67 olarak elde edilmiştir. Katılımcılar arasında en düşük onarma ve toparlanma puanına sahip kişinin puanı 2,00 iken en yüksek puana sahip kişinin puanı 4,83'dür. Katılımcıların öğrenme puan ortalaması 3,83 ve standart sapması 0,68 olarak elde edilmiştir. Katılımcılar arasında en düşük öğrenme puanına sahip kişinin puanı 1,75 iken en yüksek puana sahip kişinin puanı 5,00'dir. Katılımcıların kriz yönetimi ölçeği toplam puan ortalaması 3,39 ve standart sapması 0,32 olarak elde edilmiştir. Katılımcılar arasında en düşük kriz yönetimi ölçeği toplam puanına sahip kişinin puanı 2,33 iken en yüksek kriz yönetimi ölçeği toplam puanı 4,69'dur.

Tablo 10. Kriz Yönetimi Ölçeği Alt Boyutu Puanlarının Normallik Sınaması Sonuçları

Değişken	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	Serbestlik Derecesi	p	İstatistik	Serbestlik Derecesi	p
Erken Uyarı Sistemi Toplama	0,11	120	0,001	0,95	120	0,000
Hazırlık ve Önleme	0,15	120	0,000	0,88	120	0,000
Kriz Anı	0,11	120	0,000	0,97	120	0,010
Hasarın Yayılmasını Önleme	0,12	120	0,000	0,92	120	0,000
Onarma ve Toparlanma	0,16	120	0,000	0,95	120	0,001
Öğrenme	0,10	120	0,003	0,96	120	0,003
Kriz Yönetimi Ölçeği	0,08	120	0,036	0,96	120	0,001

Gözlem sayısı 50'nin üzerinde olduğundan Kolmogorov-Smirnov testi sonucuna göre yorumlama yapılmıştır. Kriz Yönetimi Ölçeği Alt Boyutu Puanlarının dağılımı incelendiğinde; dağılımların normal olmadığı ($p<0,05$) gözlenmiştir. Bu nedenle analizlere parametrik olmayan nonparametrik testler ile devam edilmiştir.

Tablo 11 kriz yönetimi ölçeği alt boyutu puanlarının cinsiyet kategorileri açısından Mann Whitney u testi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bilgileri sunmaktadır.

Tablo 11. Kriz Yönetimi Ölçeği Alt Boyutu Puanlarının Cinsiyet Kategorileri Açısından Mann Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

Değişken	n	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	U	Z	p	
Kriz yönetimi ölçeği puanı	Kadın	70	51,98	3638,50	1153,50	-3,177	0,001**
	Erkek	50	72,43	3621,50			
Erken Uyarı Sistemi Toplama Puanı	Kadın	70	52,57	3680,00	1195,00	-2,961	0,003**
	Erkek	50	71,60	3580,00			
Hazırlık ve Önleme Puanı	Kadın	70	63,71	4459,50	1525,50	-1,199	0,231
	Erkek	50	56,01	2800,50			
Kriz Anı Puanı	Kadın	70	70,11	4908,00	1077,00	-3,610	0,000***
	Erkek	50	47,04	2352,00			
Hasarın Yayılmasını Önleme Puanı	Kadın	70	58,99	4129,50	1644,50	-0,564	0,573
	Erkek	50	62,61	3130,50			
Onarma ve Toparlanma Puanı	Kadın	70	51,19	3583,00	1098,00	-3,488	0,000***
	Erkek	50	73,54	3677,00			
Öğrenme puanı	Kadın	70	49,64	3475,00	990,00	-4,059	0,000***
	Erkek	50	75,70	3785,00			

* $p<0,05$ ** $p<0,01$ *** $p<0,001$

Cinsiyetin, kriz yönetimi ölçeği alt boyut puanlarında farklılığa neden olup olmadığı Mann Whitney U Testi ile incelenmiştir. Cinsiyete göre kriz yönetimi ölçeği puanı ($Z=-3,177$; $p<0,01$), erken uyarı sistemi toplama puanı ($Z=-2,961$; $p<0,01$), kriz anı puanı ($Z=1077$; $p<0,001$) toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuş, bu farklılığın kadın katılımcılardan kaynaklandığı gözlenmiştir. Yine çalışmaya göre onarma ve toparlanma puanı ($Z=-3,488$; $p<0,001$) ve öğrenme puanı ($Z=-4,059$; $p<0,001$) toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuş, bu farklılığın ise erkek katılımcılardan kaynaklandığı gözlenmiştir.

Tablo 12 kriz yönetimi ölçeği alt boyutu puanlarının eğitime katılım durumu kategorileri açısından Mann Whitney u testi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bilgileri sunmaktadır.

Tablo 12. Kriz Yönetimi Ölçeği Alt Boyutu Puanlarının Eğitime Katılım Durumu Kategorileri Açısından Mann Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

Değişken		n	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	U	Z	p
Kriz yönetimi ölçeği puanı	Katıldım	73	63,66	4647,50	1484,50	-0,943	0,214
	Katılmadım	47	55,59	2612,50			
Erken Uyarı Sistemi Toplama Puanı	Katıldım	73	65,40	4774,00	1358,00	-0,017	0,054
	Katılmadım	47	52,89	2486,00			
Hazırlık ve Önleme Puanı	Katıldım	73	56,58	4130,00	1429,00	-0,766	0,122
	Katılmadım	47	66,60	3130,00			
Kriz Anı Puanı	Katıldım	73	54,35	3967,50	1266,50	-1,455	0,015*
	Katılmadım	47	70,05	3292,50			
Hasarın Yayılmasını Önleme Puanı	Katıldım	73	63,68	4648,50	1483,50	-1,680	0,211
	Katılmadım	47	55,56	2611,50			
Onarma ve Toparlanma Puanı	Katıldım	73	62,47	4560,00	1572,00	-0,292	0,438
	Katılmadım	47	57,45	2700,00			
Öğrenme puanı	Katıldım	73	66,16	4830,00	1302,00	-0,867	0,026*
	Katılmadım	47	51,70	2430,00			

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

Eğitime katılım durumunun, kriz yönetimi ölçeği alt boyut puanlarında farklılığa neden olup olmadığı Mann Whitney U Testi ile incelenmiştir. Katılan ve katılmayanlara göre kriz yönetimi ölçeği puanı ($Z=-0,943$; $p>0,05$), erken uyarı sistemi toplama puanı ($Z=-0,017$; $p>0,05$), hazırlık ve önleme puanı ($Z=-0,766$; $p>0,05$), hasarın yayılmasını önleme puanı ($Z=-1,680$; $p>0,05$) ve onarma ve toparlanma puanı ($Z=-0,292$; $p>0,05$) toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Katılımcıların kriz anı puanı ($Z=-1,455$; $p<0,05$) ve öğrenme puanı ($Z=-0,867$; $p<0,05$) toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu farklılığın, kriz anı puanı ve öğrenme puanı toplam puan ortalamalarına göre eğitime katılan kullanıcılardan kaynaklandığı gözlenmiştir.

Tablo 13 kriz yönetimi ölçeği alt boyutu puanlarının kriz durumu yaşama kategorileri açısından Mann Whitney u testi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bilgileri sunmaktadır.

Tablo 13. Kriz Yönetimi Ölçeği Alt Boyutu Puanlarının Kriz Durumu Yaşama Kategorileri Açısından Mann Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

Değişken		n	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	U	Z	p
Kriz yönetimi ölçeği puanı	Evet	83	63,72	5288,50	1268,50	-1,518	0,129
	Hayır	37	53,28	1971,50			
Erken Uyarı Sistemi Toplama Puanı	Evet	83	65,61	5445,50	1111,50	-2,415	0,016*
	Hayır	37	49,04	1814,50			
Hazırlık ve Önleme Puanı	Evet	83	60,46	5018,00	1532,00	-0,020	0,984
	Hayır	37	60,59	2242,00			
Kriz Anı Puanı	Evet	83	62,97	5226,50	1330,50	-1,174	0,240
	Hayır	37	54,96	2033,50			
Hasarın Yayılmasını Önleme Puanı	Evet	83	65,18	5410,00	1147,00	-2,215	0,027*
	Hayır	37	50,00	1850,00			
Onarma ve Toparlanma Puanı	Evet	83	57,11	4740,00	1254,00	-1,608	0,108
	Hayır	37	68,11	2520,00			
Öğrenme puanı	Evet	83	61,30	5087,50	1469,50	-0,376	0,707
	Hayır	37	58,72	2172,50			

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

Kriz durumu yaşama durumunun, kriz yönetimi ölçeği alt boyut puanlarında farklılığa neden olup olmadığı Mann Whitney U Testi ile incelenmiştir. Kriz durumu yaşayan ve yaşamayanlara göre kriz yönetimi ölçeği puanı ($Z=-1,518$; $p>0,05$), hazırlık ve önleme puanı ($Z=-0,020$; $p>0,05$), kriz anı puanı ($Z=-1,174$; $p>0,05$), onarma ve toparlanma puanı ($Z=-1,608$; $p>0,05$) ve öğrenme puanı ($Z=-0,376$; $p>0,05$) toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Kriz

durumu yaşayan ve yaşamayanlara göre; erken uyarı sistemi toplama puanı ($Z=-2,415$; $p<0,05$) ve hasarın yayılmasını önleme puanı ($Z=-2,215$; $p<0,01$) toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Kriz durumu yaşayanların hasarın yayılmasını önleme puan ortalamaları yaşamayanlardan yüksektir.

Tablo 14 kriz yönetim ölçeği alt boyutu puanlarının yaş kategorileri açısından Kruskal-Wallis testi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bilgileri sunmaktadır.

Tablo 14. Kriz Yönetim Ölçeği Alt Boyutu Puanlarının Yaş Kategorileri Açısından Kruskal-Wallis Testi ile Karşılaştırılması

Değişken	Yaş	n	Sıralar Ortalaması	Serbestlik Derecesi	X ²	p
Kriz yönetimi ölçeği puanı	25-30	44	55,50	4	1,680	0,794
	31-35	37	61,78			
	36-40	19	64,79			
	41-45	9	62,50			
	46 ve üstü	11	67,14			
Erken uyarı sistemi toplama puanı	25-30	44	53,57	4	3,692	0,449
	31-35	37	61,77			
	36-40	19	69,37			
	41-45	9	69,78			
	46 ve üstü	11	61,05			
Hazırlık ve önleme puanı	25-30	44	66,66	4	7,608	0,107
	31-35	37	53,97			
	36-40	19	55,45			
	41-45	9	46,00			
	46 ve üstü	11	78,41			
Kriz anı puanı	25-30	44	64,97	4	5,864	0,210
	31-35	37	59,09			
	36-40	19	45,61			
	41-45	9	60,17			
	46 ve üstü	11	73,36			
Hasarın yayılmasını önleme puanı	25-30	44	51,88	4	9,994	0,041*
	31-35	37	61,20			
	36-40	19	59,29			
	41-45	9	89,22			
	46 ve üstü	11	71,23			
Onarma ve toparlanma puanı	25-30	44	60,91	4	2,440	0,655
	31-35	37	60,58			
	36-40	19	66,97			
	41-45	9	45,17			
	46 ve üstü	11	59,95			
Öğrenme puanı	25-30	44	57,51	4	1,403	0,844
	31-35	37	62,65			
	36-40	19	66,89			
	41-45	9	59,56			
	46 ve üstü	11	54,95			

* $p<0,05$ ** $p<0,01$ *** $p<0,001$

Kriz yönetim Ölçeği alt boyut toplam puanlarının yaş kategorileri açısından farklılığa neden olup olmadığı Kruskal Wallis Testi ile incelenmiştir. Katılımcıların yaş durumlarına göre hasarın yayılmasını önleme puanı ($\chi^2=9,994$; $p<0,05$) toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Farklılığın hangi yaş kategorisinden kaynaklandığının belirlenmesi için yapılan Benferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi sonucuna göre anlamlı farklılığın 41-45 yaş arasında bulunan katılımcılardan kaynaklandığı gözlenmiştir.

Tablo 15 kriz yönetim ölçeği alt boyutu puanlarının bulunulan pozisyonda çalışma süresi kategorileri açısından Kruskal-Wallis testi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bilgileri sunmaktadır.

Tablo 15. Kriz Yönetim Ölçeği Alt Boyutu Puanlarının Bulunulan Pozisyonda Çalışma Süresi Kategorileri Açısından Kruskal-Wallis Testi ile Karşılaştırılması

Değişken	Çalışma Süresi	n	Sıralar Ortalaması	Serbestlik Derecesi	X ²	p
Kriz yönetimi ölçeği puanı	1 yıldan az	25	67,32	5	5,904	0,316
	1 yıl	19	65,47			
	2 yıl	21	63,14			
	3 yıl	9	37,50			
	4 yıl	7	51,86			
Erken uyarı sistemi toplama puanı	5 yıl ve üstü	39	59,14	5	11,317	0,045*
	1 yıldan az	25	64,50			
	1 yıl	19	76,16			
	2 yıl	21	65,55			
	3 yıl	9	43,33			
Hazırlık ve önleme puanı	4 yıl	7	34,71	5	7,758	0,170
	5 yıl ve üstü	39	56,18			
	1 yıldan az	25	55,60			
	1 yıl	19	48,68			
	2 yıl	21	53,88			
Kriz anı puanı	3 yıl	9	72,50	5	27,995	0,000***
	4 yıl	7	78,29			
	5 yıl ve üstü	39	67,00			
	1 yıldan az	25	51,80			
	1 yıl	19	35,58			
Hasarın yayılmasını önleme puanı	2 yıl	21	52,95	5	5,450	0,363
	3 yıl	9	92,94			
	4 yıl	7	89,07			
	5 yıl ve üstü	39	69,67			
	1 yıldan az	25	57,40			
Onarma ve toparlanma puanı	1 yıl	19	51,32	5	21,378	0,001**
	2 yıl	21	57,81			
	3 yıl	9	50,00			
	4 yıl	7	71,21			
	5 yıl ve üstü	39	68,91			
Öğrenme puanı	1 yıldan az	25	71,44	5	14,109	0,015*
	1 yıl	19	81,97			
	2 yıl	21	60,17			
	3 yıl	9	25,50			
	4 yıl	7	54,21			
Öğrenme puanı	5 yıl ve üstü	39	52,41	5	14,109	0,015*
	1 yıldan az	25	68,76			
	1 yıl	19	73,87			
	2 yıl	21	69,71			
	3 yıl	9	34,00			
Öğrenme puanı	4 yıl	7	52,00	5	14,109	0,015*
	5 yıl ve üstü	39	51,37			

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

Kriz yönetim Ölçeği alt boyut toplam puanlarının bulunulan pozisyonda çalışma süresi kategorileri açısından farklılığa neden olup olmadığı Kruskal Wallis Testi ile incelenmiştir. Bulunulan pozisyonda çalışma sürelerine göre, kriz yönetim ölçeği puanı ($\chi^2_5=5,904$; $p>0,05$), hazırlık ve önleme puanı ($\chi^2_5=7,758$; $p>0,05$) ve hasarın yayılmasını önleme puanı ($\chi^2_5=5,450$; $p>0,05$) toplam puan ortalamaları

arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Katılımcıların bulunan pozisyonda çalışma sürelerine göre; erken uyarı sistemi toplama puanı ($\chi^2_5=11,317$; $p<0,05$), kriz anı puanı ($\chi^2_5=27,995$; $p<0,001$), onarma ve toparlanma puanı ($\chi^2_5=21,378$; $p<0,01$) ve öğrenme puanı ($\chi^2_5=14,109$; $p<0,05$) toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Farklılığın hangi kategorisinden kaynaklandığının belirlenmesi için yapılan Benferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi sonucuna göre anlamlı farklılığın erken uyarı sistemi toplama puanı için 2 ve 5 grubu, kriz anı puanı için 4. grup, onarma ve toparlanma puanı için 2 ve 4 grup, öğrenme puanı için ise yine 2 ve 4. gruplardan kaynaklandığı gözlenmiştir.

Tablo 16 kriz yönetim ölçeği alt boyutu puanlarının eğitime katılma sayısı kategorileri açısından Kruskal-Wallis testi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bilgileri sunmaktadır.

Tablo 16. Kriz Yönetim Ölçeği Alt Boyutu Puanlarının Eğitime Katılma Sayısı Kategorileri Açısından Kruskal-Wallis Testi ile Karşılaştırılması

Değişken	Katılma Sayısı	n	Sıralar Ortalaması	Serbestlik Derecesi	X ²	p
Kriz yönetimi ölçeği puanı	1 defa	35	35,46	4	4,109	0,392
	2 defa	27	38,26			
	3 defa	4	53,25			
	4 defa	2	19,00			
	5 defa ve üzeri	5	35,20			
Erken uyarı sistemi toplama puanı	1 defa	35	35,03	4	3,079	0,545
	2 defa	27	40,69			
	3 defa	4	38,63			
	4 defa	2	16,25			
	5 defa ve üzeri	5	37,90			
Hazırlık ve önleme puanı	1 defa	35	38,13	4	5,821	0,213
	2 defa	27	34,91			
	3 defa	4	54,75			
	4 defa	2	45,75			
	5 defa ve üzeri	5	22,70			
Kriz anı puanı	1 defa	35	32,24	4	12,421	0,014*
	2 defa	27	21,84			
	3 defa	4	20,88			
	4 defa	2	24,75			
	5 defa ve üzeri	5	10,20			
Hasarın yayılmasını önleme puanı	1 defa	35	33,96	4	3,296	0,510
	2 defa	27	37,91			
	3 defa	4	40,75			
	4 defa	2	34,25			
	5 defa ve üzeri	5	51,50			
Onarma ve toparlanma puanı	1 defa	35	36,86	4	1,747	0,782
	2 defa	27	39,13			
	3 defa	4	40,13			
	4 defa	2	26,00			
	5 defa ve üzeri	5	28,40			
Öğrenme puanı	1 defa	35	37,01	4	1,866	0,760
	2 defa	27	36,57			
	3 defa	4	48,63			
	4 defa	2	25,75			
	5 defa ve üzeri	5	34,40			

* $p<0,05$ ** $p<0,01$ *** $p<0,001$

Kriz yönetim Ölçeği alt boyut toplam puanlarının bulunulan eğitime katılma sayısı kategorileri açısından farklılığa neden olup olmadığı Kruskal Wallis Testi ile incelenmiştir. Eğitime katılma

sayılarına göre, kriz yönetim ölçeği puanı ($\chi^2=4,109$; $p>0,05$), erken uyarı sistemi toplama puanı ($\chi^2=3,079$; $p>0,05$), hazırlık ve önleme puanı ($\chi^2=5,821$; $p>0,05$), hasarın yayılmasını önleme puanı ($\chi^2=3,296$; $p>0,05$), onarma ve toparlanma puanı ($\chi^2=1,747$; $p>0,05$) ve öğrenme puanı ($\chi^2=1,866$; $p>0,05$) toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Yapılan Kruskal Wallis Testi sonucuna göre; kriz anı puanı ($\chi^2=12,421$; $p<0,05$) toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Farklılığın hangi kategoriden kaynaklandığının belirlenmesi için yapılan Benferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi sonucuna göre anlamlı farklılığın 1 defa eğitime katılan katılımcılardan kaynaklandığı gözlenmiştir.

