



İstanbul Ticaret Üniversitesi



Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi

Cilt VI- Sayı-I
Ağustos 2023

İstanbul Ticaret Üniversitesi Adına Sahibi Prof. Dr. Ömer TORLAK
Owner on behalf of Istanbul Commerce University Rectör / Rector

Doç. Dr. Mustafa Cem KASAPBAŞI Editör / Editor-in-Chief

Editörler

Editors

Yasin DEMİRBAŞ Türkçe Editörü / Turkish Editor
Fatih TANRIVERDİ İngilizce Editörü / English Editor
Abdül Halim ZAİM Alan Editörü/ Field Editor
Derya İGDE Alan ve Yardımcı Editör/
Field and Vice Editor
Leyla SÜRİ Alan Editör / Field Editor

Sorumlu Yazı

İşleri Müdürü

Publishing Manager

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Yasin DEMİRBAŞ

Yönetim Yeri

Head Office

İstanbul Ticaret Üniversitesi

Yazışma Adresi

*Corresponding
Address*

Örnektepe Mah. İmrahor Cad. No: 88/2, Beyoğlu 34445 / İSTANBUL
Tel: +90 212 444 0 413 E-posta: tub@ticaret.edu.tr

İnternet Adresi

Web Address

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

Yayın Türü

Publication Type

Yerel Süreli / Periodical
Şubat ve Ağustos aylarında olmak üzere yılda iki sayı yayımlanır
Published twice a year, in February and August e-ISSN: 2645-8969

Yayın Tarihi

Publication Date

28.08.2023

Yayın Kurulu

Editorial Board

Doç. Dr. Mustafa Cem KASAPBAŞI Baş Editör (İstanbul Ticaret
Üniversitesi)
Prof. Dr. Ömer ÇAHA (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Celalettin AKTAŞ (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Abdul Halim ZAİM (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Muammer KALYON (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa KÖKSAL (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Gülay ÖZTÜRK (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Elçin AYKAÇ ALP (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Doç. Dr. Elammaran JAYAMANİ (Swinburne University of Technology,
Sarawak, Malaysia)
Doç. Dr. P. SENTHAMARAIKANNAN (Kamaraj College of Engineering
and Technology, Tamilnadu, India)
Doç. Dr. Erdem YAVUZ (Bursa Teknik Üniversitesi)

Doç. Dr. Can EYÜPOĞLU (Milli Savunma Üniversitesi, Hava Harp Okulu)
Doç. Dr. Hanifi PARLAR (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Doç. Dr. Mustafa Emre CİVELEK (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Doç. Dr. Buket DOĞAN (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Önder DEMİR (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Ebru Şensöz MALKOÇ (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Doç. Dr. Muhammet CEYLAN (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Dr. Indran SUYAMBULINGAM (King Mongkut's University of Technology, Bangkok, Thailand)
Dr. Divya DİVAKARAN (King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand)
Dr. Mohit Hemanth KUMAR (Alliance University, Bengaluru, Karnataka, India)
Dr. Sumesh Keerthiveetil RAMAKRISHNAN (Czech Technical University in Prague, Czech Republic)

Danışma Kurulu
Advisory Board

Prof. Dr. Celalettin AKTAŞ (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Ömer TORLAK (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Ömer ÇAHA (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK (ÖSYM)
Prof. Dr. Abdul Halim ZAİM (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Muammer KALYON (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa KÖKSAL (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Gülay ÖZTÜRK (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Elçin AYKAÇ ALP (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Rifat YAZICI (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail TORÖZ (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Kadir GÜLER (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Şehabettin Taha İMECİ (University of Sarajevo)
Prof. Dr. Şükrü Yıldız (İbn Haldun Üniversitesi)
Prof. Dr. Cihat DEMİRLİ (Milli Eğitim Bakanlığı)
Prof. Dr. Emine Esra KASAPBAŞI (Haliç Üniversitesi)
Doç. Dr. Mustafa Emre CİVELEK (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Doç. Dr. Buket Doğan (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Elif Kısar KORAMAZ (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Ebru Şensöz MALKOÇ (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Doç. Dr. Hanifi PARLAR (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Doç. Dr. Muhammet CEYLAN (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Doç. Dr. Mustafa Cem KASAPBAŞI (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Doç. Dr. Erdem YAVUZ (Bursa Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Can EYÜPOĞLU (Milli Savunma Üniversitesi, Hava Harp Okulu)
Doç. Dr. Önder DEMİR (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Gül Aslı AKSU (Kastamonu Üniversitesi)

Cilt 6 Sayı 1
Hakem Listesi
Volume 6 Issue 1
Reviewers List

Leyla SURİ, Burhan SATICI, Yaprak ÖZEL, Elif ÇALOĞLU
BÜYÜKSELÇUK, Alper ÖZPINAR, Cem DOĞAN, İldem AYTAR SEVER,
Hüseyin CENGİZ, Özdemir SÖNMEZ, Kemal YAMAN, Selim BAYRAKLI,
Erdem YAVUZ, Arzu KAKIŞIM, Sibkat KAÇTIOĞLU, Berk AYVAZ, Burcu
YİĞİT, Mustafa Cem KASAPBAŞI, Metin TURAN, Ali BOYACI

Değerli Okurlar,

İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi VI. Cildinin I. Sayısı tamamlanmış olup, siz saygıdeğer ve değerli okurlarımıza sunmaktan büyük onur ve mutluluk duyuyoruz.

Dergimizin bu sayısında, Bilgisayar Mühendisliği, Materyal Bilimi, Endüstri Mühendisliği, İç Mimarlık, Mimarlık, Kentsel Çalışmalar orijinal araştırma ve derleme makalelerine yer verilmiştir.

Dergimize çalışmalarını göndererek katkı sağlayan tüm yazarlarımıza, bu çalışmalarını değerlendirerek yorumlarını bildiren hakemlerimize ve derginin hazırlanmasında emeği geçen tüm çalışma arkadaşlarımıza teşekkürü bir borç biliriz.

Dergimizin bu sayısının siz okurlarımıza yararlı olmasını diler, saygılar sunarız.

Doç. Dr. Mustafa Cem KASAPBAŞI

Baş Editör

İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi

Dear Readers,

The VI. volume I. issue of the Istanbul Commerce University Journal of Technology and Applied Sciences has been completed, and we are honored and pleased to present it to our esteemed and valuable readers.

In this issue of our journal, original research and survey articles in the fields of Computer Engineering, Material Sciences, Industrial Engineering, Interior Architecture, Architecture, Urban Studies are included.

We would like to thank all our authors who contributed to our journal by submitting their studies, our referees who evaluated these studies and gave their comments, and all our colleagues who contributed to the preparation of the journal.

We hope this issue of our magazine will be useful to you, our readers, and we present our respect.

Assoc. Prof. Dr. Mustafa Cem KASAPBAŞI
Editor-in-Chief
Istanbul Commerce University
Journal of Technology and Applied Sciences

Amaç ve Kapsam

Teknoloji Ve Uygulamalı Bilimler Dergisi, araştırmaları altı ayda bir uluslararası yayımlayan hakemli bir dergidir. Gönderilen çalışmaların teknolojinin tüm alanları, mühendislik, uygulamalı bilimler, mimarlık kentsel çalışmalar alanında olması, mutlaka çalışmalarda özgünlük, önem, güncel duruma katkı içermesi beklenmektedir.

Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi ayrıca bilimi, bilim adamlarını ve daha geniş halkı etkileyen güncel ve gelecek trendlerin de bulunduğu hızlı, yetkili, anlayışlı ve dikkat ekici haberleri ve yorumları da içermektedir.

Aim and Scope

The Journal of Technology and Applied Sciences is a peer-reviewed journal that publishes research internationally every six months. It is expected that the submitted works will be in all fields of technology, engineering, applied sciences, architecture, urban studies, and necessarily include originality, importance and contribution to the current state of art.

Journal of Technologies and Applied Sciences also provides rapid, authoritative, insightful and arresting news and interpretation of topical and coming trends affecting science, scientists and the wider public.

İçindekiler

Araştırma Makaleleri

Sayfa

<i>ARAZİ KULLANIMI VE ULAŞIM İLİŞKİSİ TARİHİ YARIMADA ÖRNEĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ</i>	1-22
<i>MÜZELERDE AYDINLATMANIN MEKÂN ALGISI ÜZERİNE ETKİLERİ</i>	23-35
<i>TARİHİ YAPILARDA RESTORASYON TEKNİKLERİNE GÖRE UYGULANACAK MALZEMELERİN BELİRLENMESİ</i>	37-49
<i>KENT İÇİ RAYLI SİSTEMLERDE YENİ TEKNOLOJİLERİN İNCELENMESİ: LASTİK TEKERLEKLİ RAYLI SİSTEM</i>	51-60
<i>A NOVEL MODEL FOR SUPPLIER SELECTION PROBLEM WITH GREEN APPROACH: AN APPLICATION IN THE RETAIL INDUSTRY</i>	61-81
<i>EVDEN ÇALIŞMA UYGULAMALARININ SWOT ANALİZİ VE AHP YÖNTEMİ KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ</i>	83-97
<i>AĞ ORTAMINDAKİ SALDIRI TÜRLERİ: SALDIRI SENARYO ÖRNEKLERİ</i>	99-109

Index

<i>Research Papers</i>	<i>Page</i>
<i>EVALUATION OF THE RELATIONSHIP OF LAND USE AND TRANSPORTATION IN THE EXAMPLE OF THE HISTORICAL FATIH REGION</i>	<i>1-22</i>
<i>THE EFFECTS OF LIGHTING IN MUSEUMS ON THE PERCEPTION OF SPACE</i>	<i>23-35</i>
<i>DETERMINATION OF MATERIALS TO BE APPLIED ACCORDING TO RESTORATION TECHNIQUES IN HISTORICAL BUILDINGS</i>	<i>37-49</i>
<i>INVESTIGATION OF NEW TECHNOLOGIES IN URBAN RAIL SYSTEMS: RUBBER TIRE RAIL SYSTEM</i>	<i>51-60</i>
<i>A NOVEL MODEL FOR SUPPLIER SELECTION PROBLEM WITH GREEN APPROACH: AN APPLICATION IN THE RETAIL INDUSTRY</i>	<i>61-81</i>
<i>EVALUATION OF HOME WORK APPLICATIONS USING SWOT ANALYSIS AND AHP METHOD</i>	<i>83-97</i>
<i>ATTACK TYPES IN NETWORK ENVIRONMENT: ATTACK SCENARIO EXAMPLES</i>	<i>99-109</i>

Araştırma Makalesi

ARAZİ KULLANIMI VE ULAŞIM İLİŞKİSİ TARİHİ YARIMADA ÖRNEĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Abdishukri Rashid ADEN[†], Özdemir SÖNMEZ^{††}[†] İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, İstanbul, Türkiye^{††} İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, İstanbul, Türkiye**abdishukri2011@gmail.com, osonmez@ticaret.edu.tr**

0000-0003-2398-6354, 0000-0001-6421-7071

Atf/Citation: ADEN, A. R., SÖNMEZ, Ö., (2023). Arazi Kullanımı ve Ulaşım İlişkisi Tarihi Yarımada Örneğinde Değerlendirilmesi, Journal of Technology and Applied Sciences 6-1 pp1-22 DOI: 10.56809/icujtas.1149792

ÖZET

Arazi kullanım ve ulaşım ilişkisi birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Çünkü ulaşım ve arazi kullanım birbiriyle iç içe etkileşimli olarak gelişirler. Ulaştırma planlama kararları, arazi kullanım gelişimini etkiler ve arazi kullanım koşulları, ulaşım faaliyetini etkiler. Söz konusu bu durum ulaşım sistemlerinin kentler için ne derece önem arz ettiğini anlamamızı sağlamaktadır. Kentin dokusu ulaşım ağları tarafından şekillenmekte ve bununla birlikte arazi kullanım türlerinin yer seçimi ulaşım güzergâhlarına göre şekillenmekte ve değişkenlik göstermektedir. Bu bağlamda ulaşım sistemi ile arazi kullanımı arasında güçlü bir bağ olduğunu ve bu iki kavramın birbirinden ayrı düşünülmeeyeceğini söylemek mümkündür. Bu çalışmada arazi kullanımı ve ulaşım arasında ilişkinin araştırılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada İstanbul'un Fatih ilçesi ve bu kapsamda Tarihi Yarımada örnek çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu çalışma kapsamında Tarihi yarımada'daki arazi kullanım değıştikçe ulaşım nasıl değıştiği, hangi yeni ulaşım planları yapıldığını ve yeni yapılan ulaşım planları Tarihi Yarımada'daki fonksiyonları nasıl değıştirdiği araştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ulaşım, Ulaşım Sistemi, Arazi, Arazi Kullanımı

EVALUATION OF THE RELATIONSHIP OF LAND USE AND TRANSPORTATION IN THE EXAMPLE OF THE HISTORICAL FATİH REGION

ABSTRACT

Transportation and land use planning decisions interact. Transport planning decisions affect land use development, and land use conditions affect transport activity. This situation enables us to understand how important transportation systems are for cities. The texture of the city is shaped by transportation networks, and the location selection of land use types is shaped and varied according to transportation routes. In this context, it is possible to say that there is a strong link between the transportation system and land use and that these two concepts cannot be considered separately.

Keywords: Transportation, Transportation System, Land, Land Use

1. GİRİŞ

Ulaştırma tarihine baktığımızda ulaşım taşıtlarındaki teknolojiler endüstri devrimine kadar hayvan, rüzgâr ve insan gücüne, endüstri devriminden sonra ise çelik, buhar, elektrik, makine gücüne bağlı olarak gelişmiştir. Toplu taşıma kavramı ise, Roma İmparatoru Augustus ve Tiberius'un döneminde iki ya da dört tekerlekli arabalardan oluşan araç sistemine dayanmaktadır.

Ulaşımın kent içindeki önemi ulaşım sistemlerinin gelişmesi ile de daha büyük önem kazanmıştır. Özellikle toplu taşıma araçlarındaki değişim ve otomobilin keşfi gibi ulaşım teknolojilerindeki değişime bağlı olarak kentlerin ve kent makroformunun önemli oranda değiştiği ve geliştiği görülmektedir. Dolayısıyla kentin dokusu ulaşım ağları tarafından şekillenmekte ve bununla birlikte arazi kullanım türlerinin yer seçimi ulaşım güzergâhlarına göre şekillenmekte ve değişkenlik göstermektedir. Örneğin Sanayi alanları hammaddeyi kolay elde edebileceği ve bunu serbest piyasaya en kısa yoldan ulaştırabileceği stratejik noktalarda yer seçimini yapmaktadır. Bunun yanı sıra ticari işleri için halkın çok kolay erişebileceği genellikle ulaşım güzergâhları boyunca yer seçimi yaptığı bu önemin en büyük göstergelerindedir.

Türkiye'de Cumhuriyetle birlikte ulaşım sistemlerine özellikle demiryolu işletmeciliğine yatırımlar hız kazanmıştır. Sanayileşme ve kalkınma için gerekli olan en önemli maddelerden biri altyapının geliştirilmesi kabul edilmiş ve bu doğrultuda ulaşım için yatırımlar yapılmıştır. Osmanlı döneminin sonları ve Cumhuriyet'in ilk yıllarında demiryolu ve denizyolu yatırımları hızla artış göstermişken daha sonraki yıllarda karayolu ulaşımının esnekliğinden dolayı bu ulaşım türleri daha geri planda kalmaya başlamıştır.

Ülkemizin en önemli sorunlarından biri olan köyden kente göç olgusu şehir merkezlerindeki nüfusun oldukça artmasına neden olmaktadır (Özalp, 2021). Sanayileşme bu nüfus artışının kırılma noktası olarak görülmektedir (Akseki ve Meşhur, 2013). Bununla birlikte kentlerde plansız nüfus artışı trafik yoğunluğuna ve sıkışıklıklarına neden olmuştur. Yerel yönetimlerin çözüm bulmakla yükümlü olduğu ulaşım sorunu büyük oranda artmıştır.

Ulaşım ağları kent makroformunun gelişimi üzerindeki etkisi ve ulaşım sistemlerinin arazi kullanışları ile olan etkileşimleri toplu ulaşım sistemlerinin karakteristik özellikleri ile bir bütün oluşturmaktadır. Toplu taşıma sistemlerinin doğru tercih edilmesi o bölgedeki etkin kullanımı sağlayacak olup, özel taşıt kullanımını en aza indireyecek ve trafik sorununun aşılmasına neden olacaktır. Bu kapsamda toplu taşıma sistemlerinin karakteristik özellikleri belirlenmeli ve o bölgedeki arazi kullanım tipine göre kullanıcı profili de göz önünde bulundurularak en doğru seçimin yapılması oldukça önem arz etmektedir. Şehirselleşme ve planlanması açısından, ulaşım planlamasının ve ulaşım alt sistemleriyle ilgili önerilerin, karar ve uygulamaların süreç içinde yarattıkları etkiler nedeniyle faktörel önemleri oldukça yüksek düzeylerde dir.

Bu çalışmada arazi kullanımı ve ulaşım arasında ilişkinin araştırılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada çalışma alanı olarak İstanbul'un bir ilçesi olan Tarihi Yarımada'dır. Bu çalışma kapsamında Tarihi yarımada'daki arazi kullanım değişikliği ulaşım nasıl değiştiğini, hangi yeni ulaşım planları yapıldığını, ve yeni yapılan ulaşım planları Tarihi Yarımada'daki fonksiyonları nasıl değiştirdiğini araştırılacaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

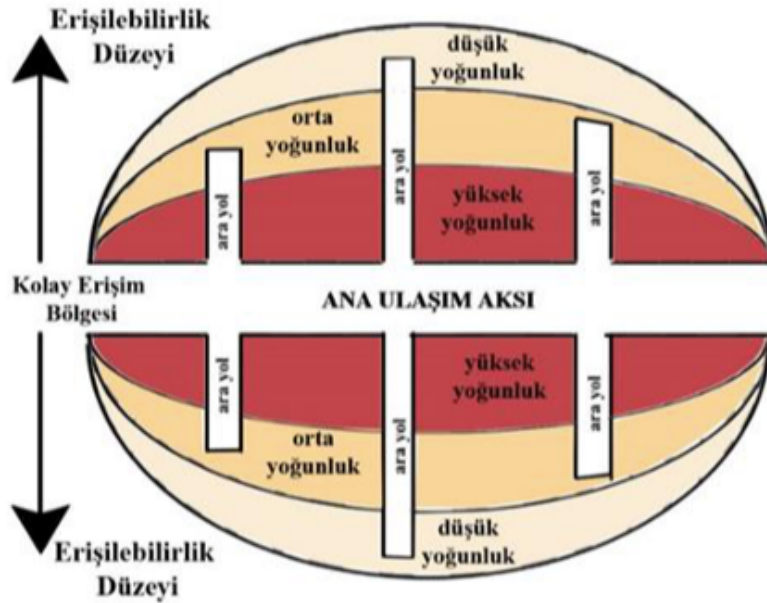
Arazi kullanımı bireylerin temel ihtiyaçlarını gidermesini sağlayan farklı özellikteki alanları içermektedir. Arazi kullanımı binaların konumu ve tasarımı, ulaşım altyapısı, parklar ve çiftlikler, yeşil alanlar vb. dahil olmak üzere peyzajın işlenmesi anlamına gelir (Alaylı, 2006). Bir ülkenin gelişmişlik seviyesinin ölçüsü olan ulaşım, insanları ve eşyaları bir yerden başka bir yere taşınmasıdır.

Ulaşım sistemleri ise, ulaşımı mümkün kılan araçlardır. Bu iki kavram, insanlık tarihi kadar eskidir. Tarihsel olarak ulaşım yerleri, kullanılan araçlar ve bu araçların oluşturduğu sistemler çok kapsamlı ve çeşitlidir (Yazıcı, 2010). Ulaştırma sistemleri tarihsel süreç boyunca inovatif bir şekilde değişmiş ve zamanla geliştirilmiştir. Bu değişim sadece sistemlerle sınırlı kalmamış, bulunduğu bölgelere de tarihsel bir kimlik kazandırmıştır. Ekonomik, sosyal ve kültürel dinamikleri etkileyerek bölgeleri ve ülkeleri markalaştırmıştır.

Ulaşımın amacı, şehirde yaşayan insanların sosyal, ekonomik ve kültürel ihtiyaçlarını karşılamaktır. Şehirde yaşayan insanlar için hızlı, güvenli, konforlu ve temiz bir ulaşım sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle vatandaşlara başka ulaşım sistemleri sunulmalıdır. Bu sistemlerin seçimi arazinin yapısına ve yöneticilerin yaklaşımına bağlıdır (Çakır, 2010).

Şehirsiz arazi kullanım altyapısı ile ulaşım altyapısı arasındaki güçlü ilişkiye bağlı olarak herhangi bir ulaşım projesinin inşa edildiği güzergâhta gelecekte bir gelişmenin ve arazi kullanımını değişikliğinin yaşanması beklenir (Berke vd., 2006).

Arazi kullanım ve ulaşım arasındaki etkileşimi en iyi belirleyen faktörler yoğunluk ve erişilebilirliktir. Yoğunluk ve bölgesel erişilebilirlik arazi kullanımında birbirine bağlıdır (Özby,2018). Yoğunluk değerinin yüksek olduğu bölgelerde ana ulaşım akslarına yakın olduğu görülmektedir (Şekil 1). Ana ulaşım akslarından uzaklaştıkça bölgesel erişilebilirliği azaldığı için bu bölgelerde yoğunluk endeksleri azaldığını görülmektedir (Özby,2018).



Şekil 1. Erişilebilirlik ve Kentsel Mekânda Yoğunluk Kademelenmesi (Özby,2018).

Yoğunluk arttıkça özel araç kullanımı ve alternatif ulaşım modları kullanımı da artmaktadır (Rowe vd. 2013; Brownstone vd. 2009). Cervero (2002), yaptığı çalışmada da kent yoğunluğu özellikle toplu taşımayı kullanma veya yolculuk paylaşımlı kullanma kararında ulaşım modu belirlenmesinin önemli bir etkisi olduğunu vurgulamaktadır. Prevedouros vd. (1991) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına göre yoğunluğun az olan dış banliyö sakinleri daha uzun yolculuklar zorunda olduğundan, trafikte harcanan zamanın daha fazla olduğunu ispatlamışlardır. Ewing vd. (1994) Palm Beach kentinde yaptıkları çalışmada yoğunluğun az alan bölgelerde yaşayanlar yoğunluğun çok olan

bölgelerdekilere göre kişi başına %63 daha fazla günlük araba yolculuk saati üretmişler. Bhat vd. (2007), araç sahipliği ve araç kullanımının konut ve istihdam yoğunluğu, cadde yoğunluğu ve transit hizmet kalitesiyle azaldığını da bulmuştur.

Holtzclaw (1994), çalışmasında arazi kullanım yoğun alanlarda, daha fazla toplu taşıma olanakları, yakınlarında alışveriş merkezi ve yaya dostu olan bölgelerde yaşayan kent sakinleri daha az araba kullandıkları hipotezini test etmiştir. Çalışmaya göre normal yoğunluktan daha yüksek olan alanlarda topluluklarda yaşayan diğer faktörler dahil edildiğinde (daha iyi ulaşım, daha fazla yerel alışveriş merkezleri ve yaya dostluğu) aile başına %25-30 daha az araba kullanımı ortaya çıkmaktadır.

Arazi kullanımının ulaşım üzerindeki etkilerine ilişkin kapsamlı incelemeler arasında Bento ve ark., 2003; Ewing ve Cervero 2002; Khattak ve Rodriguez 2005; Kuzmyak ve Pratt 2003; Stead ve Marshall 2001; Lawrence Frank ve Company ve Bradley ve Lawton Associates (2005); Ewing ve ark., 2007 çalışmalarında bulunmaktadır.

2.1. TARİHİ KENT MERKEZLERİNDE YAŞANAN ULAŞIM TEMELLİ PROBLEMLER

Sanayi devriminden sonra kırsal alandan kentlere göçlerin artışı ile ortaya çıkan hızlı ve kontrolden uzak kentleşmeyle beraber özel taşıta sahip olan kişi sayısı artmıştır. Bu artış tarihi kent merkezlerinde yoğunluğu da beraberinde getirmiş, çünkü tarihi merkezlerde (o dönem motorlu araçlar olmadığı için) yollar arabalara göre planlanmamış. Taşıt için ayrılan yolların genişletilmesi yaya mekanlarının daraltılması söz konusu olmuştur. Öte yandan artan trafik yoğunluğu sebebi ile yaşanan gürültü ve hava kirliliği tarihi kent merkezlerinin dokusunu olumsuz etkilemiştir. Tarihi kent merkezlerinde yaşanan ulaşım kaynaklı problemler aşağıda ele alınmıştır (Uzun, 2010).

2.1.1 Sosyo Kültürel Temelli Problemler

Tekeli (1987)'ye göre anılar bireyleri bir araya getiren kültür ve kültürlerin ürünü olan uygarlıkların temelini oluşturmaktadır. Tarihi kent merkezleri, insanların birbiri ile arasındaki bağı kuvvetlendiren, kişinin çevresiyle uyumlu biçimde etkileşim halinde olmasına yardımcı olan mekanlardır (Zeren, 1981a).

Kişilerin sağlıklı biçimde sosyalleşmesi, içinde olduğu çevre tarafından kendisine tarihsel geçmişine ilişkin sembelleri aktarmasıyla mümkündür. Geçmişten izler taşıyan çevrede hayatını geçirerek toplumsallaşan kişiler, kültürün devamlılığını kolay biçimde sağlamakta ve tarih bilinçleri gelişmektedir. Tarihsel süreçte şartların değişim göstermesi yeni ihtiyaçları ve buna bağlı şekilde yeniden yapılanmayı gerekli kılmaktadır. Değişim gösteren hayat şartları sebebi ile aile yapısında geniş aile yapısından çekirdek aile yapısına geçilmesi, nüfusun artması ve göçlerin yaşanması, konutların sayısı ve büyüklüklerinde değişimlere sebep olarak tarihi kent merkezlerinde koruma kavramının farklı bir boyut kazanmasında etkili olmuştur. Tarihi kent merkezlerinde konutsal alanların hızla ticari alanlara dönüşmesi, konut alanlarının asıl sahiplerinin kent merkezlerindeki yoğunluktan uzaklaşarak prestijli yeni alanlara yerleşmelerine, bıraktıkları konutlarda ise alt gelir grubundan insanların yaşamasına sebep olarak tarihi kent merkezlerinin sosyo-kültürel yapısının değişmesine neden olmaktadır. Aynı zamanda bu durum tarihi kent merkezlerinin köhneleşerek güvenlik sorunlarının artmasına neden olmaktadır (Hatami, 2013).

2.1.2. Ekonomi Kaynaklı Problemler

Tarihi kent merkezlerinin içinde geleneksel ticari mekanlar da bulunmaktadır. Pek çok işlevi birlikte sunduğu için kentnin odak noktası haline alan tarihi kent merkezleri, devamlı olarak dönüşmekte ve gelişmektedir. Tarihi kent

merkezlerinde bulunan konutların ve diğer kullanım alanlarının zamanla ticari amaçlı yerlere dönüşmesi, kullanılmasından kaynaklanacak maddi gelirlerin arazinin maliyetine yansımaya sebep olmaktadır. Arazilerdeki değer artışı, ticari işlevlerin belirlenmesinde etkili olmuştur (Uzun, 2010).

2.1.3. Mekansal Temelli Problemler

Tarihi kent merkezlerinde, iş alanlarının kullanım açısından artış göstermesi ile beraber nüfus ve alan kullanımı da artış göstermiştir. Nüfus yoğunluğunun ve alan kullanımının artması ulaşım talebinin artmasına neden olmuştur. Taşıt trafiğinin kontrol edilebilmesi ve araçların park edebilmesi için var olan tarihi dokuda yolların genişletilmesi, taşıt yollarının açılması gibi çalışmalar yapılmıştır. Öte yandan yeraltı otoparkı, katlı otopark gibi yapılar inşa edilmiştir. Yapılan bu düzenlemelerin tarihsel doku gözetilmeden hayata geçirilmesi tarihi kent merkezinde tahribatların fazla olmasına, konut kullanımının bırakılmasına ve çöküntü alanlarına dönüşmesine neden olmuştur (Hatami, 2013).

2.1.4. Yasal ve Yönetim Temelli Problemler

Tarihi kent merkezlerinde taşıt sayılarında artışın yaşanması, ulaşım kaynaklı tahribatların artmasına neden olmuştur. Yerel yönetimler tarafından tarihi kent merkezlerinde araç trafiğinin azaltılmasına ilişkin yapılan kısıtlama ve yavaşlatma stratejilerinin etkili olduğu gözlemlenmektedir. Yerel yönetimler tarafından tarihi kent merkezlerinin korunması amacı taşımayan, yolun fiziksel açıdan yeterliliğiyle araç sayısı arasındaki bir yaklaşım olarak algılanması problemin çözümündeki en önemli engeldir. Bu yaklaşımdan kaynaklı olarak yolların genişletilmesi, yeni yolların açılması gibi işlemlerle tarihi kent merkezlerinin tahribat oranı artmaktadır (Uzun, 2010).

3. FATİH TARİHİ YARIMADA

3.1. Tarihi Yarımada'nın Konumu

Tarihi Yarımada, Haliç'in Marmara Denizi girişlerini ve İstanbul Boğazı'nı şekillendiren önemli bir coğrafi mekandır. Tarihi Yarımada'nın kuzeydoğu tarafında Haliç, onun karşısında Beyoğlu bulunmakta, kuzeyinde Eyüp, güneyinde Marmara Denizi, batısında Zeytinburnu ile kuzeybatısında Bayrampaşa yer almaktadır. Tarihi Yarımada, civarında bulunan ilçelerle birlikte tarihi, kentsel ve arkeolojik olarak bütünlük içindedir.



Şekil 2. Tarihi Yarımada'nın Konumu (Emir, 2009)**3.2. Tarihi Yarımada'nın Tarihsel Gelişim Süreci**

İstanbul iki kıta arasında kalan, önemli deniz yollarından Akdeniz-Karadeniz hattında bulunan, ticaret, kültür, alışverişin akslarının kavşağında bir kenttir. Doğuda İstanbul boğazı, kuzeyde Haliç, batıda Theodosius Surları ve güneyde Marmara ile çevrili bölge “Tarihi Yarımada” olarak isimlendirilmektedir. Yıllar boyu farklı uygarlıklara başkent olmuş İstanbul’da bulunan Tarihi Yarımada bölgesinin geçmişi, eserleri ile tarihte önemli bir rolü vardır. Tarihi Yarımada’nın denizle iç içe olan konumu, ilk zamanlardan beri şehrin yapısının oluşmasında ana aktör olmuş ve kendine özgün nitelikleri ile birlikte karakterini de oluşturmuştur. Geçmiş dönemler boyunca süregelen, şehrin temel mekânsal unsurları içinde bulunan surlar, kentin büyüklüğünü ve gelişimini belirlemekle birlikte, savunma işlevini de sağlamıştır. Şehrin su ihtiyacını karşılamak amacıyla alt yapı çalışmaları ve limanlar tarihsel süreç boyunca geliştirilmiştir.