4. Sonuç

Bu araştırma, Marmara Üniversitesi Hastanesi'nde görev yapan idari personelin kriz yönetimine ilişkin bakış açılarının ortaya konulması amacıyla gerçekleştirmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen temel sonuçlar ve bu sonuçlar yönelik öneriler aşağıda belirtilmiştir. Elde edilen bulgulara göre; sağlık çalışanlarının %69,7'si (n=62) "kadın" idari yöneticiden oluştuğu, %36,7'sinin (n=44) '25-30' yaş aralığında, %60,0'inin (n=70) lisans mezunu olduğu, %46,7'sinin (n=56) sorumlu hemşire, %32,5'inin (n=39) buldukları pozisyonda 5 yıl ve üzeri yıldır çalıştıkları, %60,8'inin (n=73) kriz yönetimi ile ilgili hizmet içi eğitim programına katıldıkları, %47,9'unun (n=35) kriz yönetimi ile ilgili e az 1 kez hizmet içi eğitim programına katıldıkları, %69,2'sinin (n= 83) çalıştıkları dönemde kriz durumu yaşadıkları bulgulanmıştır.

Yaşanan krize neden olan durumlar incelendiğinde idari sağlık çalışanlarının en çok küresel salgın, salgın/karantina, personel iş gücü yetersizliği, ciddi kazalar ve ani ve yoğun yaralı hasta kabulü nedeniyle kriz durumu yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

Yapılan analizler sonucunda; kriz yönetimi alt boyutlarından olan hasarın yayılmasını önleme en yüksek değere, hazırlık ve önleme aşaması ise en düşük değer olarak bulgulanmıştır. Sağlık kurumları yöneticilerinin kriz yönetime yönelik algıları genel olarak olumludur. Yaş kategorilerine göre Kriz Yönetim Ölçeği skoru ortalamaları incelendiğinde 41-45 yaş aralığında yer alan yöneticilerin hasarın yayılmasını önleme alt boyutunda diğer yaş grubundaki yöneticilere oranla daha iyi kriz yönetim süreci ve becerisine sahip oldukları belirlenmiştir. Cinsiyet değişkenine göre Kriz Yönetim Ölçeği skoru ortalamalarının arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Erken uyarı sinyalleri toplama ve kriz anı alt boyutlarında kadın yöneticilerin erkek yöneticilere göre daha iyi veya olumlu kriz yönetim becerilerine sahip oldukları saptanmıştır. Onarma ve toparlanma ve öğrenme alt boyutlarında ise erkek yöneticilerin kadın yöneticilere göre daha iyi kriz yönetimi sürecine sahip oldukları belirlenmiştir. Kriz yönetim eğitimine katılma durumu ile Kriz Yönetim Ölçeği Skoru ortalamalarının arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Anlamlı farklılık kriz anı ve öğrenme alt boyutunda saptanmıştır. Hizmet içi veya dış kaynaklı herhangi bir eğitime katılan yöneticilerin katılmayan yöneticilere göre kriz anını ve kriz sonrası öğrenme aşamasını daha iyi yönlendirdiği saptanmıştır. İdari personelin, çalıştıkları dönemde kriz yaşayıp yaşamama durumuna göre Kriz Yönetim Ölçeğinin skoru ortalamaları incelendiğinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Anlamlı farklılık erken uyarı sinyalleri toplama ve hasarın yayılmasını önleme boyutlarında bulunmuştur. Kriz durumu yaşayanların erken uyarı ve sinyalleri toplama ve hasarın yayılmasını önleme puan ortalamaları yaşamayanlardan yüksektir. Kriz Yönetim Ölçeği skoru ortalamaları ile katılımcının eğitime katılma sayısı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Anlamlı farklılığın kriz anı skor lamasında 1 defa eğitime katılan katılımcılardan kaynaklandığı saptanmıştır. Kriz Yönetim Ölçeği skor ortalamaları ile katılımcıların buldukları pozisyonda çalışma süresi kategorileri açısından istatistiksel olarak anlamlılık erken uyarı sinyalleri toplama, kriz anı, onarma ve toparlanma ve öğrenme alt boyutlarında saptanmıştır. Anlamlı farklılığın erken uyarı sistemi toplama puanı için 1 yıl ve 4 yıl arası çalışan yöneticilerden, kriz anı puanı için 3 yıl çalışan yöneticilerden, onarma ve toparlanma puanı için 1 yıl ve 3 yıl çalışan yöneticilerden, öğrenme puanı için ise yine 1 yıl ve 3 yıl çalışan yöneticilerden kaynaklandığı gözlenmiştir İdari çalışanların meslek grupları ile Kriz Yönetim Ölçeği skoru ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Marmara Üniversitesi Hastanesi'nde kriz yönetimi ile ilgili hizmet içi eğitim programlarına katılım oranının yüksek olduğu bulgulanmış ancak araştırma sonuçları eğitime katılım sayısının kriz yönetim becerisini her aşamada etkilemediği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu

nedenle hastane idari ve sağlık personeline yönelik gerçekleştirilen eğitimlerin niteliklerinin artırılması gerekmektedir.

Sonuç olarak elde edilen bulgular ışığında geliştirilen öneriler şu şekildedir:

- Yönetici konumundaki idari personelin etkin ve nitelikli iş gücü planlamasına çok daha fazla önem ve ilgi göstermesi gerekmektedir.
- Kriz yönetimi ile ilgili eğitimlerin 25-30 yaş gurubu çalışanları kapsayacak şekilde planlanması, daha önce kriz yaşamayan çalışanlar düşünülerek örnek senaryoların eğitim planlarına dahil edilmesi gerekmektedir.
- Kurumun karşılaşabileceği deprem, yangın, sel gibi kriz durumları için düzenli aralıklarla tatbikatlar yapılması ve risk haritalarının belirlenerek ilerlenmesi önerilebilir.
- Her an olabilecek krizlere zamanında ve etkin müdahale etmek amacıyla sağlık kurumlarının kendi iç bünyesinde hastane afet planının olması gerekmektedir. Ve belli aralıklarla idari personel ve sağlık çalışanları afet planıyla ilgili bilgilendirilmelidir. Aynı zamanda sağlık kurumundaki her birime ayrı afet planını hazırlanarak benimsetilmesi ve konuyla ilgili eğitim ve oryantasyonun planlanması önerilebilir.
- Hastanede görev alan idari personel ve sağlık çalışanları arasında iletişim etkili, düzenli ve sürekli olması önerilebilir.
- Kriz öncesinde ve kriz anında talimatların zamanında gerçekleştirilmesine yönelik eğitimler düzenlenmesi önerilebilir.
- Hastane idari personel yöneticilerinin hastane afet planı kapsamında çalışanların krizi ve krizin doğuracağı sonuçları sahiplenilmesi açısından görev paylaşımını net bir şekilde belirlemesi önerilebilir.
- Bu kapsamda kriz yönetim ekibinde yer alan çalışanlara görev tanımın getirdiği sorumluluklar benimsetilmesi, karar alma sürecine dâhil olmalarının sağlanması önerilebilir.
- Etkili kriz yönetimi için hastaneler gibi karmaşık bir meslek grubu yapısına sahip kurumlarda birden çok çözüm planı olması, kriz sınıflandırılması yapılarak çözüm planları oluşturulması önerilebilir.
- Yöneticilerin her türlü kriz durumunu kolay ve sağlıklı şekilde atlatalmaları için çalışanlarla fikir alışverişinde bulunmaları, çalışanlara gözlem yapma ve kayıt altına alma sorumluluklarının verilmesi ve son olarak da durum değerlendirmesi yapmaları önerilebilir.

Yazar Katkıları: Kavramsallaştırma, H.K.A ve N.M.; metodoloji, H.K.A ve N.M; biçimsel analiz N.M; veri iyileştirme, N.M. ; yazı - orijinal taslak hazırlama, H.K.A. ve N.M. .; yazma - gözden geçirme ve düzenleme, H.K.A.; görselleştirme, N.M.; denetim, H.K.A.

Finansman: Bu araştırma dışarıdan fon almadı.

ıkar atışmaları: Yazarlar çıkar atışması beyan etmemektedir.

Kaynakça

- [1] Shangquan, Z., Wang, M. Y., & Sun, W. (2020). What caused the outbreak of COVID-19 in China: From the perspective of crisis management. *International journal of environmental research and public health*, 17(9), 3279.
- [2] Bozgeyik, A. (2004). *Krizleri fırsata dönüştürmek*. İstanbul: Hayat Yayınları.
- [3] Patan, G. (2009). *İşletmelerde kriz yönetimi ve stratejisinin önemi*. Selçuk Üniversitesi, Halkla İlişkiler Ana Bilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- [4] Akar, F. (2021). *Kriz Yönetiminde Proaktif ve Reaktif Yaklaşım: Covid-19 Krizi Üzerine Bir Değerlendirme*. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 45, 244-259.
- [5] Öztürk, B. (2010). *Kriz yönetimi ve örnek bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [6] Luecke, R. (2008). *Kriz Yönetimi*. (Ö. Sarıkaya, Çev.) İstanbul: Kültür Yayınları.
- [7] Alharthy, A., Faqih, F., Mhawish, H., Balhamar, A., Memish, Z. A., & Karakitsos, D. (2021). Configuring a hospital in the COVID-19 era by integrating crisis management logistics. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 42(7), 911-913.
- [8] Augustine, N. (2015). *Kriz Yönetimi*. (M. İnan, Çev.) İstanbul: Optimist Kitap.
- [9] Gül, A. (2010). *İstanbul İlinde Üç Farklı Statüdeki Hastanede alışan Hemşirelerin Kriz İle Karşılaşma Durumları, Kriz Yönetimine Bakışı ve Kişilik Özellikleri*. Haliç Üniversitesi, Hemşirelik Anabilim Dalı. İstanbul: Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

-
- [10] Tutar, H. (2000). *Kriz ve Stres Ortamında Yönetim*. İstanbul: Hayat Yayınları.
- [11] Kahraman, N. (2009). İstanbul ilindeki bir özel hastanede çalışan hemşirelerin kriz ve kriz yönetimi ile ilgili düşünceleri. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Haliç Üniversitesi, Hemşirelik Anabilim Dalı, İstanbul.
- [12] Aygan, S. (2010). *Kriz yönetimi ve Türkiye'de krizlerin tarihsel gelişimi: Bursa'daki işletmelerde kriz yönetimi üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Uuldağ Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- [13] Mitroff, I., Shrivastava, P., & Udwardia, F. (1987). *Effective Crisis Management*. The Academy of Management Executive, 1(3), 283-292.
- [14] Tutar, H. (2004). *Kriz ve Stres Yönetimi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- [15] Deniz, M., & Sağlam, M. (2007). *Kriz Dönemlerinde İşletme Stratejileri ve Malatya Organize Sanayi Bölgesinde Faaliyet Gösteren Tekstil İşletmelerinde Bir Uygulama*. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 6(20), 156-176.
- [16] Coombs, T. (2007). *Protecting Organization Reputations During a Crisis: The Development and Application of Situational Crisis Communication Theory*. Corporate Reputation Review, 10(3), 163-177.
- [17] Barrios, J., & Hochberg, Y. (2020). *Risk Perception Through the Lens of Politics in the Time of the COVID-19 Pandemic*. NBER Working Papers No. 27008, 1-24.
- [18] Aykal, Ü. T., & Türkmen, E. (2014). *Hemşirelik Hizmetleri Yönetimi*. İstanbul: Akademi Yayınları.
- [19] Can, H. (2005). *Organizasyon ve Yönetim*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- [20] Tengilimoğlu, D., Işık, O., & Akbolat, M. (2021). *Sağlık İşletmeleri Yönetimi*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- [21] El Gharib, A., & Elnahas, E. (2021). *Evaluate The Role of Leadership in Crisis Management: A Field Study in Psychiatric Hospitals in Egypt*. Global Business & Management Research, 13(3).
- [22] Sayın, N. (2008). *Ortaöğretim Kurumlarında Kriz Yönetimi Stratejisinin İncelenmesi (İstanbul İli Örneği)*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [23] Atabay, B. (2019). *Sağlık Kurumlarında Kriz Yönetimi ve Örnek Bir Uygulama*. Kırklareli Üniversitesi, Sağlık Kurumları İşletmeciliği Anabilim Dalı. Kırklareli: Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [24] Hamarat, B. (2017). *SPSS ve Minitab Uygulamalı İstatistik*. Çanakkale: Paradigma Akademi.

Research Article

Received: date:15.05.2023
Accepted: date:29.06.2023
Published: date:30.06.2023

Sağlık Kuruluşlarına ait Sağlık Kaynaklarının Bilgisayar Ortamında Verimliliklerinin Analiz Edilmesi ve Optimum Değerlerin Hesaplanması

Nilgün Günöz¹ Abdulkadir Atalan^{2*}

¹Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Gaziantep, Türkiye; nilgungunoz193@gmail.com

²Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Gaziantep, Türkiye; abdulcadiratalan@gmail.com
Orcid: 0009-0009-1972-4563¹ Orcid: 0000-0003-0924-3685²

*Correspondence: abdulcadiratalan@gmail.com

Öz: Sağlık sistemleri dinamik ve karmaşık yapıya sahip olması ile somut sonuçların elde edilmesi genellikle uzun zaman ve yüksek maliyet gerektirmektedir. Bu çalışmada sağlık kuruluşlarına ait sağlık kaynaklarının bilgisayar ortamında verimliliklerinin analiz edilmesi ve optimum değerlerin hesaplanması adına üç boyutlu simülasyon modeli geliştirilmiştir. Simülasyon modeli sağlık kuruluşlarının en yoğun ve hareketli olan acil servis birimi dikkate alarak geliştirilmiştir. Simülasyon modelinde yer alan hasta akış çizelgesi Türk sağlık sistemine göre oluşturulmuştur. Bu çalışmada mevcut sağlık kaynakları dikkate alınarak tedavi edilen hasta sayısı, hasta bekleme ve kalış süreleri, personel verimlilikleri, lokasyon bazlı kaynakların verimlilikleri hesaplanmıştır. İstatistiksel deney tasarımı ile yatak, doktor ve hemşire sayıları dikkate alınarak 16 senaryonun oluşturulması ve her bir senaryonun 3 tekrar ile çalıştırılması ile optimum sonuçların elde edilmesi sağlanmıştır. Hasta bekleme süresinin ve hasta kalış süresinin minimize edilmesi için acil serviste en az 2 doktor, 1 hemşire ve 4 yatak çalışması ile bir hasta ortalama 9,34 dakika beklerken bir hastanın acil serviste kalma süresi ortalama olarak 36,92 dakika olarak hesaplanmıştır. İnsan ve lokasyon bazlı kaynak verimlilikleri ile tedavi edilen hasta sayısının maksimize edilmesi adına 1 doktor, 1 hemşire ve 2 yatağın çalıştırılmasıyla personel ve lokasyon verimliliklerine ve tedavi edilen hasta sayısına ait optimum değerler sırasıyla %51, %61 ve 275 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma ile dinamik ve karmaşık yapıya sahip bir sağlık kuruluşuna ait verimlilik ve optimum sağlık kaynak sayısı değerlerinin hesaplanması için geliştirilen simülasyon modeli sağlık yönetimi bakımından önemli sonuçlar sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Kaynakları, Verimlilik, Kesikli-Olay Simülasyon, Optimum, İstatistiksel Deney Tasarımı, Acil Servis

Analyzing the Efficiency of Health Resources of Health Institutions in Computer Environment and Calculating Optimum Values

Abstract: As health systems have a dynamic and complex structure, obtaining tangible results usually requires a long time and high cost. In this study, a three-dimensional discrete-event simulation model has been developed in order to analyze the efficiency of health resources of health institutions in a computer environment and to calculate optimum values. The simulation model has been developed by taking into account the most intense and active emergency service unit of health institutions. The patient flow chart in the simulation model was created according to the Turkish health system. In this study, the number of patients treated, patient waiting and length of stay, staff productivity, and location-based resources were calculated by taking into account the available health

resources. With the statistical experimental design, 16 scenarios were created considering the number of beds, doctors, and nurses, and optimum results were obtained by running each scenario with 3 repetitions. At least 2 doctors, 1 nurse, and 4 beds are required to minimize the patient waiting time and patient stay, in the emergency room, while a patient waits for an average of 9.34 minutes, the average stay of a patient in the emergency room is calculated as 36.92 minutes. By employing 1 doctor, 1 nurse, and 2 beds in order to maximize the number of patients treated with human and location-based resource efficiencies, the optimum values for staff and location efficiencies and the number of patients treated were calculated as 51%, 61%, and 275, respectively. As a result, the simulation model developed in this study to calculate the efficiency and optimum health resource number values of a dynamic and complex health institution has provided important results in terms of health management.

Keywords: Health Resources, Efficiency, Discrete-Event Simulation, Optimum; Statistical Experiment Design, Emergency Room

1. Giriş

Sağlık sistemleri insan faktörü bakımından en yoğun sistemler arasında yer almaktadır [1]. Ayrıca dinamik bir yapıya sahip sağlık sistemleri karmaşık bir iş akışına sahiptir [2]. Bu sebeple sağlık sistemlerinde yer alan kaynakların takibi geleneksel yöntemler ile gözlemlenmesi zordur. Bu sebeple sağlık sistemlerinde yer alan kaynakların takibini yapmak için bilgisayar tabanlı yazılımlara veya programlara ihtiyaç duyulmaktadır [3]. Bu programların veya yazılımların başında kesikli-olay simülasyon veya benzetim araçları gelmektedir. Bu çalışmada da kesikli-olay simülasyon modeline yer verilmiştir.

Simülasyon, herhangi bir gerçek veya gerçek dışı olayın davranışının taklit edilmesiyle gerçek sistemin basit bir temsiliyle modelin oluşturulduğu bir yöntemdir [4]. Simülasyon birçok alanda kullanılabilen önemli bir mühendislik tekniğidir [5], [6]. Bu alanlar arasında sağlık, imalat, işletme, yönetim ve pazarlama vs. yer almakla beraber 1960'lara dayanan simülasyon yöntemi 1980'lerde artık bilgisayar destekli bir yapıya erişerek 1990'lardan itibaren yüksek kalitede grafik sistemlerinin iyileştirilmesiyle gelişimini sürdürmüştü ve hala da gelişmeye ve her geçen gün hayatımızdaki önemini arttırmaya devam etmektedir [7]. Simülasyonun avantajları arasında en önemlisi esnek bir kullanıma sahip olması, en karmaşık olan problemleri kolaylıkla doğru bir şekilde çözebilmesi ve uygulayabilmesi, sistemsel kaynaklarda hızlı ve kolaylıkla değişiklik yapılabilmesi ile uygulayıp analiz edilebilmesi yer almaktadır [8], [9].

Sağlık hizmetlerinde simülasyon; hastalara verilen hizmetin veya çalışanların verimliliğini arttırmak, sistemde var olan darboğazları ortadan kaldırmak ve verilen hizmetteki kaliteyi yükseltmek için sağlık hizmetlerinde simülasyon sıkça tercih edilen bir yöntemdir [10], [11]. Yapılan araştırmalara göre sağlık hizmetleri için süreç iyileştirmeye yönelik birçok uluslararası yabancı çalışmalar bulunmaktadır [12]. Her geçen gün artan sağlık ihtiyaçları gelişen teknolojiyle birlikte kıt kaynaklarla hastalara daha fazla hizmet verme gibi sorunları ortaya çıkarmıştır [13], [14]. Yapılabilecek maliyet-etkililik analiziyle kaynakların verimli kullanımının değerlendirilmesi gereken bir kriter olduğu söylenmektedir [11]. Özellikle, sağlık ekonomisinde önemli etkiye sahip olan en önemli unsurlar arasında doktor, hemşire, memur, yatak, ekipman gibi sağlık kaynakları yer almaktadır [15], [16]. Bu kaynakların sebep olduğu yüksek maliyeti düşürmek için sağlık yönetiminde birçok yöntem kullanılmıştır [17]. Bu çalışmada sağlık kaynak maliyeti dikkate alınmamıştır ancak sağlık kaynakları ile bağlantılı olan süre, verimlilik ve hasta sayıları üzerinde durulmuştur.

Acil servis biriminde yapılan bir çalışmada, 400 gün boyunca gelecekteki çalışma koşullarını tahmin etmek için veriler kayıt altına alınarak, simülasyon modeli ile acil servis biriminin kalabalıklaşmasının önüne geçilmiştir [18]. Başka bir çalışmada Kanada'da bulunan hastanelerdeki en önemli problemlerden biri olan sağlık kuruluşlarındaki fazla bekleme sürelerine çözüm bulmak için ProModel yazılım simülasyonu gibi yalın üretim araçları aracılığıyla acil servis biriminin fazla bekleme sürelerini düşürmek ve bununla beraber verimliliği arttırmak hedeflenmiştir [19]. İran'ın Tahran kentinde yapılan bir çalışmada ise patoloji laboratuvarında yapılan tekrarlanan damar tıkanıklığı, güvensiz ulaşım gibi insana dayalı faktörlerin analiziyle laboratuvarında hizmet kalitesi iyileştirilmeye çalışılmasıyla 70 senaryo tanımlanarak bekleyen hasta sayısını azaltmak ve hataların tespiti için rassal veri zarflama analizi yöntemi kullanılmıştır [20]. Ortopedi kliniğinde

gerçekleştirilen başka bir çalışmada kaynak planlama, randevu belirleme ve hasta gelişleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla simülasyon yöntemi ile hemşire sayısı arttırıldığı göz önüne alındığında ortalama hasta bekleme süresinin 30 dakikaya düştüğü ve muayene odalarının sayısının arttırıldığı göz önüne alındığında ise hastanın ortalama bekleme süresinin 55 dakikaya düştüğü gözlemlenmiştir [21]. Başka bir çalışmada ise simülasyon tekniği ile sağlık hizmet kalitesi ve hasta güvenliğinde iyileştirmeler yapmak hedeflenmiş ve hastanenin yatak kapasitesi, hastanenin doluluk oranı, hasta bekleme süreleri ve maliyetleri gibi çoğaltılabilecek sorunların çözüme kavuşması sağlanmıştır [22]. Simülasyon modeli ile sağlık kuruluşlarında yer alan birçok problemin çözülmesi sağlanmıştır [5], [23]. Özellikle istatistik alt yapısını kullanan simülasyon modelleri istatistik yöntemleri ile entegre edilmesiyle elde edilen sonuçların geçerliliği doğrulanması amaçlanmıştır [18], [24], [25]. Bu çalışmada bir acil servis birimi için geliştirilen simülasyon modeline ait kaynakların optimum değerlerini hesaplamak için istatistiksel optimizasyon tekniğinden faydalanılmıştır. Bir çalışmada simülasyon ile deney tasarımı yöntemleri entegre edilerek sağlık kaynaklarına ait optimum sonuçlar elde edilmiştir [1], [21], [26], [27]. Başka bir çalışmada deney tasarımının kullanılarak senaryoların oluşmasına ve senaryo sonuçlarının simülasyon ile elde edilmesi sağlanmıştır [28]. Deney tasarımı yaklaşımı girdi değişkenlerin farklı kombinasyonları göz önünde bulundurularak çıktı değişken üzerinde hem tekil hem de etkileşimli etkileri analiz edilmektedir [29]–[31]. Özellikle simülasyon ile deney tasarımının entegre edilmesi istatistik açısından önemli katkı sunarak simülasyon modeline ait sonuçların istatistiksel olarak analiz edilmesini sağlamaktadır [32]. Bir çalışmada deney tasarımı yöntemi kullanılarak simülasyon modelinde elde edilen sonuçlar ile hastaların bekleme süresi ve personel maliyetleri üzerinde durulmuştur [25]. Bu çalışmada ise doktor, hemşire ve yatak sayıları dikkate alınarak tedavi edilen hasta sayısının, personel ve lokasyon verimliliklerinin maksimize edilmesinin yanı sıra hasta bekleme ve kalış süresinin minimize edilmesi amaçlanarak toplamda 16 senaryo ve her bir senaryo 3 kez tekrar edilerek simülasyon modeli çalıştırılmıştır. Böylelikle, sağlık kuruluşlarına ait sağlık kaynaklarının bilgisayar ortamında verimliliklerinin analiz edilmesi ve optimum değerlerin hesaplanması bu çalışma ile sağlanmıştır.

Bu çalışma insan ve lokasyon bazlı sağlık kaynaklarının bir sağlık kuruluşunda yer alan acil servis biriminin verimliliği üzerinde etkisini göstermek adına kesikli-olay simülasyon tekniğinin yanı sıra istatistiksel bir yöntem olan deney tasarımı entegre edilmesi ile diğer çalışmalara örnek bir model sunmak amacı ile hazırlanmıştır [26], [33]. Bu sebeple bu çalışmada yer alan modeller ve senaryolar belli bir kısıt kapsamında ve varsayımlar üzerine geliştirilmiştir. Bu çalışmadaki modeller gerçek sistemde yer alan pilot bölgelere göre değiştirilerek istatistiksel optimum somut sonuçların elde edilmesi sağlanır.

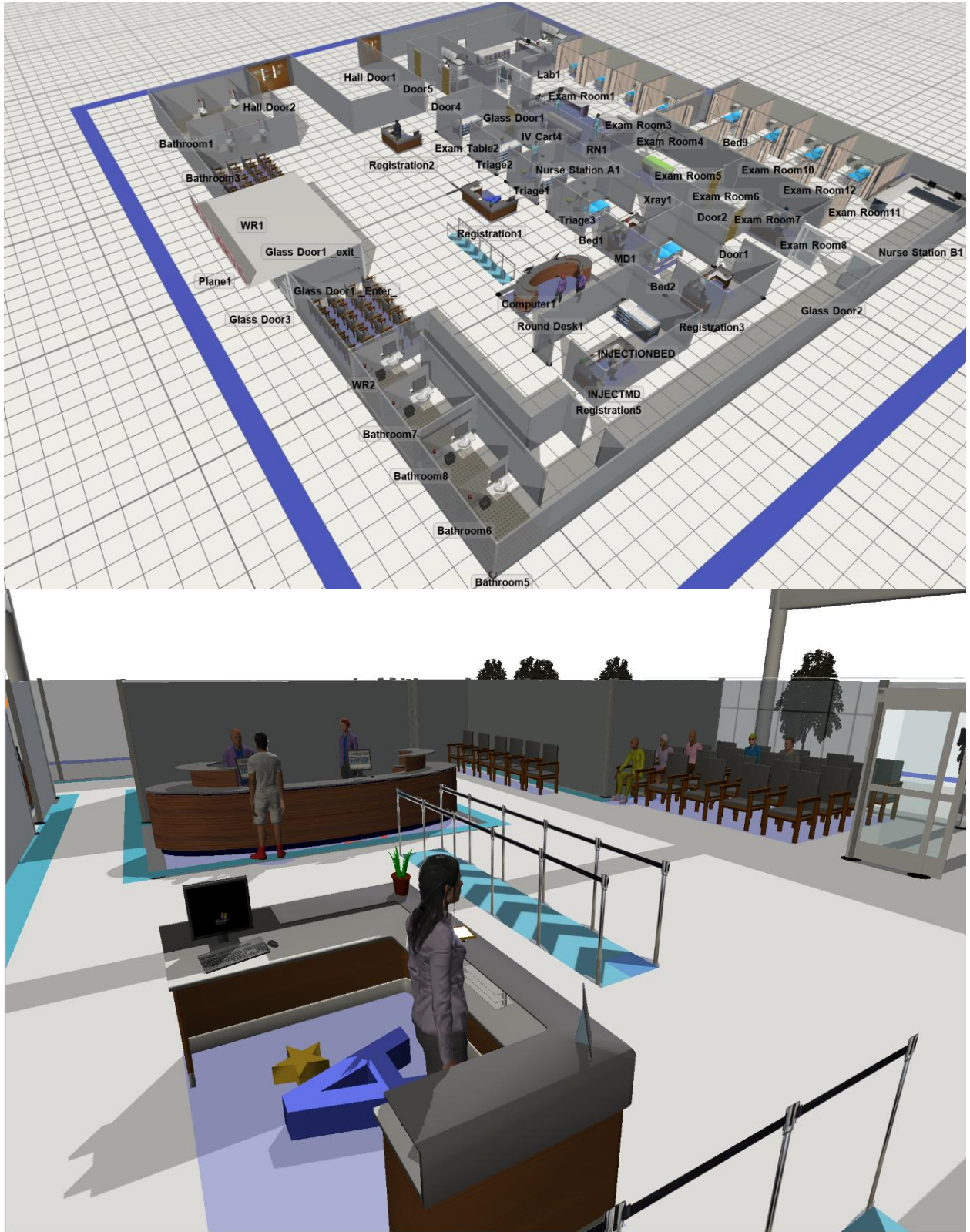
Bu çalışma altı ana bölümden oluşmaktadır. Çalışma hakkında genel bilgiler ve literatür taraması çalışmanın ilk bölümünde ele alınmıştır. Çalışmanın yöntemi için geliştirilen simülasyon modeli çalışmanın ikinci ve üçüncü bölümünde tartışılmıştır. Çalışma için geliştirilen simülasyon modelinde yer alan hasta akış şeması çalışmanın ikinci bölümünde yer almıştır. Simülasyon modelinde tanımlanan sağlık kaynaklarına çalışmanın dördüncü bölümünde yer verilmiştir. Sağlık kuruluşuna ve kaynaklarına ait optimum sonuçlar ise bu araştırmanın beşinci bölümünde ele alınmıştır. Geliştirilen simülasyon modeline ait kaynakların hastalar ve sayısal veriler üzerindeki etkisi tartışılarak optimum sağlık kaynak sayılarına ilişkin bilgiler çalışmanın bu bölümde yer verilmiştir. Çalışma hakkında genel sonuçlar bu araştırmanın son bölümünde ifade edilmiştir.

2. Yöntem

Bu çalışmada sağlık kaynaklarına ait verimliliklerin bilgisayar ortamında izlenmesi adına kesikli-olay simülasyon yöntemi kullanılarak bir hastanenin acil servis birimine ait üç boyutlu simülasyon modeli oluşturulmuştur. Simülasyon modelinde elde edilen hasta bekleme ve hasta kalış süresi verilerine ait tanımlayıcı istatistik verileri elde edilmiştir.

2.1. Kesikli Olay Simülasyon Modeli

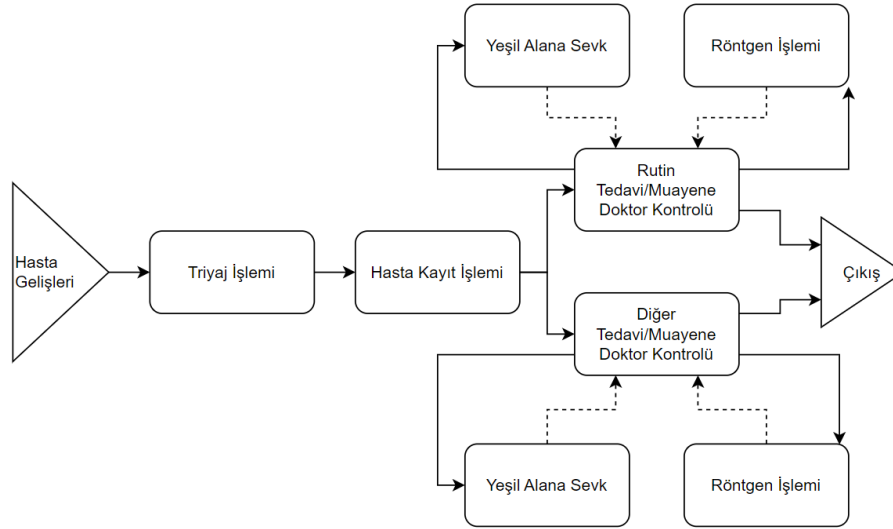
Bu çalışmada sağlık kaynaklarına ait verimliliklerin analizi için bilgisayar tabanlı Flexsim Healthcare programı kullanarak üç boyutlu bir model oluşturulmuştur. Modele ait bilgisayar ekran görüntüsü Şekil 1’de paylaşılmıştır.



Şekil 1. Üç boyutlu simülasyon modeline ait ekran görüntüsü

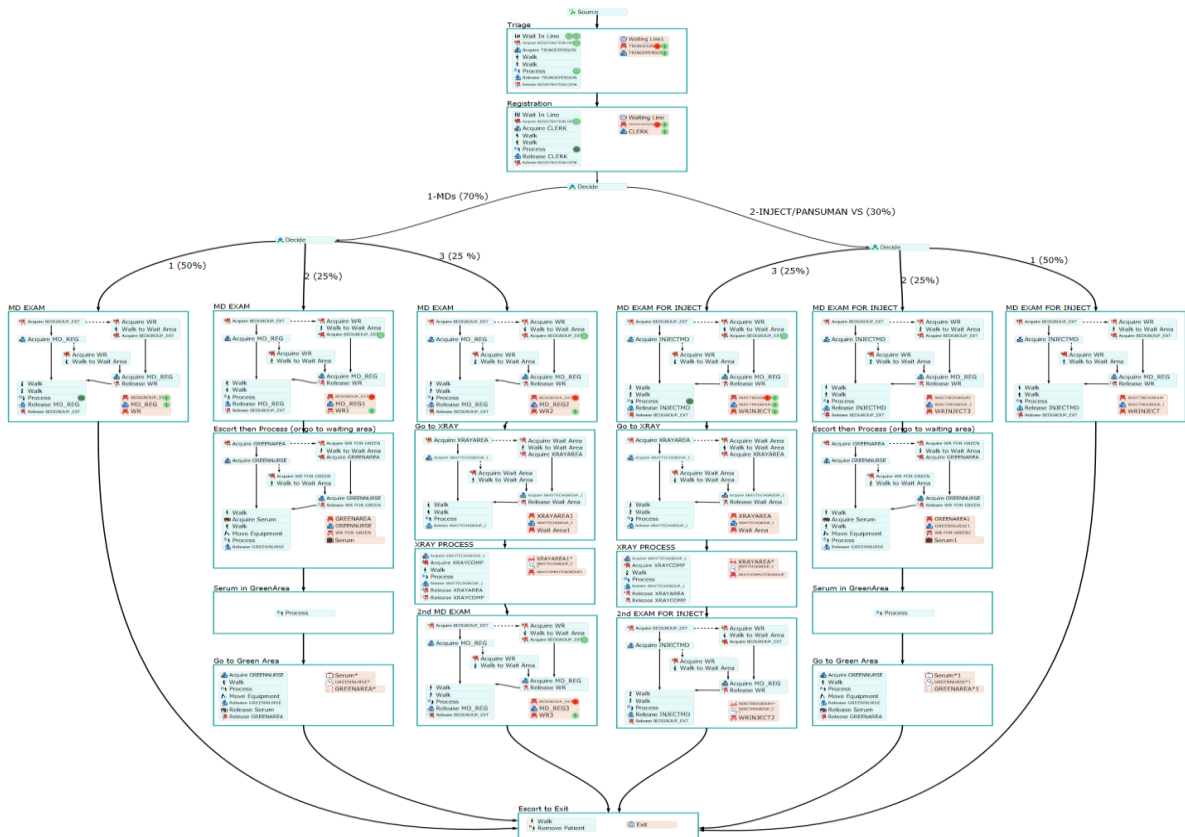
2.2. Hasta Akış Şeması

Simülasyon modelinde ele alınan acil serviste yer alan alanlardan sadece yeşil alan, enjeksiyon/pansuman ve röntgen alanlarında sağlık hizmeti veren alanlar dikkate alınmıştır. Acil servise ait çalışmanın genel hasta akış şeması **Şekil 2'**de yer almaktadır.