Alanların mekânsal gelişimleri ile birlikte, anıtsal eserler ve dini yapılar kentin topografyasına özgü olarak şekil almıştır. Anıtsal eserlerin ve dini yapıların özellikleri buldukları dönemlerine göre ve o dönemdeki kültürel ve sosyo-ekonomik özellikler doğrultusunda değişiklik gösterir. Tarihi Yarımada’daki ilk yerleşimin Neolitik Çağ’da olduğunu yapılmış olan arkeolojik araştırmalarda görmekteyiz. Önceleri Hipodrom’un güney tarafında olduğu bilinen ilk yerleşimin, Tarihi Yarımada’nın güneyinde ve daha büyük olduğu bilinen bir bölgede olduğunu gerçekleştirilen Yenikapı kazılarında bulunan bulgular bize göstermektedir. Bu bulgular şehir merkezine yerleşim tarihini 8500 sene geriye götürmüştür. Tarihi Yarımada’da gerçekleşen ilk kentsel yerleşim koloni kenti olan Bizantion ile başlamıştır. (İstanbul Tarihi Yarımada Yönetim Planı, 2011)

Megaralılar, Khalkedon’u M.Ö. 8. yüzyıldan itibaren kolonize etmeye başlayarak, İstanbul ve çevresine yayılmışlardır. Megaralı Byzas Bizantion’ı, Sarayburnu üzerinde M.Ö. 660 yılında kurmuştur. Roma dönemine ait bir kent şekillenmesi Septimus Severus’un Akropolis’i kurmasıyla başlamıştır. “Mese” adındaki “Ana Yol” istikametindeki sütunlu yollar, şehrin Selanik üzerinden Adriyatik’e ulaşmasını sağlar. (Polat ve Aktaş, 2014)

Ayasofya’nın güney tarafında, dört kenarında sütunlu galerileri olacak şekilde “Tetrastoon” adında bir Agora kurulmuştur. Burası daha sonraları kamusal ve ticari bir merkez halini almıştır. I. Constantinus devrinde aynı yere “Augusteion” da denirdi. Augusteion’un güneybatısında Hipodrom, yanında ise Zeuksippos Hamamı bulunurdu. Constantinus devrinde Akropolis’te Artemis, Demeter, Poseidon, Zeus, Apollon ve Afrodite tapınakları bulunurdu. (Demirci, 2011)

3.2.1. Nea Rome – Konstantinopolis

324 yılında isminin değişmesiyle Konstantinopolis tarihi başlamıştır. Roma’nın pagan tabakası ile Constantinos arasında görüş farklılıklarının olması ve Roma’nın kuzeyden gelebilecek akıncılara karşı açık durumda kalması, kentin 328 yılında yeni yönetim merkezi olması sürecini hızlandırır. 6 kilometre kare genişletilen şehrin yeni sınırlarını geleneksel bir tören ile Constantinos belirler. Şehrin eski yapıları korunur. Kentin topografik yapısı ve mevcut yapıların korunmasının sağlanmaya çalışmasından dolayı, Akropolis’ten başlayarak Divanyolu (Mese Caddesi) boyunca uzanan yollar ile bu yolları birbirine bağlayan denize paralel cadde ve sokakların oluşturduğu, “Doğulu Şehir” olarak bilinen ve çevreye merkezden yayılan, bazen çıkmaz sokakların olduğu bir planlama düşüncesinin hakim olduğunu söyleyebiliriz (Genim, 2010).

3.2.2. Osmanlı Dönemi Tarihi Yarımada

İstanbul Fatih Sultan Mehmet tarafından fethedilip, Osmanlı başkenti Edirne’den İstanbul’a taşınmasından sonra Fatih Külliyesi’nin inşasına başlanmıştır. Müslüman Türklerin çoğalması ile ihtiyaçlar doğrultusunda Bizans yapıları yenilenmiş, külliye cami, bina, han, çarşı inşaatına başlanmıştır. Bu hızlı gelişim mahallelerin oluşması, ticaretin canlanması ve gelişmesine neden olmuştur. Bu gelişmeler ışığında fetihden çok kısa bir süre sonra İstanbul’un idari merkez olması ile birlikte Osmanlı Devleti en önemli ticari merkezi haline de gelmiştir.

15. YY 'da Vefa'da Şeyh Vefa Külliyesi, Kapalı Çarşı civarına Sadrazam Mahmud Paşa Külliyesi, Fatih'e Aşık Paşa Külliyesi vb. önemli yapılar inşa edilmiştir. 16. YY 'da Sultan II. Beyazıt Külliyesi ve Yavuz Selim Külliyesi eserleri inşa edilmiştir. 17. YY' da İstanbul Yarımadası'na Sultanahmet Külliyesi ve Eminönü sahiline Yeni Cami Külliyesi anıtları yapılmıştır (İstanbul Tarihi Yarımada Yönetim Planı, 2011:28)

18. YY' da inşa edilmiş önemli yapılar arasında; Çorlulu Ali Paşa Külliyesi, Nevşehirli Damat İbrahim Paşa Külliyesi, III. Ahmet Çeşme ve Sebili Cağaloğlu'nda yapılmış olan Hacı Beşir Ağa Külliyesi, barok mimari ile inşa edilmiş olan Nuruosmaniye Külliyesi vardır.

19. yüzyılın başında İstanbul'da büyük çapta kışlalar inşa edilmiştir. Bununla birlikte yönetim ve eğitim binaları yapılır. Eski zamanlarda bulunmayan müze, tiyatro gibi kültür ve sanat binaları yapılmıştır. 19. yüzyılda Haliç' in üzerine yapılan köprü inşası, rıhtım yapma, meydan açma, yol genişletme, tramvay, metro ve demiryolu gibi büyük projeler meydana gelmiştir. 19. yüzyılda inşa edilmiş önemli projeler arasında Karaköy ile Eminönü arasında ilk ahşap köprü, Ayvansaray-Hasköy köprüsü, Unkapanı köprüsü, Galata köprüsü, Ayazkapı-Beşiktaş tramvay, Eminönü – Aksaray tramvaydır (Çelik, 1998).

3.2.3. Cumhuriyet Dönemi Tarihi Yarımada 1923-1950 dönemi

Tarihi Yarımada da dönemin başlarından bu yana İmar faaliyetlerine yön veren çalışmalar yapılmıştır. Planlama çalışmasının ilki 1933 senesinde Elgötz tarafından gerçekleştirilmiştir. Şehre modern ve çağdaş bir görünüm katmak ve sağlıklı bir yaşam çevresi yaratmak hedefiyle 1933 yılında İstanbul Belediyesi'nce, kentin tamamını kapsayan plan ve rapor oluşturmaları amacı ile Almanya'dan gelmek üzere Herman Elgötz, Fransa'dan gelmek üzere Jack H. Lambert ve Alfred Agache İstanbul'a davet edilmiştir. Yapılan çalışmaları belediye tarafından oluşturulmuş olan jüri heyeti değerlendirmiştir. Sonuçta Elgötz'ün planı kabul görmüştür. Elgötz, kentin güzelliğinin gelecek zamanlarda da devamlılık sağlayabilmesi için tarihsel ve kültürel yapısının günümüz gereksinimleri ile uyumlu bir şekilde harmanlanmasını, 2500 senelik geçmişi olan şehrin bu güzelliklerini her köşebaşında hissedilmesini, bu havanın korunmasının gerekli olduğunu, anıtların tali yollar ile birbirine bağlanması ve ana ulaşım yollarından ayrılarak korunmalarını önermiştir.

Plan ile ilgili yapılan öneriler arasında; Beyoğlu ile İstanbul'un Haliç'e doğru bakan kısımlarının iş merkezi olması, Kurbağalidere ile Topkapı'nın sanayi bölgesi olması, İstiklal caddesinin ticaret bölgesi olması, Sultanahmet bölgesinin kültür bölgesi haline gelmesi, Beyazıt bölgesinin yönetim bölgesi olması, eski yollar ile ilgili genişletme çalışmalarının yapılması, Sütlüce ve Eyüp arasına köprü inşa edilmesi. Elgötz Planı uygulanmamış olup planda yer alan önerilerin birçoğunun gelecek dönemlerde uygulamaya koyulduğu görülmüştür (İstanbul Tarihi Yarımada Yönetim Planı, 2011)

1935 yılında Elgötz'ün Planı'ndan sonra Dr. Martin Wagner de bir plan hazırlamıştır, oluşturduğu "İstanbul ve Havalisinin Planı" adlı raporunda, yaptığı çalışmada tarımsal toprakların korunmasının gerekliliğini belirtmiş ve çevresel analizlerin gerekliliğini anlatmıştır. Wagner'in çalışması ve yaptığı analizler beklentilerin altında kalmış ve hazırladığı plan yönetim tarafından kabul edilmemiştir. Paris'te bulunan Şehircilik Enstitüsü öğretim üyesi ve Paris Bölge Başşehircisi olan Prof. Henri Prost 1936 yılında İstanbul üzerine çalışmak ve bir plan oluşturmak üzere İstanbul'a davet edilmiştir. Henri Prost' un gelmesi ile birlikte 1951 yılına kadar sürecek çalışmalar başlamıştır. Planda İstanbul'un boğaz güzelliğinin, tarihi dokusunun korunması ve şehrin temizliği, yeni bağlantı yollarının yapımı, tarihi eserlerin restorasyonu, mimari niteliğe sahip yapıların inşası gibi ilkeler amaçlanmıştır. Bu ilkeler bugün de geçerliliğini korumaktadır.

Fakat Prost Planı' nın yönlendirici olamaması ve İstanbul'u genel bir gelişim perspektifi ile değerlendirememesi sebebiyle eleştirilmiştir. Bununla birlikte Prost Planı'nın özellikle sanayi arazisi ayrımı ve kentsel gelişim gibi durumlarda büyük hataları vardır. Prost Planı'nda Tarihi Yarımada'yı içeren bazı ilkeleri ve plan kararlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

* Tarihi Yarımada'nın silüetini muhafaza etme amacı ile denizin 40 metre yüksekliğinden geçen yerin üzerinde kalan yapılarda en fazla üç katlı yapılar inşa edilebileceği kararının gelmesi.

* Tarihi Yarımada'nın tipik bölgesi olan Sultanahmet ve çevresinin Arkeolojik Alan bölgesi olarak korunmaya alınması ve turizm sebebiyle geliştirilmesi; Sultanahmet'te bulunan Atmeydanı'nın bir Cumhuriyet Meydanı olarak tasarlanması ile birlikte etrafına kamu binalarının yapılması.

* Plan'da bulunan çok sayıdaki meydanların tekrar düzenlenmesine ilişkin yeni öneriler tasarlanması. Eminönü Meydanı'nı içeren genişletme çalışmalarının yapılması ve Yeni Camii'nin etrafının işlevsiz yapılardan temizlenmesi.

* Sarayburnu bölgesinin yük taşımacılığından temizlenmesi, depolardan arındırılması ve 1 Numaralı Gülhane Parkı'nın yapılması.

* Yük trenlerinin Yenikapı'daki uluslararası garda kalması ve Yenikapı'ya yeni ve büyük bir liman inşa edilmesi ile birlikte Anadolu yakasında bulunan Haydarpaşa'nın yanında konumlanan limanın geliştirilmesi.

* Haliç'in bir sanayi bölgesi haline getirilmesi ile birlikte Haliç'in sol tarafında bulunan konut bölgesinin zamanla boşaltılmaya çalışılması ve Boğaziçi bölgesinde bulunan bütün sanayilerin oradan kaldırılması.

* Marmara ile Haliç arasında bulunan İstanbul Kara Surları'nın 500 m genişliğinde olan yeşil bir bant ile çevrenmesi.

Belediye Başkanı olarak 1939 yılında atanan Lütfi Kırdar Prost Planı'nı uygulamaya koyarak öncelikle Eminönü ve Taksim Meydanları ile birlikte birçok meydanın düzenlenmesini yapmıştır (Akpınar, 2014). Bu Plan'ın uygulamaya koyulmayan en mühim kısmı ise Yenikapı Limanı'dır. Prost' un Planı Türkiye ve dolayısı ile İstanbul'da nüfusun çok fazla artmadığı bir zamanda yapılmıştır. 2. Dünya savaşından sonra İstanbul' un nüfusu hızla büyümeye başlamış buna karşın Prost Planı büyüyen bir şehir planı olduğundan dolayı yetersiz olmuştur. Lütfi Kırdar'ın 1948 yılında Belediye başkanlığından ayrılmasından sonra 1148 binanın yıkılmasına neden olan imar operasyonu durmuştur.

3.2.3. 1950 sonrası

1950'den sonra kent planlamasını olumsuz etkileyecek yönde göç ve şehirleşme hızla artmıştır. Bu artış gece kondu yapılaşması, sanayileşmeyle ihtiyaç duyulan arsa taleplerinin karşılanamaması, yeterli ev bulunamaması, taşıt sayısının artması ve trafik gibi sorunları beraberinde getirmiştir. Çözüm amacıyla çeşitli yasalar getirilse de yeterli olmamıştır. (İBB, 2003a).

1950 – 1960 yılları arasında Adnan Menderes ile çeşitli imar faaliyetleri şehrin tarihi ruhunu bozarak yeni İstanbul hayalini oluşturmuştur. Bu imar faaliyetlerinde yolların genişletilerek trafiğin azaltılması, ibadet yerlerinin restorasyonu, cami ve büyük meydanların yapılması tasarlanmıştır. (İstanbul Tarihi Yarımada Yönetim Planı, 2011)

1960 – 1967 yıllarında İstanbul' da oluşturulan imar faaliyetlerinin yönetilmesi için Prof. L. Piccinato İstanbul'a gelmiştir. Prof. L. Piccinato, yasal ve mali mevzuatın yenilenmesini, meskûn bölgelerde yoğunluğu arttıran yapılaşmalara müsaade edilmemesini, kentin gelişebilecek bölgelerinde parselasyon ve ifraz çalışmalarının yasaklanmasını istemiştir. Prof. L. Piccinato tarafından oluşturulan Büyük İstanbul Nazım Planı; İstanbul'un betonarme şeklinde büyümesini önlemek amacıyla tarihi ve kültürel çevrenin muhafaza edilmesi, oluşturulacak "Büyük İstanbul" için metropoliten bir yönetim tarzı benimsenmesi ve metropoliten planlamaya halkın katılmasının sağlanabilmesi ilkelerini kapsamaktadır. 1960 – 1965 yıllarında şehirleşme üretim sanayii ile birlikte gelişmiş ve bu durumda İstanbul'a olan göç artmıştır. Yasal olmayan binalar yapılmış ve bu durum eski kentin düzenli planlanmasını büyük oranda engellemiştir. Tarihi Yarımada bulunan Süleymaniye, Fatih, Cerrahpaşa, vb. mahalleleri ile Fener, Balat gibi burjuva mahallelerinin dahil olduğu yerleşim yerleri çöküntü alanı olmuş, kırsal bölgelerden göç ile gelen insanların yaşam alanı olmuştur. Diğer taraftan, Tarihi Yarımada'nın merkezinde gelişim devam etmiştir. Toptan ticaret ve imalathane gibi birimlerin artması neticesinde, bölgedeki konut kullanıcıları bundan olumsuz şekilde etkilenmiş ve bu duruma yeni bir çözüm arayışına girdikten sonra yeni konut alanları bulup Tarihi Yarımada'dan ayrılmaya başlamışlardır. Boşalmış olan konut alanları ise şehre yeni gelenlerin ikamet etmek için tercih ettikleri konumlara dönüşmüştür. Bu bölgeler yeni yerleşen insanlar genellikle bu bölgelere tamamıyla yerleşmemiş, bu

bölgeleri şehrin diğer kesimlerinde bulunan ve yeni gelişmekte olan konut bölgelerine taşınmadan önce, geçici bir ikamet alanı olarak kullanmışlardır. Cankurtaran, Süleymaniye gibi konut alanlarında yaşayan insan profili değişmiş ve zaman geçtikçe bu bölgeler köhneleşmeye başlamıştır. Bununla birlikte, birçok eski konut bölgeleri nitelik olarak değişmiş, depolar, bekâr odaları, atölye ve küçük işyerleri olarak kullanılmaya başlanmıştır.

1970 yıllarında İstanbul'un merkezi olan Tarihi Yarımada' da tarihi ve kültürel doku içinde bulunan dar sokakların fazla olması ve taşıt trafiğinin oluşmaya başlaması sebebi ile otopark yetersizliği meydana gelmiştir ve bu durum yeni kurulan firmalar için büyük bir sorun haline gelmiştir. Tarihi Yarımada içerisinde yapılmış olan birkaç büyük kamu binası Cumhuriyet dönemi mimarisi açısından önemli örnekler teşkil ederler. Bunlardan birkaçı, bir grup mimarın 1960'lı yıllarda tasarlamış olduğu İstanbul Manifaturacılar Çarşısı (İMÇ), 1963 tarihinde inşa edilmiş olan İstanbul Ticaret Odası binası ve 1972 tarihinde Unkapanı'nda inşa edilen ve Hakkı Eldem tarafından tasarlanmış olan Sosyal Sigortalar Kurumu binasıdır.

1983 itibari ile gündeme gelen 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yasası, 3194 sayılı İmar Yasası, 2634 sayılı Turizm Teşvik Yasası ve mevzuat değişiklikleri İstanbul planlama çalışmalarını etkileyecektir. Bu yasalara rağmen İstanbul'da ve Tarihi Yarımada'da plan otoritesinin ve tarihsel bilincin, var olan imar planlarının göz ardı edildiği imar faaliyetlerine başlanmıştır (İBB, 2003a).

Bu yıllarda şehrin ve Tarihi Yarımada'nın doğal, kültürel, tarihsel değerlerine önem verilmemiştir. Günümüzde sayıları az kalan sivil mimarlık örneği teşkil eden geleneksel ahşap konut yapıları ile birlikte geçmişten günümüze ışık tutan ve örnek teşkil eden eski dar sokaklar ve kıyı çizgisi ortadan kaybolmuştur.

Tarihi Yarımada günümüzde perakende ticaret, toptan ticaret, eğitim hizmetleri, bürolar, kamu hizmetleri ve imalat sektörünün yoğun olduğu bir bölge olmuştur. Bunların yanında Tarihi Yarımada sahip olduğu arkeolojik kalıntılar ve tarihi eserler sebebiyle turizm merkezi niteliğini de kazanmıştır. Turizm merkezi olması sebebiyle oteller, pansiyonlar, acentalar, Eminönü bölgesinde yoğunlaşmaktadır. Tarihi Yarımada'nın merkez konumunda olması, geçmişten gelen altyapı ve merkezi işlevlerinin bu bölgede yoğunlaşmış olması, ulaşım kolaylıklarına sahip bir bölge olması nedeni ile İstanbul içinde hala üzerinde tartışma yapılamayacak kadar önemli bir merkezi bölge olduğunu görmekteyiz. Diğer merkezler açısından bakarsak, onlar, Tarihi Yarımada'nın geleneksel ve alışlagelmiş ticari özelliğinden yoksundurlar.

3.3. Tarihi Süreç İçinde Ulaşım Aksları Değişimi

Tarihi Yarımada'da değişen nüfusla birlikte arazi kullanım ve ulaşım açısından birçok değişime uğramıştır. Tarihi Yarımada ve İstanbul genelinde arazi kullanım ve ulaşım gelişimi ve değişimi üç ayrı dönemde gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Bu üç dönemi;

- 1950'li yıllara kadar egemen olan yaya, denizyolu ve raylı sistemlerin geliştiği dönemi,
- 1950-1985'li yıllar arasında lastik tekerlekli karayolu ulaşımının egemen olduğu dönem,
- 2000'li yıllar D-100 ve TEM karayollarının öne çıktığı dönemleridir.

Sanayi devrimi ile gelişen sosyoekonomik düzenin Batıda 18. Yüzyılda İstanbul'da ise 19. Yüzyılın başlarında kentlerin arazi kullanımında önemli etkileri olmuştur. Tarihi Yarımada'da fabrikalar, oteller, kamu kurumları, oteller, yolcu ve yük demiryolu terminalleri arazi kullanımı önemli ölçüde etkilemiştir.

19. yüzyıla kadar Tarihi Yarımada'da hakim olan ulaşım türü yaya ulaşımıdır. 1825 yılına kadar faytona binmek sadece padişahın imtiyazıymış(Çelik, 1998). Ayazkapıda bulunan Tersane-i Ameriye ulaşımı kolaylaştırmak adına

1836 yılında Azapkapı – Unkapanı yaya köprüsü inşa edildi. Bu köprü 600 metre uzunluğunda, 10 metre genişliğinde olup Azapkapı'yı Unkapanı'ya bağlamaktaymış (Salihvatandaş,2002; Çelik, 1998).

Özellikle 19 yüzyılın ortalarında Tarihi Yarımada'daki yoğun yapılaşmanın tetiklediği yangınlarından dolayı karayolu ulaşımından önemli değişimlere yola açmıştır. Yabancı mimar ve mühendisler tarafından karayolu ulaşımı mümkün kılan birbirini dik kesen sokakların oluşturduğu ızgara düzende ve belirli sokak genişlikleri dikkate alınarak yeniden planlanmıştır. Bu uygulamanın uygulandığı başlıca alanları Fener (1855) Aksaray (1856), Edirnekapı (1856), Unkapanı (1860), Ayvansaray (1861), Küçük Mustafa Pasa (1861), Hocapasa (1865)'dir (Eyüpoğlu, 1998) (Şekil 3).



Şekil 3 İstanbul'da yangınlar sonrasında sokak örüntüsü değişen dokuya örnek Aksaray 1850'li yıllar yangın öncesi (sol), Aksaray 1870'li yıllar yangın sonrası (sağ)



Şekil 4. Unkapamı-Ayazkapı ilk Haliç Köprüsü (Çelik, 1998)

Tarihi yarımada nüfus ve ticari merkezler ulaşım aksların etrafında şekillenmiştir. Tarihi Yarımada'nın en önemli ticari merkezi Eminönü ve Karaköy'dür. Galata bölgesinin 1830lardan sonra ticaret merkezi haline gelmesiyle birlikte birçok ulaşım problemlere yol açılmıştır. Karaköy -Eminönü arasında ulaşımı kolaylaştıracak hamleler zorunlu kılmıştır. Bu iki bölge arasında ulaşım deniz ulaşımındaki kayıklarla yapılmaktaymış. Bu bölgedeki ulaşımı kolaylaştırmak adına 1845 yılında Bezmialem Valide Sultan tarafından Galata köprüsü yaptırıldı Bu köprü her ne kadar zaman içinde birçok tadilata uğramışsa da Karaköy -Eminönü arasındaki ticareti canlandırmıştır. Köprü'nün her iki ucuna doğru dükkânlar, lokantalar, ve kahvehaneler yer almıştır (Salihvatandaş,2002).

19. yüzyılın ortalarına Tarihi Yarımada'ya ulaşım için kullanılan deniz ulaşımında İstanbul'da artan nüfusla birlikte da birçok problemlerle karşılandı. İstanbul genelinde kamu taşımacılığında kullanılan kayık sayısı 1802'de 3996 iken 1844te bu sayı 19.000'e yaklaşmıştır. Bu problemi çözmek amacıyla 1851 yılında Osmanlı Devletinin ilk vapur şirketi olan Şirket-i Hayriye kurulmuştur. Şirket-i Hayriye'nin vapurları Boğazın iki yakası, yani Üsküdar-Eminönü arasında seferleri yapmaktaymışlar. Böylece Asya yakasından Tarihi Yarımada'ya ulaşımı kolaylaştırılmıştır. Asya bölgesinde yaşayanlar artık ticaret ve alışveriş yapmak için kolayca Eminönü'ne gelebilmekteymişler. Böylece iş yerleri Tarihi Yarımada'da bulunanlar bu bölgeden uzak bölgelerde oturabilmekteymiş. Aynı zamanda her iki yakasında ev tutmak zorunluğu ortadan kalkmıştır(Çelik, 1998), Şekil 4. Artan taleple birlikte Eminönü-Haliç köyleri, Eminönü-Yeşilköy, Eminönü-Adalar seferlere başlanmıştır.

Şirket-i Hayriye'nin vapurları her ne kadar ulaşımı rahatlattıysa da karada Yarımada'nın iç tarafları hala ulaşım problemleri yaşamaktadır. Galata sırtlarından Surdışına gelişen mahallere doğru kara ulaşımına şiddetle ihtiyaç duyulmuştur. Bu problemlere çözüm olarak 1860larda tramvay kurulmasına karar verilmiştir. Bu proje kapsamında 1869 yılında Dersaadet Tramvay şirketi kurulmuştur. İlk öneride 1. Etapta 4 hat açılmasına karar verilmiştir. Bu hatlar,

- Ayazkapı-Galata-Fındıklı-Ortaköy (1872),
- Eminönü-Babı-alı- Soğukçeşme-Divanyolu-Aksaray-Yusufpaşa Çeşmesi(1872),
- Aksaray-Samatya-Yedikule (1873),
- Aksaray-Topkapıdır (1874),
- Galata-Şişli (1883,
- Galata-Kurtuluştur (1885) (Ulaşım A.Ş.,2008).

1872 yılında ise Eminönü-Aksaray tramvay hattı açılmıştır. Bu hat günde ortalama 17.000 yolcu taşımaktaymış (Salihvatandaş,2002). Tramvay projeleriyle birlikte Yarımada'daki kara ulaşımı kolaylaştırılmıştır. 1912 yılında Galata köprüsü çift hatlı tramvayın geçebilmesi için genişletilmişti (Salihvatandaş,2002).

Yapılan tramvay hatları Galata ve Pera'dan Cadde-i Kebir'in güney ucuna doğrudan bağlantı sağlamıyordu. Günde ortalama 40.000 kişi kullandığı Karaköy'den Pera'ya çıkan Yüksek Kaldırım yol dik ve dar bir yokuş olduğundan izdiham yaşanmaktaymış (**Şekil 5**). Hem yolculuk süresi hem de insanları yorgunluktan kurtarmak adına Ocak 1875 Galata'yı Pera'ya bağlayan İstanbul Tüneli açılmıştır. 1900 yılında Galata ve Pera istasyonlarında içinde dükkânlar barındıran binalar inşa edilmiştir (Çelik, 1998)



Şekil 5 Galata'yı Pera'ya bağlayan Yüksek Kaldırım (Çelik, 1998)

1926 yılında Tarihi Yarımada'da ilk otobüsler işlemeye başlamıştır. 1930 yıllarında ise taksi ve dolmuş güzergahları oluşturulmuştur. Bu kapsamda otobüs ve dolmuşlarla toplu taşıma geliştirilmiştir (Hamamcıoğlu,). Genişletilen kentiçi karayolları sonucunda tramvayların karayolu ile olan rekabetini önemli ölçüde azaltmıştır. Lastik tekerlekli otobüs toplu taşıma olarak kullanılması başlanması ile birlikte tramvay hatlarının kademeli olarak kaldırılmaya

başlanmıştır. Batı Yakasında 1961 yılında , Doğu Yakasında ise 1966 yılında tramvay hatları tamamen kaldırılmıştır. 1940'ta 4 adet belediye otobüsü ile başlatılan lastik tekerlekli toplu ulaşım filosu 1944'de 29, 1950'de 85, 1960'da 525, 1970 yılında 738 otobüs ile sürdürülmüştür (Hamamcıoğlu,).

Motorlu araçların ortaya çıkmasıyla birlikte daha önceden yaya için tasarlanan yollarda birçok problemlere rastlanmıştır. Özellikle 1950 yıllarda kent içi ulaşımın motorlu araçlara yönlendirme süreci başlamıştır.

Çoğu yollar motorlu taşıtları için yeterli genişliğinde değilmiş. Başbakan Adan Menderes' in trafiği rahatlatmak uğruna yollar genişletmesi ve tarihi dokuyu tahrip ederek 30 metre ve 50 metre genişlikte yeni yollar açılmıştır. Kent içi araba ulaşımı desteklemek için genişletilen yolların başlıcaları Millet Caddesi, Ordu Caddesi, Vatan Caddesidir (Salihvatandaş,2002). 1950'lerde açılan Kennedy Sahil Yolu ise deniz doldurma suretiyle yapılmıştır. Ticaret ve konut alanları artık bu yolların çevrelerinde gelişmiştir (**Şekil 4**).



Şekil 3. Vatan Caddesi çevresinde gelişen Tarihi Yarımada

1970li yıllardan sonra artan lastik tekerlekli ulaşımın sebep olduğu trafik problemlerden dolayı metro gibi alternatif ulaşım türlerine yönelmiştir. Bölgede Yenikapı-Atatürk Havalimanı/ Kirazlı Metro Hattı (M1) ve Yenikapı-Hacıosman Metro Hattı (M2) olmak üzere iki önemli hat bulunmaktadır. 1986 yılında Aksaray-Atatürk Havalimanı arasında ilk hafif metro sisteminin temeli atılmıştır. 1989 yılında ise bu metronun ilk etabı olan Aksaray-Kartaltepe hizmete açılmıştır. Bu hat 2013 yılında Otogar – Kirazlı uzatmasının tamamlanıp 2014 ise Yenikapı istasyonuna kadar uzatılmıştır (Kaynak: Metro İstanbul). Tarihi Yarımada'dan geçen diğer metro hattı olan Yenikapı-Seyrantepe-Hacıosman metrosu ise 1992de temel atılıp 2014 itibariyle tüm istasyonları hizmete açılmıştır.

Bölgedeki önemli raylı sistem hatlarından biri de 1922 yılında açılan Sirkeci-Aksaray hattıdır. Bu hat 1994'de Aksaray-Zeytinburnu hattını içine alacak şekilde genişletilmiş, 2006 yılında ise, Galata Köprüsü üstünden Kabataş'a bağlanan ve Zeytinburnu-Bağcılar hattıyla birleştirilerek 18,5 km'lik güzergahta hizmet vermeye başlamıştır (İstanbul Yarımada Yönetim Planı, 2018).

29 Ekim 2013 yılı itibariyle Marmaray'ın boğaz aşan kısmı dahil Ayrılıkçeşme-Kazlıçeşme etabı hizmete açılmış olup takibinde Atatürk Havaalanı metrosu da Yenikapı istasyonuna bağlanmış, Haliç metro geçiş köprüsünün tamamlanmasıyla birlikte de Taksim'den Marmaray bağlantısı sağlanmıştır. Marmaray açılması bölgedeki arazi kullanımı önemli ölçüde etkilemiştir. Gerek Marmaray Hattı üzerinde gerekse hat çevresinde yer alan yerleşimlerin emlak değerlerinin proje ile birlikte arttığı görülmektedir (Görkem, 2019). Marmarayın açılması ile birlikte erişilebilirliği arttığından Tarihi Yarımada'da kentsel dönüşümü değer kazanmıştır.

Tarihi Yarımada için planlanan üç farklı raylı sistem söz konusudur. Bunlardan ilki Eminönü-Alibeyköyü tramvay hattıdır ve hat Haliç kıyısından denize paralel şekilde ilerlemektedir. Planlanan bir diğer hat Vezneciler-Arnayvuyköy'dür ve hattın Fevzipaşa caddesi üzerinden geçmesi öngörülmektedir. Diğer planlanan hat ise, Yenikapı-

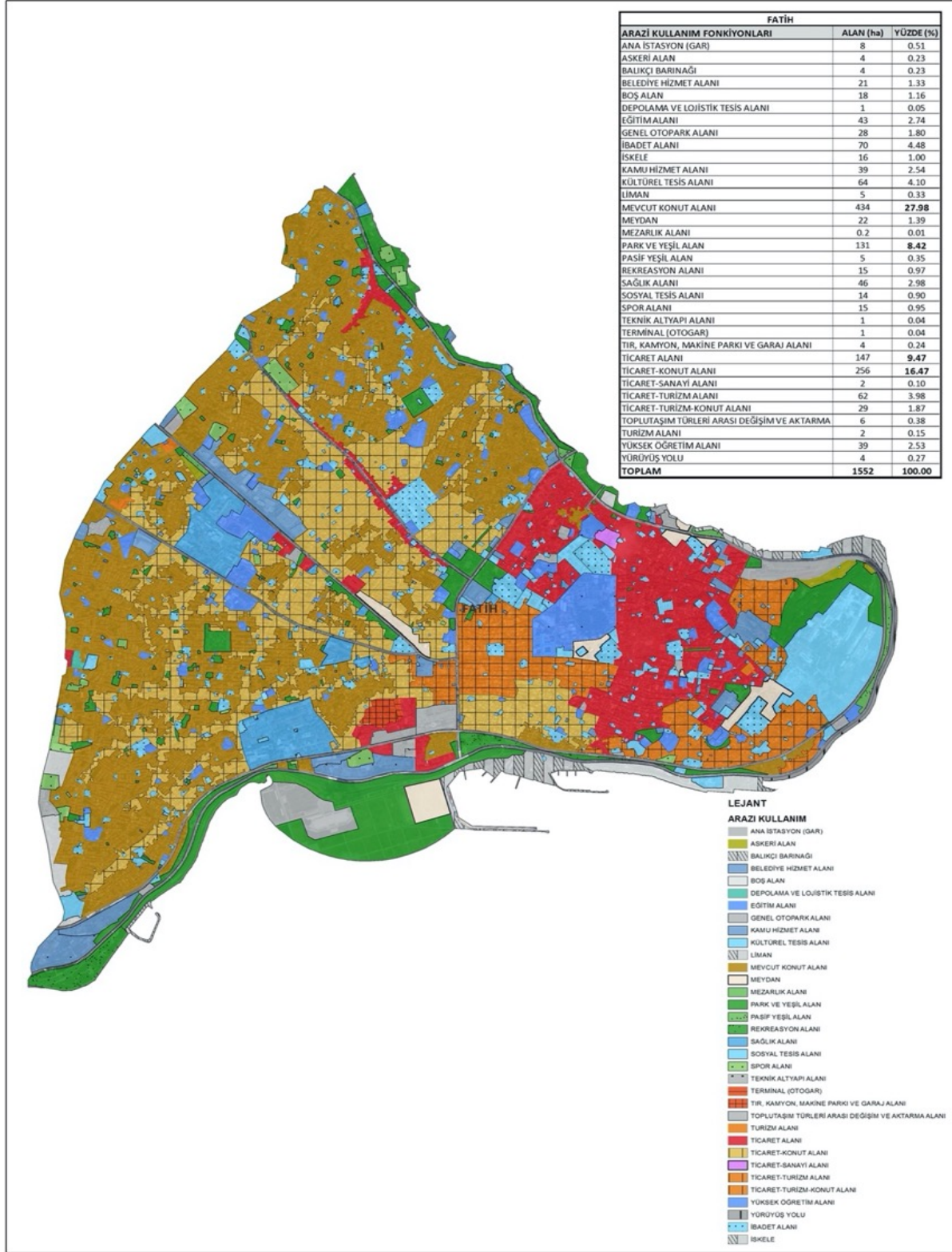
Beylikdüzü metro hattıdır. Planlanan bu hatların inşa edilmesi, bölge içindeki araba yoğunluğunu ve trafiği azaltacaktır (İstanbul Yarımada Yönetim Planı, 2018).

Tarihi Yarımada Mevcut Arazi Kullanım Ve Ulaşım İlişkileri Etkileşimi

Tarihi Yarımada farklı yarımada manzaraları ortaya çıkaran Marmara Denizi, Haliç Körfezi ve İstanbul Boğazı ile çevrelenmiştir. Zirvelerinin 55-65 metreyi bulduğu yedi tepesi Tarihi Yarımada'nın simgeleri haline gelmiştir. Tarihi yarımada 6.650 metre uzunluğunda takviyeli sularla çevrilidir. UNESCO'nun dünya mirası olarak kabul ettiği benzer yerler arasında en çok iç alana sahip olan Tarihi Yarımada'dır (İstanbul Tarihi Yarımada Trafik Talep Yönetimi, 2014). Tarihi Yarımada kara sularıyla iç bölgelerden oluşmakla beraber toplam 2.168 hektarlık bir alana sahiptir. Aşağıda verilen tabloda Tarihi Yarımada'nın kullanımına ilişkin fonksiyonel dağılımda en fazla yer tutanlar verilmiştir (İstanbul Yarımada Yönetim Planı, 2018)

Tablo 1: Tarihi Yarımada Arazi Kullanımının Fonksiyonel Dağılımı (İstanbul Yarımada Yönetim Planı, 2018)

Arazi Kullanımı	Alan (m ²)	Oran (%)
Ulaşım Altyapısı	6.263.730	28,9
Konut Alanları	4.755.593	21,9
Yeşil Alanlar	3.394.647	15,7
Ticaret Alanları	1.443.302	6,7
Mezarlık	1.140.915	5,3
Eğitim Tesis Alanları	962.270	4,4
Sağlık Tesisi Alanları	672.397	3,1
Dini Tesis Alanları	626.61	2,9
İdari Tesis Alanları	511.955	2,4
Boş Alan	497.528	2,3
Sosyo-Kültürel Tesis Alanları	479.846	2,2



Şekil 4. Tarihi Yarımada Arazi Kullanım (İBB Şehir Planlama Müdürlüğü, 2017)

Yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı gibi Tarihi Yarımada'da en fazla arazi kullanımını ulaşım altyapısı oluşturmaktadır. Ulaşım altyapısının payı %28,9 oranındadır. Bunun dışında kalan arazi kullanımını ise %21,9 ile konut alanları, 15,7 ile yeşil alanlar, 6,7 ile ticari alanları ve %5,3 ile mezarlıklar takip etmektedir. Toplam arazinin %4,4'ünü eğitim tesisleri, %3,1'ini sağlık tesisleri, %2,9'unu dini tesisler, %2,4'ünü idari tesisler ve %2,2'sini sosyo-kültürel tesisler oluştururken, arazinin %2,3'ünün boş olduğu görülmektedir.

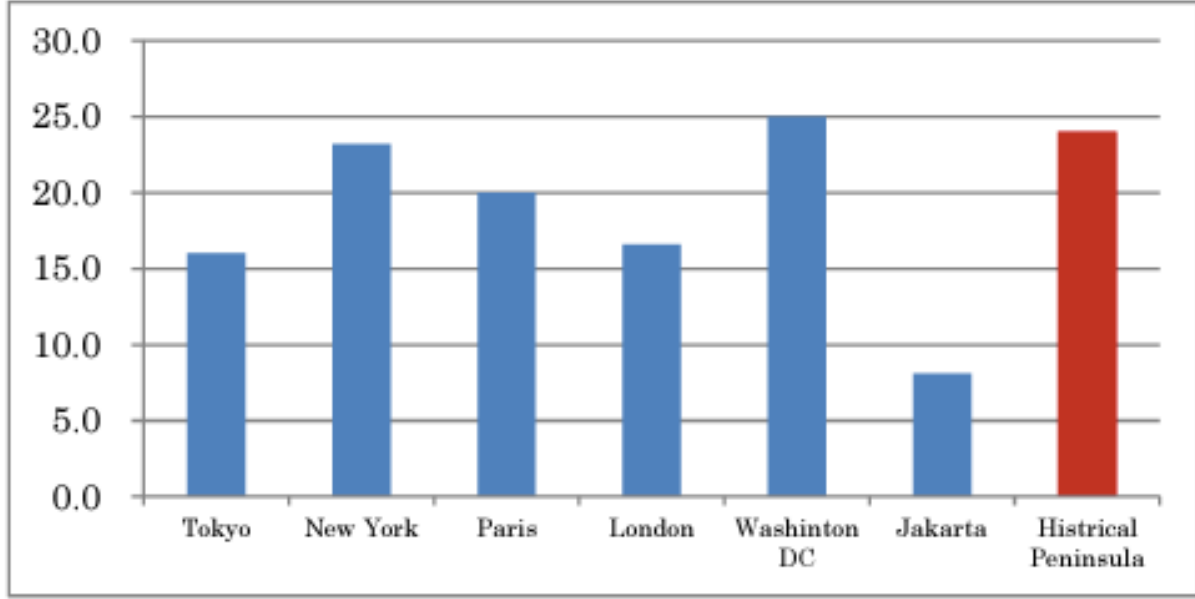
Tarihi Yarımada'nın ulaşımında toplu taşıma güzergahlarına ilişkin yedi düğüm noktası bulunmaktadır. Aşağıda verilen tabloda var olan ulaşım hizmetlerine ilişkin bilgi vermektedir.

Tablo 2: Tarihi Yarımada'da Ulaşım Düğümleri (İstanbul Tarihi Yarımada Trafik Talep Yönetimi, 2014)

	Demiryolu	Tramway	M1	M2	Marmaray	Vapur	Otobüs	Dolmuş/Minibüs
Beyazıt	-	√	-	-	-	-	√	√
Eminönü	-	√	-	-	-	√	√	√
Sirkeci	√	√	-	-	√	-	√	√
Topkapı	-	√	-	-	-	-	√	√
Edirnekapı	-	√	-	-	-	-	√	√
Yenikapı	√	-	√	√	√	√	√	√
Aksaray	-	√	√	-	-	-	√	√

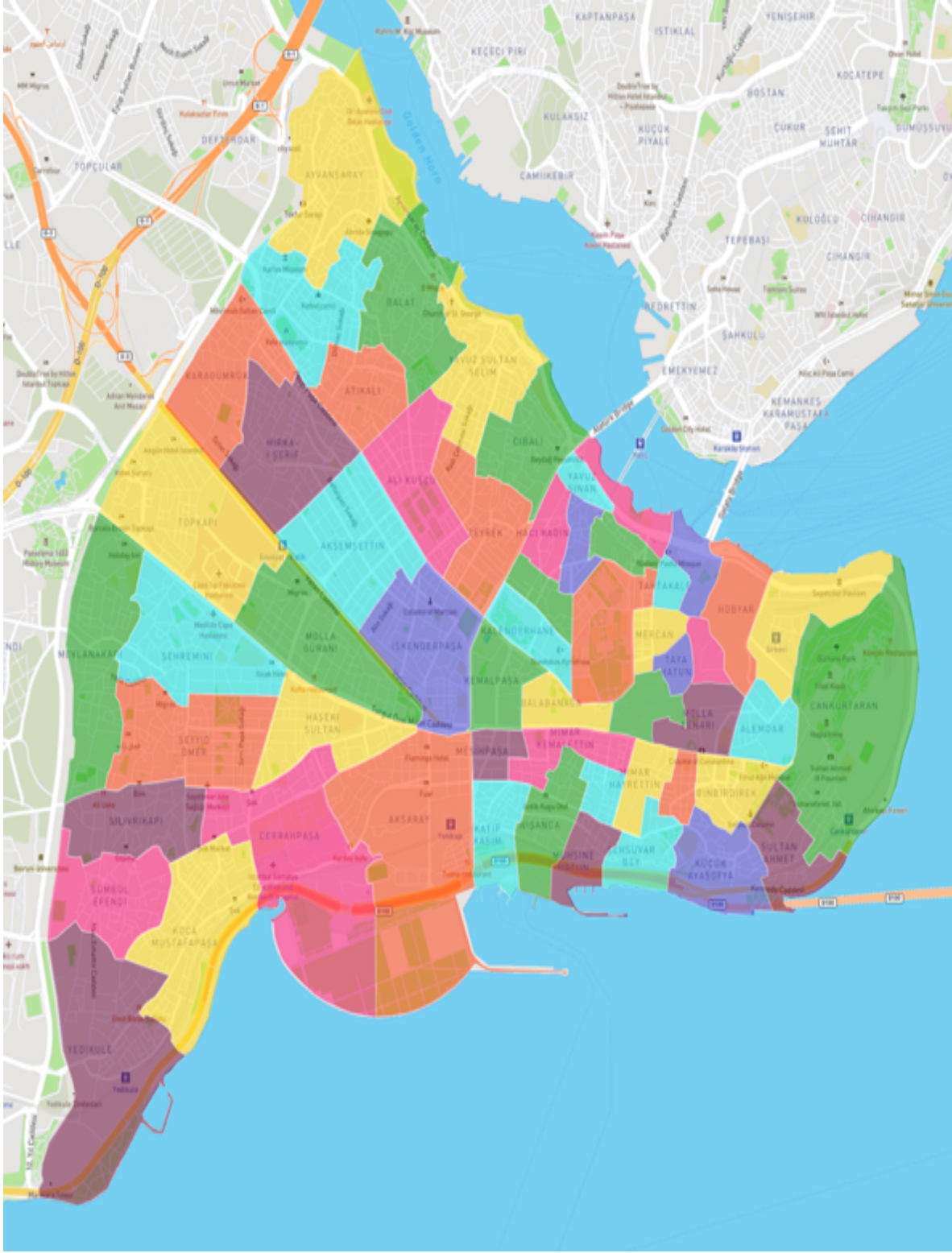
Tarihi Yarımada İstanbul'un en önemli turizm ve ticaret merkezi konumundadır. İstanbul Metropol Alanın farklı ulaşım türlerin birleştiği yer olan Tarihi Yarımada, Yenikapıdan denizyolu ile Marmara kıyıları, Sirkeci Tren İstasyon ile Avrupa'ya açıldığı ulusal ve uluslararası ulaşım ağlarıyla bir İstanbul'un kapısının görevini üstlenmektedir (Hamamcıoğlu ve Yenen, 2009).

Tarihi Yarımada'da bulunan karayolları anayollar, toplayıcı yollar ve tali yollardan oluşmaktadır. Toplam karayolu alanı 375,4 hektardır ve toplam yarımada arazisinin %24'üne denk gelmektedir(JICA,2014). Bu oran diğer dünya şehirlerle rekabet edecek düzeydedir (Şekil 5). İstanbul ilinin bütün çevre yollarının ve bağlantılarının Tarihi Yarımada'yı olumlu etkileyecek şekilde geliştirilmiş olduğu görülmektedir. Kentin tamamını doğu ve batı istikametinde kat eden Haliç ile İstanbul Boğazı'nı geçen D-100 ulaşım hattı Tarihi Yarımada'nın batısında yer almaktadır. Bu hattın bağlantı yolları Vatan, Millet, Fevzi Paşa Caddeleri ile Alana giriş yapmakta ve bu yollar Aksaray ve Saraçhane'de oluşan kavşaklarla sona ermektedir. Bu kavşaklardan Yenikapı, Beyazıt ve Taksim yönüne dağılan ulaşım ağı ve bu yollara ilave edilen sahil yolları karayolu ağının ana omurgasını oluşturmaktadır. Tarihi Yarımada'da ikinci ve üçüncü derece yollar bölgenin topografik yapısından dolayı doğu-batı yönünde platolarda doğrusal, Haliç ve Marmara Denizi kıyısından sırtlara uzanan yamaçlarda ise organik yapıda şekillendirilmiştir (İstanbul Yarımada Yönetim Planı, 2018)



Şekil 5. Dünya'daki Büyük Şehirler Arasında Yol Alan Oranları (JICA,2014)

Özellikle Cumhuriyet Döneminde inşa edilen çok şeritli karayolları Tarihi Yarımada'da içinden geçtikleri mahallerin fizik mekanları önemli bir bölümü tahrip ettiği gibi birçok mahallelerin parçalanmasına da neden olmuştur (Hamamcıoğlu, 2009). **29 Mart 2009 tarihinde** yürürlüğe giren **5747 sayılı** yeni Belediyeler Kanunu gereği 2008 yılına kadar Eminönü bölgesinde 33, Fatih bölgesinde 68 mahalleden oluşan Tarihi Yarımada Fatih ilçesi altında birleştirilmiştir. Bazı mahalleri birleştirilmiş ve mahalle sayısı düşürülmüştür (Sarımşe, 2020). Örnek olarak Aksaray Mahallesi altında Kürkcübaşı - Çakırağa - İnebey – Yalı mahalleleridir. Günümüzde Fatih ilçesinde 57 mahalle bulunmaktadır.



Şekil 6. Tarihi Yarımada Mahalle Dağılımı (Fatih Belediyesi Resmi Web Sitesinden)

Tarihi Yarımada içerisinde trafik açısından elverişsiz olan, eğimin fazla olduğu yerlerde ve dar sokaklarda zaman içinde trafik kendiliğinden yavaşlamaya başlamıştır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yaşam kalitesinin yükseltilmesi amacı ile 2005 yılından itibaren pek çok sokak ve caddenin yayalaştırılmasına ilişkin projeler yapılmıştır. Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü (UKOME) tarafından Tarihi Yarımada için alınan kararlarla yayalaştırmanın sağlanması, araç trafiği sebebi ile bölgede bulunan ticari, kültür ve turizm faaliyetlerinin olumsuz etkilenmesinin önlenmesi, kamusal ve yaya alanlarının iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Yayalaştırma faaliyetleri bu çerçevede 2005 yılı itibari ile başlatılmıştır. Sultanahmet Meydanı ve çevresindeki sokakların yayalaştırılması 2010 yılında gerçekleştirilmiştir (İstanbul Yarımada Yönetim Planı, 2018).

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Planlama Müdürlüğü 2013 yılında İstanbul genelinde otopark alanlarının planlanmasına başlamıştır. Çalışma 2015 yılında tamamlanmış ve bu çalışma ile Tarihi Yarımada'nın otopark arzı, bölgesel analizi, otopark talebi ve planlaması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda Fatih ilçesinde 68.002 araç kapasiteli otopark alanının olduğu, ancak bunun gereksinimi karşılamakta yetersiz kaldığı ve karşılanamayan bu talebin yol üstünden sağlandığı görülmüştür. Yapılan çalışmaya istinaden otopark talebi ve park yeri seçimi ile ilgili model çalışmalar yapılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmalarla gereksinimin bir kısmı karşılanmış olup, karşılanamayan talep için çeşitli stratejik hedefler planlanmıştır (İstanbul Yarımada Yönetim Planı, 2018).

Raylı sistem ve demiryolu bölge ulaşımında önemli bir yere sahiptir. Bölgeye ulaşım konusunda faydalanılan raylı sistemlere yeni hatlar eklenmiştir. 2011 yılında Marmaray, 4. Levent-Taksim Metro hattına bağlanan Taksim-Yenikapı Metrosu ve Aksaray-Atatürk Havalimanı hattına bağlanan Aksaray-Yenikapı bağlantısının sona ermesi ile bölge ulaşımında raylı sistemlerin etkisi artmıştır. Yenikapı, raylı sistemlerin ve diğer ulaşım türlerinin buluşma ve transfer durağı haline gelmiştir (İstanbul Yarımada Yönetim Planı, 2018).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada arazi kullanım ve ulaşım arasındaki ilişkisi Tarihi Yarımada örneğinde değerlendirilmiştir. Arazi kullanım ve ulaşım arasında karşılıklı ilişki olduğunu söylemek mümkündür. Yapılan çalışmalarda arazi kullanımı ve ulaşım arasındaki ilişkisini etkileyen en önemli faktör erişilebilirliktir. Tarihe baktığımız zaman kentler ana ulaşım aksar etrafında gelişmiştir. Bu bölgelerde erişilebilirliği arttırdığından ticaret ve konut için tercih edilmektedir.

Erişilebilirliği için tercih edilen bölgelerde yoğunluk endeksleri artmakta olup ulaşım açısından farklı problemlere yol açmaktadır. Günümüzde İş-ev, iş-alışveriş veya ev-okul gibi yolculukların mesafesi ve zamanı azaltmak adına insanlar bu aktiviteleri onlara yakın bölgelerde yapmayı tercih etmektedirler.

Tarihi Yarımada'ya bakıldığı zaman hizmet, ticari ve turizm merkezi konumunda olmasından dolayı ulaşım açısından farklı problemler yaşanmaktadır. Dünyadaki tarihi kent merkezlere bakıldığı zaman bu bölgelerdeki yükü azaltıldığını açıkça görülmektedir. Tarihi Yarımada için aynı şey söz konusu değildir. Birçok kurumun merkezi bu bölgede bulunmaktadır. Günümüzde Atatürk Bulvarı, Vatan, Millet, Kennedy caddeleri birçok kurumun ulaşımına hizmet vermektedir. Metro, Marmaray, Tramvay, otobüs, ve vapur gibi birçok ulaşım türlerinin birleştiği yer olan Tarihi Yarımada, bu bölgede yaşamayan veya hizmet almak için gelmeyen bile İstanbul'un başka bölgelere ulaşmak için Tarihi Yarımada'dan geçmektedir. Bundan dolayı günün her saatinde yolcu çeken bölge olduğundan trafik sıkışıklığı ve yoğunluk yaşanmaktadır.

İstanbul Metropolen Alanı bütününde olduğu gibi Tarihi Yarımada'da karayolu ulaşımı en ağırlıklı türü (%73 civarında) oluşturmaktadır. Bundan dolayı bu bölgede oluşan yolculuklarda lastikli taşıt kullanımını arttırmaktadır. Bu durum özel otomobil sahipliğini de arttırmakta olup trafik sıkışıklığını ve otopark sorunun yaşanmasına yol açmaktadır. Tarihi doku nedeniyle Yarımada günlük yolculuk açısından şu anki otomobil sayısını kaldıracak kapasitede değildir. Otopark yetersizliğinden dolayı Tarihi Yarımada'daki ikinci ve alt kademedeki yolların otopark olarak kullanıldığı görülmektedir. Otopark yetersizliğinden yollarda araçların çift taraflı park edildiği bir araç geçemediği alanlara dönüşmesinden dolayı otopark trafik sıkışıklığı yaşanmaktadır.

Tarihi Yarımada tarihi dokunun sınırlı parsel boyutları nedeniyle mevcut kentsel hizmet-donatı alanları artan nüfusunun ihtiyaçlarına yanıt vermemektedir. Tarihi Yarımada'daki birçok alan koruma altında olduğundan yeni ihtiyaçları karşılamak adına genişleme kapasitesi yoktur. Bu sorun donatı alanların eksikliği, dengesiz dağılımı ve donatılara yaya ile erişme mesafesi arttırmaktadır.

Bölgede özellikle araç trafiğinin yoğun olduğu yerlerde otopark problemleri görülmektedir. Bölgede yoğun olarak açık otopark kullanımı bulunmaktadır. Ancak bu durum çevre tahribatına neden olduğu gibi yaya ve yol kullanım alanlarını da olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple yaya ve yol kullanımına engel teşkil edecek şekilde davranış sergileyen açık otopark işletmelerinin kaldırılarak yerine kamu denetiminde olan imarlı, kayıtlı, ruhsatlı ve düşük kapasiteli kapalı otoparkların yapılması planlanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Tarihi yarımadaadaki arazi kullanım-ulaşım problemlerine ilişkin bazı önerilere bulunacaktır. Bu önerileri aşağıda sıralanmaktadır:

- Tarihi Yarımadaadaki taşıt sayısı azaltmak için öneriler
- Özellikle gündüz saatlerinde yaşanan trafik sıkışıklığı azaltmak için Tarihi Yarımadaya giren araç sayısını azaltmak gerekmektedir. Bu öneriye örnek olarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ordu Caddesi ve Çevresi Yayalaştırma Proje kapsamında bu caddeye saat 10:00-22:00 arasında araçla girişini yasaklanmasıdır.
- Tarihi Yarımadaadan geçen anayolların azaltılmalıdır. Böylece bölgeden geçen araç sayısını azaltılmasını amaçlanmaktadır.
- Park et ve Devam et uygulaması. Tarihi Yarımadaya gelecek ziyaretçiler için Surdışına yakın bölgelerde park alanları oluşturulması ve bu bölgelerden Suriçine alternatif ulaşım türleri (toplu taşıma, bisiklet vb) sağlanması bölgeye giren araç sayısı önemli ölçüde azaltacaktır.
- Otopark ücretlerinde politikası uygulanmalıdır. Arttırılan ücretlerle birlikte bölgeye gelen araç sayısını azaltılacak. Böylece Suriçine gelecek ziyaretçilerin toplu taşıma veya alternatif ulaşım türleriyle bölgeye erişimi sağlanması amaçlanmaktadır.
- Toplu taşımanın kullanılabilirliğini ve erişilebilirliğini artırılmalıdır.
- Tek yön uygulaması önerisi

Tarihi Yarımadaadaki sokakların darlığından dolayı ulaşım açısından birçok probleme yol açmaktadır. Bu yollar dar olmasına rağmen çift yön olarak kullanılmaktadır. Bu sokakların yapılanmasını imarı bitmiş, yıkıp yeniden yapmak mümkün olmadığından dar sokakların tek yön olarak kullanılması bölgedeki trafik sıkışıklığı önemli ölçüde azaltacaktır.

- Hizmet alanları Tarihi Yarımadaanın dışına alınması önerisi

Tarihi Yarımadaada yoğunluk oluşturan diğer bir etken de çoğu kamusal hizmet kurumları bu bölgede bulunmasıdır. İstanbul Emniyet Müdürlüğü, İstanbul Valiliği, İstanbul Göç İdaresi, İstanbul Vergi Dairesi Başkanlığı gibi yoğun çalışan ve ziyaretçi akımını gerçekleştirdiği kurumlar Tarihi Yarımadaada bulunmaktadır. Bu kurumlarda hizmet almak için gelen ziyaretçiler bu bölgede yoğunluk artmasına sebep olmaktadır. Bu kurumlarda çalışanlar ise iş-ev yolculuk mesafesini ve süresini azaltmak adına bu iş yerlerine yakın bölgede kalmayı tercih etmektedirler. Burada oluşan yoğunluğu azaltmak adına bu kurumları Surdışına alınmalıdır. Bu mümkün olmasa bilgisayar-internet aracılığı ile özellikle kentsel hizmet-donatı alanlarından yönetim alanlarına gitmeden talep, fatura vergi ödeme ve diğer işlemlerin online olarak gerçekleştirilebileceği düzenlemelerin kurumlarca desteklenmesi sağlanabilir.

5. REFERANSLAR

Akseki H. ve Meşhur M. Ç., 2013. Kentsel Yayılma Sonucu Yapılaşmaya Açılan Verimli Tarım Alanları: Konya Kenti Deneyimleri *Megaron* 2013;8(3):165-174, DOI: 10.5505/Megaron.2013.99609.

Alaylı, B. (2006). Land use optimization for Improved transportation system performance Case study: Ankara (Yüksek Lisans Tezi). YÖK tez merkezinden edinilmiştir (199944).

Bento, A., Cropper, M., Mobarak, A., & Vinha, K. (2003). The impact of urban spatial structure on travel demand in the United States. *Policy Research Working Papers*. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-3007>

Berke, P. R., Godschalk, D. R., Kaiser, E. J., & Rodriguez, D. A. (2006). *Urban Land Use Planning*. Chicago: University of Illinois Press.

Brown, M. A. (2009). Growing cooler: The evidence on Urban Development and Climate Change - by Reid Ewing, Keith Bartholomew, Steve Winkelman, Jerry Walters, and Don Chen. *Review of Policy Research*, 26(1-2), 228–231. <https://doi.org/10.1111/j.1541-1338.2008.00379.x>

Brownstone, D., & Golob, T. F. (2009). The impact of residential density on vehicle usage and energy consumption. *Journal of Urban Economics*, 65(1), 91–98. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2008.09.002>

Cervero, R. (2002). Built environments and mode choice: Toward a normative framework. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7(4), 265–284. [https://doi.org/10.1016/s1361-9209\(01\)00024-4](https://doi.org/10.1016/s1361-9209(01)00024-4)

Demirci, A. (2011). Using Geographic Information Systems (GIS) at schools without a computer laboratory. *Journal of Geography*, 110(2), 49 — 59.

Ewing, R., & Cervero, R. (2002). Travel and the Built Environment: A Synthesis. *Transportation Research Record*, 87–114.

Genim, M. Sinan (2010), Genim “İstanbul ve Mimari”, Şehir ve Kültür: İstanbul, İstanbul, 2010, s. 233-291.

İstanbul Tarihi Yarımada Yönetim Planı, 2011

İBB Şehir Planlama Müdürlüğü, 2017 <https://sehirplanlama.ibt.istanbul/fatih-ilcesi/> Erişim Tarihi 22.06.2022

Khattak, A. J., & Rodriguez, D. (2005). Travel behavior in neo-traditional Neighborhood Developments: A case study in USA. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(6), 481–500. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2005.02.009>

Kılınçaslan, İ., 2002. Kentleşmenin Ekonomik Yönleri, İ.T.Ü. Matbaası, İstanbul

Kuzmyak, R. J., & Pratt, R. H. (2003). *Traveler response to Transportation System Changes Handbook, third edition: Chapter 15, land use and site design*. Transportation Research Board. Retrieved June 4, 2022, from <https://www.trb.org/Publications/Blurbs/153167.aspx>

Lawrence Frank and Company, Inc., & Mark Bradley and Keith Lawton Associates. (2005). *Travel behavior, emissions, & Land Use Correlation Analysis in the central Puget sound*. CiteSeerX. Retrieved June 25, 2022, from <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.135.9911>

Manavoğlu, E. ve Ortaççeşme, V. (2015). Şehir ve bölge planlama. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ders Notu, Antalya, 173.

Meşe, F. (2009). Fatih'in mahalleleri – 1. Erişim Tarihi 13.07.2022 <https://www.gzt.com/skyroad/fatihin-mahalleleri--1-3547073>

Polat, Serkan & Aktaş Polat, Semra (2014), Yabancı Turistlerin Müşteki “Mağdur” Olarak Müdahil Oldukları Asayiş Suç Türlerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma, SOİD-Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi, Yıl: 11, Sayı: 1, ss. 38-57

Prevedouros, P. D., & Schofer, J. L. (1991). Trip Characteristics and Travel Patterns of Suburban Residents. *Transportation Research Record*.

Rowe, D., Haas, P., & McCourt, R. S. (2013). *Do land use, transit, and walk access affect residential parking demand?* Retrieved May 6, 2022, from

https://www.researchgate.net/publication/296964550_Do_Land_Use_Transit_and_Walk_Access_Affect_Residential_Parking_Demand/stats

Stead , D., & Marshall , S. (2001). The Relationships between Urban Form and Travel Patterns: An International Review and Evaluation. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 1(2), 113–141.