Şekil 2. Hasta akış çizelgesi

Şekil 2'de yer alan hasta akış şeması acil servise ait genel bir akışı sunmaktadır. Ancak bu çalışma için geliştirilen simülasyon modeli ile hasta akış diyagramı detaylı olarak ele alınmıştır. Simülasyon modelinde yer alan hasta akış diyagramı **Şekil 3'**de gösterilmiştir.



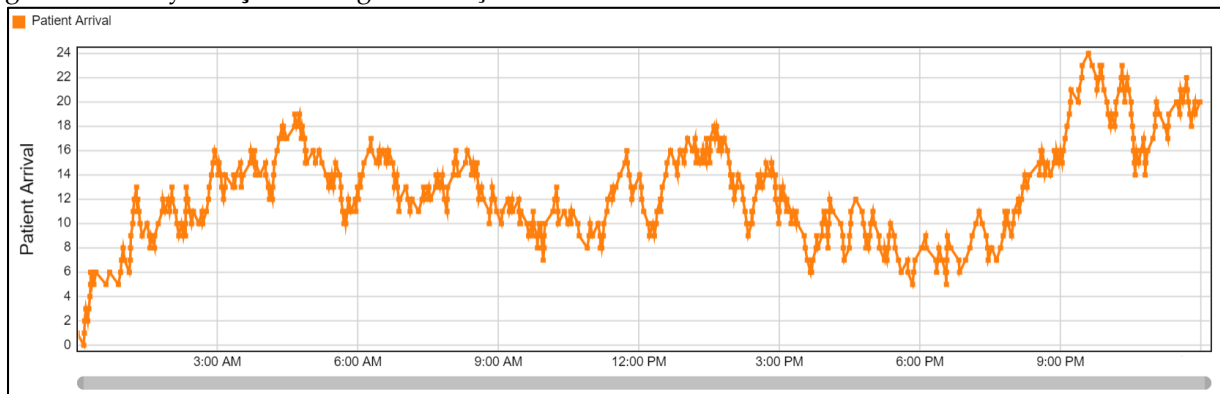
Şekil 3. Simülasyon modelinde yer alan hasta akış diyagramı

Hasta akış çizelgesinde hastaların geliş zamanları, hastaların kaynaklar ile temas halinde iken geçirdikleri süreleri ve sağlık kaynaklarının müsait olma zamanına kadar geçen süreleri yer almaktadır. Simülasyon modelinde yer alan tüm süreçler istatistiksel dağılımlara göre elde edilen verilerden türetilerek sonuç verileri hesaplanmıştır. Simülasyon modelinde yer alan süreçlere ait istatistiksel dağılım verileri **Tablo 1**'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Simülasyon modelinde yer alan süreçler ve süreleri

No	Prosesler	Proses süresi (dakika)
1	Hasta gelişleri	exponential(0, 5, getstream(activity))
2	Triyaj süresi	exponential(0,minutes(3),getstream(activity))
3	Kayıt süresi	exponential(0,minutes(2),getstream(activity))
4	İlk doktor müdahalesi	exponential(0,minutes(5),getstream(activity))
5	Hemşire Müdahalesi (Serum, EKG, ilaç vs.)	exponential(0,minutes(34),getstream(activity))
6	Röntgen	exponential(0,minutes(12),getstream(activity))
7	İkinci doktor müdahalesi	exponential(0, minutes(5), getstream(activity))
8	Diğer Tıbbi Müdahaleler (Pansuman vs.)	exponential(0, minutes(7), getstream(activity))

Tablo 1'de verilen istatistiksel dağılımlar bir model için örnek olarak ele alınmıştır. Başka çalışmalarda hasta akış şemasında yer alan süreçlere ait istatistiksel dağılımlar farklılık gösterebilir. Bilgisayar ortamında geliştirilen 3 boyutlu simülasyon modelinde hastaların 24 saat boyunca saat başı gelen hasta sayıları **Şekil 4**'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Saatlere göre acil servis birimine gelen hasta sayısı

3. Sağlık Kaynakları

Sağlık sistemlerinde genellikle insan-bazlı, Lokasyon-bazlı ve ekipman-bazlı olmak üzere 3 tür kaynak bulunmaktadır. Ancak, bu çalışmada insan-bazlı ve lokasyon-bazlı kaynaklara ait verimlilikler analiz edilerek optimum kaynak sayısının oluşturulması sağlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan sağlık kaynaklarına ait genel bilgiler **Tablo 2**'de verilmiştir.

Tablo 2. Sağlık kaynaklarına ait genel bilgiler

No	Kaynak	Kaynak Türü	Sayısı
1	Acil Servis Doktorları	İnsan-bazlı	2
2	Hemşireler	İnsan-bazlı	2
3	Diğer Doktorlar	İnsan-bazlı	1
4	Kayıt Memurları	İnsan-bazlı	2
5	Triyaj Personeli	İnsan-bazlı	1
6	Teknik Personeller*	İnsan-bazlı	1
7	Güvenlik Personelleri	İnsan-bazlı	1
8	Yataklar	Lokasyon-bazlı	7**
9	Triyaj Alanı	Lokasyon-bazlı	3***
10	Yeşil – Sarı Alan	Lokasyon-bazlı	2
11	Kayıt Alanı	Lokasyon-bazlı	1

12	Bekleme Alanı	Lokasyon-bazlı	3
13	Röntgen Alanı	Lokasyon-bazlı	1

* X-ray teknisyeni

**Sadece yeşil alana, doktor odalarına ve pansuman odasına ait yatak sayısı

*** Sadece bir triyaj alanı çalışmaktadır.

Bu çalışma için geliştirilen modelde yeşil alan dışındaki sarı ve kırmızı alanlar dikkate alınmamıştır. Ayrıca modelde var olan kaynaklardan çalıştırılmayan kaynaklara ait veriler hesaplanmamıştır.

3.1. Lokasyon-Bazlı Kaynaklar

3.1.1. Yataklar

Sağlık hizmetleri için hastanelerde kullanılan ve sağlık hizmetlerine ihtiyacı olan insanlar için ergonomik olarak özel tasarlanmış elektronik cihaz ile hastanın rahatına göre ayarlanabilir bir eşyadır. Bu çalışmada yeşil alan için 4 yatak, doktor tedavisi/muayenesi için 2 yatak, pansuman gibi gerekli müdahaleler için 1 yatak olmak üzere toplam 7 yatak yer almaktadır. Acil servis biriminde yer alan diğer alanlara ait yatak sayıları dikkate alınmamıştır.

3.1.2. Trijaj Alanları

Hastaların hastalıklarıyla ilgili şikayetlerini acil servis birimine gelerek belirtmeleriyle birlikte hastaların durumlarının aciliyetlerine göre sağlık personelinin yaptığı bir çeşit öncelik belirleme işleminin yapıldığı alandır. Bu çalışma için geliştirilen modelde 3 Triyaj alanı yer almaktadır. Bu Triyaj alanları çocuk ve yetişkin olarak sınıflandırılmıştır. Simülasyon modelinde çocuk hastalara yer verilmediği için tek bir Triyaj alanının çalışması sağlanmıştır.

3.1.3. Röntgen Alanı

Hastanede çalışan sağlık personellerinin isteği üzerine hastanın rahatsızlığını incelemek ve rahatsızlığına göre organları, kemikleri ve iç dokuları görüntülemek amacıyla elektromanyetik enerji ışınlarının kullanıldığı alandır. Bu alan doktorların yönlendirilmesi üzerine hastaların yaptırması gereken bir işlem olarak bu modelde tanımlanmıştır. Röntgen işlemi üstel dağılımlı olmak kaydı ile yaklaşık olarak 12 dakika sürmesi öngörülmüştür.

3.1.4. Yeşil- Sarı Alan

Acil servise gelen hastaların aciliyetlerine göre hizmet almaları gereken alanı belirtir. Eğer gelen hastada hafif yaralanma veya hastalık durumu gözlemleniyorsa yeşil alana yönlendirilmelidir. Sarı alan ise, yeşil alana göre daha fazla aciliyeti olan fakat kırmızı alandaki hastalardan daha az aciliyeti olan hastaların bulunduğu alandır. Bu araştırma kapsamında oluşturulan modelde sarı alan hastaları göz ardı edilerek sadece yeşil alana gelen hastalara ait veriler hesaplanmıştır. Simülasyon modelinde toplam 4 yatak ve 2 hemşire istihdam edilmiştir.

3.1.5. Bekleme Alanları

Bekleme alanları sağlık kaynakları müsait olana kadar hastaların bekledikleri lokasyonlardır. Modelde, hastaların sağlık kaynaklarından sadece doktor, hemşire, memur gibi insan bazlı olan kaynaklar müsait olana kadar beklemesi değil aynı zamanda lokasyon kaynakları da müsait olana kadar beklemesi dikkate alınmıştır. Simülasyon modelinde 3 farklı bekleme lokasyonu vardır. Bunlardan bir tanesi sadece pansuman için doktoru bekleyen hastaların bekledikleri alandır.

3.1.6. Kayıt Alanı

Hastaların kayıt işlemlerini gerçekleştirdikleri alana kayıt alanı denir. Simülasyon modelinde tek bir kayıt alanında iki memurun çalışması ile hasta kayıt işlemleri gerçekleştirilmektedir. Hasta akış diyagramına göre kayıt işlemi Triyaj işleminden sonra ve ilk doktor müdahalesinden önce yapılmaktadır.

3.2. İnsan-Bazlı Kaynaklar

3.2.1. Acil Servis Doktorları

Acil servis birimine çeşitli şikayetler ile gelen hastaları muayene etmekle yükümlü ve bu mesleği yapmak için eğitim almış olan kişilerin aldığı mesleki unvandır. Acil servis doktorları çeşitli şikayetler ile gelen hastaları sırasıyla muayene eder. Hastaların şikayetlerine göre her hasta için

uygun olan ilacı yazmakla yükümlüdürler. Modelde triyaj alanında hastalığı tespit edilen hasta kaydını yaptırdıktan sonra doktor muayenesine girebilmektedir. Simülasyon modelinde 2 tane acil servis doktoru bulunmaktadır.

3.2.2. Diğer Görevler için çalışan Doktorlar

Acil servisteki hasta muayene hizmetini yerine getiren eğitimli kişilerin mesleki unvanıdır. Bu araştırma kapsamında oluşturulan modelde, acil servis doktorları dışında hastaların şikayetlerine göre gerekli hastalara enjeksiyon ve pansuman yapan 1 tane doktor bulunmaktadır.

3.2.3. Hemşireler

Hemşireler gelen hastaların fiziki muayene, tedavi planı, tıbbi bakım ve daha çoğaltılabilecek birçok yükümlülüğü olan eğitimli kişilerdir. Modelde 2 tane hemşire bulunmaktadır. Doktor muayenesinden sonra hemşirelerin yanına gelen hastalara şikayetlerine göre serum takmak, EKG, ilaç tedavisi gibi müdahaleler burada yapılmaktadır.

3.2.4. Kayıt Memurları

Hastanenin acil servis birimine gelen hastaların kayıt işlemlerini ve acil servisten çıkış veya polikliniklere sevk edilme işlemlerini yapan kişilerdir.

3.2.5. Triage Personeli

Acil servise başvuran hastaların şikayetlerine göre hastalığının veya yaralanmasının şiddetini tanımlayan kişilere triyaj personeli denir. Modelde hastaneye giriş yapan hasta öncelikle triyaj alanına gider. Triage alanında hastanın şikayetine göre hastalığın veya hasta eğer yaralıysa yaralanmanın şiddeti tanımlanır. Daha sonra, hasta triyaj alanında tanımlanan hastalığına göre kayıt yaptırma ve muayene olma gibi diğer işlemleri gerçekleştirebilmektedir.

3.2.6. Teknik Personeller

Bu araştırma kapsamındaki modelde teknik personel röntgen cihazına bakan X-ray teknisyenidir. Bu personel yapılan çalışmada acil servis biriminde 1 tane bulunmaktadır ve gelen hastalardan gerekli görülenlere rahatsızlığına göre organların, kemiklerin ve iç dokuların görüntüsünü çeken hastane personeli.

3.2.7. Güvenlik Personelleri

Güvenlik görevlisi, hastanenin güvenliğini sağlaması gereken bir personeldir. Bu araştırma kapsamında modelde acil servis biriminin güvenliğini sağlaması amacıyla 1 tane güvenlik personeli bulunmaktadır.

4. Bulgular

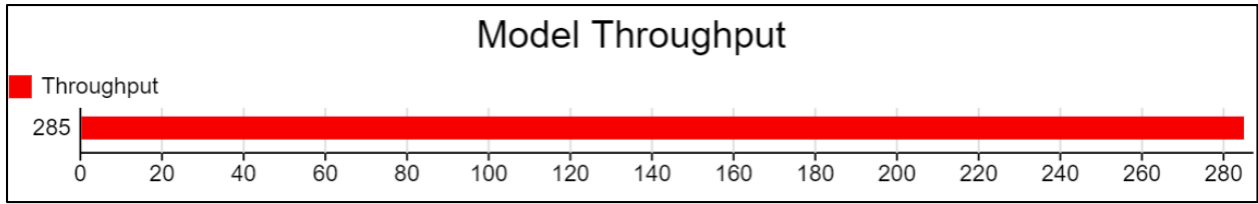
Bu çalışma için oluşturulan simülasyon modeli 24 saat olmak kaydı ile bir gün olarak çalıştırılmıştır. Mevcut duruma göre simülasyon modelinde acil servis doktorları 12 saat olmak kaydı ile iki vardiya halinde çalıştırılmıştır. Her bir vardiya zaman diliminde tek bir doktor istihdam edilmiştir. Aynı çalışma prensibi kayıt veya poliklinik sevk işlemleri ile ilgi süreçleri gerçekleştiren memurlar için de uygulanmıştır.

4.1. Simülasyona ait Genel Sonuçlar

Simülasyon modeli bir gün olmak şartı ile 24 saat çalıştırılması neticesinde tedavi edilen hasta sayısı, hastaların ortalama bekleme süresi ve bir hastanın acil serviste geçirdiği ortalama süre olmak üzere üç farklı alt başlıkta ele alınmıştır.