Özbay, K. (n.d.). Ulaşım ve Kentsel Mekân İlişkisi, . *Kent Akademisi*, 11(3), 367–373.

https://tr.wikipedia.org/wiki/Fatih#/media/Dosya:Istanbul_location_Fatih.svg

Not: Bu makale, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Ve Ulaştırma Sistemleri Tezli Yüksek Lisans Programı'nda, Dr. Öğr. Üyesi Özdemir Sönmez danışmanlığında, “**Arazi Kullanımı-Yoğunluğu Ve Ulaşım Arasında İlişkinin Fatih Tarihi Merkez Örneğinde Değerlendirilmesi**” başlıklı yüksek lisans tezinin ön çalışmalarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Araştırma Makalesi

MÜZELERDE AYDINLATMANIN MEKÂN ALGISI ÜZERİNE ETKİLERİ

Didem ÖZCANLI[†], Burhan SATICI^{††}[†] İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye^{††} İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, İstanbul, Türkiye**didem.ozcanli@istanbulticaret.edu.tr, bsatici@ticaret.edu.tr****ORCID** 0000-0001-8958-6033, 0000-0002-8919-6016**Atıf/Citation:** ÖZCANLI, D., SATICI, B., (2023). Müzelerde Aydınlatmanın Mekan Algısı Üzerine Etkileri, Journal of Technology and Applied Sciences 6-1 s23-25 DOI: 10.56809/icutas.1228858

ÖZET

Teknoloji, sanayi, inşaat, iletişim gibi farklı alanlarda yaşanan gelişmeler ile yaşam alışkanlıkları değişmekte, yaşamın dinamikleşmesi ile iç mekânlarda geçirilen süre artmakta ve bunun sonucu olarak mekânda aydınlatma yaşamın vazgeçilmez bir unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Aydınlatmanın mekânla ilişkisi, mekân algısını doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda tasarımcı, ışığın mekân içerisinde nasıl bir rol üstleneceğinin bilincinde olarak tasarımlarını şekillendirmelidir. Bütüncül olarak ele alınmış ve tasarlanmış bir mekân, ışığın doğru kontrol edilmesiyle ve kullanılmasıyla kullanıcı ile iletişime geçecektir.

Bu çalışmada müze yapılarında aydınlatmanın mekân algısı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma, aydınlatmanın görsel konforu ve görsel performansı sağlamanın ötesinde, mimari tasarımın temel unsurlarından biri olarak ele alınması gerekliliğine vurgu yapmak amacıyla hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: mekân, mekân algısı, müze, aydınlatma

THE EFFECTS OF LIGHTING IN MUSEUMS ON THE PERCEPTION OF SPACE

ABSTRACT

With the developments in different fields such as technology, industry, construction and communication, living habits are changing, the time spent indoors increases with the dynamism of life, and as a result, lighting in the space appears as an indispensable element of life. The relationship between lighting and space directly affects the perception of space. In this context, the designer should shape her/his designs by being aware of the role that light will play in the space. A space that has been considered and designed holistically will communicate with the user with the correct control and use of light.

In this study, the effects of lighting on the perception of space in museum buildings were examined. The study has been prepared to emphasize the necessity of considering lighting as one of the basic elements of architectural design, beyond providing visual comfort and visual performance.

Keywords: space, space perception, museum, illumination.

Geliş/Received	:	03.01.2023
Gözden Geçirme/Revised	:	17.01.2023
Kabul/Accepted	:	02.02.2023

1. GİRİŞ

Çağımızda gelişen teknoloji ve sanayinin getirisini olarak, günün sürekli bir devinim halinde dinamik olarak yaşanması, nüfus yoğunluğuna bağlı olarak değişen yeni yapılaşma modeli, aydınlatma armatürlerinde ışığın kontrol edilebilir, taşınabilir ve ayarlanabilir olması ile doğal ve yapay aydınlatma yaşamın vazgeçilmez bir unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır.

İnsan fizyonomisi ve psikolojisi üzerinde önemli etkileri olan ışık ve aydınlatmanın (Gürel, 2001) mekânla ilişkisi; mekânın kullanıcı tarafından nasıl algılanacağını, kullanıcı üzerinde nasıl bir iz bırakacağını belirleyen ana etkeni oluşturmaktadır. Bu etken mekânın fonksiyonuna, işlevine ve kullanıcı ihtiyacına göre değişkenlik göstermektedir. Eğitim merkezleri, hastaneler gibi görsel konfor ve performansın sağlanmasının ön planda olduğu mekânlarda doğal aydınlatmanın yanı sıra yapay aydınlatmaya gündüz saatlerinde de ihtiyaç duyulmaktadır. Müzeler, sanat atölyeleri, galeriler gibi sergileme alanlarında mekân aydınlatma ilişkisi; kullanıcının mekânı ve sergilenen objeleri nasıl algılayacağı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır.

Bu çalışmada, aydınlatmanın mekânla ilişkisinde çok yönlü bir değerlendirilme yapabilmek adına, müzelerde aydınlatmanın mekân algısı üzerine etkileri incelenmiştir. Müze; sanat ve bilim eserlerinin veya sanat ve bilime yarayan nesnelerin saklandığı, halka gösterilmek için sergilendiği yer veya yapı olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2021). Müze tanımı göz önünde bulundurulduğunda, müzelerin iki temel işlevi olduğu görülür. Bu iki temel işlev en genel anlamda eserlerin korunması ve sergilenmesine yöneliktir. Müzelerde aydınlatma kavramı ise hem eserlerin sergilenmesinde hem de eserlerin korunmasında müzeciliğin ortaya çıktığı zamandan günümüze değin etkili olmuştur (Yöndem ve Akyol, 2017). Müze yapılarında, aydınlatmanın mekân algısı üzerindeki etkilerinin yanı sıra, sergilenen nesnelerin doğru algılatılması ve mekânın kullanıcı üzerinde oluşturduğu etkiye de dikkat çekilmektedir.

Çalışmada aydınlatmanın görsel konforu ve görsel performansı sağlamanın ötesinde, mimari bir unsur olarak değerlendirilmesi gerekliliğine vurgu yapılmaktadır. Çalışmanın temelini oluşturan müzelerde aydınlatma ve mekân algısı ilişkisi; bu kavramları destekleyen mekân ve iç mekân kavramları ile ele alınarak açıklanmıştır. Çalışma, literatür taraması tekniğiyle hazırlanmış olup, aydınlatmanın mekân algısı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla hazırlanan çalışmalara temel oluşturması hedeflenmiştir.

2. MEKÂN KAVRAMI

Tarih boyunca mekân kavramı üzerine farklı disiplinler tarafından araştırmalar yapılmış; mimarlar, sosyologlar, tarihçiler, filozoflar tarafından mekâna ilişkin tanımlamalar ortaya konulmuştur. Mekânın kesin bir tanımı yapılamamakla birlikte, yapılan çalışmalar “mimari mekân” kavramı üzerinden somutlaştırılmaktadır. Mimari mekân kavramıyla birlikte; mekânın algılanabilmesi için belirli sınırlarının olması gerekliliği yapılan çalışmaların ortak sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mekân; çeşitli öğelerin bir araya geldiği farklı fonksiyonlar için oluşturulmuş, kullanıcısıyla var olan boşluğun toplamıdır (Tugay ve Altuncu, 2011).

Mekân, mimarlığın bütününe ilişkin bir olgu ve bir mimari ürünün dördüncü boyutu olarak da karşımıza çıkmaktadır. Bir yapının mekâna sahip olması, bu yapıyı en, boy ve yüksekliğin ötesinde üç boyutlu bir kütle olmaktan çıkartmakta; bu yapıya insanların yaşamlarından etkilenen bir mekân boyutu kazandırmaktadır (Zevi, 1974).

Mimari mekân; kullanıcı ile tanımlanır, kullanıcının ihtiyaçlarına göre kurgulanır ve fonksiyon kazanır. İnsanın mekân üzerindeki etkilerinin yanı sıra, mekânın da insan üzerinde etkileri bulunmaktadır. Mekân insanı yönlendirebilir, algısını değiştirebilir, aidiyet oluşturabilir, hatta insan psikolojisi üzerinde iz bırakabilir. Bu karşılıklı iletişim ve etkileşim mekânı oluşturan öğelerin birbiriyle olan ilişkisiyle doğrudan ilgilidir. Malzeme, renk, doku, aydınlatma, akustik gibi mekânı tanımlayan öğelerin tasarımı, mekân tasarımından ayrı düşünülemez.

Mekân ve ifade ettiği anlam zaman içerisinde değişime uğrayabilir. Bunun en belirgin örneğini müze yapılarının tarihsel süreç içindeki değişimi ile görmekteyiz. Sanat eseri ve eserlerin sergileme ve koruma işlevi ile günümüze uzanan müze mekânlarının günümüzde dönüşüm geçirerek; kullanıcıya sürekli bir deneyim kazandıran mimari yapılara, sanat merkezlerine dönüştüğünü söylemek mümkündür. Renzo Piano ve Richard Rogers tarafından 1977 yılında yapımı tamamlanan Paris’in en önemli sanat merkezlerinden olan Centre Pompidou bu dönüşümün önemli

örneklerindedir (Şekil 1). Paris'te düzenlenen uluslararası proje yarışmasında birinciliği kazanan ve uygulanan proje, alışlagelen mekânsal kurgunun ve biçimin dışına çıkmaktadır.



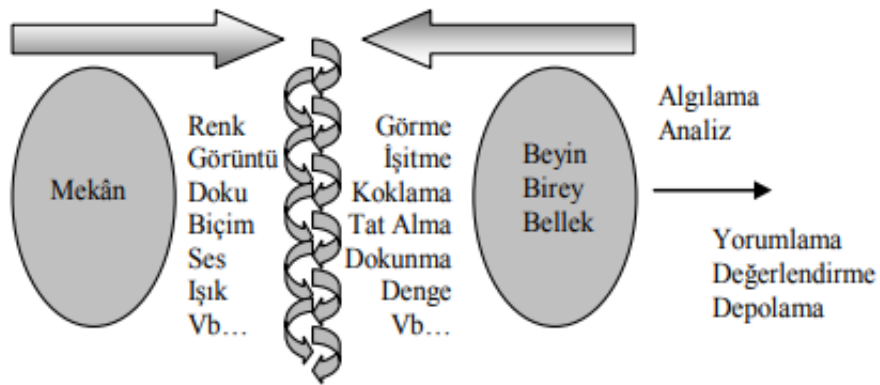
Şekil 1. Centre Pompidou, Paris.

Yapı; konumlandığı tarihi alan, kendisine eklenen meydan, yapı yüzü, mekân ve iç mekânları ile bir bütündür ancak bu bütünlük kullanıcı ile etkileşime geçtiği anda tamamlanmaya başlar. Mekân-insan arasındaki bu karşılıklı iletişim ve etkileşim “mekân algısı” kavramını ortaya çıkarmaktadır.

3. MÜZELERDE MEKÂN ALGISI VE AYDINLATMA İLİŞKİSİ

Mekânın hacimsel bütünlüğünün kullanıcı tarafından duyularla tanımlanması mekân algısı kavramını ortaya çıkarmaktadır. Algılama süreci; simgesel, görsel, duygusal, seçimleyici algı olmak üzere dört öğeden meydana gelmektedir (İnceoğlu, 2010). Mekânın algılanabilmesi; insan-mekân-zaman iletişiminin kurulması ve bu iletişimin sürekliliği ile sağlanabilir.

Algılama süreci, mekânın fizik ortamından toplanan verilerin insan beyninde yorumlanarak bir yargıya varılması ile başlar. Mekânın duyum aşamasını gösteren eden Şekil 2’de görüleceği üzere; mekânı niteleyen renk, görüntü, doku, biçim, ses, ışık vb. gibi bileşenlerin; görme, işitme, koklama, tat alma, dokunma olmak üzere beş duyu ile hissedilmesi algılamanın ilk basamağını oluşturmaktadır. Algı öznelidir; bu bağlamda mekânda var olan nesnel veriyi, öznel olarak değerlendiren insanların mekânı değerlendirme ölçütleri birbirinden farklı olacaktır. Beş duyu tarafından toplanan verilerin zihinde yorumlanma sürecinde; sosyolojik, kültürel, psikolojik, coğrafi etkenler belirleyici olmaktadır.



Şekil 2. Mekânın duyum aşaması (Özak ve Gökmen, 2009).

Işık, renk, ses, koku, hava devinimleri, ısı-nem gibi öğelerden oluşan fizik ortamın algılanması, büyük oranda görme eylemi aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Görsel algılama ile mekân-insan iletişiminin en temel köprüleri oluşmaktadır.

3.1. Görsel Algılama

Işığın sinirsel uyarılara dönüşmesi ile görme; bu sinirsel uyarıların beyinde yorumlanması ile de görsel algılama oluşmaktadır. Görme; ışık, göz ve nesne aracılığıyla gerçekleşmektedir, ancak görsel algılama, beyin tarafından alınan verilerin analizi ve yorumlanması sonucunda oluşmaktadır. Nesnelerin görünür hale gelmesi, ışığın bir gerece çarpmasıyla ya da geçmesiyle meydana gelmektedir.

Görsel algılamanın eksiksiz bir biçimde gerçekleştirilmesinde yani, iyi görme koşullarının sağlanmasında rol oynayan görsel konfor etkenleri,

- Aydınlığın niceliği,
- Aydınlığın niteliği,
- Çevrede yer alan duvar, tavan vb. yüzey özellikleri,
- Işıklılık-kamaşma olarak sıralanabilir (Baskan, 2004).

3.1.1. Aydınlığın Niceliği

Aydınlığın niceliği, bir mekânın algılanabilmesi için gerekli olan aydınlık düzeyidir. Aydınlık düzeyi ise, bir yüzeyin birim alanına birim zamanda düşen ışık akısı miktarıdır. Aydınlık düzeyi birimi lüks (lümen/m²), sembolü ise E'dir.

Mekânın işlev ve fonksiyonuna göre ihtiyaç duyulan aydınlık düzeyi farklı olmaktadır. Buna ek olarak, tek bir mekân içerisinde de farklı aydınlık düzeylerinin sağlanması gerekebilir. Şekil 3'te kültür, sanat ve eğitim yapılarında gerekli olan minimum aydınlatma düzeyi tablosu verilmiştir.

KÜLTÜR, SANAT, EĞİTİM CULTURE, ART, EDUCATION	
Konser Salonu, Sinema, Tiyatro Salonu (Genel) Concert Hall, Cinema, Theaters (General)	100
Konser Salonu, Sinema, Tiyatro Salonu (GFuaye) Concert Hall, Cinema, Theaters (Foyer)	200
Işığa Duyarlı Nesnelerin Teşhiri Exhibition of light sensitive objects	150
Işığa Duyarsız Nesnelerin Teşhiri Exhibition of light insensitive objects	300
Sınıflar Classes	500
Konferans Salonları Conference Halls	300
Laboratuvarlar, Kütüphaneler Laboratories, Libraries	500

Şekil 3. Kültür, sanat ve eğitim yapılarında minimum aydınlık düzeyleri.

Tabloda yer alan değerler incelendiğinde minimum aydınlık düzeylerinin; fuaye alanlarında 200 lm/ m², ışığa duyarlı nesnelerin teşhirinde 150 lm/ m², ışığa duyarsız nesnelerin teşhirinde 300 lm/m² olduğu görülmektedir. Müze yapılarında aydınlık düzeyi dağılımları; mekânın işlevi, sergilenen nesnelere gibi etkenlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Minimum aydınlık düzeyindeki bu farklılıklar, müze yapılarında aydınlatma mekân ilişkisinin çok yönlü bir değerlendirme ile ele alınması gerekliliğini göstermektedir.

3.1.2. Aydınlığın Niteliği

Belli bir S alanına düşen ışık akısı değişmeksizin, değişen her özelliği o ışığın niteliği ile ilgilidir (Sirel, 1992).

Mekânda iyi görme koşullarının sağlanabilmesi; minimum aydınlık düzeyinin yanı sıra, aydınlığın niteliğinin de uygun olması ile mümkün olacaktır. Işığın doğrultusal yapısı, rengi, renk sıcaklığı, renksel geriverim, oluşan gölgelerin nitelikleri aydınlığın niteliğini oluşturan kavramlardır.

Aydınlığın niteliği ve niceliği iyi görme koşullarının ve dolayısıyla görsel algılamının temelini oluşturmaktadır. Aydınlığın niceliği aydınlık düzeyiyle ilişkilidir, göz farklı aydınlık düzeyi dağılımlarına uyumlanarak görsel algılamının doğru gerçekleşmesini sağlayabilir. Ancak aydınlığın niteliği, ışığın az ya da çok olmasıyla ilgili değildir. Aydınlığın niteliğiyle ilgili değişkenler, görsel algıyı doğrudan etkilemektedir. Aydınlığın niteliği, nesnelere ifadesini değiştirebilecek etkiye sahiptir. Farklı biçimde ya da dokudaki nesnelere aydınlatılmasında ihtiyaç duyulan aydınlık niteliği de değişken olacaktır.

3.1.3.Çevrede Yer Alan Yüzey Özellikleri

Mekânda yer alan; döşeme, duvar, tavan gibi yüzeylerin özellikleri görsel algılamayı doğrudan etkilemektedir. İç yüzeylerin ve nesnelere renklerine ve dokularına göre yansıtma faktörü değişkenlik göstermektedir. Aydınlatma yapılmadan önce, hacimdeki malzemelerin ve yüzeylerin ışığı yansıtma biçimini değerlendirmek gerekmektedir. Buradan hareketle müze yapılarında sergilemede çevrede yer alan yüzey özelliklerinin sergilenen nesnelere algılatılmasında çok önemli bir değerlendirme kriteri olduğunu söylemek mümkündür.

Sergilenen nesne ile etrafındaki yüzeylerin yansıtıcılık değerlerinin farklı olması nesneyi dikkat çekici kılar. Örneğin yansıtıcılığı %30 olan bir duvarın önüne yansıtıcılığı daha fazla olan bir nesnenin sergilenmesi o nesnenin daha iyi algılanmasını sağlar (Kamar, 2008). Buna ek olarak, müze yapılarında ışıklılığı yüksek yüzeylerin koruma camları üzerindeki yansımalarının da denetlenmesi oldukça önemlidir. Bu durumda koruma camlarının yansıtma çarpanı düşürülse bile görsel algılamayı ve görmeyi engelleyici yansımalar ortaya çıkabilir. Bu bağlamda yüzeylerin ışıklılık dağılımlarının da görsel algılamayı etkileyen bir diğer unsur olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

3.1.4. Işıklılık (Parıltı)

İyi görme koşullarının sağlanmasında aydınlığın nicelik ve niteliğinin yanı sıra, ışıklılık dağılımının da uygun olması gerekmektedir. Işıklılık değeri; aydınlık düzeyi ve yansıtma çarpanlarına bağlıdır.

Görme alanı içindeki ışıklılık dağılımı görsel konforu da etkilemektedir. Bu nedenle, kamaşmaya yol açabilecek yüksek ışıklılıklardan, gözün sürekli uyma yapmasından ötürü yorgunluğa neden olabilecek çok büyük ışıklılık farklarından, düşük ışıklılıklardan ve tekdüze, uyarıcı olmayan çalışma ortamı yaratan çok küçük ışıklılık farklarından kaçınılmalıdır (CIE, 2001; EN, 2002).

3.1.5.Kamaşma

Kamaşma; ışıklıkların uygun olmayan dağılımları ya da aşırı karşıtlık sonucu, nesnelere ya da bunların ayrıntılarının ayırt edilmesinde bir yetenek eksikliği ya da bir güçlük, bir sıkıntıya yol açan görme koşulları olarak tanımlanmaktadır (Sirel, 1997).

Mekânda kamaşmanın varlığı, görsel algılamayı doğrudan etkilemektedir. Görsel performansı bozan ve kullanıcı üzerinde rahatsız edici etkileri bulunan kamaşmanın denetlenmesi, görsel algılamının eksiksiz gerçekleştirilmesi için büyük önem taşımaktadır.

3.2. Müzelerde Aydınlatma Tasarımı

Dünyada görsel olarak algıladıklarımızın tümü ışıkla gerçekleşir. Çünkü görme ve görsel algı ışık sayesinde meydana gelir. Bu sebeple bir nesneyi görebilmemiz için ya kendisinin bir ışık kaynağı olması ya da üzerine düşen ışığı yansıtması gerekir. Görebildiğimiz her şeyi ışık tanımlar ve var eder (Özmen, 2010) Aydınlatmanın mekân içerisinde kullanılma biçimi, mekânın nasıl algılanacağını belirleyen ana etmendir. Mekânda kurgulanan doğru aydınlatma tasarımı ile mekânda algılatılmak istenen tema doğru ve en iyi şekilde kullanıcıya aktarılacaktır.

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) aydınlatmayı; nesnelere, bunların çevrelerine ya da bir bölgeye, bir kent bölgesine görülebilmeleri için ışık uygulanması olarak tanımlanmaktadır (Sirel, 1997). Aydınlatma tasarımı ile; görsel konforun ve görsel performansın sürdürülebilir çözümler ile iyileştirilmesinin yanı sıra; mekânın, çevrenin ya da nesnelere mimarisinin algılatılması da hedeflenmektedir. Görsel konforun sağlanması için mekân içinde oluşturulması gereken belirli koşullar vardır. Bu koşullar mekân içinde yapılan işle ilgili detayların ve renklerin kolaylıkla görülmesini, görmeyi engelleyici ya da kullanıcıyı yanıltıcı gereksiz gölgelerin oluşmasının engellenmesi, mekân içinde fazla yer kaplayan yüzeylerin açık renklere boyanmasını, yapılan işle ilgili ve kullanıcıya uygun olan aydınlatma araçlarının seçilmesini ve seçilen aydınlatma araçlarının kamaşmaya neden olmaması için doğru yerlere ve doğru açılarla yerleştirilmesini kapsar (Tugay ve Altuncu, 2011).

Mekânı tanımlayan temel öğelerden olan ışık ile; kullanıcı mekânda yönlendirilebilmekte, tasarlanan mekânın boyutları farklı algılatılabilmektedir. Işığın mekân algısı üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde, her mekân için ihtiyaç duyulan aydınlatma tasarımının da birbirinden farklı olması gerektiği sonucuna ulaşılabilecektir. Kullanıcı ile aktif iletişim kurması beklenen müze yapılarında; bu iletişimin çok büyük oranda aydınlatma tasarımı ile sağlandığını söylemek mümkündür. Çünkü müzelerde aydınlatma; iyi görme koşullarının sağlanmasının ötesinde, mekân algısını etkileyen temel faktörü oluşturmaktadır. Aydınlatmanın kullanıcı üzerindeki bu etkilerini Berlin Yahudi Müzesi örneğinde görmektediriz (Şekil 4).



Şekil 4. Berlin Yahudi Müzesi iç mekân fotoğrafları.

Günümüzde galeri ve müze aydınlatmasında dört kavram üzerinde durulmaktadır:

- 1- Bilinçli kullanılmış bir aydınlatma düzeni ile sergilenen nesnelerin görünmesini engelleyen kamaşmanın yok edilmesi, nesnelerin net ve doğru bir şekilde algılanmasının sağlanarak nitelikli bir izleme imkanının tanınması,
- 2- Sergilenen nesnelerin zararlı ışınımlardan korunması,
- 3- Gün ışığını destekleyici yapay aydınlatma düzeninin sağlanması,
- 4- Sergileme yöntemlerinin gelişmesine bağlı olarak nesnelerin biçimsel, gereçsel, renksel, vb. özelliklerinin ortaya çıkarılması (Kurtay ve ark., 2003).

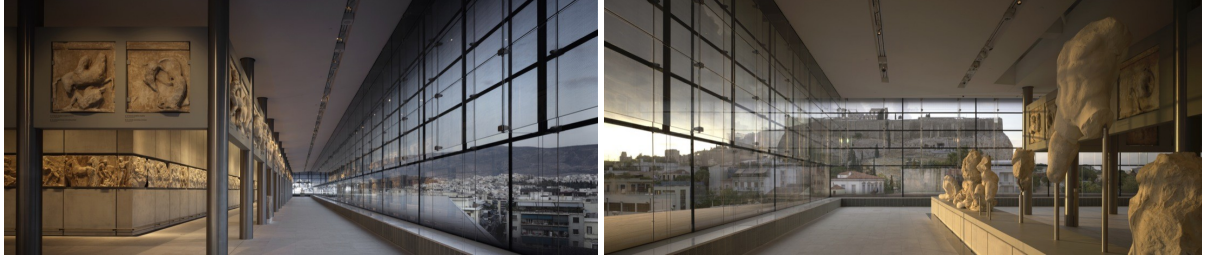
Mekân algısı üzerinde beş duyunun etkileri değerlendirildiğinde görsel algılamanın, müze mekânı ve sergilenen nesnelerin algılanmasının ilk basamağını oluşturduğunu söylemek doğru olacaktır. Müze yapılarında aydınlatma; mekânın tanımlanması, analizi ve algılanmasındaki en önemli tasarım bileşenidir. Bu bağlamda; aydınlatmanın mekânla ilişkisi değerlendirilirken nasıl bir aydınlatma sistemi seçileceği büyük önem arz etmektedir. Müze mekânlarında aydınlatma sergilenen nesne etkileşimi değerlendirildiğinde; aydınlatmayı doğal ve yapay aydınlatma olarak iki farklı şekilde incelemek ve kategorize etmek, aydınlatma tasarımının kurgusu açısından oldukça önemlidir.

3.2.1. Müze Yapılarında Doğal Aydınlatma

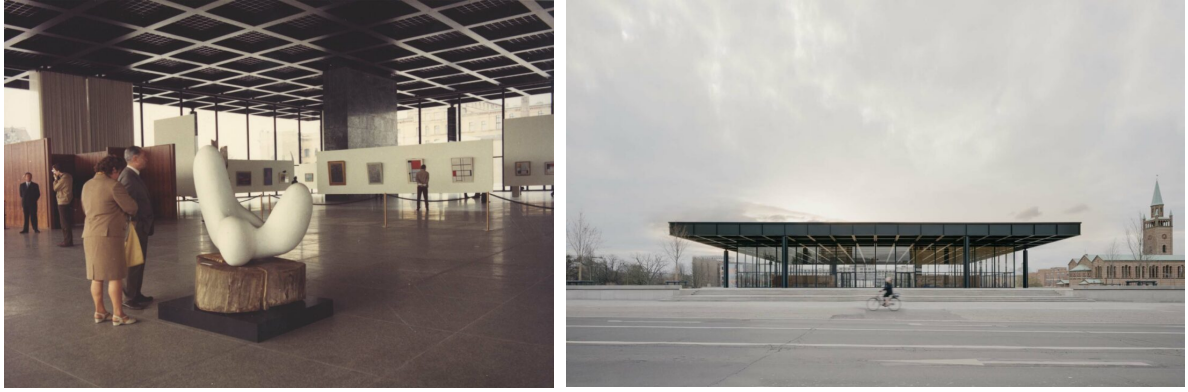
Doğal aydınlatma, yaygın olarak iç mekân faaliyetlerinin görsel taleplerini desteklemek için güneş ışığı, gök ışığı ve yaygın bulutlu gökyüzü aydınlatmasının kullanımını ifade etmektedir (Meek ve Van Den Wymelenberg, 2015). Müzeciliğin ilk yıllarında büyük oranda doğal aydınlatma kullanılmıştır. Doğal aydınlatma kullanılan mekânlarda aydınlık düzeyinde oluşan niteliksel ve niceliksel farklılıklar ile mekânda oluşan ambiyans, izleyicinin sergilenen nesnelere algılanmasında, mekân algısında ve yön bulması üzerinde olumlu etki oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, enerji kullanımına olan olumlu etkisi de önemli bir tercih sebebidir.

Zaman içerisinde doğal aydınlatmanın sergilenen nesnelere üzerinde bozulmalara sebep olması ile eserlerin korunması zorlaşmaya başlamıştır. Bunun sonucunda, yeni tasarlanan müze binalarında pencereler küçültülmüş ve sayıca azaltılmış veya doğal aydınlatmanın kullanımı işlevsel aydınlatma ihtiyacından ziyade dışarıdaki görsel bağlantıyı sürdürmek için sosyal bir gereklilik olarak ele alınmıştır. Bazı aydınlatma planlamalarında ise pencereler tasarıma hiç dahil edilmemiş aydınlatma yapay ışık kaynakları ile sağlanmıştır (Meek ve Van Den Wymelenberg, 2015).

Atina'daki Akropolis Müzesi (Şekil 5) ve Berlin Ulusal Galerisi (Şekil 6) örneklerinde müzelerde doğal aydınlatma kullanımı ve sergi ilişkisi görülmektedir.



Şekil 5. Akropolis Müzesi, Atina/Yunanistan



Şekil 6. Berlin Ulusal Galerisi, Berlin/Almanya

Doğal aydınlatmanın sergilenen nesnelere üzerindeki olumsuz etkileri ve gelişen teknoloji ile aydınlatma armatürlerinde ışığın kontrol edilebilir, taşınabilir, ayarlanabilir olması müzelerde yapay aydınlatma sistemlerine olan yönelimi artırmıştır.

3.2.2. Müze Yapılarında Yapay Aydınlatma

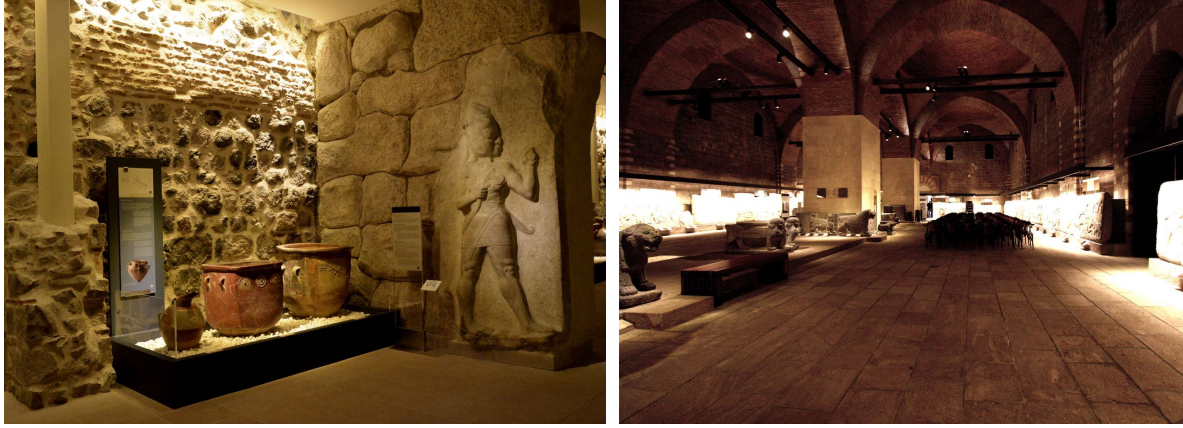
Mekânda aydınlatmanın temel amacı iyi görme koşullarının sağlanmasıdır. Gelişen teknoloji ile yapay aydınlatmanın denetlenebilir olması ile yapılarda yapay aydınlatma çözümleri kullanımını artırmıştır. Müze mekânlarında ise aydınlatma görsel konforu ve performansını sağlamanın ötesinde bir role sahiptir. Sergilenen nesnelere en iyi şekilde algılatılması ve zararlı ışınlarla eserler üzerinde oluşabilecek bozulmalara da sebep olmaması beklenmektedir. Bununla birlikte özellikle tarihi yapılarda, yapının kendisinin de korunması gerektiği, aydınlatma tasarımında dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan biridir.



Şekil 7. Kahire Müzesi, Kahire/Mısır

Işığa çok duyarlı nesnelerin sergilendiği durumlarda, belirlenen aydınlık düzeyinin en alt sınırı ile sadece objelerin vurgulu aydınlatılması sağlanmaktadır. Ancak bu durumlarda ziyaretçilerin nesne ve mekân algısı, yön bulabilmesi de göz ardı edilmemelidir. Böyle durumlarda genel aydınlatma kullanılmadığından insanların hareket alanının belirgin olmaması; çarpma, düşme ve yön bulamam gibi konfor problemlerinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Erdemir, 2014).

Yapay aydınlatma tasarımında müze yapısı ve sergilenen nesne birlikte düşünülmeli, biri diğersinin önüne geçmemelidir. Kahire Müzesi (Şekil 7) ve Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi (Şekil 8)'nde yapı, teşhir, koruma, kullanıcı ve aydınlatma arasındaki ilişkiye yaklaşımların yer aldığı örneklerdendir.



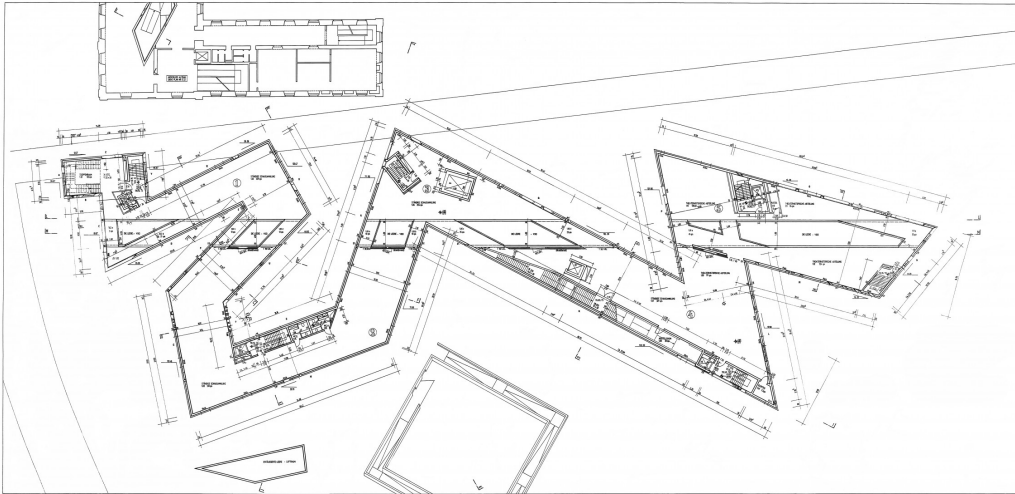
Şekil 8. Anadolu Medeniyetleri Müzesi, Ankara/ Türkiye

4. MÜZELERDE AYDINLATMANIN MEKÂN ALGISİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ÖRNEKLER ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

Müze yapılarında aydınlatma tasarımını salt teknik olarak ele almak yeterli olmayacaktır. Aydınlatma tasarımı, mimari mekâna göre değişiklik göstermektedir. Müze mekânlarında aydınlatma tasarımı yaklaşımlarını özgün örnekler üzerinden değerlendirmek, aydınlatma – mekân ilişkisinin analizi açısından oldukça önemlidir.

4.1. Berlin Yahudi Müzesi

2001 yılında ziyarete açılan Berlin Yahudi Müzesi, müzelerde mekân algısının kullanıcı üzerindeki etkilerinin incelenebileceği sıra dışı bir örnektir. Mimar Daniel Libeskind tarafından 1997 yılında tasarlanan yapı; Almanya'daki Yahudilerin tarihten günümüze kültürel, politik ve sosyal tarihini sergilemekte ve Yahudi soykırımını ele almaktadır.

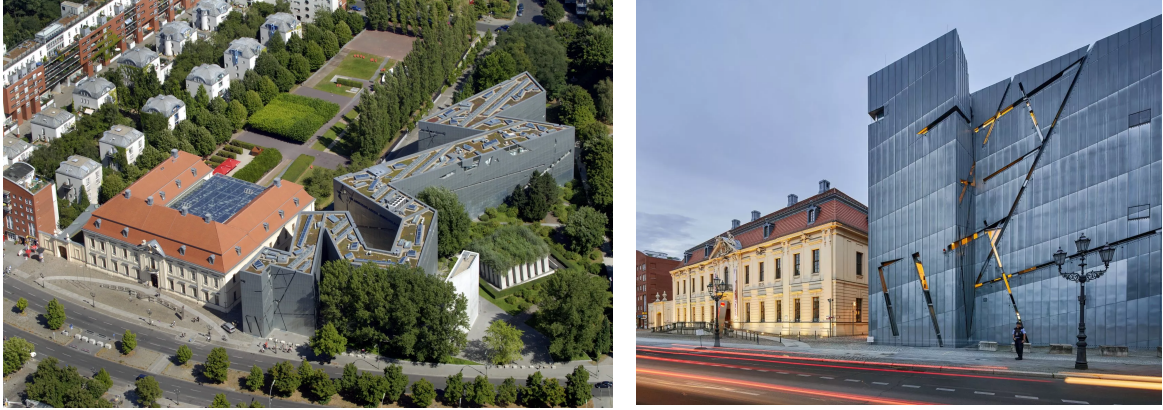


Şekil 9. Berlin Yahudi Müzesi Plan Şeması

Daniel Libeskind'in (1996) müzenin plan şemasını oluşturan zikzaklar ve boşluklara ilişkin (Şekil 9) "Berlin Müzesi içerisindeki Yahudi Müzesi'nin zikzakları gerçekte ziyaretçiler tarafından asla görülmeyecektir; ancak belki uçak pilotları, ya da melekler tarafından gözükecektir, fakat müzeye gelen ziyaretçi, o boşluğun dosdoğru ilerleyen düz çizgisini deneyimleyecek, boşluğu boşluk köprüleri üzerinden deneyimleyecek, ama asla bütünüyle zikzakın kendisini değil." ifadeleri mekân ve kullanıcı arasındaki görünmez bağın algı olduğunun somut bir göstergesidir.

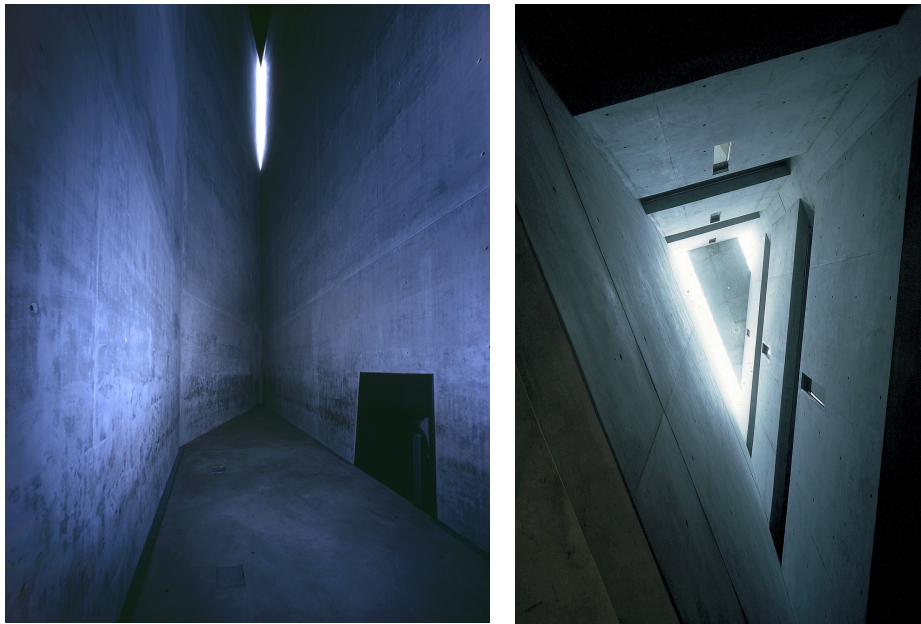
Berlin Yahudi Müzesi'nde mekân-insan-zaman kavramları iç içe geçmektedir. Bu bütünlük yapıyı, tarihin izlerini ziyaretçisinin kulağına fısıldayan bir hikaye anlatıcısına çevirmektedir. Yapı, klasik müzecilik anlayışının dışına çıkmakta; mimari mekân bütünüyle bir sergileme nesnesine dönüşmektedir. Görsel algılama, yapıyı deneyimlemek ile eş zamanlı olarak gelişir.

Barok dönemden başlayarak, Yahudi soykırımına uzanan tarihsel sürecin anlatımı, iki yapının birbiriyle ilişkisi ve bu ilişkinin ziyaretçiye aktarımıyla sağlanmaktadır. Berlin Yahudi Müzesi'ne müzenin eklemeli olduğu barok yapı olan Berlin Müzesi'nden geçilerek ulaşılmaktadır (Şekil 10). Yeni yapıya, tarihi yapıdan geçilerek girilmesi kullanıcının mekân algısı ile müzenin bağlamı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Müzenin konu aldığı soykırım, yapının ziyaretçisine ilettiği temel mesajdır. Aydınlatma; müzenin üzerine temellendirildiği bağlamdan ayrı düşünülmez, yapıda bu açık bir biçimde görülmektedir.



Şekil 10. Berlin Yahudi Müzesi

Müzede, ışık mekânın nasıl algılanacağını belirleyen ana unsurdur. Yapıda yer olan boşluklar soykırımdan sonra oluşan fiziksel boşluğu ve kaybı vurgulamaktadır. Bu vurgu, gün ışığının yarıklardan süzülmesiyle desteklenir, yapay aydınlatma boşluklarda kullanılmamıştır.



Şekil 11. Berlin Yahudi Müzesi boşluklar

Örneklerden de görüleceği gibi aydınlatmayı temel yargılar üzerinden sınırlamak doğru olmayacaktır. Aydınlatma tasarımı çok yönlü bir analizin sonucu olarak kurgulanır. Berlin Yahudi Müzesi'nde tasarımın tüm öğeleri sabit tutulduğu, ancak mevcut aydınlık düzeyinin değiştirilerek, yüksek aydınlık düzeyi sağlanması durumunda ziyaretçi algısının doğrudan değişeceğini söylemek mümkündür.

4.2. Katar Ulusal Müzesi

Mimar Jean Nouvel tarafından tasarlanan Katar Ulusal Müzesi, Katar milletinin tarihini ve kültürünü yansıtmaktadır. Müze içerisinde, arkeolojik objeler, sanat eserleri, mücevherler gibi sergileme nesnelere bulunmaktadır. Yapı bulunduğu coğrafyaya uygun olarak tasarlanmıştır.

Şekil 12'de Katar Ulusal Müzesi dış mekân aydınlatma örneğinde görüldüğü gibi, birbirine yakın renklerin kullanıldığı yapı kabuğu ve dış mekân sirkülasyon alanı, yapay aydınlatma ile birbirinden ayrılmış, tasarımın bütününde algılanmak istenen alanlar ışık ve gölge aracılığıyla tanımlanmıştır. Çöl Güllü formundan esinlenerek tasarlanan yapı kabuğunda modüllerin birbiriyle olan bağı aydınlatma ile desteklenmiştir. Burada aydınlatma, tasarımın ana parçası olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 12. Yapay aydınlatmada ışık gölge ilişkisi örneği: National Museum of Qatar (Didem Özcanlı arşivi)

İç ve dış mekân aydınlatmasının mimari tasarımdan ve bağlamdan koparılmadan değerlendirilmesi, iç mekândan yansıyan ışığın dış mekândaki vurgu aydınlatmalarını tamamlayıcı nitelikte olması, mekânın bütün olarak algılanmasını sağlayan önemli faktörlerdendir. İç mekân tasarımında; müzede sergilenen nesnelere algılanmasını sağlanması ve müzede yer alan projektörler aracılığıyla duvarlara yansıtılan görüntü ile yapay aydınlatmanın birbiri ile ilişkisi, kullanıcının yapıyı deneyimlerken aydınlatmanın kullanıcı üzerinde rahatsız edici bir etkiye sebep olmadan kontrollü sağlanması, yapay aydınlatma-mimari iletişim gücünü ortaya koymaktadır.



Şekil 13. Yapay aydınlatmada iç ve dış mekân ilişkisi örneği: National Museum of Qatar (Didem Özcanlı arşivi)

4.3. Odunpazarı Modern Müze

Eskişehir Odunpazarı Modern Müze, Unesco Dünya Kültür Mirası Geçici Listesi'nde yer alan tarihi alanda yer almaktadır. Mimar Kengo Kuma ve Yuki Ikeguchi tarafından tasarlanan müze, aydınlatma- mekân algısı ilişkisinin incelenebileceği çağdaş bir müze örneği olarak karşımıza çıkmaktadır. Odunpazarı bölgesinin ruhuna ve dokusuna uygun olarak tasarlanarak müzede, Odunpazarı evlerinin yapım tekniğine benzer şekilde ahşap yapı sistemi tercih edilmiştir.



Şekil 14. Odunpazarı Modern Müze

Yapı kabuğunda ve iç mekânlarda doğal malzeme olan ahşabın ışık ile yorumlanarak değerlendirilmesi, doğal aydınlatmanın iç mekân fonksiyonlarına göre yapıya kontrollü olarak alınması, aydınlatma – form - mekân arasında güçlü bir bağın oluşmasını sağlamıştır (Şekil 14).

Kalıcı ve geçici sergilemelerin yapıldığı müzede, yapının merkezindeki atriumdan doğal aydınlatma sağlanmaktadır. Yapı; yatayda ve düşeyde saydam / yarı saydam yapı elemanları sayesinde bir bütün olarak algılanmaktadır. Müze aydınlatmasında sağlanması beklenen niceliksel ve niteliksel değerlerin yapıda tasarımın bütününde değerlendirildiği görülmektedir.



Şekil 15. Odunpazarı Modern Müze iç mekân fotoğrafları

5. SONUÇ

Müze örnekleri üzerinden yapılan incelemelerde, müzelerde aydınlatma tasarımının müzelerin kimliğine, varoluş amacına ve karakterine göre değişiklik gösterdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Berlin Yahudi Müzesi'nde tarihteki bir olayın mekânsal anlatımına tanıklık ederken, Katar Ulusal Müzesi'nde bir ulusun geçmişten günümüze getirdiği kültür mirasını anıtsal bir yapı ile sergilenmesi gözlemlenmektedir. İki müze örneğinden farklı olarak

modern müze yorumu ve yaklaşımı, tarihi alana nasıl konumlandığı Odunpazarı Modern Müze örneğinde incelenmektedir. Bu üç örneğin birbirinden tamamen farklı olan konum, fonksiyon, işlev ve mekânsal kimliklerine bağlı olarak; genel başlık altında her biri müze olsa bile çok farklı özellikte olan yapılar olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Müze örneklerinde aydınlatma-mekân ilişkisinin yine birbirinden çok farklı yaklaşımlarla ele alınarak çözümlendiği görülmektedir. Bu çözümlenmelerde yapının çevresinden başlayan aydınlatma tasarımının mekânı oluşturan tüm alt mekânlar için ayrı ayrı ele alınması gerektiği de görülmektedir. Aydınlatma tasarımı; yapı kabuğu, mekânlar, mekânı oluşturan tefrişler, doku, malzeme, renk, nesnelere bütüncül olarak değerlendirilmelidir.

Müze yapılarında aydınlatmanın eserlerin korunmasındaki rolü göz ardı edilmemelidir. Genel aydınlatmanın görsel konforu ve görsel performansı sağlaması beklenirken, aydınlatmanın eserler üzerinde bozulmaya sebep olmadan tasarlanması gerekmektedir. Sergi nesnelere detaylı değerlendirmeli, ışığa duyarlılıklarına göre doğal ve/veya yapay aydınlatma sistemi kurgusu yapılmalıdır.

Tarihi yapı içerisinde kurgulanan müzelerde aydınlatmanın yapının kendisinde de bozulmalara sebep olmayacak şekilde tasarlanması da yine tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlardandır.

Kullanıcının mekânı algılamasında ve deneyimlemesinin büyük oranda görsel algılama ile gerçekleşmesi, aydınlatma ve algı eylemi arasındaki bağlantıyı açıkça ortaya koymaktadır. Aydınlatmanın görsel konforu ve görsel performansı sağlamanın yanı sıra, mekânla kullanıcı arasındaki iletişimin temelini oluşturduğunu göz ardı etmemek gerekir.

Mekânın kullanıcı üzerinde bıraktığı etki, büyük oranda kullanılan aydınlatmanın mekân tasarımıyla olan uyumuna ve bütünlüğüne bağlıdır.

Aydınlatma, mekân tasarımının temel girdisi olarak değerlendirilmeli ve planlanmalıdır. Bu tasarım sürecinde mekânın fonksiyon analizleri detaylı değerlendirilmeli, yapının bulunduğu alan ve kimliği göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Başkan, B. T., (2004). Bir Tasar Ölçütü Olarak Dersliklerde Görsel Konfor ve Optimum Enerji Kullanımı İçin Bir Yaklaşım. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dok. Tezi, 179, İstanbul.
- CIE, 2001. Lighting of indoor work places, S 008/E-2001
- CIBS, (1980). Lighting Guide Museums and Art Galleries, 14, s. 22-24.
- Erdemir, G., (2014). Müze ve Sergi Mekânlarında Aydınlatma Prensiplerinin Örnek Uygulamalar Üzerinden Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, FBE, YL. Tezi, İstanbul.
- Gürel, E., (2001). Çalışma Yaşamında Işık ve Aydınlatmanın Önemi, SBE Dergisi, 5, 10.
- Hardingham, S. Ve Rattenbury, K., (Ed.) (2012). Transcript: The Pompidou Center, Richard Rogers, The Pompidou Center, 53-129.
- IES, (1960), Lighting of Art Galleries and Museums, Technical Report, 14, s. 11-14.
- İnceoğlu, M., (2010), Tutum, Algı ve İletişim, Beykent Üniversitesi Yayınları, s.74.
- Kamar, N., (2008). Müze Olarak İşlevlendirilen Tarihi Yapılarda Aydınlatma; Diyarbakır Dağ Kapı Burcu Sergi Salonu. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, YL Tezi, 97, Ankara.
- Kurtay, C., Aybar, U., Başkaya, A., Aksulu, I., (2003). Müzelerde Algılama ve Aydınlatma Kriterlerinin Analizi: Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi Orta Holü. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 18, 95-113.7
- Libeskind, D. (1996) A Conversation Between the Lines with Daniel Libeskind, El Croquis (80) 6-29.

Meek, C., Van Den Wymelenberg, K., (2015). Daylighting and Integrated Lighting Design. Routledge, 158, London and New York.

Özak, N. Ö., Gökmen, G. P., (2009), Bellek ve Mekân İlişkisi Üzerine Bir Model Önerisi, İTÜ Dergisi/a Mimari, Planlama, Tasarım, 2, 145-155.

Özmen, P., (2010), 20. Yüzyıl Başlarından 1980'lere Kadar Uzanan Süreçte Modern Mimarlıkta Doğal Işık Kullanımının İrdelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, FBE, YL. Tezi, İzmir.

Sirel, Ş., (1992). Aydınlığın Niteliği, Yapı Fiziği Enstitüsü, İstanbul.

Sirel, Ş., (1997), Aydınlatma Sözlüğü, YEM Yayınları, İstanbul.

Turgay, O., Altuncu, D., (2011), İç Mekânda Kullanılan Yapay Aydınlatmanın Kullanıcı Açısından Etkileri, Çankaya University Journal Of Science and Engineering, 8, 167-168.

Turgay, O., Altuncu, D., (2011), İç Mekânda Kullanılan Yapay Aydınlatmanın Kullanıcı Açısından Etkileri, Çankaya University Journal Of Science and Engineering, 8, 175.


Yöndem, İ. A., Akyol, A. A., (2017), Müzelerde Aydınlatma Kriterlerinin Sergideki Malzemelerin Korunmasına Etkisi: Çengelhan Rahmi Koç Müzesi, SBE Dergisi, 12, 526-542.

Zevi, B., Architecture As Space, Revised Edition, Newyork, Horizon Pres, 1974, 22-23.

Araştırma Makalesi

TARİHİ YAPILARDA RESTORASYON TEKNİKLERİNE GÖRE UYGULANACAK MALZEMELERİN BELİRLENMESİ**Senanur TELLİOĞLU[†], Burhan SATICI^{††}**[†] İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye^{††} İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, İstanbul, Türkiye

senanurtellioglu@gmail.com, bsatici@ticaret.edu.tr

 0000-0002-6704-5225, 0000-0002-8919-6016**Atf/Citation:** TELLİOĞLU, S., SATICI, B., (2023). Tarihi Yapılarda Restorasyon Tekniklerine Göre Uygulanacak Malzemelerin Belirlenmesi, Journal of Technology and Applied Sciences 6-1 pp 37- DOI: 10.56809/ıcujtas.1229473**ÖZET**

Tarihi eser ve yapılar, buldukları coğrafyanın sosyolojik, ekonomik, kültürel ve politik öğelerini bünyesinde barındırırlar. Bu yapıların korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması bilgi sürekliliğinin sağlanması açısından önem taşımaktadır. Doğal afetler, olumsuz çevre koşulları ve fiziksel-kimyasal bozulmaların yanı sıra insanoğlunun bu yapılara karşı aldığı tavır zaman ile bir araya geldiğinde tarihi eser ve yapılarda hasar hatta yok olma sürecini kaçınılmaz hale getirmektedir.

Tarihi eser ve yapıları bu kaçınılmaz sondan kurtarmak ancak koruma ve restorasyon ile sağlanmaktadır. Koruma ile ilgili ilk soru neyin ve nasıl korunacağı sorusudur. Bir yapının korunması için farklı uygarlıkların bilim ve sanat anlayışı, sosyal yaşam ve yapısı hakkında bizlere somut deliller sağlayan ve korunmalarında kamunun faydası görülen yapılar ya da eserler tanımına uygun olması gerekmektedir. Bu tanım “kültürel varlıkları” ifade eder.

Kültürel varlıkların korunması, özgünlüklerine göre güncellenmesi ve gelecek nesillere aktarılması restorasyon ile mümkün kılınmaktadır. Restorasyonu en geniş “aslına bozmadan onarmak” şeklinde ifade edebiliriz. Ayrıca restorasyon, kültürel ve tarihi miras yapılarının korunması, özgünlüklerine göre güncellenmesi ve gelecek nesillere aktarılması olarak tanımlanabilir. Bu nedenle yapının restorasyonunda yapılacak müdahale teknikleri önemlidir. Restorasyon teknikleri; sağlama, bütünlüme, yenileme, yeniden yapım, temizleme, taşıma şeklinde gruplandırılabilir. Yapıya ya da esere uygun yaklaşım için doğru tekniğin belirlenmesinin ardından tekniğin doğru uygulanması ortaya başarılı bir sonuç getirmekle beraber bu sonuç ancak uygun malzeme ile sağlanabilir.

Bu çalışmanın amacı tarihi yapıların restorasyonunda uygulanacak tekniklerin belirlenerek, bu teknikler kapsamında uygun malzemelerin belirlenmesidir. Bu çalışmalar, restorasyon sürecinde orijinal teknikleri analiz etmek ve uygulama sonrasında restorasyon çalışmasını mümkün olduğunca doğru bir şekilde gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Günümüzde ülkemizde görülen uygun olmayan restorasyon çalışmalarının büyük bir çoğu eksik analiz, yanlış müdahale ve uygun olmayan malzemenin uygulamada kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Çalışma kapsamında restorasyon teknikleri ve bu teknikler kapsamında tarihi yapılara uygun restorasyon sırasında uygulanacak malzemelerinin açıklanması ile bu sorunun çözümüne katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Yapının mimari yapım tekniği ve yapının üslubu göz önünde bulundurularak ele alınan yapının restorasyon kararları, yapının özgünlüğünü yitirmeyecek şekilde gelecek nesillere aktarılmasına imkan sağlamaktadır. Kültürel mirasın gelecek nesillere aktarımını sağlamak için tarihi yapıların özgün nitelikleri ve kimliği korunacak şekilde değerlendirilip, onu yaşatmak esas amaç olmalıdır. Bu kapsamda yapıya yapılacak doğru uygulama, uygulanacak doğru malzeme ve doğru tekniklerin kullanılması bu amacın sağlanmasında en önemli kriterlerdir.

En az müdahale ile yapının özgünlüğünü zorunda olunmadığı sürece bozmadan yapılan restorasyon çalışmaları en doğru müdahaledir. Bu amaca giden yol, ilgili birimlerin özveri ile doğru malzeme ve doğru teknik ile çalışmasıdır. Yapılan çalışma kapsamında tarihi yapılarda restorasyon teknikleri ve uygulanacak malzemelerin tespiti yapılmıştır. Bu tespitlere göre uygun malzemelerinin ortaya konulması ve korunmasına yönelik teknik ve teknolojilerin tanımlanması ve standartların belirlenmesine çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anıt, tarihi yapılar, restorasyon, malzeme, restorasyon teknikleri

Geliş/Received : 04.01.2023

Gözden Geçirme/Revised : 08.01.2023

Kabul/Accepted : 17.01.2023

DETERMINATION OF MATERIALS TO BE APPLIED ACCORDING TO RESTORATION TECHNIQUES IN HISTORICAL BUILDINGS

ABSTRACT

Historical monuments and structures embody the sociological, economic, cultural and political elements of the geography in which they are located. The preservation of these structures and their transmission to future generations are important in terms of ensuring the continuity of information. Natural disasters, adverse environmental conditions and physical-chemical Decays, as well as the attitude taken by mankind towards these structures, when combined with time, make the process of damage or even destruction inevitable in historical monuments and structures.

Saving historical monuments and structures from this inevitable end is provided only by conservation and restoration. The first question about protection is the question of what and how to protect. In order for a structure to be preserved, it must comply with the definition of structures or artifacts that provide concrete evidence to us about the understanding of science and art, social life and structure of different civilizations and are of public benefit in their preservation. This definition refers to “cultural assets”.

The preservation of cultural assets, updating them according to their authenticity and transferring them to future generations are made possible by restoration. We can express the restoration in the broadest way as “repairing the original without disturbing it”. In addition, restoration can be defined as the preservation of cultural and historical heritage structures, updating them according to their authenticity and transferring them to future generations. Therefore, intervention techniques to be carried out in the restoration of the structure are important. Restoration techniques can be grouped as consolidation, integration, renovation, reconstruction, cleaning, transportation. After determining the correct technique for the appropriate approach to the structure or work, the correct application of the technique brings a successful result, but this result can only be achieved with the appropriate material.

The aim of this study is to determine the techniques to be applied in the restoration of historical buildings and to determine the appropriate materials within the scope of these techniques. These studies are aimed at analyzing the original techniques during the restoration process and performing the restoration work as accurately as possible after application. Most of the inappropriate restoration works seen in our country today are due to incomplete analysis, incorrect intervention and the use of inappropriate material in practice. Within the scope of the study, it is aimed to contribute to the solution of this problem by explaining the restoration techniques and the materials to be applied during the restoration in accordance with the historical structures within the scope of these techniques. The restoration decisions of the building, which are taken into account by considering the architectural construction technique of the building and the style of the building, allow the structure to be transferred to future generations in a way that does not lose its originality. In order to ensure the transfer of cultural heritage to future generations, the main goal should be to evaluate the original qualities and identity of historical buildings in a way to preserve them and to keep them alive. In this context, the correct application to be made to the structure, the use of the right materials and the right techniques to be applied are the most important criteria for achieving this goal.

Restoration works carried out with minimal intervention without disturbing the originality of the structure, unless necessary, are the most correct intervention. The way to this goal is for the relevant units to work with the right materials and the right technique with dedication.

Within the scope of the study, restoration techniques and materials to be applied in historical buildings were determined. According to these determinations, it has been tried to define the techniques and technologies for the identification and protection of appropriate materials and to determine the standards.

Keywords: Monument, historical buildings, restoration, materials, restoration techniques.

1. GİRİŞ

Kültürel varlıkların korunması ile ilgili sormamız gereken ilk soru neyin korunacağıdır. Kültürel varlık terimi 1976 yılında UNESCO tarafından farklı bir terminoloji içinde yoğunlaştırılarak kültürel gelenekler ile ilgili bütün maddi varlıkları kapsayan bir tanım olarak ortaya çıkmıştır (UNESCO, 1976). Bu kavram 1983 yılında Kültür ve Tabiat varlıklarını Koruma Kanunu'na alınmış ve farklı uygarlıkların bilim ve sanat anlayışı, sosyal yaşam ve yapısı hakkında bizlere somut deliller sağlayan ve korunmalarında kamunun faydası görülen yapıtları kapsamıştır (T.C. Resmi Gazete, sayı: 18113, 23 Temmuz 1983). Ancak eski zamanlardan günümüze ulaşmış önemli dini yapılar, anıtlar ya da işlevsel yapılar günümüz dünya mimari mirasının öğeleri olarak korunmaya değer bulunmaktadır. Venedik Tüzüğü (1964), Amsterdam Bildirgesi (1975), Cracow Tüzüğü (2000), kültürel miras alanına yönelik kriterlerin ve eylemlerin tanımlanması için referans belgeler olarak kabul edilebilir. (Briccoli Bati S, vd., 2001). Özgünlüğe saygı, anıtların yalnızca sanatsal veya mimari özelliklerinin korunmasını gerektirmediği yaygın olarak kabul edilmektedir; geçmişin bir belgesi olarak, yapım teknolojileri ve özgün yapısal anlayışları da korunmalıdır. Aksi halde, müdahaleler orijinal parçalardan ayırt edilmelidir. Minimum müdahale olası yapısal çözümlerden, söz konusu anıt üzerinde en az etkiye sahip olanı seçilmelidir; daha yüksek bir güvenlik seviyesi ile sonuçlansa bile, gerekli olmayan ilave müdahalelerden kaçınılmalıdır.

Tarihi yapıların ve kültürel mirasın onarımı ve yapısal olarak güçlendirilmesi, koruma ilkelerine uygunluğu sağlamayı amaçlayan bir dizi gereklilik ve kısıtlamaya tabidir (ICOMOS, 2001). Koruma kriterleri ile güvenlik gerekliliklerini optimize ederek en iyi çözümün takip edilmesi koruma yolu ile sağlanmalıdır (ICOMOS, 2003). Onarım için seçilen malzemeler orijinal malzemelerle kimyasal, fiziksel ve mekanik uyumluluğu sağlamalıdır. Bu ilkeye göre, performansın eşit olması, geleneksel malzeme ve tekniklerin yenilikçi olanlara göre tercih edilmesi gerekmektedir. Çünkü uyumlulukları ve yan etkilerinin olmadığı yüzyılların tecrübesiyle kanıtlanmıştır. Güçlendirme sisteminin sökülmesine ve gerekirse daha verimli bir sistemle değiştirilmesine izin veren tersine çevrilebilirlik ya da çıkarılabilirlik, orijinal yapıda ciddi hasara veya bozulmaya neden olmamalıdır.

Müdahale, anıtın beklenen ömrüne göre dayanıklı olacak şekilde tasarlanmalıdır; ayrıca güçlendirme malzemelerinin herhangi bir şekilde bozulması orijinal parçaların dayanıklılığını etkilememelidir. Tüm bu kriterler, tarihi yapıları ve kültürel mirası onarmak veya güçlendirmek için en iyi stratejilerin seçilmesinde kılavuz olarak düşünülmelidir. Gerçek durumlarda hepsini tek bir vaka çalışmasında elde etmek çok zordur, ancak asimptotik olarak amaç için bir referans temsil edebilirler.

Bununla birlikte, orijinal malzemelerle uyumluluk ve dayanıklılık ile ilgili birçok yön sorgulanabilir ve özellikle bağlayıcı matrisler olarak kullanılan organik malzemeler söz konusu olduğunda daha derin deneysel çalışmalara gidilmesi gerekir (Tedeschi C, vd., 2013). İnorganik matrislerin kullanımına ilişkin en güncel çalışmalar, orijinal duvar altlığı ile daha uyumlu olan bağlayıcıların kullanımına yönelik önemli bir adımı temsil etmektedir. Gelecekte daha fazla ve daha uygun önlemler daha güvenilir olarak ortaya çıkabileceğinden, müdahalenin kesin olarak varsayılmayacağı gerçeğinin farkındalığına dayalı olarak temkinli bir yaklaşım hakim olmalıdır (de Felice G, vd., 2014). Yapı, ek gereksinimlere ve olası yenilikçi tekniklere göre yeniden onarılmayı tolere edebilmelidir (Papanicolaou CG, vd., 2007).