4.1.1. Tedavi Edilen Hasta Sayısı

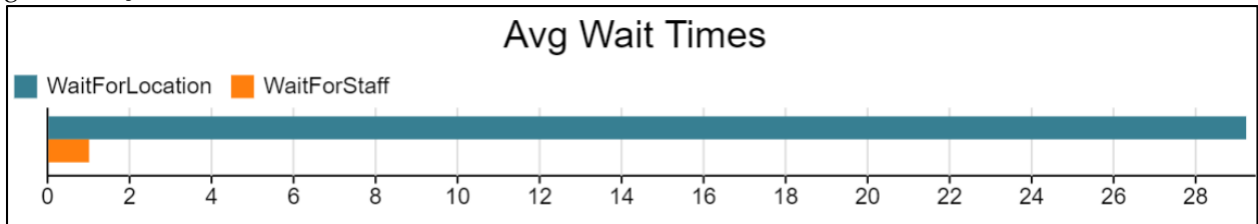
Bu çalışma için oluşturulan üç boyutlu simülasyon modeli bir gün çalıştırılması ile sonuçlar elde edilmiştir. Mevcut sağlık kaynakları ile 24 saat boyunca çalışan modelde bir günde ortalama 285 hasta tedavi edilmektedir. Bu sayı çalışma süresi, kaynak sayısı ve hasta akış diyagramında yaşanacak değişiklikler ile değişebilir. Simülasyon modelinde yer alan tedavi edilen hasta sayısına ait görsel **Şekil 5**'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Bir günde tedavi edilen ortalama hasta sayısı

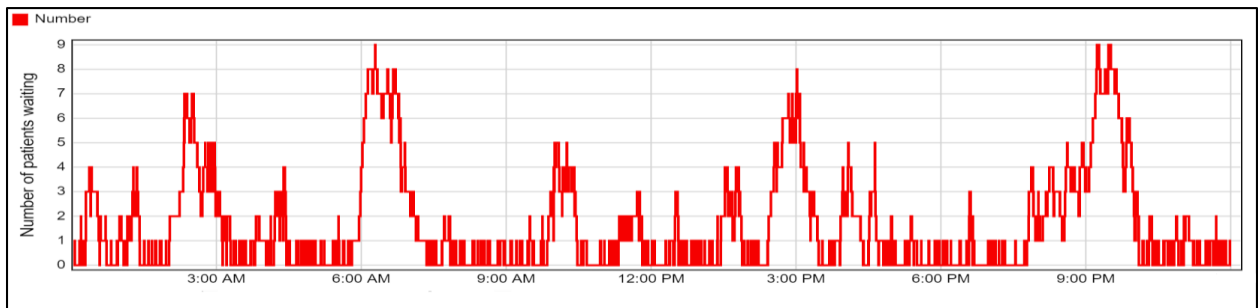
4.1.2. Hastaların Ortalama Bekleme Süreleri

Mevcut sağlık kaynaklarıyla 24 saat çalışan modelde ortalama bekleme süresi toplam 30,24 dakika olarak belirlenmiştir. Bu süre doktor, hemşire vs. gibi çalışanlarda yapılabilecek değişiklikler ile değişebilir. Geliştirilen simülasyon modeline göre 24 saat boyunca tedavi/muayene edilen hastaların tedavi/muayene için acil servis biriminde ortalama bekleme süresine ait görsel Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Hastaların ortalama bekleme süresi

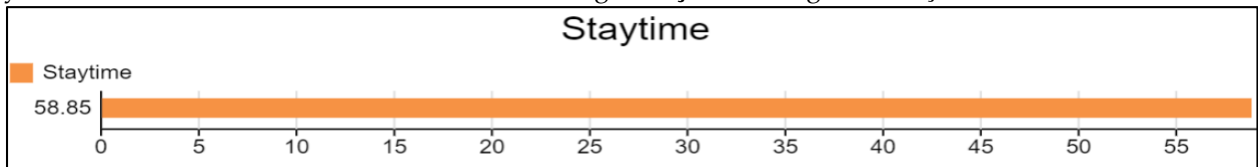
Şekil 6'ya göre hastalar insan bazlı sağlık kaynaklarından ziyade lokasyon kaynaklarının müsait olana kadar bekledikleri sürenin uzun olduğu anlaşılmaktadır. Bir hasta lokasyon bazlı kaynakların müsait olana kadar ortalama 29,23 dakika beklerken insan bazlı kaynakları ortalama 1,01 dakika olarak beklemektedir. Geliştirilen simülasyon modeline göre bir saatlik zaman dilimine göre bekleyen hasta sayıları Şekil 7'de paylaşılmıştır.



Şekil 7. Saatler göre bekleyen hasta sayısı

4.1.3. Hastaların Acil Serviste Kalma Süreleri

Mevcut sağlık kaynaklarıyla çalışan simülasyon modelinde hastaların acil serviste kalma süresi 58,85 dakika olarak belirlenmiştir. Hastaların acil serviste kalma süreleri modelde yapılacak insan bazlı veya lokasyon bazlı kaynaklardaki değişiklikler ile azaltılması mümkündür. Simülasyon modelinde yer alan hastaların acil serviste kalma süresine ait görsel Şekil 8' de gösterilmiştir.



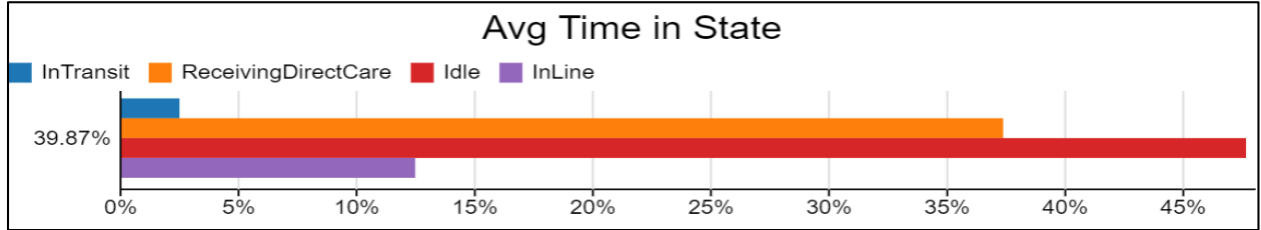
Şekil 8. Hastaların acil serviste kalma süreleri

Hastalar sağlık hizmeti almak için başvurdukları acil servis biriminde kaldıkları süreyi doğrudan hizmet alınan süre ile geçirememektedirler. Hastaları acil servis biriminde geçirdikleri süreler yürümede geçen süre, doğrudan sağlık hizmet süresi, bekledikleri süre ve kuyrukta bekleme

sürelerinden oluşmaktadır. Hasta kalış süresi dört farklı süreden oluşmaktadır. Hasta kalış süresi aşağıdaki gibi denklem haline dönüştürülmüştür:

$$t_{\text{hasta kalış süresi}} = t_{\text{idle}} + t_{\text{transit}} + t_{\text{care}} + t_{\text{line}} \quad (1)$$

Bu çalışma için geliştirilen modele göre hasta kalış süresini oluşturan süreler için oranlar **Şekil 9'da** gösterilmiştir. t_{idle} , t_{transit} , t_{care} , t_{line} süreleri sırasıyla %2,49, %37,37, %47,66, %12,47 olarak hesaplanmıştır.

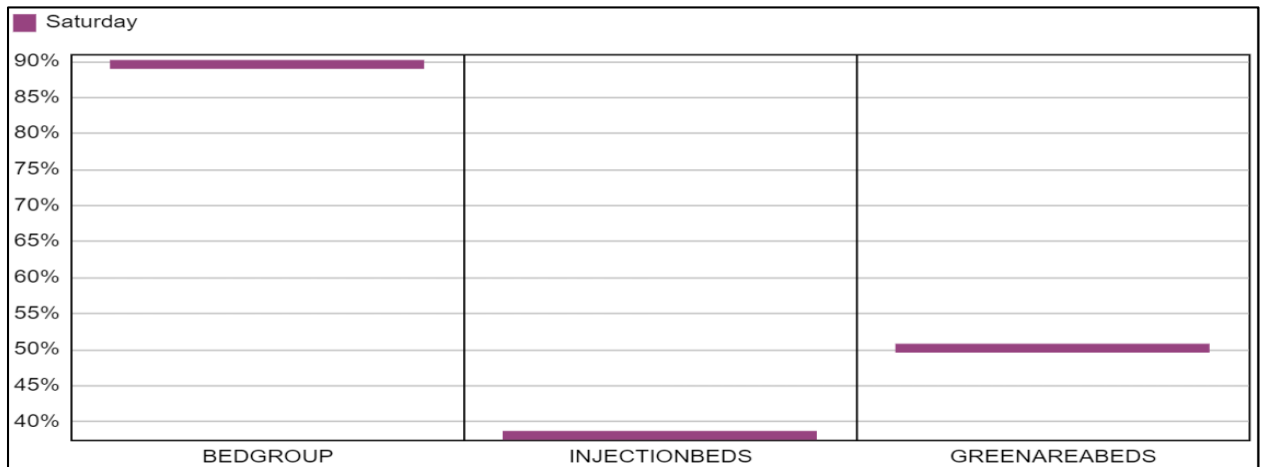


Şekil 9. Hasta kalış sürelerini oluşturan sürelerin oranları

4.2. Lokasyon-Bazlı Kaynaklara ait Verimlilik Analizi

4.2.1. Yataklar

Modele göre, acil servis biriminde toplam 7 yatak yer almaktadır. Her bir yatağa ait verimlilik oranları **Şekil 10'da** paylaşılmıştır.

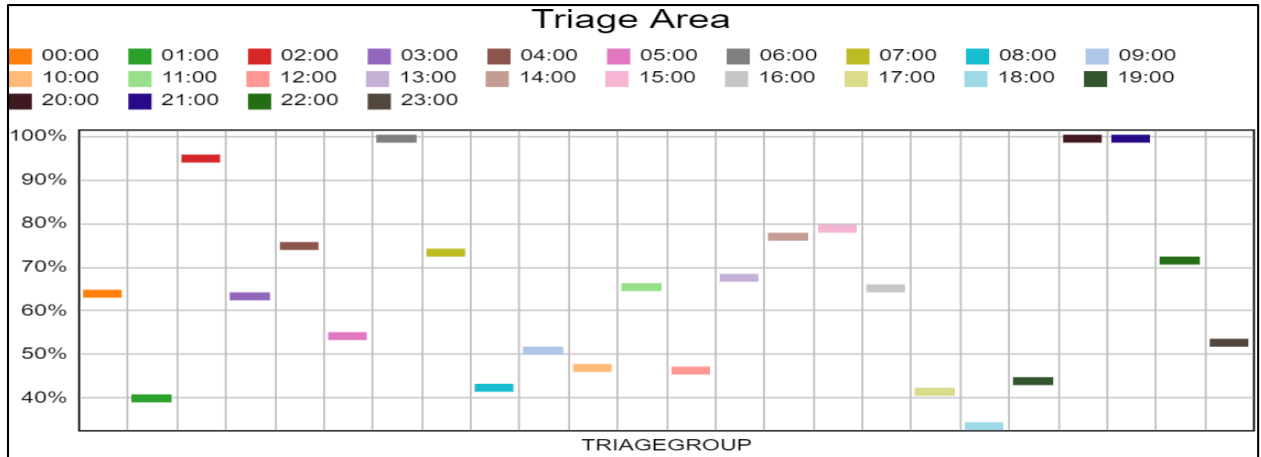


Şekil 10. Yatakların doluluk oranları

Simülasyon modelinde yataklar üç ana grup şeklinde sınıflandırılmıştır. İlk grup olan bedgroup sadece tedavi/muayene için doktorlara tahsis edilmiştir. Injectionbeds grubunda yer alan tek bir yatak ise genellikle pansuman, kırık, çıkık gibi müdahalelerde doktor tarafından kullanılması için istihdam edilmiştir. Son grupta ise hemşire gözetiminde serum, EKG, ilaç tedavisi gibi işlemlerde kullanılmak üzere 4 yatağın yer aldığı greenareabeds grubunda yer almaktadır. Bu gruplardan doktorların hizmetine verilen bedgroup %90 verimlilik değerine sahip iken injectionbeds grubunda yer alan yatak verimliliği %38 olarak hesaplanmıştır. Hemşirelerin kontrolünde olan ve yeşil alanda yer alan greenareabeds grubundaki yatakların verimlilikleri %50 olarak ölçülmüştür.

4.2.2. Triyaj Alanları

Simülasyon ile yapılan çalışmaya göre, triyaj alanlarının kullanım oranı %64 olarak bulunmuştur. Geliştirilen simülasyon modeline göre hastanenin acil servis biriminde bulunan triyaj alanının kullanım oranlarının günün saatlerine ait görsel **Şekil 11'de** gösterilmiştir.

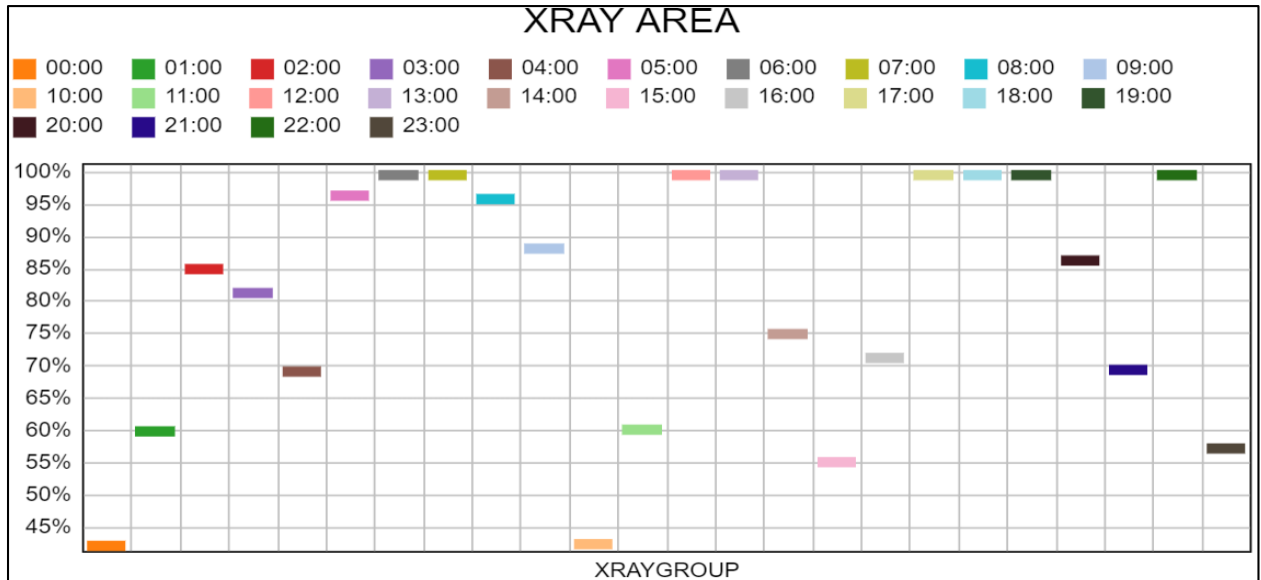


Şekil 11. Triyaj alanı kullanım oranları

Şekil 11'e göre simülasyon çalışmasında yer alan triyaj alanlarının kullanım oranının düşük olduğu belirlenmiştir. Modelde üç tane triyaj alanı ve bir tane triyaj personeli bulunmaktadır fakat **Tablo 2'** de de görüldüğü üzere triyaj alanlarının sadece 1 tanesi kullanılmaktadır. Bu sebeple çalıştırılmayan kaynaklara ait veriler hesaplanmamıştır. Simülasyon çalışmasında insan bazlı kaynaklarda artış veya lokasyon bazlı kaynaklarda azaltma yoluna gidilerek maliyetlerde düşüş ya da verimlilikte önemli artışlar sağlanabilir.

4.2.3. Röntgen Alanı

Çalışmada yer alan röntgen alanının 24 saat içindeki çalışma oranı %81 olarak belirlenmiştir. Simülasyon modelinde yer alan röntgen alanının kullanım oranına ait görsel **Şekil 12'**de gösterilmiştir.

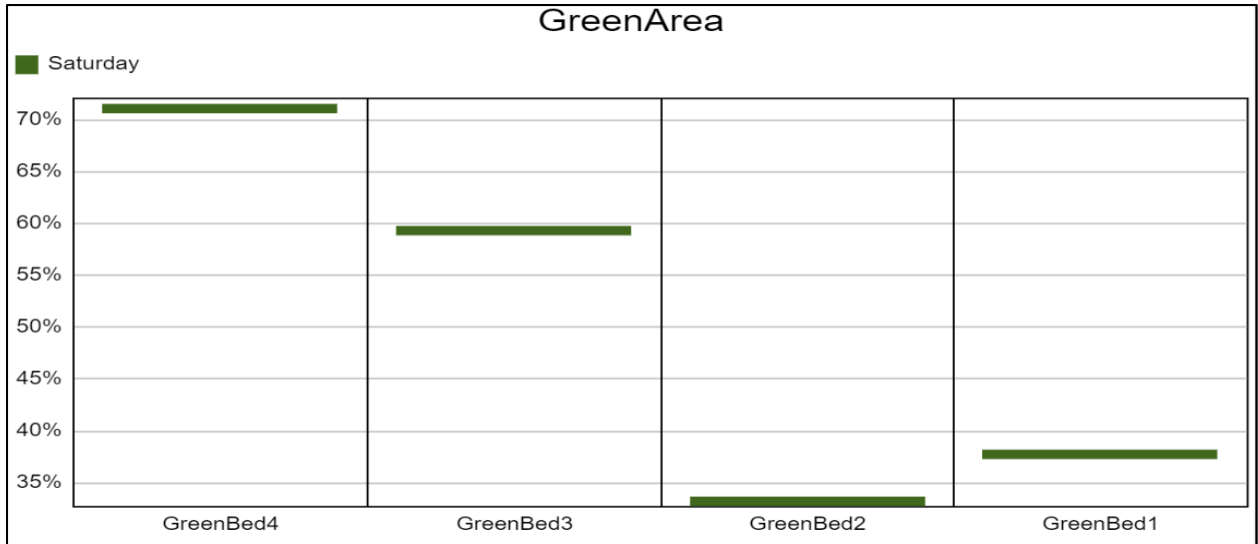


Şekil 12. Röntgen alanı kullanım oranları

Yapılan çalışmada **Tablo 2'** de de görüldüğü üzere acil servis biriminde 1 röntgen alanı yer almaktadır ve bu alan için bir teknik personel bulunmaktadır. Bu oran çalışma süresi, insan bazlı veya lokasyon bazlı kaynak sayısındaki ve hasta akış diyagramında yapılacak değişiklikler ile arttırılabilir.

4.2.4. Yeşil Alan

Acil servis birimine gelen hastaların şikayetlerine göre ne kadar aciliyetinin olduğu tespit edildikten sonra geldikleri hafif hasta veya yaralı olarak tanımlanan alanın hastanenin acil servis birimindeki kullanım oranını veren görsel **Şekil 13'**te verilmiştir.