Buna ek olarak, deneysel araştırmanın büyük önemi, deneyim ve gerçek verilerle, güçlendirilmiş bileşenlerin yapısal davranışı hakkındaki bilgileri ve tekniklerin etkinliğini doğrulamak, belirli yönleri vurgulamak ve netleştirmek ve analitik kalibrasyon için veri sağlamak için not edilmelidir. Sayısal modeller tasarım için destek olarak kullanılır, böylece uygun olmayan müdahalelerden (büyük boyutlandırma, etkisiz ankrajlar vb.) kaçınılır. Bu, özellikle teknik standartların ve/veya tavsiyelerin kapsamlı olmadığı bir bağlamda fayda sağlamaktadır (Prota A, vd., 2006).

Mimari restorasyonda koruma yaklaşımı, bu bilincin oluştuğu ilk günden zamanla teknoloji ve kavramlarla gelişerek günümüze ulaşmıştır. Tarihi yapının özgün dokusunun korunması, yapılan müdahale teknikleri, müdahalelerin geri dönüştürülebilirliği, ayırt edilebilirliği gibi nitelikler bu koruma yaklaşımına hizmet etmektedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Kültürel gelenekler ile ilgili bütün varlıkları kapsayan tanım olarak ortaya çıkan “kültürel varlık” kavramı, 1976 yılında Kültür ve Tabiat varlıklarını Koruma Kanunu tarafından, farklı uygarlıkların bilim ve sanat anlayışı, sosyal yaşam ve yapısı hakkında bizlere somut deliller sağlayan ve korunmalarında kamunun faydası görülen yapıtlar, şeklinde genişletilmiştir.

Kültürel varlıkların korunması, özgünlüklerine göre güncellenmesi ve gelecek nesillere aktarılması restorasyon ile mümkün kılınmaktadır. Restorasyon, eski, tarihi, otantik ve özgünlük değeri olan, önemli bir olaya ev sahipliği yapmış eserin, aslına uygun olarak, asli malzemeden, asli yapım tekniğinden ve özgünlüğünden faydalanarak mümkün olduğu kadar az müdahale ile koruyarak onarılmasıdır. Günümüzde Camillo Boito tarafından dönemin

diğer restorasyon yaklaşımlarının uzlaştırılması ile ortaya sunulan “Çağdaş Restorasyon” ilkeleri esas alınmaktadır.

Restorasyon, en geniş “aslına bozmadan onarmak” şeklinde tanımlanabilmektedir. Arkeolojik ya da sanatsal değer taşıyan bir eserin özgünlüğüne zarar vermeksizin gelecek nesillere aktarılması için yapılan zorunlu müdahalelerin tamamıdır. Yapılan yanlış müdahaleler bu aktarım sirkülasyonunun doğru gerçekleşmemesine neden olmaktadır. Bu nedenle restorasyonda doğru tespit, teknik, malzeme ve uygulama biçimi kritik rol oluşturmaktadır.

3. RESTORASYON TEKNİKLERİ

Restorasyon kavramı ise kültürel ve tarihi miras yapılarının korunması, özgünlüklerine göre güncellenmesi ve gelecek nesillere aktarılması olarak tanımlanabilir. Doğru onarım, alan dokularının sürdürülebilir sürekliliğini sağlar. Mimari, bulunduğu yerin ruhunu, duygusal gücünü, mirasını yansıtmalı; bulunduğu yere, iklime, peyzaja ve toplumsal hafızaya uyum sağlayarak taklitten kaçınmalıdır (Frampton, 1983).

Koruma fikri, ilk zamanlarında mevcut yaşam sürelerini uzatarak maksimum fayda sağlamak üzere tasarlanmış ekonomik bir fikir iken, dini ve siyasi fikirlere etkilenerek sembolik bir eylem haline gelmiştir (Erder, 1975). Bu durum, koruma kavramının işlev odaklı olmaktan çıkıp estetik odaklı bir anlayışa doğru kaydığını göstermektedir. Fransız İhtilali ile başlayan halk ayaklanmaları, önce bölgede sonra da dünyada. İktidardaki soylulara ait binalar hasar gördü ve yanmalarına neden oldu.

Bundan sonra özellikle Fransa’da yıkılan veya yok edilen bu eserlerin büyük bir dirilişi düşünölmeye başlandı (Çalık, 2017).



Şekil 1. Sant Sadurn d’Anoia Kültür Merkezi ve Arşiv Kütüphanesi restorasyon öncesi

Bu süreçte çalışmaları ve emekleri ile öne çıkan ve restorasyon tarihinin başlangıcı olarak kabul edilen mimar ve mühendis Eugene Emmanuel Viollet le Duc olmuştur. Le Duc’ün restorasyon yöntemine göre, restorasyon anlayışının ve uygulamasının başlatıcısı olarak, yapıya yapılan tüm müdahaleler ortadan kaldırılmalı ve yapı aslına uygun hale getirilmelidir. Bu yaklaşım “Üslup Birliğine Varma Yaklaşımı” olarak adlandırılmaktadır (Ahunbay, 1996). “Romantik Yaklaşım” olarak adlandırılan John Ruskin tarafından ortaya çıkan ve geliştirilen yaklaşıma göre binanın ilk inşa edildiği haliyle ilgili kesin bilgiler olmaması nedeniyle ve binaya yapılan müdahaleler artık binaya ait parçalar olmasından dolayı binaya hiç bir müdahale yapılmadan mevcut durumunun korunması yönündedir (Çalık, 2017). Luca Beltrami tarafından öne sürölen bir diğer yaklaşım ise “Tarihi Restorasyon Yaklaşımı” olarak adlandırılmaktadır. Bu yaklaşıma göre yapının restorasyonunda yapılacak müdahaleler kanıt özelliği taşıyan tarihi belgelere ışığında yapılmalıdır (Ahunbay, 1996).



Şekil 2. Sant Sadurn d'Anoia Kültür Merkezi ve Arşiv Kütüphanesi restorasyon sonrası

Bu üç yaklaşım ışığında Camillo BOITO tarafından uzlaştırılan çağdaş restorasyon ilkeleri yayınlanmıştır. Buna göre kabul gören “Çağdaş Restorasyon İlkeleri” şunlardır;

1. Eserlere müdahale edilmesi zorunlu ise, müdahalede ilk olarak sağlamlaştırmaya gidilmeli, sağlamlaştırma yeterli kalmıyor ise onarım tercih edilmeli, onarım yeterli değil ise restorasyon değerlendirilmelidir.
2. Esere yapılacak ilave ancak yapının sağlamlığı ve bütünlüğü için kesinlikle gerekli olması durumunda uygulanmalı ve eserin özüne dair bir bilgiye ulaşılamaması gerekmektedir. Yapılan ilavenin eserin sanatsal bütünlüğü ile bütünlük sağlayacak olması sağlanmalıdır.
3. Eserin asıl halinde eksik ya da tahrip kısımları, aynı şekilde ele alınıp onarılsa ya da ilave yapılsa da iyi gözlemcinin fark edebileceği şekilde belirtilmelidir.
4. Estetik unsurlarını, şekillerini farklı mermer, resim hatta harabe hallerinden alan eserlerin restorasyon çalışmalarında, eserin sanatsal bütünlüğünün korunmasına dikkat edilmelidir.
5. Eserin yapıldığı dönemdeki özgün haline daha sonra yapılan ilave ve ekler, eserden daha az tarihi ve sanatsal özelliğe sahip olması durumunda korunacaktır. Eserin bir kısmının görünmesini engelliyorsa esere zarar vermeden çıkarılarak eserin yanında sergilenebilir.
6. Restorasyon çalışmalarının öncesi ve sonrası fotoğrafları ve projelendirme çalışmaları yapılmalı ve arşivlenmelidir.
7. Restorasyonu yapılan esere restorasyon tarihi vb. bilgiler verilmesi amacı ile bir kitabe yerleştirilmelidir. 1883 yılında BOITO tarafından açıklanan bu ilkeler günümüzde hala geçerliliğini koruyarak Çağdaş Restorasyon İlkeleri adı altında kabul görmektedir (Çalık, 2017).

3.1. Sağlamaştırma

Sağlamaştırma, esas olarak eserin taşıyıcı sisteminin sağlamaştırılması şeklinde algılsa da hem malzemenin hem de yapının oturmuş olduğu yerin sağlamaştırılmasını da içeren bir kavram şeklindedir. Taşıyıcı sistem esas alındığında genellikle kullanılan sağlamaştırma teknikleri, kesit genişletme, destekleme, gergi, çember şeklinde metal eleman destekleri, temel güçlendirme, dikiş ve enjeksiyon yöntemlerini içermektedir. Eleman bazında ise mikro enjeksiyonlar ve kenet takviyeleri, zemin ile alakalı de enjeksiyon ve zemin değiştirilmesi sağlamaştırma teknikleri olarak sayılabilir. Sağlamaştırma eski yapıların yıkımdan kurtarılması için bir yöntemdir. Çevresel özellikleri sebebiyle korunması istenen yapıların tekrar kullanımlarında, yeni işlevin dış görünümü bozmadan gerçekleştirilmesi talep edilmektedir.

3.2. Bütünleme

Hasar gören yapıların veya bir kısmı yıkılan yapıların özgün kimliği dikkate alınarak, tercihe göre geleneksel veya modern malzemeler yardımıyla yeniden tamamlanmasına bütünleme adı verilir (Ahunbay, 1996).

Mimari bütünlüğü yeniden meydana getirmek amacıyla oluşturulan bütünleme, bir yapı elemanı, yapı sistemi ya da yapının bir kısmı için geçerli olabilir. Bütünleme genellikle zorunlu durumlar için bir karar olup, ortadan kalkmış olan bir yapı bölümünün bütünlenmesi için birçok veriye gereksinim duyulmaktadır (Zakar, 2013).

Bütünleme yapabilmek için ilk tasarıma ait doğru veriler gerekmektedir. Örnek olarak geçmişe ait bilgi ve değer taşıyan tarihi bir yapının yarısı yıkılmışsa, tekrar eden öğelerin varlığından ve simetriden faydalanarak bütünleme yapılabilir. Bütünleme sadece gerçek yapısal verilere veya belgelere dayandırıldığında kabul edilebilen bir uygulamadır. Güvenilir kaynağa sahip doğru verilere dayandırılmadığında, sadece faraziye ve analogilerden hareket edilerek yapılan bütünlemelerin hatalı olması kaçınılmaz olmaktadır.

3.3. Yenileme

Zaman içinde değişen yaşam şekli ve buna bağlı talepler sebebiyle birçok tarihi yapı özgün işlev ve özelliklerini yitirmekte olup, ilk yapıldığı dönemki amacından farklı bir işleve hizmet etmek adına uyarlanmaktadır. Çevresel özellikleri sebebiyle korunması istenen yapıların yeniden kullanımlarında, yapıya adanan yeni işlevin yapının dış görünümünü bozmadan gerçekleştirilmesi talep edilir.

Yenileme, yapının özgün özelliklerini yitirmiş bir parçasının ya da dokusunun yeni malzeme ve sistemler vasıtasıyla onarılarak, özgün haline uygun olarak yeni hale getirilmesidir. Malzeme dayanımının düşük olduğu durumlarda ya da malzemenin sağlamlaştırılarak kullanılmasının olası olmadığı durumlarda yenilemeye başvurulur.

İşlevini yerine getiremeyen bir kagir ya da ahşap duvarda bozuk kısımların çıkartılıp atılarak, eksilen parça ve bölümlerinin yeni malzemelerle yeniden üretilmesi, yenileme olarak tanımlanmaktadır (Zakar, 2013).

3.4. Yeniden Yapım

Yeniden yapım, yapının özgün yerinde, bir kopyasının inşa edilmesi yoluyla yapının yeniden oluşturulması olarak ifade edilebilmektedir. Bu durum çoğu zaman yangın, savaş, zelzele vb. doğal ya da yapay kaynaklı felaketlerden sonra hasar görmüş yapıların tümüyle ya da bir kısmının yeniden oluşturulmasıdır. Bir başka tanım ile doğru biçimi, özgün malzeme ve bilgilerin ışığında yeni konstrüksiyonla yitirilmiş olanı tekrar inşa etmek olarak tanımlanmaktadır.

3.5. Temizleme

Temizleme kavramı, tarihi yapılarda mevcuttaki elemanlar, cephe ve süslemeler gibi öğelerin mekanik ya da kimyasal tekniklerle temizlenmesi durumu olarak tanımlanabilmektedir. Kristalize kum, su ve bazı zamanlarda çeşitli teknik aletler yardımıyla elle gerçekleştirilen mekanik temizlik, çeşitli malzemeler ile meydana getirilen kimyasal temizlik, kâğıt hamurları ve çeşitli emici malzemeler sayesinde meydana getirilen temizlik yöntemleri bulunmaktadır (Ahunbay, 1996).

Tarihi ve estetik değere sahip olmayan eklerden arındırma, iç cephe ve dış cephe üzerinde meydana getirilen mekanik ve kimyasal işlemlere temizleme denir. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu'na ait yetkilerden biri de tarihi yapıda kaldırılacak eklerle ilgili karar verme yetkisidir.

3.6. Taşıma

Bir tarihi eserin özgün çevre ve konumundan alınarak başka bir alana götürülmesi taşıma işlemi olarak tanımlanmaktadır. Doğru taşıma, dikkatli ve etkin belgeleme yöntemleri, kaliteli bir işçilik ve iyi bir planlama gerektirir. Kültür varlığının, eserin, korunabilmesi adına başvurulacak tek ve zorunlu yöntemin taşıma yöntemi olması durumunda, taşıma son metot olarak düşünülebilir. Eserin bir bütün halinde taşınmanın olası olmadığı durumlarda, yapının bileşenler hatta elemanları şeklinde ayrılması gerekebilir (Zakar, 2013).

Bilimsel restorasyonda olabildiğince az müdahaleyle, anıtın tarihi belge ve estetik değerinin korunması amaçlanır. Onarım sırasında yapılan müdahalelerin derecesi, sağlamlaştırılmadan yeniden yapıma doğru artar. Koruma açısından en uygunu, sağlamlaştırmayla yetinmektir. Ancak anıttaki hasar derecesi arttıkça, müdahalenin kapsamı genişler; tarihi yapıya ekler getiren, dokusunu değiştiren tekniklerin (örneğin: bütünleme, yenileme) uygulanması zorunlu olabilir. Restorasyon çalışmalarının sonuçlarının başarılı bir sonuç olabilmesi için uygun tekniğin belirlenmesi ve uygulanması kadar malzeme hasarlarındaki tespitini doğru yapılması ve restorasyon sırasında uygun malzemenin belirlenmesi ve uygulanması da bu sonucu etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Yerinde araştırmalar ile hasar gören malzeme ya da malzemelere yapılacak teknik belirlenmeli ve doğru şekilde uygulanmalıdır. Bu kapsamda tarihi yapılarda kullanılan malzeme ve malzemelerin özelliklerini bilmek önem arz etmektedir.

4. RESTORASYON TEKNİKLERİNE GÖRE UYGULANACAK MALZEMELER

Tarihi yapılarda kullanılan ve günümüze süregelen malzemeler genel başlıklar halinde taş, tuğla, ahşap ve harç olarak dört ana grupta sıralanabilir. Bu malzemelerin fiziksel ve kimyasal yapı özellikleri, yığma yapıların yük

taşıma kapasitesini oldukça yakından etkilemektedir. Bu özellikler malzemelerin dayanıklılığı, ısıl genişleme, su emme katsayısı, basınç dayanımı, çekme ve kayma dayanımı özellikleridir (Özer, 2006).

Geçmişten günümüze dek yaşamış tarihi yapılar incelendiğinde, bu yapılarda kullanılan taş, tuğla ve harç özelliklerinin oldukça fazla çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. Bazen aynı yapıda kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri bile değişim gösterebilmektedir. Örnek olarak tarihi yapılarda kullanılan harç yapının yapıldığı döneme, yapıldığı yere ve bölgenin iklim durumuna nazaran farklılıklar göstermektedir (Çavuş, 2011).

4.1. Doğal Taş Malzeme

Doğal taşların, oldukça eski dönemlerden günümüzde dek git gide artan bir şekilde yapılarda kullanıldığı görülmektedir. Doğal taşlar, tarihi yapılarda tasarımcı tarafınca güç ve dayanıklılık sembolü olarak, kalıcı eserler yapmak suretiyle kullanılmıştır. Taş yapılar sürdürülebilir mimari akımına destek sunmakla birlikte, geçmişin, bugünün ve yarının mimarisi arasındaki bağlantıyı bizlere aktarmaktadır. Doğal taşlar sadece dayanıklılık özelliklerinin yanı sıra sahip oldukları renk ve doku çeşitlikleri nedeniyle de tercih edilmektedirler (Gürdal, vd., 2016).



Şekil 3. Doğal taşın mimaride kullanımı

En eski yapı malzemelerinden biri olan taş, kalıcı olması kabul edilen yapıların inşaatında bilhassa tercih edilmektedirler. Taşın tarihi yapılarda sık olarak kullanılmasının nedeni; neredeyse her yerde ve arazi koşullarında kolaylıkla bulunabilmesinin getirmiş olduğu avantajdır. Taşın yapısal dayanıklılığı, kimyasal ve jeolojik özellikleri ile incelenebilir. Taş basınç kuvvetlerine karşı oldukça dayanıklı, çekme kuvvetlerine karşı ise zayıf bir malzemedir (Özkul, 2005). Doğada bulunan veya taş ocaklarından çıkarılan, atmosfer etkilerine dayanıklı, homojen yapıda olan doğal taş, akıcı kıvamdaki magma tabakasının zaman içinde soğuması ve sertleşmesinden ötürü oluşan bir malzemedir (Türkçü, 2000).

Taş, basınç kuvvetine karşı dayanıklı ve çekme kuvvetine karşı zayıf bir malzeme olması özellikleri ile ötürü kusursuz bir yığma yapı elemanı malzemesidir. Doğada da bol miktarda bulunması sebebiyle basınca çalışan kemer, kubbe ve tonozlu yapılarda genellikle kullanılmaktadır. Taştan yapılmış yapı elemanlarının dayanımını çoğu zaman taş ve harç birleşiminin ortak davranışı belirler.

Taş sağlam ve doğa koşullarına karşı en dayanıklı malzemedir. Bu duruma rağmen taş çalışılması zor ve oldukça işçilik gerektiren bir malzemedir. Hitit, Asur ve Mısırlılar granit, kireç taşı ve kum taşını kendi tapınaklarının strüktüründe kullanmışlar ve yüzeylerini mermerle kaplamışlardır.

Taşı, geniş açıklıkların geçilmesinde, kemer, tonoz ve kubbe yapımında ve basınç yüklerini taşıyan duvarlarda kullanılmıştır. Tarihi yapıların oluşumunda, taş yığma yapı elemanları büyük dayanım değeri göstermektedir (Yılmaz, 2006). Taş, en eski yapı malzemelerinden birisidir ve kalıcı olması kabul edilen yapıların inşasında özellikli olarak tercih edilmiştir. Tarihi yapılarda taş malzemesinin yaygın olarak kullanılmasının nedeni, genellikle her türlü mekan ve arazi koşullarında rahatlıkla temin edilebilir olmasıdır (Ünay, 2002).

4.2. Harçlar

Harçlar, dolgu malzeme, bağlayıcı malzeme ve suyun belli bir oranla karıştırılmasıyla elde edilen, biçim verilebilen, yapışma ve katılaşma gibi özellikleri olan malzemeye denir.

Harçlar, arasında kullanılan bağlayıcı malzemelere göre alçı harcı, kireç harcı, çimento harcı şeklinde veya kullanıldıkları yere göre duvar harcı ve sıva harcı olarak adlandırılmaktadır (Şimşek, 2001).

Taş, tuğla, kerpiç gibi belirli bir hacme sahip yapı bileşenlerinin birbirileri ile oluşturduğu derzleri doldurarak bir yığma yapı elemanı kurmak ve bu yapı elemanının bir bütün gibi davranmasını sağlamak, yapıda harç kullanımının

temel amacıdır. Bu sayede harç, her bir elemana gelen yüklerin birbirlerine aktarımında bağlayıcı köprü görevi görmektedir.

İlk zamanlarda çamur harç olarak kullanılmıştır. Çamurun kuvvetli bir duvar yapısı için uygun olmadığı açıktır. Toprakta elde edilmiş kerpiç ve tuğlanın yapı malzemesi olarak kullanılması harç malzemesinin doğuşuna neden olmuştur. İlk kez Roma döneminde taş ve tuğla duvarların yapımında kullanılmaya başlanan bu bağlayıcı malzeme kireç, kum ve su malzemelerinden oluşmaktadır (Çamlıbel, 2000).



Şekil 4. Horasan harcının uygulanması

Kum ve kireç karışımı içinde pişmiş kilin ya da doğal puzolan olarak da bilinen volkanik tüfün suyla karıştırılmasıyla zaman içinde sertleşen bir bağlayıcı elde edilmiştir.

Kirecin iyi pişirilmesi ve doğal puzolan maddesinin kimyasal bileşenlerinin miktarına göre bu bağlayıcının dayanımı ve dayanıklılığı değişiklik göstermektedir.

Tuğla kırığı ve kireç kullanılarak hazırlanan harç tarihi yapıların yapımında kullanılan en önemli bağlayıcı malzemelerden biridir. Bazı uygulamalarda harcın içine kum katılırken, bazılarında ise ufak parçalar halinde tuğla ya da kiremit kırıkları gibi malzemelere görülmektedir. İçine tuğla ya da kiremit kırıklarının katılmış olduğu harç karışımları, çimento harçlarına göre farklı bir yapıya sahiptir. Bu harçlar tuğla ve doğal taşlarla yapmış olduğu aderans yardımıyla kompozit ve dayanımı yüksek taşıyıcı bir yapı taşıyı meydana getirmektedir.

Onarım harcı için sunulan önerilerin içerik analiz sonuçları esas alınarak yapılmasına karşın, harcın uygulanacağı taşıyıcı elemanın ve hazırlanacak harcın performans testlerinin yapılarak birlikte değerlendirilmesi daha efektif sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır.

4.3. Kargir Malzeme

Doğal taş ya da tuğlanın, bir bağlayıcı harçla beraber kullanılması ile elde edilmiş malzemeye kargir ismi verilir. Monolitik taşıyıcı elemanlar (duvar, destekler), kemer, tonoz ve kubbe vb. kargir malzeme ile oluşmaktadır. Kargir malzeme, ayrışık bir malzemedir. Birim ağırlığı 21 ~ 22 kN/m³ aralığında değişmektedir. Kargir malzemenin taşıma gücü, yapımında gösterilen özene, yapı taşına, harca, imal tekniğine, çevre koşullarına ve zamana bağlıdır (Çamlıbel, 2000). Kargir malzeme, basınca belli miktarlarda dayanır. Kargirin çekmeye karşı dayanımı oldukça azdır. Kargir malzemenin mukavemeti, içerisindeki bağlayıcı harcın mukavemetine eşdeğerdir.

Bağlayıcı kireç harcı olan kargir malzemede basınç emniyet gerilmesi, $\sigma = 0,2 - 0,6$ MPa, horosan harçlı kargir malzeme de ise tahmini $\sigma = 1,5 - 3$ MPa değerlerindedir. Horosanın dayanımının, yaklaşık düşük dozajlı bir çimento harcın dayanımı kadar olması gerektiği varsayımı yapılabilir (Saraç, 2003).



Şekil 5. Ülkemizde kargir malzeme ile yapılmış yapı örneği

Yapının mevcut durumunu tehlikeye düşürmeyecek bir güçlendirme yöntemi düşünülmelidir, bununla birlikte uygulanması zorunlu fakat yapı için tehlikeli olabilecek uygulamalar da mevcut durumu tehlikeye sokmamak için geçici önlemler düşünülmelidir.

Yapının üzerinde bulunduğu zemin koşulları iyileştirilmeli; temel zemininin ıslahı yapılmalıdır. Üst yapıyı oluşturan temel sistemi, kat döşemeleri, iç dış duvarlar, çatı ve çatı katı tek tek yeterli güvenlik düzeyine ulaşacak şekilde güçlendirilmelidir.

Tarihi yığma kargir yapılar da mevcut durum, yerinde incelemelerle ve laboratuvar da yapılan araştırmalar neticesinde tespit edilir. Tarihi yığma kargir yapılar da mevcut güvenlik düzeyi, yapının üzerinde bulunduğu zeminin durumuna bağlı olduğu kadar doğrudan yapıda kullanılan malzemenin durumuna da bağlıdır.

4.4. Ahşap Malzeme

Ahşap, işlenmesi ve taşınması rahat bir malzeme türü olması nedeniyle konut mimarisinde yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Hafif, çekme, tazyik ve eğilmeye karşı dayanımı olduğu için büyük açıklıklar ahşapla rahatlıkla geçilebilmektedir. Tarihi yığma kargir yapılarda tavan ve döşeme taşıyıcı sistemi malzemesi olarak kullanılan ahşap malzemesi ayrıca çekmeye karşı dayanımından ötürü duvarlarda hatıl olarak, eğilmeye karşı dayanımından ötürü çıkma (saçak, cumba, taşma) olarak da kullanılmıştır (Mahrabel, 2006.)

Rutubet, toprak ve mikroorganizma etkilerinden fazlasıyla etkilenen doğal ahşap, diğer yapı malzemelerine oranla daha fazla korunmaya ve sürekli bakıma muhtaç bir malzemedir. Suni ahşap malzemelerde özellikle üretimlerinde plastik esaslı tutkal kullanılmadığı durumlarda suda erime mümkün olacağı için gerekli korunmanın yapılması ve özellikle ahşabın birleşim noktalarında sert ağaç ya da metal kullanılması yararlıdır.

Ahşap malzemeler yapıda taşıyıcı, kaplama, doğrama, pano yalıtım ve kalıp elemanları gibi işlevler ile yer almaktadır. Ayrıca mobilya elemanı olarak da geniş bir kullanım alanı söz konusudur.

Yapıya açıklık geçmek için kullanılan kirişler, kafes kiriş, kutu kesitli ya da tutkallı lamine kiriş elemanları ve kabukları ahşap malzemesinin yapıda taşıyıcı eleman işlevi gördüğü durumlardır. Günümüzde ahşap malzeme geleneksel yapı sistemlerine benzer taşıyıcı eleman olarak karkas duvar ve çatı kuruluşu gibi yöntemlerle de uygulanmaktadır. Kullanılan ağaç türleri çoğu zaman çam, köknar, ladin, kayın, meşe ve kestanedir.

Ahşap çoğu zaman karkas sistemlerde dikme, köşe dikmesi, taban, payanda, ana kiriş, döşeme kirişi, yavru kiriş, boyunduruk, çatı sisteminde ise tavan kirişi, asma kiriş, yastık, gergi, göğüsleme, kuşak, yalama, baba, damlalık aşığı, mahya aşığı ve mertek adlarında ve buna benzer boyutlarda yer almaktadır. Yapıdaki uygulaması geçme, çivi, bulon ya da tutkal şeklinde elemanlar kullanılarak yapılır.



Şekil 6. Konya’da bulunan Eşrefoğlu Camii ahşap süsleme örneği

Ahşap kaplama elemanı işlevi görerek, yapıda döşeme, tavan, çatı örtüsü, iç ve dış duvar kaplaması olarak günümüzde de ayrıca ince kaplama levhalar, kontrplak, lif ve yonga levhalar gibi oldukça yaygın bir kullanım alanına sahip malzeme olmuştur. Kaplamalarda yaygın görülen ağaç türleri çoğu zaman çam, köknar, meşe, kayın, dişbudak, karaağaç, gürgen ve cevizdir. Doğal ahşap kaplama çeşitleri geçmeli, bindirmeli, lambri, yalı baskı, mozaik parke ve parke şeklinde çeşitlenmektedir. Kaplamalar çoğu zaman kör döşemeye ve kadranelere çakılmak ya da şap üstüne yapıstırılmak üzere yapıdaki yerine uygulanmaktadır.

Değiştirilmeyerek yerinde kalacak tüm ahşap elemanlar, mantar ve böcek tahribatının önlenmesi için su bazlı emprenye maddesi kullanılarak fırçayla sürme yöntemi kullanılarak ilaçlanmalıdır. Fırçayla sürme yönteminin uygulanamayacağı iç kısımlardaki ahşap elemanlar için püskürtme ile böcek ve mantar yok edici ilaç kullanılmalıdır.

Ahşap malzemenin sağlamlığını yitirdiği kısımlarda, aynı cinsteki özgün malzeme ile değiştirilmeli, böylelikle hastalıklı hiçbir malzeme ortamda bırakılmamalıdır. Özgün malzemenin mümkün olduğu kadar kurtarılması amacıyla, hastalıklı kısımlar kesilerek alınmalı, tamamen hastalıklı olup kurtarılamayacak kısımlar çıkartılmalıdır. Böcek tahribatı yoğun, ancak yapısı sağlam olan ahşap elemanlar, emprenye edildikten sonra deliklerin doldurulması ile yerinde korunabilmeli, ancak niteliğini kaybetmiş kısımlar yeni parça ile değiştirilmelidir.

Yenilenecek ve onarımı yapılacak tüm ahşap elemanlarda, belirlenen özgün malzeme cinsinin emprenye işleminden sonra kullanılması önerilmektedir.

4.5. Tuğla

Tarihi yapılarda, pişirilmiş kilden üretilen tuğlayı meydana getiren malzemeler çoğu zaman nehir yataklarında bulunan kum taşlarının kalıntılarından elde edilmiştir.

Pişmiş kilden üretilen tuğlalar, görünüşleri ve işlevlerine bakılarak sınıflandırılır; fırınlarda yüksek sıcaklık altında pişirilir, fırın teknolojisinin bulunmadığı yerlerde ise güneş ısısından yararlanılarak meydana getirildiği bilinmektedir.

Tuğlayı meydana getiren malzemenin kalitesi, kullanılan harç ve tuğlanın örülme şekli, tuğlanın dayanımını belirleyen etkenlerdir. Tuğlaların basınç dayanımı, malzeme özelliklerine göre 10MPa -30MPa aralığında değişmektedir. İyi fırınlanmış tuğla, iyi fırınlanmamış tuğlaya göre üç kat daha çok dayanıma sahip olabilir (Ünay, 2002).

Tuğlalar, eski dönemlerde görüldüğü üzere güneşte kurutulmuş kerpiçten yapılmıştır. Ancak bu biçimde üretilen tuğlaların yağmura karşı dayanıklılığı olmadığından daha sonrasında 1000°C’ye kadar pişirilerek tuğlaların dayanımı artırılmıştır. Tuğla malzemesinin esası kildir, ancak içinde kum, kireç, alçı, demir birleşikleri, doğal maddeler de bulunur. Diğer maddelerle karışmış olan kil taneleri yüksek ısıda pişirilince kaynaşarak taşlaşmış kütle olur. İçerisinde fazla kum bulunursa dayanıksız bir malzeme meydana gelir. Kil miktarı fazla olursa kuruma sırasında çatlamalar oluşmaktadır. Kil içinde bulunan diğer minerallerle birleşerek asit karakterinde tuzlar meydana getirir. Pişirme işlemi sırasında çatlamaya yol açarak tuğlanın yüzeyinde çiçeklenmeler meydana gelir. Tuğlaların mekanik özellikleri imal edilmiş olduğu döneme, yapıldığı malzemeye, yapım tekniğine ve yapıldığı tarihlere bakılırsa değişik mekanik özellikler gösterebilir (Çavuş, 2011).