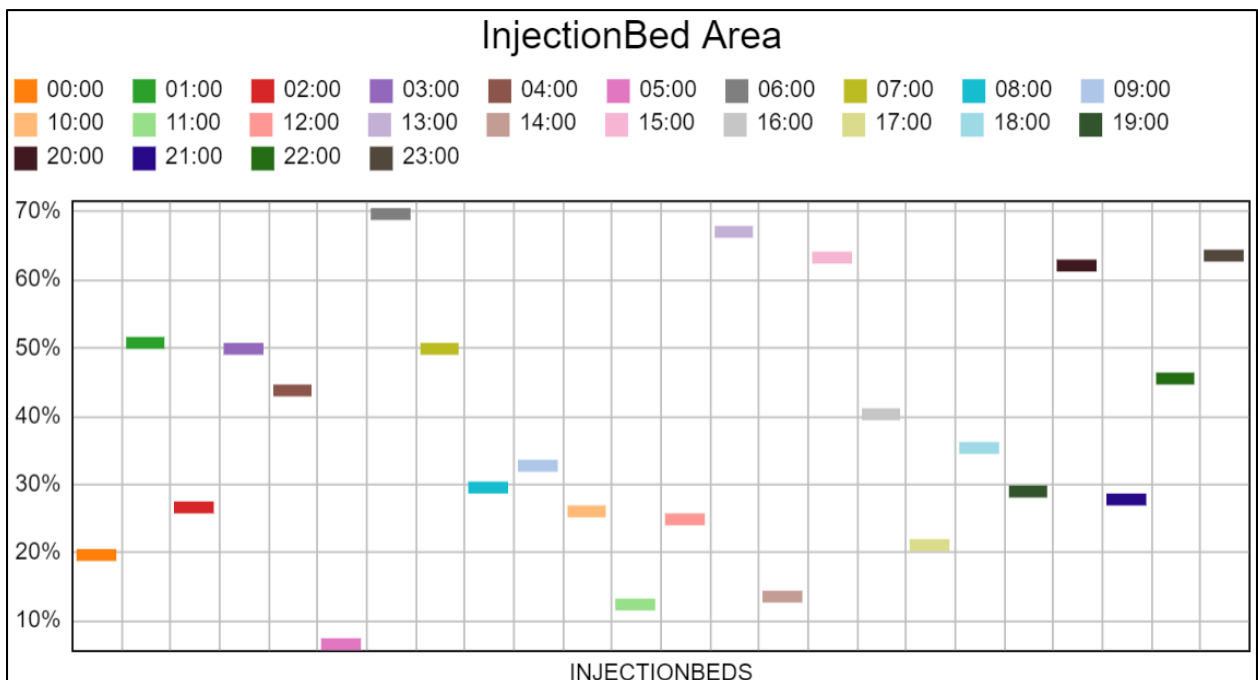


Şekil 13. Yeşil alan kullanım oranları

Şekil 13'e göre oluşturulan üç boyutlu simülasyon modelinin 24 saat çalıştırılması sonucu acil servis birimindeki yeşil alanın kullanım oranı %51 olarak bulunmuştur. Bu alanda 4 tane yatak ve 2 tane hemşirenin bulunduğu göz önüne alındığında insan bazlı kaynaklardaki ve lokasyon bazlı kaynaklardaki sayıların artırılıp azaltılmasıyla oranda artış sağlanabilir. Bu alanda 4 tane yatak vardır ve her bir yatağın kullanım oranları %71, %59, %38 ve %33 olarak hesaplanmıştır.

4.2.5. Enjeksiyon, Pansuman vs. için Gerekli Alan

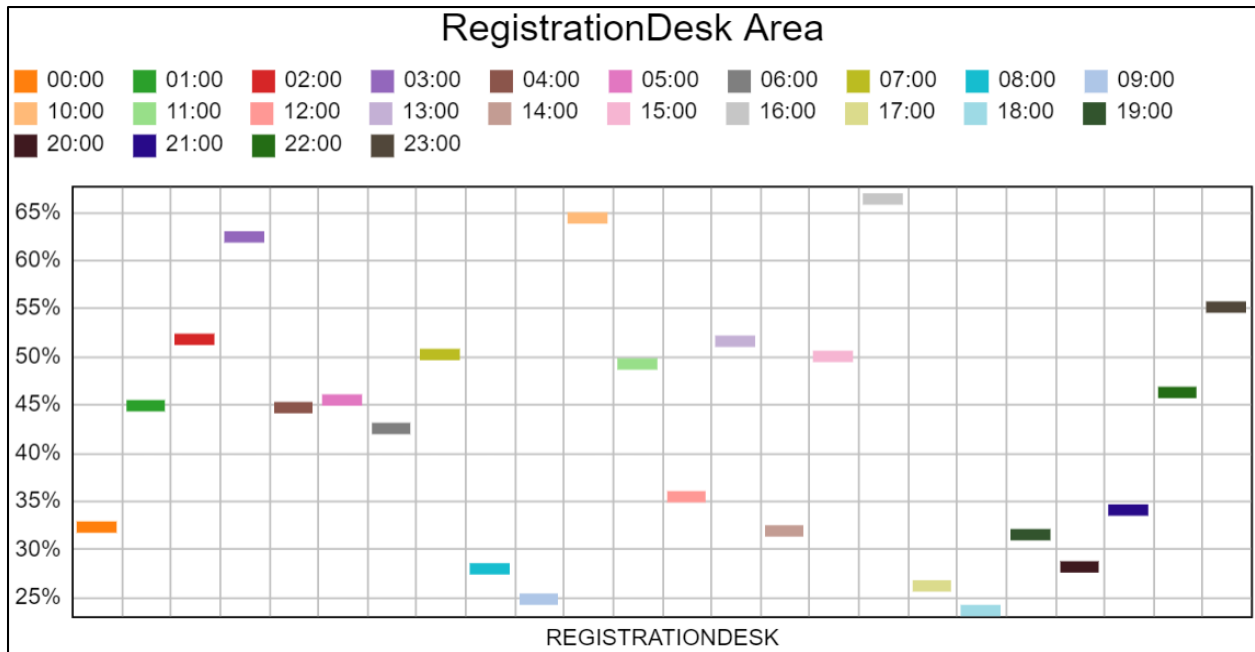
Oluşturulan üç boyutlu simülasyon modelinin bir gün çalıştırılmasıyla birlikte Enjeksiyon, Pansuman vs. için gerekli alanın kullanım oranı %38 olduğu görülmüştür. Bu sayı çalışma süresi, kaynak sayısı ve hasta akış diyagramında yapılacak değişiklikler ile değişebilir. Simülasyon modelinde yer alan enjeksiyon, pansuman alanının kullanım oranına ait görsel Şekil 14'e gösterilmiştir.



Şekil 14. Enjeksiyon, pansuman alan kullanım oranları

4.2.6. Kayıt Alanı

Çalışma için oluşturulan üç boyutlu simülasyon modelinin bir gün çalıştırılmasıyla birlikte kayıt alanının kullanım oranı %43 olduğu görülmüştür. Simülasyon modelinde yer alan kayıt alanının kullanım oranına ait görsel Şekil 15'te gösterilmiştir.



Şekil 15. Kayıt alanı kullanım oranları

Yapılan simülasyon çalışmasında iki kayıt alanı bulunmaktadır. Şekil 15'te de görüldüğü üzere kayıt masasının kullanım oranı saatlere göre değişiklik göstermektedir. Kayıt masasının kullanım oranındaki verimliliği arttırmak için lokasyon bazlı kaynağı azaltabilir yani kayıt masalarından birinin çıkartılması mümkün olabilir.

4.2.7. Lokasyon Bazlı Kaynakların Kullanım Oranlarının Karşılaştırılması

Bilgisayar ortamında geliştirilen simülasyon modelinde 6 farklı alan dikkate alınarak bu alanlara ait verimlilik oranları takip edilmiştir. Acil servis biriminde yer alan yatak, röntgen, triyaj, kayıt masası gibi lokasyonlara ait verimlilikleri Tablo 3'te paylaşılmıştır.

Tablo 3. Lokasyonlara ait verimlilik oranları

No	Lokasyon	Verimlilik (%)
1	Trijaj Alanı	64
2	Yatak Alanı ¹	90
3	Yatak Alanı ²	38
4	Kayıt Alanı	43
5	Yatak Alanı ³	51
6	Röntgen Alanı	81

¹Doktorların sorumluluğunda olan yatak alanı

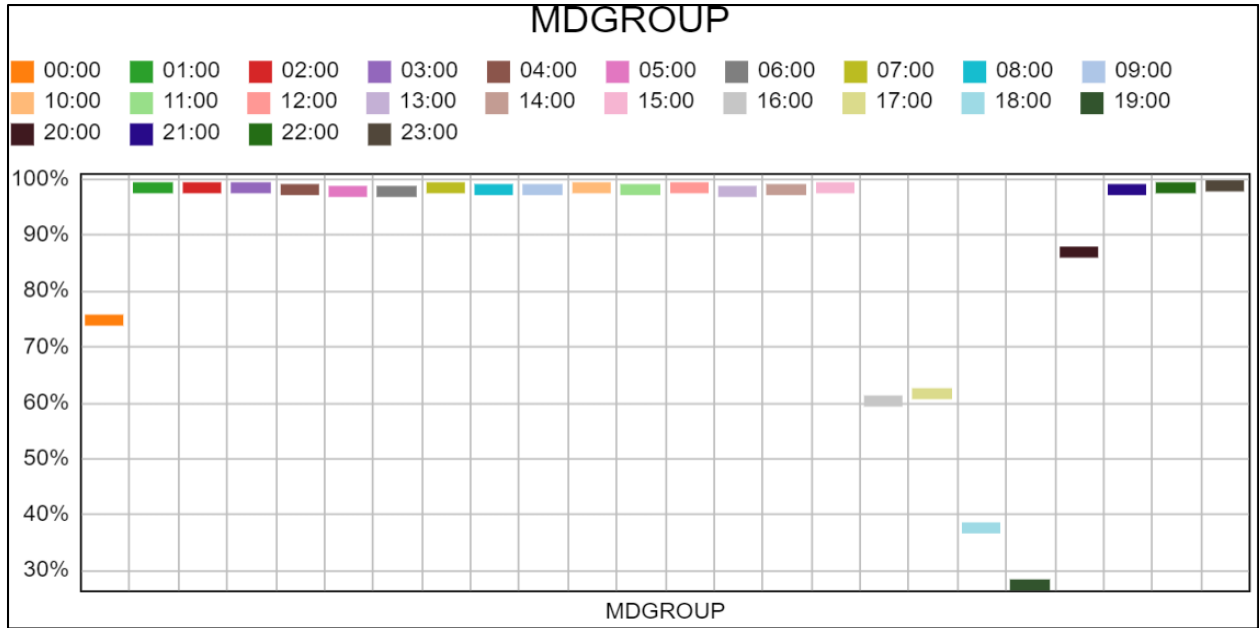
²Hemşirelerin sorumluluğunda olan yatak alanı

³Pansuman, enjeksiyon vs gibi müdahalelerde doktor sorumluluğunda olan yatak alanı

4.3. İnsan-Bazlı Kaynaklara ait Verimlilik Analizi

4.3.1. Acil Servis Doktorları

Bu çalışma için oluşturulan üç boyutlu simülasyon modelinin bir gün çalıştırılmasıyla birlikte acil servis biriminde çalışan doktorların verimlilik oranı %89 olduğu görülmüştür. Simülasyon modelinde yer alan doktorların verimlilik oranı ait görsel Şekil 16'da gösterilmiştir.

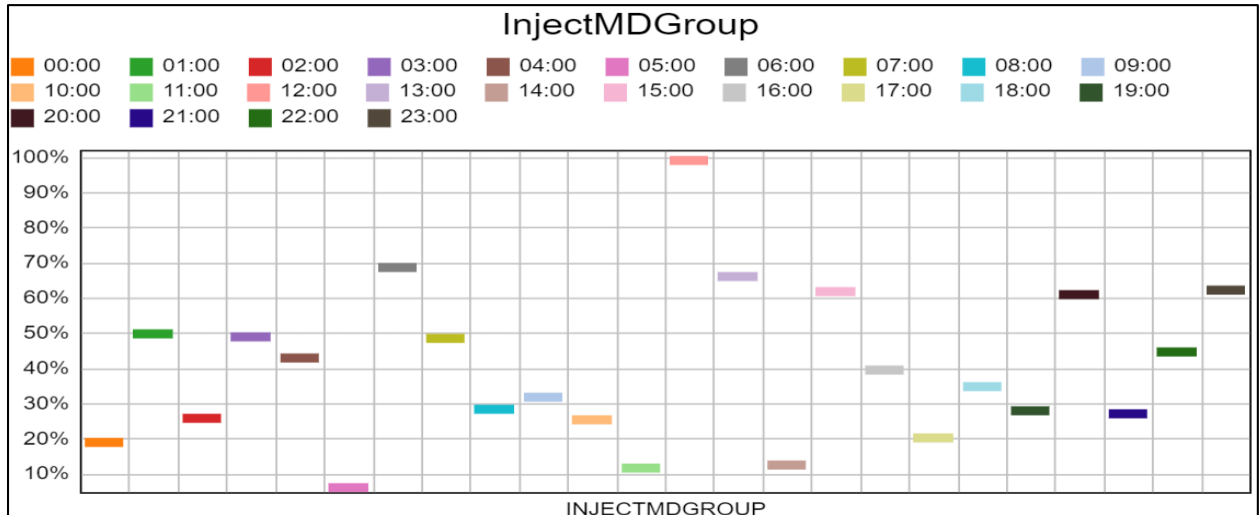


Şekil 16. Doktorların verimlilik oranları

Simülasyon modelinde acil sağlık birimine gelen hastalar triyaj işlemi ve kayıt işlemini yaptırdıktan sonra acil sağlık biriminde yer alan 2 doktordan biri tarafından muayenesi gerçekleştirilmektedir. Çalışan doktorların verimliliklerini arttırmak amacıyla modeldeki insan bazlı kaynak sayısında değişiklikler yapılabilmektedir.

4.3.2. Diğer Görevler için çalışan Doktorlar

Bu çalışma için oluşturulan üç boyutlu simülasyon modelinin bir gün çalıştırılmasıyla birlikte diğer doktorların verimlilik oranı %38 olduğu görülmüştür. Simülasyon modelinde yer alan diğer doktorlar kategorisinde yer alan doktor(un)ların verimlilik oranına ait görsel **Şekil 17**'de gösterilmiştir.



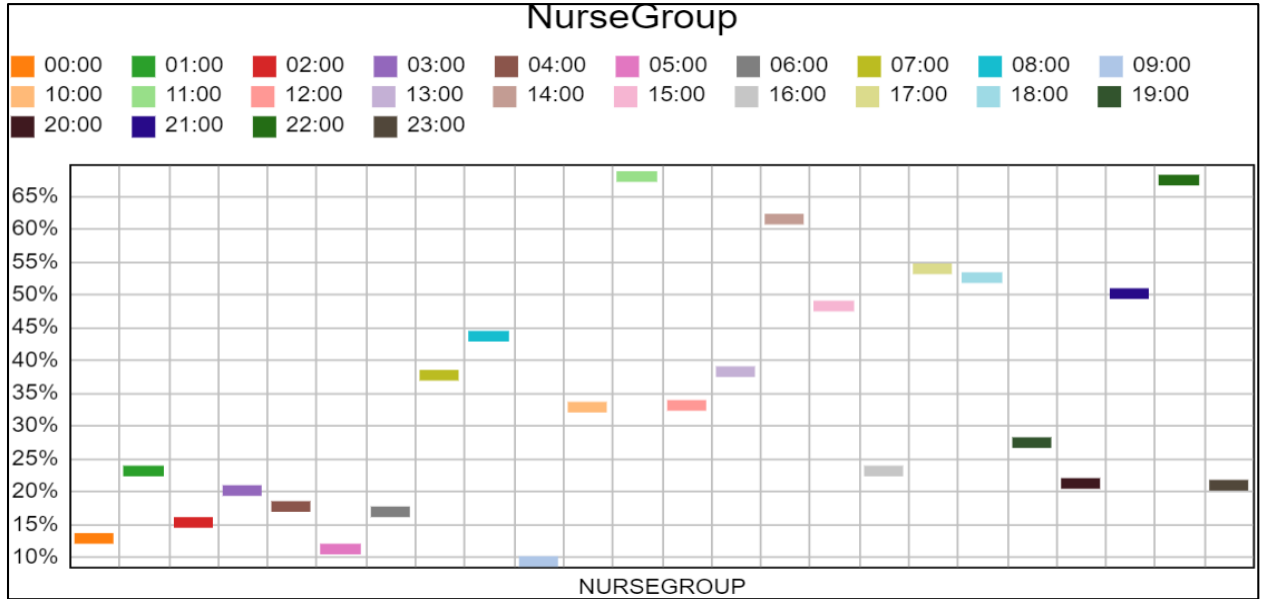
Şekil 17. Diğer Müdahale Doktorlarının Verimlilik Oranları

Acil servis biriminde diğer doktorlar olarak belirtilen enjeksiyon, pansuman vs. gibi müdahaleler için gerekli bir doktor bulunmaktadır. Doktorun verimlilik oranı çalışma süresi ve hasta akış diyagramında yapılacak değişikliklerle artırılabilir.

4.3.3. Hemşireler

Çalışma için oluşturulan üç boyutlu simülasyon modelinin bir gün çalıştırılmasıyla birlikte hemşire verimliliklerinin oranı %34,90 olduğu görülmüştür. Çok düşük bir orana sahip olan hemşirelerin

verimlilikleri yatak gibi lokasyon kaynaklarının sayısının değiştirilmesiyle veya doktor gibi insan kaynaklarının sayısının değiştirilmesiyle verimlilik büyük ölçüde arttırılabilir. Simülasyon modelinde yer alan hemşirelerin verimlilik oranına ait görsel **Şekil 18'**de gösterilmiştir.

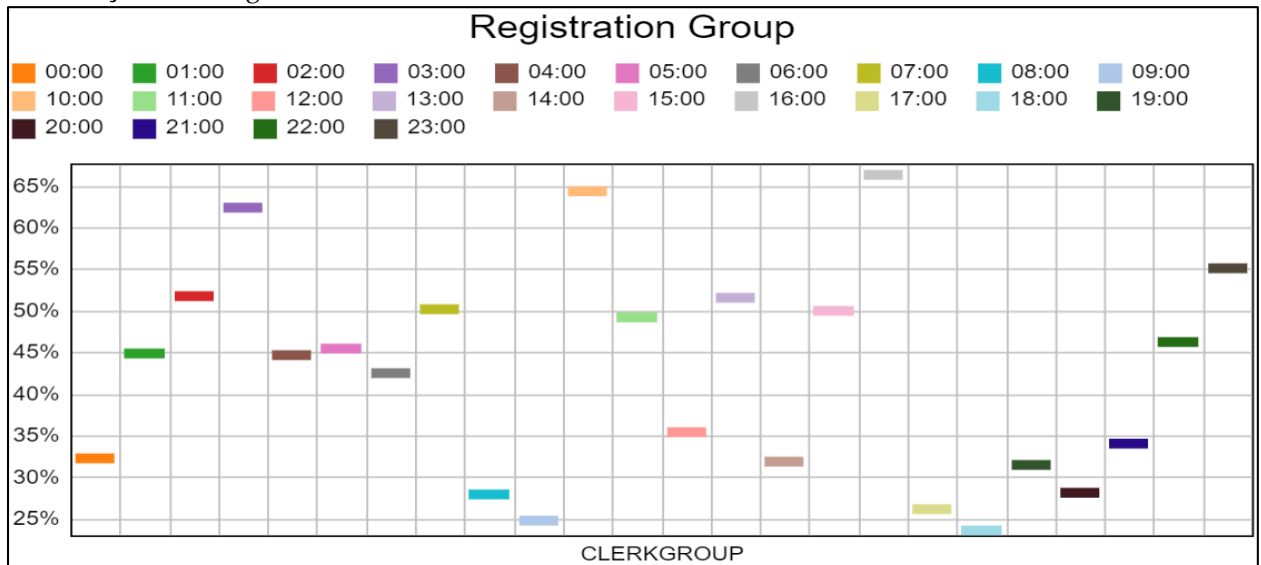


Şekil 18. Hemşirelerin verimlilik oranları

Üç boyutlu simülasyon ile yapılan çalışmada hastalara serum takma, EKG, ilaç tedavisi gibi işlemleri gerçekleştirebilmesi için acil sağıl biriminde 2 tane hemşire bulunmaktadır. Bu hemşirelerin **Şekil 18'**de de görüldüğü üzere verimlilik oranları oldukça düşük olarak hesaplanmıştır. Bu sorunun önüne geçebilmek için çalışma süresi veya hasta akış diyagramında yapılacak değişikliklerle ya da lokasyon ve insan bazlı kaynaklarda yapılacak değişikliklerle verimlilik oranında ve bunun dışında maliyette çeşitli iyileştirmeler sağlanabilir.

4.3.4. Kayıt Memurları

Acil servis biriminde yapılan ve 24 saat boyunca çalışan modelde bir gün içinde kayıt memurlarının verimlilikleri %43 olarak belirlenmiştir. Kayıt memurlarına ait bir gün içinde saatlere göre verimlilik oranları **Şekil 19'**da görülmektedir.

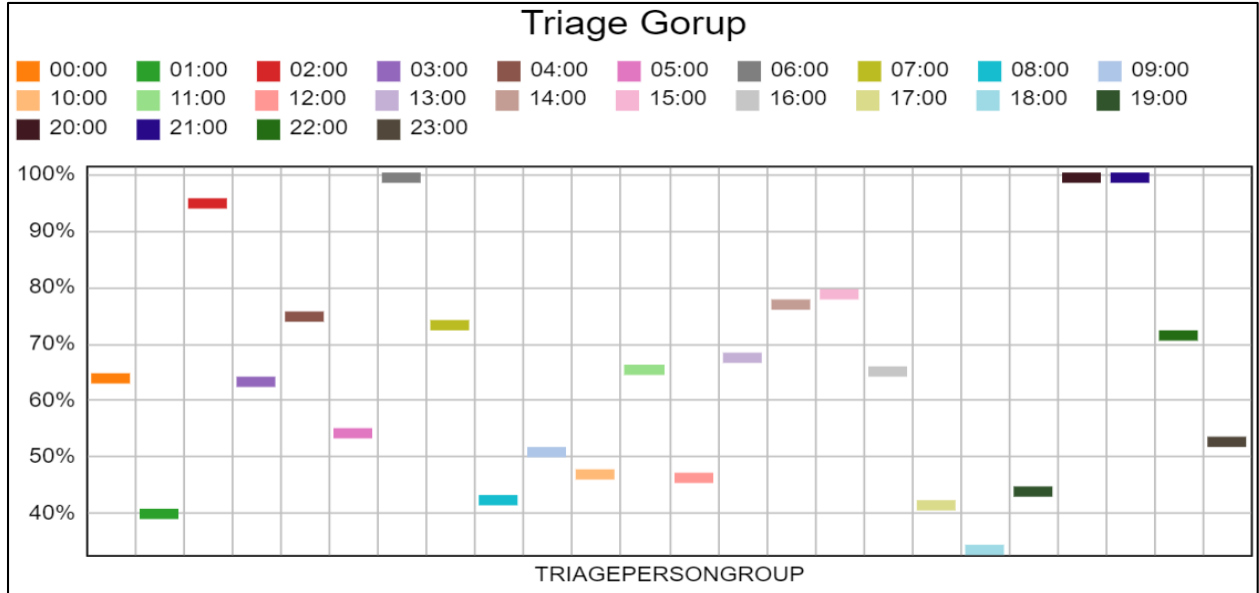


Şekil 19. Kayıt memurlarının verimlilik oranları

Şekil 19'dan yola çıkarak acil serviste bulunan 2 memurun verimlilikleri modelde yapılabilecek çalışan sayısındaki değişikliklerle arttırılabilmesi mümkündür.

4.3.5. Triyaj Personeli

Acil servis biriminde yapılan ve 24 saat boyunca çalışan modelde bir gün içindeki triyaj personellerinin verimlilikleri %65,5 olarak belirlenmiştir. İnsan ve lokasyon bazlı kaynaklar ile verimlilikte artış sağlanabilir. Simülasyon modelinde yer alan triyaj personellerinin verimlilik oranına ait görsel **Şekil 20**'de gösterilmiştir.

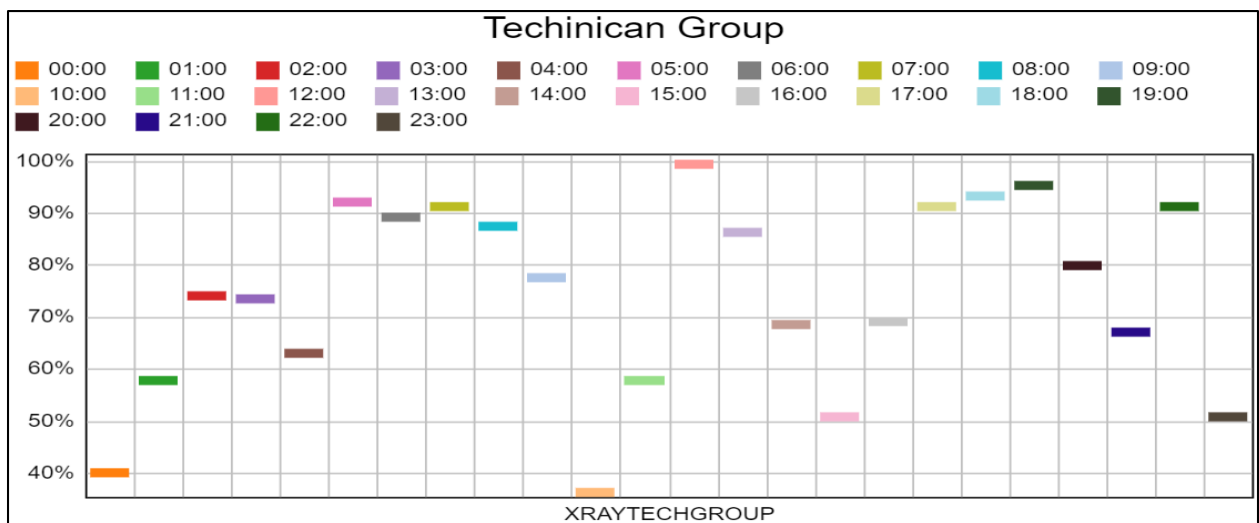


Şekil 20. Triyaj personellerinin verimlilik oranları

Bilgisayar ortamında geliştirilen simülasyon modelinden elde ettiğimiz sonuçlar ışığında daha önce de **Şekil 11**'de triyaj alanlarının verimliliğinde belirttiğimiz gibi acil sağlık biriminde yer alan 1 çalışanın verimliliği de triyaj alanı verimliliğiyle (triyaj alan verimliliği %64) yakın sonuçlar vermiştir. Bu sebeple Triyaj için yapılabilecek çalışan sayısındaki, lokasyon bazlı kaynak sayısındaki ve hasta akış diyagramında yapılabilecek değişikliklerle verimlilik artışı sağlanması mümkün olacaktır.

4.3.6. Teknik Personeller

Yapılan araştırmada acil servis biriminde röntgen cihazında röntgen çekirmek için gelen hastalardan sorumlu bir X-ray teknisyeni bulunmaktadır. Mevcut sağlık kaynakları ile 24 saat boyunca çalışan modelde bir gündeki röntgen alanında çalışan teknik personelin verimlilik oranı %73,9 olarak belirlenmiştir. İnsan ve lokasyon bazlı kaynaklar ile verimlilikte artış sağlanabilir. Simülasyon modelinde yer alan teknik personelinin verimlilik oranlarına ait görsel **Şekil 21**'de verilmiştir.



Şekil 21. Teknik personelinin verimlilik oranı

4.3.7. İnsan-Bazlı Kaynakların Kullanım Oranlarının Karşılaştırılması

Bilgisayar ortamında geliştirilen simülasyon modelinde 6 farklı insan-bazlı kaynağa ait verimlilik oranları takip edilmiştir. Acil servis biriminde yer alan doktor, hemşire, teknisyen, memur gibi çalışanlara ait verimlilikler **Tablo 4**'te paylaşılmıştır.

Tablo 4. Lokasyonlara ait verimlilik oranları

No	Lokasyon	Verimlilik (%)
1	Doktor ¹	89
2	Hemşire	34
3	Doktor ²	38
4	Memur	43
5	Memur ³	65
6	Teknisyen	74

¹Hastalara ilk müdahalesinde yer alan doktorlar

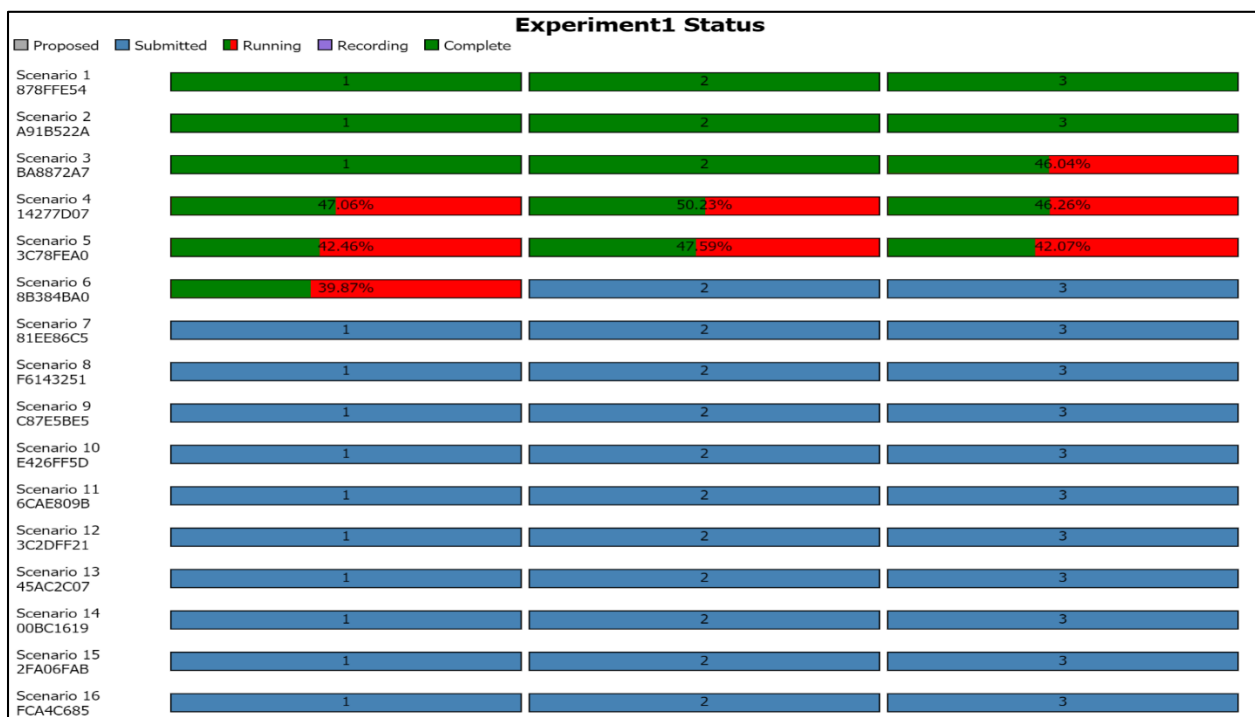
²Hastalara diğer müdahaleler için gerekli olan doktorlar

³Triyaj alanında çalışan sağlık personeli

5. Optimum Verilerin Elde Edilmesi

Bu çalışmada insan faktörünün yoğun olduğu ve dinamik bir yapıya sahip sağlık sistemleri içerisinde yer alan hastanelerde istihdam edilen sağlık kaynaklarının verimliliklerini ölçmek için bir simülasyon modeli önerilmektedir. Simülasyon modelinde yer alan sağlık kaynaklarının sayıları değiştirilerek model çıktıları üzerindeki etkileri bilgisayar ortamında gözlemlenebilmektedir. Simülasyon modelinde yer alan kaynak ve sonuç çeşitlerine göre senaryo sayıları artırılabilir. Senaryo takibi kullanıcı tarafından yapılmakla beraber hangi senaryolara ihtiyaç duyulacağına bu kullanıcılar karar verebilmektedir.

Bu çalışma için 2 doktor, 2 hemşire ve 4 yatak dikkate alınması ile toplamda 16 senaryo çalıştırılması hasta bekleme süresi, hasta kalış süresi, lokasyon verimliliği, insan bazlı kaynak verimliliği ve tedavi edilen hasta sayısına ait sonuçlar elde edilmiştir. Her bir senaryo 3 kez çalıştırılması ile toplamda 48 senaryo çalıştırılmıştır. **Şekil 22**'de geliştirilen simülasyon modeline ait 48 farklı senaryoya göre tedavi edilen hasta sayısı, bekleme süreleri, kalış süreleri, lokasyon ve insan bazlı kaynaklara ait verimlilikler elde edilmiştir. Bu senaryolar bilgisayar ortamında az bir maliyet ve kısa bir zamanla elde edilme imkanını sunmaktadır.



Şekil 22. Simülasyon modeline ait senaryo takibi

Bu çalışma için senaryolara ait kombinasyonların oluşması adına doktor, hemşire ve yatak sayıları dikkate alınmıştır. Bu kaynakların sayılarına göre tüm kombinasyonların oluşması sağlanmıştır. Her bir senaryo 3 kere tekrar edilerek çalıştırılması ile toplamda 48 senaryoya ait sonuçların her bir çıktı değişkeni için ortalaması hesaplanmıştır. Sağlık kaynak sayılarına göre çıktı değişkenlerinin ortalama değerleri **Tablo 5**'te verilmiştir.

Tablo 5. Senaryolara ait ortalama sonuçlar

SNo	MD	N	B	PO	WT ₁	WT ₂	LOS	U _s	U ₁
1	1	1	1	200.67	108.87	4.82	112.7	0.42	0.65
2	1	1	2	275.33	51.200	5.09	76.89	0.51	0.61
3	1	1	3	280.67	43.400	5.24	71.48	0.52	0.58
4	1	1	4	282.33	41.980	5.36	70.55	0.52	0.56
5	1	2	1	200.67	108.87	4.82	112.7	0.41	0.65
6	1	2	2	275.67	50.460	4.89	76.15	0.49	0.61
7	1	2	3	281.67	43.130	4.92	71.13	0.49	0.58
8	1	2	4	282.33	41.840	4.92	69.93	0.49	0.56
9	2	1	1	254.33	86.030	0.00	80.50	0.42	0.57
10	2	1	2	281.67	20.780	0.27	45.31	0.44	0.55
11	2	1	3	288.33	10.790	0.51	38.65	0.45	0.52
12	2	1	4	289.67	9.3400	0.58	37.43	0.45	0.50
13	2	2	1	254.33	86.030	0.00	80.50	0.41	0.57
14	2	2	2	282.33	19.540	0.07	44.29	0.42	0.55
15	2	2	3	289.00	10.470	0.19	38.09	0.42	0.52
16	2	2	4	289.67	9.2900	0.14	36.92	0.42	0.49

Kısaltmalar: SNo; senaryo numarası, MD; doktor, N, hemşire, B, yeşil alandaki yatak sayısı; PO, tedavi edilen hasta sayısı; WT₁, personelin müsait olma durumuna kadar hastanın beklediği süre; WT₂, lokasyon kaynakların müsait olma durumuna kadar hastanın beklediği süre; U_s, personellerin verimlilik oranları; U₁, lokasyon kaynakların verimlilik oranları

Her bir senaryoda alınan sonuçlar istatistik programı olan Minitab 19 versiyonunda analiz edilerek sağlık kaynaklarına ait optimum sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışma için oluşturulan simülasyon modelinde beş farklı amaç için dört farklı kısıt kullanılmıştır. Tedavi edilen hasta sayısı, personel verimliliği ve lokasyon verimliliği maksimize edilmeye çalışılırken bekleme ve hasta kalış süreleri minimize edilmeye çalışılmıştır. Beş farklı amaç için aynı kısıtların kullanılması ile çok amaçlı tam sayılı optimizasyon model geliştirilmiştir. Bu optimizasyon modeline göre amaç fonksiyonlarına ve kısıtlara ait özellikler **Tablo 6**'da verilmiştir.