Şekil 7. Harman tuğlası

Başarılı bir restorasyon çalışması için, uzmanlar tarafından farklı tekniklerle hasarın tespit edilmesi, uygun restorasyon tekniklerinin uygulanması, uygulamada doğru malzeme kullanımı önem arz etmektedir. Restorasyon sonrasında korumanın sürdürülebilirliği adına hasar tespitlerinin yapılması ve gelebilecek hasarlara karşı önlem alınması gerekmektedir.

Harman tuğlasının gözenekli yapısının gereği olarak su itici olmayıp, aksine su emici bir malzeme olmasından dolayı, yapılacak uygulamalarda, yapının atmosferik koşullardan korunması ve özgün yapım tekniğine bağlı kalarak onarılması ilkeleri dikkate alınmalıdır. Bu doğrultuda, dış yüzey sıvalarının içerik ve performans analizlerinin yapılarak, mevcut sıvalarda konsolidasyon yapılması, mevcut olmayanlarda ise analiz sonuçları doğrultusunda sıva üretilerek, performanslarının laboratuvar ortamında değerlendirilmesi ve yapıya herhangi bir zarar vermeyecek, bozulmaya neden olmayacak ya da var olan bozulmayı tetiklemeyecek özgün ve uygun malzeme ile onarılması yapının uzun süreli korunması açısından gerekli bir uygulama olacaktır.

Tuğla malzemenin iyi pişirilmesi zamanla meydana gelebilecek aşınmaları ve çatlama engeller. Yapılan tespitler neticesinde uygulanması düşünülen güçlendirme yöntemlerinin aralarından optimum bir çözüm yöntemi, bu konu ile ilgili Türk Standartları ve (ABYYHY98) esasları ile yapının kullanım fonksiyonu göz önüne alınarak belirlenir. Çoğu uygulamada karşılaşılsa da, tarihsel değeri olan yapılarda, mevcut değerleri bozmadan, mümkün olduğunca az ve geriye dönüşü olan müdahaleler yapılması uygun ve kabul edilebilir olmaktadır.

5. SONUÇLAR

Tarihi yapılar tüm özgünlüğü ile gelecek kuşaklara aktarılması için, sadece bir sanat eseri olarak değil de aynı zamanda bir tarihi belge olarak korunması hedeflenmelidir. Tarihi yapılarda müdahale uzmanlık gerektiren bir iştir. Onarımlar sırasında özgün malzemenin korunmasına özen gösterilmelidir.

Her yapının kendine özgü malzeme özelliklerine sahip olduğu, bir yapıya uygulanan malzemenin diğer bir yapı için uygun olamayacağı değerlendirilmeli ve uygulanan yeni malzemenin özgün yapı malzemeleri üzerindeki zararlı etkileri göz ardı edilmemelidir. Restorasyon çalışmalarında kullanılan malzemeler, korumanın gereksinimlerini yerine getiren standartlara uygun olarak üretilmelidir.

Tarihi yapı malzemeleri, yapısal işlevlerinin yanı sıra aynı zamanda ürettikleri dönemin yapı teknolojisini yansıtmaktadırlar. Bu nedenle, tarihi malzemelere müdahale edilirken öncelikli olarak özgün malzemenin yerinde korunması esas olmalı ve gereksiz yapı uygulamalarından kaçınılmalıdır. Yeni malzeme uygulamasının zorunlu olduğu durumlarda, kullanılacak malzemeler, özgün malzemeler ile fiziksel, kimyasal, mekanik ve estetik olarak uyumlu olmalıdır. Yeni malzemeler, öncelikle laboratuvar koşullarında test edilmeli ve bunların özgün olanlar ile fiziksel, kimyasal, mekanik ve estetik olarak uyumlu olup olmadığı belirlenmeli ve daha sonra yapı genelinde uygulamaya geçilmelidir. Bu çalışmalar için uzun araştırma sürelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Genel kapsamda bu araştırma kapsamında ortaya koyulan tarihi yapılarda kullanılan malzeme türleri ve bu malzemelerin özelliklerinin belirlenmesi ile tarihi yapı ya da esere uygun malzemenin uygulanması ve bu uygulamaların türleri açıklanarak ifade edilmiştir.

Yapının mimari yapım tekniği ve yapının üslubu göz önünde bulundurularak ele alınan yapının restorasyon kararları, yapının özgünlüğünü yitirmeyecek şekilde gelecek nesillere aktarılmasına imkan sağlamaktadır. Kültürel mirasın gelecek nesillere aktarımını sağlamak için tarihi yapıların özgün nitelikleri ve kimliği korunacak şekilde değerlendirilip, onu yaşatmak esas amaç olmalıdır. Bu kapsamda yapıya yapılacak doğru uygulama, uygulanacak doğru malzeme ve doğru tekniklerin kullanılması bu amacın sağlanmasında en önemli kriterlerdir.

Bu çalışmanın amacı tarihi yapıların restorasyonunda uygulanacak tekniklerin belirlenerek, bu teknikler kapsamında uygun malzemelerin belirlenmesidir. Bu çalışmalar, restorasyon sürecinde orijinal teknikleri analiz

etmek ve uygulama sonrasında restorasyon çalışmasını mümkün olduğunca doğru bir şekilde gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Günümüzde ülkemizde görülen uygun olmayan restorasyon çalışmalarının büyük bir çoğu eksik analiz, yanlış müdahale ve uygun olmayan malzemenin uygulamada kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Çalışma kapsamında restorasyon teknikleri ve bu teknikler kapsamında tarihi yapılara uygun restorasyon sırasında uygulanacak malzemelerinin açıklanması ile bu sorunun çözümüne katkı sağlanması hedeflenmektedir. Yapının mimari yapım tekniği ve yapının üslubu göz önünde bulundurularak ele alınan yapının restorasyon kararları, yapının özgünlüğünü yitirmeyecek şekilde gelecek nesillere aktarılmasına imkan sağlamaktadır. Kültürel mirasın gelecek nesillere aktarımını sağlamak için tarihi yapıların özgün nitelikleri ve kimliği korunacak şekilde değerlendirilip, onu yaşatmak esas amaç olmalıdır. Bu kapsamda yapıya yapılacak doğru uygulama, uygulanacak doğru malzeme ve doğru tekniklerin kullanılması bu amacın sağlanmasında en önemli kriterlerdir. En az müdahale ile yapının özgünlüğünü zorunda olunmadığı sürece bozmadan yapılan restorasyon çalışmaları en doğru müdahaledir. Bu amaca giden yol, ilgili birimlerin özveri ile doğru malzeme ve doğru teknik ile çalışmasıdır. Yapılan çalışma kapsamında tarihi yapılarda restorasyon teknikleri ve uygulanacak malzemelerin tespiti yapılmıştır. Bu tespitlere göre uygun malzemelerinin ortaya konulması ve korunmasına yönelik teknik ve teknolojilerin tanımlanması ve standartların belirlenmesine çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

- Ahunbay, Z., 1995. Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon, Yem Yayınevi, İstanbul 71-73.
- Briccoli Bati S., Rotunno T., 2001. Environmental durability of the bond between the CFRP composite materials and masonry structures. In: Proceedings of 3rd International Conference on Structural Analysis of Historic Construction, SAHC01, Guimaraes, Portugal, pp 1039–1046.
- Çamlıbel, N., “Geleneksel Yapılarda Stabilitenin İyileştirilmesi ve Temellerin Takviyesi”, Birsen Yayınevi, İstanbul, 22-45, (2000).
- Çalık İ., 2017. Tarihi Cami ve Minarelerin Deneysel Dinamik Karakteristiklerinin Belirlenmesi ve Restorasyon Etkilerinin Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 9-52.
- Çavuş, M., 2011. Tarihi Yapılarda Üst Örtülerin Çelik Malzeme ile Sağlamaştırılmasının Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Modellenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- De Felice G., De Santis G., Garmendia L., 2014. State Of The Art Review Of Out Of Plane Strengthening Of Masonrywalls With Mortar Based Composites, Department of Engineering, Roma Tre University, Rome, Italy.
- Erder, C., 1975. Tarihi Çevre Bilinci: Tarihi Yapılar Ve Çevrelerinin Değerlendirilmesi Gelişiminde Örneklemeye, ODTÜ Mimarlık Fakültesi, Ankara.
- Frampton, K., 1983. Towards a Critical Regionalism: Six Points for an Architecture of Resistance, in The Anti-Aesthetic: Essays on Post-Modern Culture, 50-51, Hal Foster Ed. Port Townsend, Washington.
- Gürdal, E., Özgünler S., 2016. Tarihi Yapıların Onarımında Doğal Taş Seçimi ve Kullanımı, Restorasyon ve Konservasyon Dergisi, Yıl 2016, Cilt, Sayı 16, 27 – 35.
- Mahrebel, H.A., 2006. Tarihi Yapılarda Taşıyıcı Sistem Özellikleri, Hasarlar, Onarım ve Güçlendirme Teknikleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özer, S., 2006. Geleneksel Yiğma Yapılarda Strüktürel Elemanların Analizi, Yüksek Lisans Tezi, sf. 10-28, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Özkul, T.A. Karagüler, M., Ergüneş O.İ., Kaya Y., Pavlatos C.F., 2005. Static and Dynamic Analysis Of Panagia Ton İso Dion Church, International Symposium Studies on Historical Heritage, p. 535-543, İstanbul.

Papanicolaou C.G., Triantafillou T.C., Karlos K., Papathanasiou M., 2007. Textile-reinforced mortar versus FRP as strengthening material of URM walls: in-plane cyclic loading, Mater Struct 40:1081–1097.

Prota, A., Marcari G., Fabbrocino, G., Manfredi, G., Aldea, C., 2006. Experimental in-plane behavior of tuff masonry strengthened with cementitious matrix-grid composites, ASCE J Compos Constr, 10:223–233.

Saraç, M.M., 2003. Tarihi Yığıma Kargir Yapıların Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

Tedeschi, C., Kwiecien, A., Valluzzi, M.R., Zajac, B., Garbin, E., Binda, L., 2013. Effect of thermal ageing and salt decay on bond between FRP and masonry, Italy.

Türkçü Ç., 2000. Yapım, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Ünay, A.İ., 2000. Tarihi Yapıların Depreme Dayanımı, ODTÜ, Ankara.

Yılmaz, P., 2006. Tarihi Yapıların Modellenmesi ve Deprem Güvenliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Zakar, L., 2013. Restorasyon Uygulamalarında Kullanılan Çağdaş Teknikler, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Derleme Makalesi

KENT İÇİ RAYLI SİSTEMLERDE YENİ TEKNOLOJİLERİN İNCELENMESİ: LASTİK TEKERLEKLİ RAYLI SİSTEM

Betül Zehra UZUNER[†], Mustafa ILICALI^{††}

[†] İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

^{††} İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İstanbul, Türkiye

[†]zehrauzuner@gmail.com, ^{††}milicali@ticaret.edu.tr



0000-0003-4979-0819, 0000-0001-6453-7753

Atf/Citation: UZUNER, B. Z., ILICALI, M., (2023). Kent İçi Raylı Sistemlerde Yeni Teknolojilerin İncelenmesi: Lastik Tekerlekli Raylı Sistem, Journal of Technology and Applied Sciences 6-1, pp 51-60 DOI: 10.56809/icujtas.1257921

ÖZET

Onlarca yıldır lastik tekerlekler, tüm dünyada raylı sistem taşımacılığı için çok güvenilir olduklarını kanıtlamıştır. Bu tekerlekler titreşim ve gürültüyü azaltır ve başka avantajlar sunar. Kullanımdaki yaklaşık 150.000 lastik tekerlek ile bu avantajlar gösterilebilir: hem kalıcı yol hem de araç bileşenlerinde daha az aşınma ve yıpranma, hem yolcular hem de yol boyunca yaşayan insanlar için daha az gürültü rahatsızlığı ve daha düşük bakım maliyetleri. Lastik tekerleklerle donatılmış araçların seyir konforu ve sürüş kalitesi, sert çelik tekerleklerle donatılmış araçlara göre daha üstündür. Dünyada trafik sıkışıklığı önemli derecede bir sorun haline gelmektedir. Özellikle pandemi koşulları nedeniyle toplu taşımaya güven azalmıştır. Kentlerdeki yol kapasitesi, bireysel araç kullanımını karşılayamamaktadır. Kent içi raylı sistemler, konforlu, çevreci, güvenilir, hızlı ve taşıma kapasitesi yüksek olması sebebiyle ulaşımda önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde nüfusu hızla artan şehirlerin raylı sistemlere duyduğu ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Kent içi raylı sistemler, modern şehircilik anlayışında yeri yadsınmaz. Fakat bu sistemler maliyetleri açısından pahalı yatırımlardır. Bu çalışmada gelişen teknoloji ile beraber daha az yatırım ve işletme maliyeti ile uygulanabilirliği arttıran dünyada kullanılan lastik tekerlekli raylı sistem araçlarını incelenecektir. İncelenen araçların teknik özellikleri sayesinde, daha az enerji kullanımı ile birlikte az masraflı ve sürdürülebilir oldukları; daha konforlu ve kullanılabilir oldukları saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kent içi raylı sistemler, Lastik tekerlekli raylı sistem, Vagon, Yüksek kapasite.

INVESTIGATION OF NEW TECHNOLOGIES IN URBAN RAIL SYSTEMS: RUBBER TIRE RAIL SYSTEM

ABSTRACT

For decades, rubber wheels have proven to be very reliable for light rail transport all over the world. These wheels reduce shock and noise and offer other benefits. With approximately 150,000 rubber padded wheels in use, these advantages can be demonstrated: less wear and tear on both the permanent road and vehicle components, less noise disturbance for both passengers and people living on the road, and lower maintenance costs. The ride comfort and ride quality of vehicles equipped with rubber wheels are superior to vehicles equipped with hard steel wheels. Traffic congestion is becoming a serious problem in the world. Confidence in public transport has decreased, especially due to pandemic conditions. Road capacity in cities cannot meet individual vehicle use. Urban rail systems have an important place in transportation because they are comfortable, environmentally friendly, reliable, fast and have a high carrying capacity. The need for rail systems in cities with rapidly increasing population in our country is increasing day by day. Urban rail systems have an undeniable place in the understanding of modern urbanism. However, these systems are expensive investments in terms of costs. In this study, rubber wheeled rail system vehicles used in the world, which increase the applicability with less investment and operating costs, will be examined with the developing technology. The vehicles examined are less costly and sustainable with the use of renewable energy; They were found to be more comfortable and usable.

Keywords: High capacity, Rubber tire railway system, Urban railway systems, Wagon.

Geliş/Received : 28.02.2023

Gözden Geçirme/Revised : 13.05.2023

Kabul/Accepted : 16.05.2023

1. GİRİŞ

Kentsel gelişme ve ulaşım birbiriyle etkileşim içinde bulunan faaliyetlerdir. Kentsel gelişim, ana arterler üzerinde hızlı, modern ve yüksek kapasiteli toplu taşıma sistemlerini zorunlu kılmaktadır. Hareketliliğin yüksek olduğu kentlerde ulaşım sorunu insanların en büyük sorunları arasındadır.

Ülkemizin pek çok kentinde, zaman projeksiyonlu yolculuk taleplerinin uygun olarak karşılanabilmesi amacıyla etüt-plan ve proje çalışmaları yapılmaktadır. Karayolu altyapısını kullanan toplu taşıma türleri yolcu kapasitesinin belli bir düzeyi aştığı ulaşım hatlarında yetersiz kalmaktadır. Özellikle nüfus yoğunluğu fazla olan kentlerde saatlik 10.000 yolcu kapasitesinin aşıldığı alanlarda raylı toplu taşıma sistemleri gündeme gelmektedir.

Şehirler, yerel yönetimleri kısa zamanda kentlerine hızlı, modern ve yüksek kapasiteli toplu taşıma sistemlerini kazandırmak istemektedir. Kent içi raylı sistemler, modern şehircilik anlayışında yeri çok önemlidir. Fakat bu sistemler maliyetleri açısından pahalı yatırımlardır. Türkiye’de yer alan raylı sistemlerin birçoğu, kıt kaynaklar kullanılarak veya borçlanma yoluyla hayata geçirilmiştir (Kain, 1988).

Raylı sistem ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması dezavantaj gibi gözükse de işletme giderleri hesaba katıldığında uzun vadede toplum için daha ekonomik olacaktır. Örneğin yakıt kullanımı bakımından daha pahalı olan petrole nazaran elektrik ile çalışan raylı sistemler uzun vadede hem çevreci hem de ekonomiktir.

Raylı sistemlerin yatırım maliyetlerinin yüksek olmasının önemli sebeplerinden biri inşaat aşamasıdır. Ülkemizin topografyasından dolayı geçmişte raylı sistem inşaatları hayli uzun sürmüş ve maliyetli olmuştur. Zamanla teknolojinin gelişimi neticesinde daha az maliyetle daha yüksek kapasitede toplu ulaşımın sağlanabildiği dünyada görülmektedir.

Günümüz modern şehircilik anlayışında raylı sistemin gelişimi, derin tünelden maliyeti daha az olan üst yapılara doğru ilerlemektedir. Üst yapının sınırları daha fazla olduğundan, kullanılacak araçlar maksimum düzeyde teknolojik kriterler doğrultusunda seçilmektedir (Simpson, 1989).

Raylı sistemlerde kullanılacak olan araçların yolcu kapasitesi, sistemin saatlik kapasitesi, yapısal özerkliği, enerji tüketimi, altyapının jeolojik ve topografik gereksinimlerini karşılaması açısından önemi oldukça yüksektir.

Bu kapsamda dünyada yaygın olarak kullanılan lastik tekerlekli raylı sistem araçlarının maliyet/verim dengesi anlamında ön plana çıktığı görülmektedir.

2. LİTERATÜR ÇERÇEVE

Literatürde, kent içi toplu taşımacılıkta Raylı Sistemler konusunu ele alan ‘‘Kentiçi Ulaşımında Karayolu Ulaşımına Alternatif Sistem: Raylı Ulaşım Sistemi’’ (Gündüz, Kaya ve Aydemir, 2011) ‘‘Türkiye’de Kentsel Raylı Sistemlerin Gerekliği ve Uygulamada Dikkat Edilecek Konular’’ (Öğüt ve Evren, 2006), ‘‘Türkiye’deki kent içi raylı ulaşım sistemlerinin performanslarının Veri Zarflama Analizi ile karşılaştırılması’’(Masoumi ve Öcalır-Akünel, 2018), ‘‘Toplu Taşıma Türünün Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Uygulaması’’ (Hamurcu ve Eren, 2017), ‘‘Sürdürülebilir Kent İçi Ulaşım Politikaları ve Toplu Taşıma Sistemlerinin Karşılaştırılması’’ (Cirit, 2014), ‘‘Kent İçi Raylı Toplu Taşıma Sistemleri İncelemesi ve Dünya Örnekleri İle Karşılaştırılması’’ (Baştürk, 2014) konulu çalışmalar bulunmaktadır. Bu amaçla konu ile ilgili kitap, makale, bildiri ve tezler ile raylı sistem araçları üreten şirketlerin verilerinden yararlanılmıştır.

Arabaya alternatif olarak şehir içi toplu taşıma sistemleri, otobüsler, otobüs yolları ve rehberli otobüslerden tramvaylar, hafif raylı sistem (LRT) ve ağır metrolar gibi raylı sistemlere kadar çok çeşitli seçenekleri içerir. Geleneksel otobüs sistemlerinde, otobüsler karışık trafikte çalışırken, otobüs yolu sistemleri, otobüslerin özel veya ağırlıklı kullanımı için tasarlanmış özel yollarda çalışan otobüsleri ifade eder. Bu yollar, ayrı geçiş hakları içinde veya araç trafiği içeren caddeler ve otoyollar boyunca olabilir. Kılavuzlu otobüsler de ayrı şeritlerde çalışır, ancak şeridin diğer araçlar tarafından kullanılmasını fiziksel olarak imkansız kılan sabit bir kılavuz yolda çalışır. Kılavuzlu otobüsler, yollarda olduğu kadar caddelerde de çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Ray tabanlı sistemler çeşitli seçenekler sunmaktadır (Mistry ve Johnson, 2020). Tramvaylar, çoğunlukla karışık trafiğe sahip sokaklarda, bir ila üç araçlık birimlerde çalışan elektrikle çalışan demiryolu araçlarıdır. Nispeten yeni bir demiryolu ulaşım modu olan hafif raylı sistem, tramvaylar ve ağır raylı sistemler arasında bir teknolojidir. Hafif raylı sistemler, sabit ray kılavuzları üzerinde tek başına veya kısa trenler halinde çalışan elektrikle çalışan vagonları kullanır ve ağırlıklı olarak ayrılmış geçiş hakları üzerinde çalışır, ancak mutlaka kademeli olarak ayrılmamıştır. Tamamen ayrılmış geçiş hakları üzerinde hafif raylı araçları kullanan sistemler, bazen genellikle ağır raylı sistemlerde tipik olan bir üçüncü raylı güç kaynağına sahip hafif hızlı geçiş sistemleri olarak tanımlanır.

Toplu taşıma sistemleri çok çeşitli seçenekler sunar; ancak, toplu taşımaya yapılan son yatırımlar genellikle demiryolu tabanlı seçeneklerden yana olmuştur. Metrolara ve özellikle hafif raylı sistemlere yapılan yatırımlar önemli ölçüde artmıştır.

Hafif raylı sistemlerin yükselişi, bazı kentsel alanlarda veya bazı belirli kentsel koridorlarda maliyet veya talep düzeyi nedeniyle mümkün olmayan ağır raylı sistemlerin maliyetine bir yanıt olmuştur (Salzberg vd., 2012). Ağır raylı sistemlerin hafif raylı sistemlere göre daha yüksek işletme hızları ve kapasiteleri gibi belirli avantajları vardır; ayrıca teknolojileri yüzey trafiğinden tamamen bağımsız olmalarını gerektirdiğinden çok güvenilir ve dakik olabilirler. Bu nedenle, toplu taşıma talebinin yeterince yüksek olduğu büyük bir metropol bölgesinde, ağır raylı sistemler iyi bir toplu taşıma hizmeti standardı için fırsatlar sunmaktadır. Ancak ağır raylı sistem inşa etmek yüksek maliyetler içerir; bu nedenle, orta büyüklükteki şehirler veya talebin çok yüksek olmadığı şehirler için ve ağır yatırımı destekleyecek kadar yoğun veya toplu taşıma dostu olmayan şehir koridorları için ekonomik olarak verimsiz olma eğilimindedirler. Hafif raylı sistem bu gibi durumlarda ağır raylı sistemlere göre avantajlıdır. Bir hafif raylı sistem inşa etmenin maliyeti, ağır raylı sistemden daha düşüktür ve bu nedenle, ağır raylı sistem yatırımı için aday olamayacak bazı orta büyüklükteki şehirlerde ekonomik olarak haklı gösterilebilir (Groenewegen, 2000). Ayrıca, hafif raylı sistemler, şehir merkezlerine nüfuz eden ağır raylı sistemler kadar etkili olabilmektedir. Şehir merkezleri genellikle yeraltı sistemleriyle ideal olarak hizmet verilebilen eski dar sokaklardan oluşur. Bununla birlikte, hafif raylı sistemler ve tramvaylar, zorunlu olarak yer altı inşaatı veya diğer trafikten ayırma gerektirmeden, dar koridorlarda çalışacak teknik kapasiteye sahiptir. Hafif raylı sistemler, daha yüksek hızlarda ve daha yüksek güvenilirlik derecelerinde hizmet sağlamak için şehir merkezine nüfuz edecek şekilde caddede ilerleyen bölümlere ve şehir merkezinin dışında tamamen ayrılmış bölümlere sahip olacak şekilde tasarlanabilmeleri açısından esneklerdir.

3. LASTİK TEKERLEKLİ RAYLI SİSTEM ARAÇLARI

Lastik tekerlekli raylı sistem araçları farklı yüksekliklerdeki hatlarda tamamen otomatik ve sürücüsüz de çalışabilen modern toplu ulaşım sistemleridir. Yüksek sürdürülebilirlik için evrensel tasarım uygulanıp geliştirilen araçlar, lastik tekerlekli bojiler vasıtasıyla kılavuz hatları üzerinde çalıştırılmaktadır. Kılavuz yol, kendi işlevinin yanı sıra araçlara fiziksel olarak destek de sağlamaktadır. Dünyada kurulan bazı lastik tekerlekli metro sistemlerinde yol ile demiryolu teknolojisi birlikte kullanılmıştır. Bu sistemlerde araçlar hem lastik tekerleklerle hem de geleneksel çelik tekerleklerle sahiptir. Çelik tekerlekler yedek pozisyonundadır ve lastik tekerleklerin arızalanması ya da demiryolu hattının değişimi söz konusu olduğunda devreye girmektedir. Lastik tekerlekli trenler çoğunlukla üzerinde işletileceği sisteme özel tasarlanır. Aşağıdaki tabloda anlaşılacağı üzere Lastik tekerlekli elektrikli araçlar, dünya genelinde pek çok ülkede geçmişten bugüne yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tablo 1. Lastik Tekerlekli Raylı Sistemi Kullanan Bazı Ülkeler

	ÜLKE	SİSTEM	YIL
1	Fransa	Paris Metro	1958
2	Kanada	Montreal Metro	1966
3	Meksika	Mexico City Metro	1969
5	Şili	Santiago Metro	1975
6	USA	Morgantown Personal Rapid Transit	1975
8	Fransa	Lyon Metro	1978
10	Japonya	Kobe New Transit	1981
11	Japonya	Yukarigaoka Line	1982
12	Fransa	Lille Subway	1983
15	USA	Miami Metromover	1986
16	İngiltere	Gatwick Terminal- Rail Shuttle	1988
17	Japonya	Yokohama Kanazawa Seaside Line	1989
18	Japonya	Kobe Rokko Liner	1990
19	Fransa	Paris Orly Airport	1991
20	İngiltere	Essex APM	1991
22	Fransa	Toulouse Subway	1993

24	Almanya	Frankfurt Skyline	1994
25	Japonya	Tokyo Yurikamome Line	1995
28	Çin	Hong Kong APM	1998
29	Malezya	K.Lumpur Aerotrain	1998
30	Singapore	Bukit Panjang LRT	1999
31	Fransa	Rennes Subway Line a	2002
32	Singapore	Sengkang LRT	2002
33	USA	San Francisco Air Train SFO	2003
34	Singapore	Punggol LRT	2004
37	Japonya	Nippori Toneri Liner	2008
38	Taiwan	Neihu Rapid Transit Line	2009
39	Çin	Zujiang New Town APM	2010
40	Kore	Busan Subway Line 4	2011
41	Kore	Uijeongbu Subway	2012
42	BAE	Dubai Uluslararası Havalimanı APM	2013
43	Japonya	Yurikamome Line	2014
44	Macau	Macau LRT	2016
45	Fransa	MP 14 Paris Metro su	2020
46	Fransa	Rennes Subway Line b	2022

Maliyet etkinliği, yeni toplu taşıma sistemlerinin başarılı olup olmadığını ve bunları inşa etmeye değerli değmeyeceğini belirlemek için çok sık kullanılan bir göstergedir. Ücret gelirlerinin yolcularla karşılaştırılmasının yanı sıra, ücret gelirinin işletme maliyetine oranı da finansal performansı ölçmenin önemli ve çok yaygın bir yöntemidir. Ayrıca, Kuzey Amerika sistemleri için çok yaygın olan operasyon için kamu sübvansiyonu, Birleşik Krallık'taki Merkezi Hükümet politikaları tarafından kesinlikle önerilmemektedir. Kuzey Amerika sistemleri arasında San Diego Trolley, işletme maliyetinin %68'ini geri kazandığı için başarılı görünürken, diğer Amerikan sistemlerinde bu oran %50'nin altındadır. Gerçekten de San Diego Trolley, özellikle sistemin bugünkü kadar kapsamlı olmadığı ilk işletme yıllarında çok uygun maliyetli bir sistem olmuştur. Ayrıca, patronajla ilgili olarak sermaye maliyetinin analizi, kentsel demiryolu yatırımlarının finansal performansını ölçmenin yaygın bir yöntemidir. İkinci olarak, yolcu başına işletme maliyeti seçilmiştir çünkü bu gösterge aynı zamanda sistemlerin maliyet etkinliğini ölçmek için de sıklıkla kullanılmaktadır. Personel başına yolcu sayısı, işletme maliyetine oldukça benzer bir ölçü olduğu için göstergelerden biri olarak dahil edilmemiştir: personel maliyeti genellikle toplam işletme maliyetindeki en yüksek maliyet bileşenidir. Gerçekten de, yolcu başına işletme maliyetinde sistemlerin performansına ilişkin gözlemler, personel-yolcu oranındakilere oldukça benzer. Yolcu başına ücret geliri ve ücret karşılama oranı da bir ölçüde birbirine benzer ve aralarından ikincisi seçilir (Clark, 2012).



Şekil 1. AGT Raylı Sistem Vasıta Örneği (URL 1)



Şekil 2. Lastik tekerlekli Sistemlerin Dünyada Kullanımına Örnekler (URL 1; URL 2; URL 3)

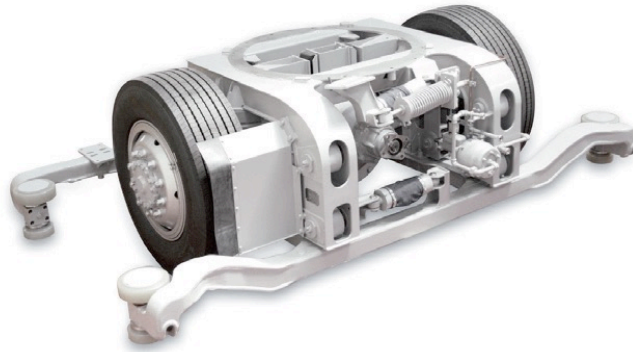
Lastik tekerlekli raylı sistemi, yüksek tırmanma ve iniş kabiliyeti sayesinde eğimli topoğrafyada kolaylık sağlamaktadır. Parçalı vagon yapısı, mevcut şehir planına uyumlu manevra kabiliyetini artırmaktadır. Araçlar dönemeçleri hız kesmeden alabilmektedir. Hem yeraltından hem yerüstünden seferleri yapılması mümkündür. Ayrıca lastik tekerlekli olması dolayısıyla ilk yatırım maliyetlerinde yüzde 30-40'lık tasarruf sağlamaktadır (Altenburg ve Lütkenhorst, 2015).