Tablo 6. Değişkenlere ait optimum değer

Değişken	Tür	Parametre
Tedavi edilen Hasta Sayısı	Amaç	Maksimize
Hasta Bekleme Süresi	Amaç	Minimize
Hasta Kalış Süresi	Amaç	Minimize
Personel Verimliliği	Amaç	Maksimize
Lokasyon Verimliliği	Amaç	Maksimize
Doktor Sayısı	Kısıt	Tam Sayı
Hemşire Sayısı	Kısıt	Tam Sayı
Yatak Sayısı	Kısıt	Tam Sayı

Bu çalışma için amaç fonksiyonlarının hesaplanması adına simülasyon modeli çalıştırılarak elde edilen sonuçlar istatistiksel optimizasyon yöntemi ile analiz edilmiştir. Amaç fonksiyonuna ait istatistiksel ve optimum sonuçlar **Tablo 7**'de verilmiştir.

Tablo 7. Amaç fonksiyonuna ait istatistiksel ve optimum sonuçlar

Çıktı	Amaç	Alt	Hedef	Üst Optimum		95% CI	95% PI
WT	Minimum	---	8.17	164.43	56.3	(25.9, 86.7)	(-4.4, 117.1)
US	Maximum	0.29	0.53	---	0.5133	(0.4682, 0.5584)	(0.4231, 0.6035)
UL	Maximum	0.48	0.69	---	0.6133	(0.5886, 0.6381)	(0.5638, 0.6629)
LOS	Minimum	---	34.57	160.08	76.9	(47.7, 106.1)	(18.6, 135.2)
PO	Maximum	120.00	296.00	---	275.3	(245.2, 305.5)	(215.0, 335.7)

Kısaltmalar: CI, %95 güven aralığı, 95% PI, %95 tahmin güven aralığı

Tablo 8'de bu çalışma için hem çıktı hem girdi değişkenlerine ait optimum değerler gösterilmiştir. Bu çalışmada elde edilen optimum sonuçlar bu çalışma için geliştirilen simülasyon modelinin dikkate alınması ile hesaplanmıştır. Bu sebeple bu çalışmanın değişken parametreleri göz önünde bulundurulması gerekmektedir. **Tablo 8'**de yer alan değerler tüm amaç fonksiyonlarının ortak kısıtlarla elde edilmesi sağlanmıştır.

Tablo 8. Girdi ve çıktı değişkenlere ait en iyi 10 optimum sonuçlar

Çözüm	MD	N	B	WT	US	UL	LOS	PO	D*
1	1	1	2	56.3300	0.513333	0.613333	76.8933	275.333	0.751127
2	1	1	3	48.6900	0.516667	0.580000	71.4833	280.667	0.735104
3	1	2	2	55.3533	0.486667	0.610000	76.1533	275.667	0.731487
4	1	2	3	48.0533	0.490000	0.580000	71.1300	281.667	0.719182
5	1	1	4	47.1267	0.520000	0.563333	70.5467	282.333	0.715741
6	2	1	2	21.1367	0.446667	0.550000	45.3067	281.667	0.699614
7	1	2	4	45.1500	0.490000	0.556667	69.9300	282.333	0.687736
8	2	2	2	19.6333	0.420000	0.550000	44.2933	282.333	0.677141
9	2	1	3	11.3533	0.446667	0.520000	38.6500	288.333	0.646241
10	2	2	3	10.6433	0.423333	0.520000	38.0900	289.000	0.627382

*D, arzu edilebilirlik indeksi (bu değer 0 ile 1 arasında değişmektedir. D değeri 1'e yaklaşması ile elde edilen optimum sonuçların geçerliliği daha doğru olmaktadır.

Tablo 8'de girdi parametrelerine ait verilere göre elde edilen en iyi 10 optimum sonuç hesaplanmıştır. Bu sonuçlar optimizasyon modelinde yer alan arzu edilebilirlik derecesine göre sıralanmaktadır. Bu değer 1'e yaklaştıkça elde edilen sonuçların optimuma daha yakın olduğu varsayılmaktadır. İki amacın minimize edilmesi ve 3 amacın maksimize edilmesi ile elde edilen sonuçlar **Tablo 9'**da yer almaktadır.

Tablo 9. Farklı amaçlara göre elde edilen optimum sonuçlar

Çözüm	MD	N	B	WT	US	UL	LOS	PO	D*
1	2	2	4	9.37	---	---	36.92	---	0.986762
2	1	1	2	---	0.51	0.61	---	275	0.804893

Bu çalışmanın amacı bir sağlık kuruluşuna ait bir acil sağlık biriminin bilgisayar ortamında simülasyon modeli oluşturularak sağlık kaynaklarının takip edilmesi ve sağlık kuruluşlarına ait istenilen sonuçların elde edilmesini sağlamaktır. Bu çalışmada sağlık kuruluşlarının yoğun ve hareketli bir yapıya sahip olan acil servis birimi dikkate alınmıştır. Oluşturulan kesikli-olay simülasyon modeli diğer sağlık kuruluşlarına örnek olması adına genel bir yapı ile geliştirilmiştir. Bu sebeple bu çalışmada bazı limitler yer almaktadır. Simülasyon modelinde genel bir hasta akışı dikkate alınarak belli tedavi/muayene sağlık hizmetleri ele alınmıştır. Simülasyon modelinde Türk sağlık sisteminde yer alan yeşil, sarı ve kırmızı alanlardan sadece yeşil alan dikkate alınmıştır. Simülasyon modeli sadece bir gün olmak kaydı ile 24 saat çalıştırılmıştır. İnsan ve lokasyon bazlı sağlık kaynak sayıları sınırlandırılmış olup dışarıdan ekstra sağlık kaynağı eklenmemiştir. Simülasyon modelinde yalnızca doktor, hemşire ve yeşil alanda yer alan sağlık kaynak sayıları kullanılarak senaryolar

oluşturulmuştur. Bu sebeple elde edilen optimum sonuçlar senaryo için dikkate alınan sağlık kaynak sayılarına göredir.

6. Sonuç

Sağlık sistemleri ülkelerin yapısını oluşturan en önemli unsurlardan bir tanesidir. Bu sebeple daha iyi sağlık sistemleri için ülkeler önemli politikalar, maliyetler, gibi birçok konuda çalışmaktadır. Bu çalışmada sağlık sistemleri içerisinde yer alan sağlık kuruluşlarının verimliliklerini ve sağlık kaynak sayılarına ait optimum sonuçlarının elde edilmesi bakımından bilgisayar destekli simülasyon programlarına ait simülasyon modeli dikkate alınmıştır.

Bu çalışmada Türkiye sağlık sistemine ait acil servis hasta akış yöntemine göre örnek bir simülasyon modeli oluşturularak acil servis birimine ait verimliliklerin takip edilmesinin yanı sıra optimum sonuçların kısa zamanda ve az bir maliyetle elde edilmesi sağlanmıştır. Örnek bir simülasyon modeli ile sağlık kaynaklarına ait optimum sayıların belirlenmesi ile tedavi edilen hasta sayısı, hasta kalış süresi, hasta bekleme süresi, personel ve lokasyon kaynak verimlilikleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada geliştirilen bir simülasyon modeli ile sadece 1 doktor, 1 hemşire ve 2 yatak sayısı ile bir günde 275 hastanın tedavi edilmesinin yanı sıra bir hasta ortalama 56,33 dakika bekleme ve 76,89 dakika ise kalış süresi değerleri hesaplanmıştır. Her ne kadar yüksek bekleme ve kalış süresi olsa da sadece bu kaynakların verimlilikleri %56 olarak hesaplanmıştır. Yani hasta bekleme süresinin ve hasta kalış süresinin düşürülmesi aynı zamanda sağlık kaynak verimliliklerinin de düşmesine sebep olacağından dışarıdan sağlık kaynağı eklenmesini bu çalışma için önermemekteyiz.

Bu sonuç ile sağlık sisteminin en önemli unsuru olan hasta akış diyagramı kaynaklar arasında doğrudan değil etkileşimli olarak bağlantı halinde olduğu için sağlık kaynaklarının sayısının artırılması veya azaltılması sonuçlara doğrudan yansımamaktadır. Çünkü sağlık sistemi dinamik ve karmaşık bir yapıya sahip olmanın yanı sıra insan faktörünün yoğun olduğu bir yapıdır.

Bu çalışma ile sağlık kuruluşlarına ait sağlık kaynaklarının sayısının değiştirilmesi ile elde edilecek sonuçların kısa zamanda ve az bir maliyet gerektirdiği vurgulanmıştır. Bu sebeple bilgisayar destekli simülasyon modelleri ile elde edilen sonuçların geçerliliğini doğrulamak adına özellikle 3 boyutlu simülasyon modellerinin kullanılması önerilmiştir. Bu çalışma, gelecek çalışmalara model olması bakımından literatüre önemli katkı sunacaktır.

Yazar Katkıları: Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunmuştur.

Finans: Bu çalışma, 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında 1919B012214810 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Etik: Bu çalışma TÜBİTAK 2209 proje kapsamında elde edilen veriler kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışmada geliştirilen örnek modellerdeki veriler türetilerek elde edilmiştir. Bu sebeple etik kurul onayı kapsamında değerlendirilmemiştir.

Çıkar çatışmaları: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Kaynakça

- [1] A. Atalan and C. C. Dönmez, "Optimizing experimental simulation design for the emergency departments," *Brazilian J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 17, no. 4, pp. 1–13, 2020, doi: 10.14488/BJOPM.2020.026.
- [2] S. Novak and N. Djordjevic, "Information system for evaluation of healthcare expenditure and health monitoring," *Phys. A Stat. Mech. its Appl.*, vol. 520, pp. 72–80, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.physa.2019.01.007.
- [3] A. Atalan, C. Ç. Dönmez, and Y. Ayaz Atalan, "Yüksek-Eğitilmiş Uzman Hemşire İstihdamı ile Acil Servis Kalitesinin Yükseltilmesi için Simülasyon Uygulaması: Türkiye Sağlık Sistemi," *Marmara Fen Bilim. Derg.*, vol. 30, no. 4, pp. 318–338, Dec. 2018, doi: 10.7240/marufbd.395255.
- [4] M. Raunak, L. Osterweil, A. Wise, L. Clarke, and P. Henneman, "Simulating patient flow through an emergency department using process-driven discrete event simulation," in *Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Software Engineering in Health Care, SEHC 2009*, 2009, doi: 10.1109/SEHC.2009.5069608.
- [5] F. Sabbadini, M. De Oliveira, A. Gonçalves, J. A. Araujo, J. Glenio Barros, and R. B. Ribeiro, "A Method to Improve the Accessibility and Quality of a Brazilian Public Emergency Hospital Service," in *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2014, pp. 1427–1436. doi: 978-0-9855497-1-8.
- [6] S. Mostafa and N. Chileshe, "Application of discrete-event simulation to investigate effects of client order behaviour on off-site manufacturing performance in Australia," *Archit. Eng. Des. Manag.*, vol. 14, no. 1–2, pp. 139–157, Mar. 2018, doi:

- 10.1080/17452007.2017.1301367.
- [7] S. Çelen, "Sanayi 4.0 ve simülasyon," *Int. J. 3D Print. Technol. Digit. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 9–26, 2017.
- [8] T. Altiok and B. Melamed, *Simulation Modeling and Analysis with Arena*, 1st ed. Academic Press, 2007.
- [9] W. D. Kelton, *Simulation with Arena*, 4th ed. Boston: Mass: WCB/McGraw-Hill, 2004.
- [10] M. A. Ahmed and T. M. Alkhamis, "Simulation optimization for an emergency department healthcare unit in Kuwait," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 198, no. 3, pp. 936–942, 2009.
- [11] A. Atalan, "A cost analysis with the discrete-event simulation application in nurse and doctor employment management," *J. Nurs. Manag.*, vol. 30, no. 3, pp. 733–741, Apr. 2022, doi: 10.1111/jonm.13547.
- [12] A. Atalan and A. Keskin, "Estimation of the utilization rates of the resources of a dental clinic by simulation," *Sigma J. Eng. Nat. Sci. – Sigma Mühendislik ve Fen Bilim. Derg.*, vol. 41, no. 2, pp. 423–432, 2023, doi: 10.14744/sigma.2023.00045.
- [13] S. Panicacci, M. Donati, F. Profili, P. Francesconi, and L. Fanucci, "Trading-Off Machine Learning Algorithms towards Data-Driven Administrative-Socio-Economic Population Health Management," *Computers*, vol. 10, no. 1, p. 4, Dec. 2020, doi: 10.3390/computers10010004.
- [14] M. Farahani *et al.*, "Impact of health system inputs on health outcome: A multilevel longitudinal analysis of Botswana national antiretroviral program (2002–2013)," *PLoS One*, 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0160206.
- [15] A. Atalan, "Forecasting for Healthcare Expenditure of Turkey Covering the Years of 2018–2050," *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilim. Derg.*, vol. 9, no. 1, pp. 8–16, Apr. 2020, doi: 10.37989/gumussagbil.538111.
- [16] Z. Ceylan and A. Atalan, "Estimation of healthcare expenditure per capita of Turkey using artificial intelligence techniques with genetic algorithm-based feature selection," *J. Forecast.*, vol. 40, no. 2, pp. 279–290, Mar. 2021, doi: 10.1002/for.2747.
- [17] A. Atalan, "Türkiye Sağlık Ekonomisi için İstatistiksel Çok Amaçlı Optimizasyon Modelinin Uygulanması," *İşletme Ekon. ve Yönetim Araştırmaları Derg.*, vol. 1, no. 1, pp. 34–51, 2018, [Online]. Available: <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/414076>
- [18] N. R. Hoot *et al.*, "Forecasting Emergency Department Crowding: A Discrete Event Simulation," *Ann. Emerg. Med.*, 2008, doi: 10.1016/j.annemergmed.2007.12.011.
- [19] N. Khurma, G. M. Bacioiu, and Z. J. Pasek, "Simulation-based verification of lean improvement for emergency room process," in *2008 Winter Simulation Conference*, 2008, pp. 1490–1499.
- [20] A. Azadeh, M. Baghersad, M. H. Farahani, and M. Zarrin, "Semi-online patient scheduling in pathology laboratories," *Artif. Intell. Med.*, vol. 64, no. 3, pp. 217–226, 2015.
- [21] C. Baril, V. Gascon, and S. Cartier, "Design and analysis of an outpatient orthopaedic clinic performance with discrete event simulation and design of experiments," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 78, pp. 285–298, 2014.
- [22] P. Devapriya *et al.*, "StratBAM: A Discrete-Event Simulation Model to Support Strategic Hospital Bed Capacity Decisions," *J. Med. Syst.*, vol. 39, no. 10, p. 130, Oct. 2015, doi: 10.1007/s10916-015-0325-0.
- [23] S. Enayati, M. E. Mayorga, H. K. Rajagopalan, and C. Saydam, "Real-time ambulance redeployment approach to improve service coverage with fair and restricted workload for EMS providers," *Omega*, vol. 79, pp. 67–80, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.OMEGA.2017.08.001.
- [24] A. H. Briggs and A. M. Gray, "Handling uncertainty when performing economic evaluation of healthcare interventions," *Health Technology Assessment*. 1999.
- [25] J. R. Swisher and S. H. Jacobson, "Evaluating the design of a family practice healthcare clinic using discrete-event simulation," *Health Care Manag. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 75–88, Apr. 2002, doi: 10.1023/a:1014464529565.
- [26] C. Standridge and M. Wynne, "Validation of production system throughput potential and simulation experiment design," *Int. J. Prod. Manag. Eng.*, vol. 9, no. 1, p. 15, Jan. 2021, doi: 10.4995/ijpme.2021.14483.
- [27] J. A. Montevechi, R. Costa, F. Leal, and A. Pinho, "Economic evaluation of scenarios for manufacturing systems using discrete event simulation based experiments," *Brazilian J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 7, no. 1 SE-Articles, pp. 77–103, Jul. 2010, [Online]. Available: <https://bjopm.emnuvens.com.br/bjopm/article/view/V7N1A4>
- [28] W. D. Kelton and R. R. Barton, "Experimental Design for Simulation," in *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, 2003.
- [29] Y. Ayaz Atalan, M. Tayanç, K. Erkan, and A. Atalan, "Development of Nonlinear Optimization Models for Wind Power Plants Using Box-Behnken Design of Experiment: A Case Study for Turkey," *Sustainability*, vol. 12, no. 15, p. 6017, Jul. 2020, doi: 10.3390/su12156017.
- [30] K. Hinkelmann and D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 8th ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2012. doi: 10.1002/9781118147634.
- [31] C. Baril, V. Gascon, and D. Vadeboncoeur, "Discrete-event simulation and design of experiments to study ambulatory patient waiting time in an emergency department," *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 70, no. 12, pp. 2019–2038, Dec. 2019, doi: 10.1080/01605682.2018.1510805.
- [32] A. Atalan and H. Şahin, "Design of experiments optimization application in physics: a case study of the damped driven pendulum experiment," *Sigma J. Eng. Nat. Sci. – Sigma Mühendislik ve Fen Bilim. Derg.*, vol. 39, no. 3, pp. 322–330, 2021, doi: 10.14744/sigma.2021.00020.
- [33] A. Atalan, Z. Çınar, and M. Çınar, "A trendline analysis for healthcare expenditure per capita of OECD members," *Sigma J. Eng. Nat. Sci.*, vol. 10, no. 3, pp. 23–35, 2020.



31.06.2023

Journal of Statistics & Applied Sciences, Issue – 7
ISSN 2718-0999