Diğer sistemlere göre araçların daha hızlı ivmelenebilmesi ve daha kısa fren mesafesine sahip olması, tren seferlerinin daha sık yapılabilmesine olanak tanımaktadır (Dunphy, 1997). Bu sayede hattın günlük yolcu kapasitesi önemli miktarda artmaktadır. Örneğin, Paris'te Saint-Lazare ile Olympiades istasyonlarını birbirine bağlayan M14 hattında ulaşım lastik tekerlekli metro araçları ile sağlanmaktadır ve azami yolculuk süresi istasyonlar arası 85 saniyedir. Dünyanın en kalabalık 12. metro sistemi olan, çelik tekerlekli araçların kullanıldığı Londra Metrosu'nda ise bu süre 105 saniyedir. Azami yolculuk süreleri arasında bulunan 20 saniyelik farkın az olduğu düşünülebilir; ancak her bir trende aynı sayıda yolcunun seyahat ettiği kabulü yapıldığı takdirde, Paris'teki M14 hattının Londra Metro'sundan %23 daha fazla yolcu kapasitesine sahip olduğu söylenebilir.

Gürültüsüz ve titreşimsiz olduğu için daha konforlu bir ulaşım imkanı sunan bu sistem, hat yollarındaki bakım ihtiyacının ve maliyetinin düşük, kaza riskinin sıfır olması gibi avantajlara sahip olmasının yanı sıra, elektrik enerjisi kullanımı sayesinde de çevre dostudur.

Tek aks ve iki ana lastik tekerlekli basit boji sistemi ile arızalara karşı güvenli ve güçlü bir yapı sağlanırken titreşimin sistem içi iletimi azaltılır ve bu sayede konforlu bir yolculuk sağlanmış olur. Lastik tekerlek üzerinde elektrikle çalışan sistemin işletme-bakım-onarım masrafları düşüktür. (Tablo 3. Sistemlerin İşletme

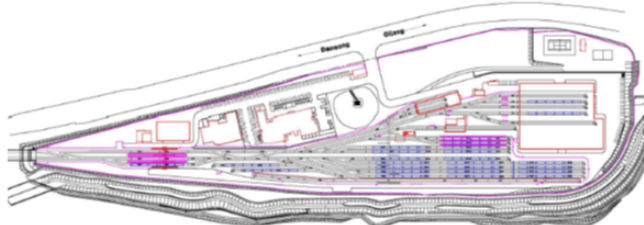
Maliyetlerinin Karşılaştırılması (Woojin,2020)



Şekil 3. Lastik Tekerlekli Boji Sistemi (Erkaya, 2016)

Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçları, yüksek eğimleri tırmanma kabiliyetine sahip olup, şehir içi metro sistemleri için de idealdir. Bu özelliği sayesinde, yeraltı metrolarında da yaklaşım tünellerinin boyalarının kısaltılması, istasyon derinliklerinin optimize edilmesi sağlanarak yatırım maliyetleri minimize edilmiş olacaktır. Örneğin, Paris metrosunun Sen nehri yakınlarında topografik koşullardan dolayı tünelden havaraya geçmesi, lastik tekerlekli sistemin sağladığı avantajlardan dolayı gerçekleşebilmiştir. Kılavuz rayları sayesinde 30 m yarı-çaplı keskin kurplarda, yolculuk emniyeti ve konforu azalmadan, dönüş sağlanabilmektedir. Kılavuz raylar, yoldan çıkmayı (derailment) önler. Çelik tekerlekli raylı sistemlerin minimum karp yarıçapı 125 metredir. Minimum karp uygulandığında yolcu konforu oldukça düşmektedir (Young, 1997).

Sade boji yapısı sayesinde araç bakımı, herhangi bir yükselticiye gerek kalmadan yüzeyde yapılabilir. Boji üzerindeki parça değişimleri için, boji araç gövdesinden ayrılmadan yapılabilir. Basit tamir bakım yeri kullanımı ve uzun metro araçlarına kıyasla 12 m uzunluğundaki parçalı vagon yapısı sayesinde Çelik Tekerli Sistemlere nazaran Lastik Tekerlekli Sistemin daha az m²'de depo ihtiyacı oluşur.



Şekil 4. Busan Metro Hat 4 Depo Alanı (Göz, 2019)

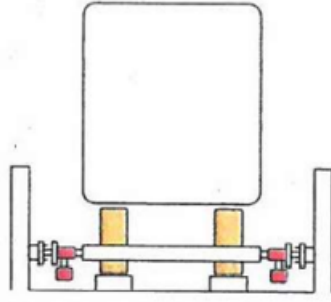
Kaliteli lastik teker ve düz beton birleşimi sayesinde Lastik Tekerlekli Sistem, Çelik Tekerlekli sistemlere nazaran daha az gürültülü ve titreşimli bir işletme sağlar. Karayollarının ve demiryollarının gürültü oluşturma seviyeleri aynı olsa bile demiryolları daha az rahatsızlık vermektedir. Bunun başlıca sebebi demiryollarında düzenli ve aralıklı seyirlerinin olması böylece bir süre gürültüden dinlenme olanağının sağlanmasıdır.

Tablo 2. Vibrasyon ve Ses Karşılaştırma Verileri (Atik, 2010)

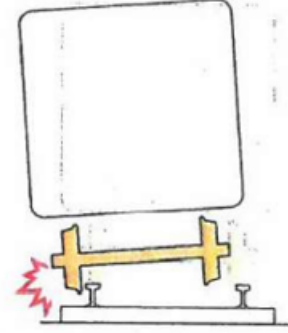
	Lastik Tekerlekli Sistem		Çelik Tekerlekli Sistem	
Vibrasyon	2.3 Hz \geq	Düşük titreşim ve gürültü	2.5 \geq	Rayın yanında oluşan titreşim ve gürültü
Ses	75 dB \geq gıcırıtı sesi yok		85 dB \geq gıcırıtı sesi var	

Geniş lastik yüzeyi ve kılavuz rayları sayesinde devrilme açısı yüksektir. Bundan dolayı lastik tekerlekli sistem daha stabil hareket edebilirken çelik tekerlekli sistemde dalgalanmalar olmaktadır.

Lastik Tekerlekli Sistem



Çelik Tekerlekli Sistem

**Şekil 5.** Devrilme Riski Karşılaştırması (Atik, 2010)

Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçları, üçüncü raydan alınan elektrik enerjisi ile çalışır. Tüm elektrikli tahrik sistemine sahip araçlar Frenleme/ Duruş sırasında atık jeneratif enerji açığa çıkartır. Lastik Tekerlekli Raylı Sisteminin sahip olduğu elektro mekanik ekipman (TPS-Traction Power System) sayesinde açığa çıkan enerjiyi toplayarak, bu toplanan enerjiyi kalkış sırasında araçların ihtiyaç duyduğu ilave demeraj akımı olarak kullanır. Her araç, tek cer motoruyla çalıştırılmakta olup, enerji tüketimi asgari düzeyde tutulmaktadır. Bu sebeplere bağlı olarak enerji sarfiyat maliyetleri diğer sistemlere göre düşük düzeyde olmaktadır. Raylı sistemlerde önem sırası %23,47 oranıyla makas sistemlerinin inşaat aşamasındaki maliyeti oldukça önemli bir kalemdir. Çelik tekerlekli araçlarda oldukça ağır ve karmaşık bir makas motor yapısı mevcuttur. Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçlarında ise, basit tahrik sistemi ile yön değiştiren kılavuz ray, araca makas hareketi sağlar.

Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçlarının elektrik tüketimi çelik tekerlekli araçlara göre **Tablo 3.** Sistemlerin İşletme Maliyetlerinin Karşılaştırılması (Woojin,2020)'de görüldüğü üzere daha azdır. Bu da, Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçlarının tasarım özelliklerinden kaynaklanmaktadır:

- Lastik tekerlekli raylı sistem araçları, üçüncü raydan alınan elektrik enerjisi ile çalışır. Lastik tekerlekli özel tasarımı hafif gövde yapısı ile enerji tüketimi minimize edilmektedir.
- Frenleme/duruş sırasında açığa çıkan jeneratif enerji depolanarak kalkış anında gerekli demeraj akımı için kullanılır.
- Her araç, tek cer motoruyla çalıştırılmakta olup, enerji tüketimi asgari düzeyde tutulmaktadır.
- İstatistik veriler esas alındığında, bakım onarım giderlerinin de lastik tekerlekli raylı sistem araçlarında nispeten daha az olduğu anlaşılmaktadır.
- Lastik tekerlekli raylı sistem araçlarının insansız kullanımı sayesinde, işletme personelinin de önemli bir oranda tasarruf sağlanması mümkün olmaktadır.

Tablo 3. Sistemlerin İşletme Maliyetlerinin Karşılaştırılması (Woojin,2020)

	Lastik Tekerlekli Raylı Sistem	Metro	LRT	Tramvay
Referans Hattı	<i>Busan Metro Line 4</i>	<i>Ankara- Metro</i>	<i>Ankaray</i>	<i>İstanbul T1 Hattı</i>
Enerji Birim Maliyeti (€/Araç-km)	0,20	1,78	1,70	0,30
Bakım-Onarım Birim Maliyeti (€/Araç-km)	0,30	0,30	0,51	0,30

* Lastik Tekerlekli Raylı Sistem birim maliyetleri, tarafımca mail yoluyla Koreli Woojin firmasından temin edilmiştir.

Kore'nin iş gücü maliyeti ve elektrik maliyeti ülkemize göre yüksek olmasına rağmen Lastik Tekerlekli Raylı Sistemin, diğer sistemlerden daha avantajlı olduğu görülmektedir. Ülkemize bu sistem kazandırıldığı zaman birim maliyetlerin daha da düşeceği öngörülmektedir.

5. Lastik Tekerlek ile Çelik Tekerleğin Karşılaştırılması

İnsanlar, bir raylı toplu taşıma sistemi düşündüğünde, sert çelik tekerlekler düşünür. Bilgisizler, çelik tekerleğin ortasında lastik bulunca genellikle şaşırırlar. Bunun nedeni, hafif raylı sistem haricindeki tüm geleneksel demiryolu trafiği için tekerlek ve rayın çelikten yapılmış olması ve temel yük taşıyıcı elemanlar olmasıdır. Yüksek yük kapasitesi ve güvenli taşıma gerektiğinde çelik tekerlek ve çelik ray her zaman kullanılmaktadır.

Karayolu raylı taşıtlarında, özel yol ve ray bağlantılarından kaynaklanan günlük darbelere dayanacak ağır kamyonlar ve ağır gövdeler vardı. Herschfeld lastik tekerleği mükemmelleştirdikten sonra, daha fazla hızlanma ve yavaşlama sağlamak için kamyonu ve araç gövdesi bileşenlerini hafifletmeyi başardı. Bu gelişme, karayolu raylı taşıtının trafikte otomobille rekabet etmesini sağlamıştır. O zamandan beri çoğu hafif raylı taşıt, bir tür lastik tekerlek veya başka bir tekerlek kullanılarak yapılmıştır.

Lastik, yüksek sıkıştırma ve kesme yüklerini almaya uygundur. Çok sayıda ve çeşitte önerilen tekerlek tasarımlarının çoğunda, lastik genellikle sıkıştırma ve kesme yüklerinin bir kombinasyonuna tabi tutulur. Sıkıştırma yükleri altında lastik gövde tamamen kapatılmamalıdır çünkü bu durumda lastik bir sıvı gibi tepki verir. Yani, lastik tamamen elastik değildir ve serttir ve yay hareketi sunmayacaktır.

Lastik gövdelerin boyutu, çalışma koşulları altında lastiğin toplam enine kesiti boyunca deforme olacağı şekilde olmalıdır. Enine kesitin parçaları düzgün bir şekilde sıkıştırılmazsa, lastik erken yaşlanmaya maruz kalır ve bu da yavaş yavaş yok olmasına yol açar.

Lastik kesme yüklerine maruz kalırsa, mümkün olan en büyük sapma lastiğin herhangi bir şekilde uzamasına neden olmamalıdır. Yani, ek çekme yükleri meydana gelmemelidir. Bu nedenle, kesme yüklerine maruz kalan lastik gövdeler her zaman sıkıştırma ile ön gerilime tabi tutulmalıdır (Yüzüğüllü vd., 1991).

Sıkıştırma yükleri altında sapmalar küçüktür. Kesme yükleri altında daha büyük sapmalar elde edilebilir. Öte yandan, sıkıştırma yükleri altında gerekli lastik hacmi, daha yüksek yüke izin verildiği için kesme yüklerine kıyasla daha az olabilir.

Lastiğin erken yaşlanması, kabul edilebilirten daha yüksek sıcaklıklara maruz kalması durumunda da meydana gelir. Yalnızca ısıya dayanma kapasitelerinde farklılık gösteren farklı derecelerde lastik kullanılabilir (maksimum 110°C'dir). Lastik tekerleğin hizmetteyken normal çalışmasından kaynaklanan ısı oluşumunun yanı sıra, tekerleğe haddelme işlemleri dışında da ısı verilir ve dikkate alınmalıdır. Bu dış ısı emici, lastik sırtı frenlemesinden veya lastik sırtının taşlama yoluyla yeniden şekillendirilmesinden olabilir. Lastik sırtı freninden gelen ısı girdisi, genellikle lastiğin dayanabileceği kabul edilebilir sıcaklığın oldukça üzerindedir. Bu nedenle, ana servis freni olarak sırt freni kullanan araçlar için lastik tekerlek önerilmez (Evren, 1996).

Çelik jant değişimi çok verimli ve orijinal taşıyıcı tarafından bir araba engelleme planına uyulduğu sürece maliyetleri düşürmektedir. Lastik, karma veya daha küçük bloklar söz konusu olduğunda etkilidir; burada değiştirme maliyetleri, taşıma ve kaldırma maliyetlerinden daha fazladır.

Sert çelik tekerleklerle, tekerlek takımının tamamı, tüm bu bileşenlerle birlikte, yol üzerinde zıplamakta ve

çarpmaktadır. Yüksek hareket hızlarında, tekerlek ve ray arasında hem dikey hem de yanal yönlerde yüksek dinamik kuvvetler oluşur ve bu da malzemenin yorulmasına ve aşınmasına neden olur. Tekerlek takımının yaysız kütlelerinin düşürülmesiyle, dinamik kuvvetlerin etkisi önemli ölçüde azaltılır. Tekerleklerle yerleştirilmiş yastıklama elemanı ile yaysız kütle iki tekerlek lastikleriyle sınırlıdır.

SONUÇ

Ülkemizin pek çok kentinde, zaman projeksiyonlu yolculuk taleplerinin uygun olarak karşılanabilmesi amacıyla etüt-plan ve proje çalışmaları yapılmaktadır. Kentsel gelişim, ana arterler üzerinde hızlı, modern ve yüksek kapasiteli toplu taşıma sistemlerini zorunlu kılmaktadır.

Hafif raylı sistem kondüvilerinde ve metro tünellerinde, genel olarak, raylı sistemler üzerinde çelik tekerlekli metro trenleri kullanılmaktadır. Oysa ki; son yıllarda, pek çok ülkede, yaygın olarak Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçları başarı ile kullanılarak, süratli ve yüksek kapasiteli toplu ulaşım sistemleri gerçekleştirilmektedir.

Yapılan analizler, Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçları sistemlerinin işletme ve bakım maliyetlerinin çelik tekerlekli metro trenlerine göre bir miktar (%25 oranında) daha düşük olduğunu ortaya koymaktadır.

En önemlisi, Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçları vasıtasıyla, tünel çıkışlarından hemzemin tahsisli yollara devam edilebilir ve hatta dar şehiriçi yollarda bulvarlar üzerinde tesis edilebilecek havaray hatlarına, yoğun şehir alt-yapısı ile etkileşime girmeksizin, geçiş sağlanabilir. Böylece, Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçlarının kullanımı sayesinde, entegre transit sistemleri oluşturulabilir.

Kuvvetli yol tutuş özelliği sayesinde, Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçları, dik eğimlere kolayca tırmanabilmekte ve keskin kurpları dönebilmektedir. Kısa mesafelerde hızlanma maksimize edilmiş olduğundan, istasyonlar arası mesafelerin yakın olduğu hatlarda, Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçlarının kullanılması avantaj sağlamaktadır.

Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçlarında kullanılan lastik tekerlekler sayesinde, altyapı titreşimleri minimum düzeye indirgenmiştir. Böylelikle, titreşimsiz yolculuk nedeniyle, hem seyahat konforu artmış, hem de özellikle hassas nitelikli tarihi binaların etki alanlarında zararlı vibrasyon etkisi bertaraf edilmiş olmaktadır. Bu sebeptendir ki, Paris ve Lozan metrosunun önemli bir kısmında lastik tekerlekli Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçları kullanılmaktadır.

Hiçbir tarafın mülkiyet hakkına sahip olmadığı LRT teknolojisine aksine, AGT sistemleri, geliştiricileri tarafından parlak verimlilik ve hatta karlılık iddialarıyla pazarlanmıştır. Şu anda faaliyette olan AGT sistemleri, gerçekten de ulaşım teknolojisine bir zaferdir ve onları hizmete sokanlara büyük bir itibar kazandırmaktadır. Bununla birlikte, tamamen kademeli geçiş hakkı ve istasyonlar gerektiren ve daha yüksek araba ve sistem maliyetleriyle, toplam AGT inşaat maliyetinin her zaman LRT'den daha yüksek olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, gelecekteki genişletme potansiyeli daha zayıftır ve AGT'yi seçen bir şehir, LRT'li bir şehirden daha küçük bir hızlı ulaşım ağına sahip olma eğiliminde olacaktır. Mevcut AGT sistemleri de, özellikle aynı hizalama kalitesiyle karşılaştırıldığında, geleneksel, basit LRT sistemlerinden daha verimli çalışmaz. Ayrıca günümüz teknolojisine ürün olan AGT sistemleri, teknoloji değiştikçe eskime ihtimalini ve gelecekte farklı nesil teknolojileri eşleştirme sorununu da beraberinde taşımaktadır. Son olarak, tescilli sistemler olarak, AGT sahiplerinin gelecekteki satın alma seçenekleri, özellikle üreticinin üretimi durdurması durumunda daha sınırlıdır.

Ayrıntılı olarak anlatıldığı üzere Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçları, dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Planlanan metro sistemlerinde de, Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçları ekonomik olarak kullanılabilir. Bunun yanı sıra, Lastik Tekerlekli Raylı Sistem araçları sayesinde, tünel sistemleri hemzemin tahsisli yollara ve havaray hatlarına bağlanarak, kent yapısına uygun ve mevcut alt-yapı ile etkileşime girmeksizin, modern toplu taşıma sistemleri tesis edilebilecektir.

KAYNAKLAR

- Altenburg, T. & Lütkenhorst, W. (2015). *Industrial Policy in Developing Countries: Failing Markets, Weak State*. Edward Elgar.
- Alpöge, A. (1978). Kentsel raylı taşıma: metro, tramvay, hafif metro, 1. Toplu Taşıma Kongresi, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, 358-381.
- Atik, Ö. (2010). *Lastik ve Çelik Alaşım Tekerlekli Metro Araçlarının Taşıma Maliyetleri Analizi ve Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Baştürk, G. (2014, Eylül). Kentiçi raylı toplu taşıma sistemleri incelemesi ve dünya örnekleri ile karşılaştırılması [Ulaştırma ve Haberleşme Tezi]. Ulaştırma, Denizcilik Ve Haberleşme Bakanlığı. Ankara.
- Cirit, F. (2014, Ağustos). Sürdürülebilir Kent İçi Ulaşım Politikaları ve Toplu Taşıma Sistemlerinin Karşılaştırılması [Uzmanlık Tezi]. İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü.
- Clark, S. (2012). *A history of railway signalling*. In IET Professional Development Course on Railway Signalling and Control Systems. London, UK.
- Dunphy, R.T. (1997). *Review of Recent American Light Rail Experiences*. Proceedings of Seventh National Conference on Light Rail Transit, Transportation Research Board Conference Proceedings 8, 104-113.
- Erkaya, H. H. (2016). 3. Çeken ve Çekilen Araçlar. Raylı Sistemin Temelleri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Evren, G. (1996). Kentsel ulaşımda raylı sistemler, *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 384, 63-72.
- Göz, N. (2019). Bursa için Seul'de lastik tekerlekli metro incelemesi: <https://www.bursahakimiyet.com.tr/yazarlar/namik-goz-76/bursa-icin-seul-de-lastik-tekerlekli-metro-incelemesi-15205> (Erişim Tarihi: 30.03.2023)
- Groenewegen, J. (2000). Introduction:Industrial Policy; Issues, Theories and Instruments. In W. Eisner & J. Groenewegen (Eds.), *Industrial Policies After 2000* (pp. 1–22). New York: Springer Science+Business Media.
- Gündüz, A., Kaya, M. & Aydemir, C. (2011, Haziran) Kentiçi Ulaşımında Karayolu Ulaşımına Alternatif Sistem: Raylı Ulaşım Sistemi. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*.
- Hamurcu, M. & Eren, T. (2017), *Toplu Taşıma Türünün Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Uygulaması*. Uluslararası İleri Mühendislik Teknolojileri Konferansı (ICADET), Bayburt.
- Kain, J.F. (1988). Choosing the wrong technology: or how to spend billions and reduce transit use. *Journal of Advanced Transportation* 21, 197-213.
- Masoumi, M. & Öcalır-Akunal, E.V. (2018). Türkiye'deki kent içi raylı ulaşım sistemlerinin performanslarının Veri Zarflama Analizi ile karşılaştırılması. *Politeknik Dergisi*.
- Mistry, P. J. & Johnson, M. S. (2020). Lightweighting of railway axles for the reduction of unsprung mass and track access charges. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 234(9), 958–968.
- Öğüt, K. S. & Evren, G. (2006, Aralık). Türkiye'de Kentsel Raylı Sistemlerin Gerekliliği ve Uygulamada Dikkat Edilecek Konular. *Uluslararası Demiryolu Sempozyumu*.
- Salzberg, A., Mehndiratta, S. & Liu, Z. (2012). Urban rail development in China. *Transportation Research Record*, (2275), 49–57.
- Simpson, B. J. (1989). *Urban rail transit - an appraisal*. Transport and Road Research Laboratory, Contractor Report 140.
- Yüzügüllü, M., Özcan, C. & Baş (1991). Raylı toplu taşıma sistemlerinin Türkiye'de yapılması ve yerli imalat olanakları, 4. Toplu Taşıma Kongresi, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, 275-288.
- Young, A. P. (1997). Light-Rail development in Great Britain. *Proceedings of Seventh National Conference on Light Rail Transit, Transportation Research Board Conference Proceedings* 8, 36-45.
- URL 1: <https://orucogluholding.com.tr/rayli-sistem/> (Erişim Tarihi: 30.03.2023)
- URL 2: <https://www.urbanrail.net/eu/fr/marseille/marseille.htm> (Erişim Tarihi: 30.03.2023)
- URL 3: https://www.tripadvisor.com/Attraction_Review-g294305-d7712955-Reviews-Metro_de_Santiago-Santiago_Santiago_Metropolitan_Region.html (Erişim Tarihi: 30.03.2023)

Araştırma Makalesi

A NOVEL MODEL FOR SUPPLIER SELECTION PROBLEM WITH GREEN APPROACH: AN APPLICATION IN THE RETAIL INDUSTRY**Zeynep ÜNVER[†], Berk AYVAZ^{††}**[†] Istanbul Commerce University, Industrial Engineering Graduate Student, Istanbul, Turkey^{††} Istanbul Commerce University, Industrial Engineering, Istanbul, Turkey**unverzeynep@hotmail.com, bayvaz@ticaret.edu.tr**

0000-0001-6529-1425 , 0000-0002-8098-3611

Atıf/Citation: ÜNVER, Z., AYVAZ, B., (2023). A Novel Model For Supplier Selection Problem With Green Approach: An Application in the Retail Industry, Journal of Technology and Applied Sciences 6-1, pp61-81 DOI: 10.56809/icujtas.1212392**ABSTRACT**

Today, good relations between companies and suppliers provide companies with a competitive advantage. Determining the supplier selection criteria and rewarding the suppliers by evaluating them at certain times is of great importance in establishing successful relations with the suppliers. In the study, it is aimed to reduce the supplier preference decisions in the product production process of the size of the firm operating in the textile industry in Istanbul. In this process, the current evaluation criteria were examined with 3 experts from the company and the final criteria were obtained by adding new ones to the sustainability criteria while conducting the literature. The proposed model was evaluated by 3 experts with 34 different sub-criteria under the main criteria of cost, quality, delivery, efficiency, environmental management, technology and social with 9 supplier alternatives. After the evaluation, the Best-Worst Method was preferred to determine the criteria weights and importance limits. Weighted Total Product Evaluation method was applied in the evaluation of alternatives, the performances of 9 suppliers were listed and sensitivity analyzes were made. As a result of the study, suggestions were presented to company executives regarding supplier selection.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making, Best-Worst Method, Weighted Aggregated Sum Product Assessment Method, Green Supply Chain**ÖZET**

Günümüzde firmalar ile tedarikçiler arasındaki iyi ilişkiler firmalara rekabet avantajı sağlamaktadır. Tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi ve tedarikçilerin belirli zamanlarda değerlendirilerek ödüllendirilmesi, tedarikçilerle başarılı ilişkiler kurulmasında büyük önem taşımaktadır. Çalışmada, İstanbul ilinde tekstil sektöründe faaliyet gösteren firmanın büyüklüğünün ürün üretim sürecindeki tedarikçi tercih kararlarının azaltılması amaçlanmaktadır. Bu süreçte firmadan 3 uzman ile mevcut değerlendirme kriterleri incelenmiş ve literatür taraması yapılırken sürdürülebilirlik kriterlerine yenileri eklenerek nihai kriterler elde edilmiştir. Önerilen model 9 tedarikçi alternatifi ile maliyet, kalite, teslimat, verimlilik, çevre yönetimi, teknoloji ve sosyal ana kriterleri altında 34 farklı alt kriter ile 3 uzman tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonrasında kriter ağırlıklarının ve önem limitlerinin belirlenmesinde En İyi-En Kötü Yöntemi tercih edilmiştir. Alternatiflerin değerlendirilmesinde Ağırlıklı Toplam Ürün Değerlendirme yöntemi uygulanmış, 9 tedarikçinin performansları listelenmiş ve duyarlılık analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda tedarikçi seçimine ilişkin firma yöneticilerine öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, En İyi-En Kötü Yöntem, Ağırlıklı Toplam Toplam Ürün Değerlendirme Yöntemi, Yeşil Tedarik Zinciri

Geliş/Received : 30.11.2022
Gözden Geçirme/Revised : 05.12.2022
Kabul/Accepted : 19.12.2022

1. INTRODUCTION

The supply chain is an integrated management that includes many studies such as raw material supply, intermediate material supply, production process, stock management, distribution, sales process and customer relations in the formation process of the final product (Tez et al., 2012).

Supply chain is generally classified as green supply chain, agile supply chain, lean supply chain, humane supply chain and sustainable supply chain in terms of strategic issues and current approaches. The concept of sustainable supply chain has emerged with the increase of social awareness about the consumption of natural resources. Sustainability has three dimensions. These; economic, environmental, and social dimensions. Sustainable supply chain: Material flow can be defined as the successful realization of information and money flow between companies and the successful management of environmental objectives. Companies that implement a sustainable supply chain will have a huge competitive advantage. In this way, they will significantly increase the income of their companies. (RZ et al. 2013)

The main purpose of supplier selection is to determine the most suitable product and/or service provider within the framework of the criteria determined to meet the needs of a business. Selection of the appropriate supplier will greatly increase the success of the business. However, mistakes to be made in the supplier selection process will directly affect product quality, delivery times and thus production, causing additional costs. This situation will adversely affect the long-term performance of the enterprise (Özdemir, 2010)

The presented BWM-WASPAS hybrid model was used in the supplier selection process of a textile retail company operating in Istanbul, in the evaluation of general and sustainable criteria together and in the ranking of suppliers. After the introductory part of the study, in the second part, the studies in the literature on supplier selection and the gaps in the literature are emphasized. The methods used and the application steps of the methods are explained. In the fourth chapter, the process of determining the criteria, definitions of criteria, the application of the methods and the results obtained are explained. In the fifth chapter, the results were interpreted on the basis of the literature. In the last chapter, the results obtained were evaluated, the contribution of the study was mentioned, and suggestions were given.

2. LITERATURE REVIEW

When the literature review was carried out, it was seen that multi-criteria decision-making methods can be used in different sectors, by different authors and together. We listed some studies related to supplier selection as follows.

Guo et al. (2006) proposed a new gray-based approach for the supplier selection problem. Goodarzi et al. (2022), used Fuzzy-Delphi method to obtain the weights of the supplier evaluation criteria, and employed Gray Correlation method and TOPSIS (GC-TOPSIS) to rank suppliers. Rakesh et al. (2022), presented AHP-TOPSIS approach for a sustainable supplier selection problem in the electronic safe company. Tavana et al (2021)

suggested fuzzy group best-worst method (FG-BWM) to determine the weights of the criteria for supplier selection in reverse supply chains. Then, F-CoCoSo is deployed to select the most suitable supplier.

Akdeniz et al. (2007) utilized AHP method for the supplier performance evaluation and selection system of a national retail chain. Kilic (2013) employed fuzzy TOPSIS method to select the best supplier in the air filter sector. Scott et al. (2015) proposed an integrated method to deal with such problems using a combined Analytical Hierarchy Process-Quality Function Distribution (AHP-QFD) and a chance constrained optimization algorithm approach that selects suitable suppliers and distributes orders among them in the most appropriate way. The effectiveness of the proposed decision support system has been demonstrated through practice and validation in the bioenergy industry. Bruno et al. (2013) applied the hybrid AHP-FST model in the rail systems industry in their study. Azizi et al. (2015) applied fuzzy TOPSIS methods in supplier selection in the automotive industry. Polat et al. (2015) proposed an integrated approach that integrates AHP and evidential reasoning (ER) to help construction companies choose the most suitable supplier for their projects. Sasi et al. (2015) used TOPSIS and AHP method together in supplier selection between India and China in the textile industry. Toklu et al (2018) worked on the selection of the machine part supplier used in the production line of a heavy metal factory in Sakarya province. The SWARA method was used to determine the criterion weights, and the WASPAS method was used to evaluate and rank the alternatives. Sureeyatanapas et al. (2018), TOPSIS and ROC methods were used together in egg supplier selection. Supciller et al. (2018) used AHP, TOPSIS, VIKOR, SAW, GIA, MOORA, ELECTRE II and M-TOPSIS methods to select the best supplier for a textile company in Denizli. Kumara et al. (2019) used AHP and TOPSIS to find the most reliable supplier in an Indian heavy locomotive company. Komsiyah et al. (2019) introduced fuzzy ELECTRE method in the selection of cement vendors in a construction company in Indonesia.

A summary of the literature can be seen in the Table 2.3

Table 2.3. Various applications of supplier selection

Author	Method Used	Application
Goodarzi, et al. 2022	Fuzzy-Delphi method /Gray Correlation method -TOPSIS	Green supplier assessment under uncertainty in the automation industry
Rakesh et al. 2022	Combined AHP-TOPSIS Method	Electronic safe industry
Tavana, et al. 2021	FG-BWM/ fuzzy CoCoSo	Wood and paper industry
Guo, et al. 2006	Gray-based decision making	Supplier selection application for the manufacturing industry
Scott, et al.2015	AHP-QFD	Bioenergy industry
Toklu, et al. 2018	SWARA-WASPAS	Heavy metal industry
Akdeniz, et al. 2007	AHS	Retail industry
Sureeyatanapas, et al. 2018	TOPSIS-ROC	Egg supplier selection
Kumara, et al. 2019	AHP-TOPSIS	Heavy locomotive industry
Kilic ,2013	Fuzzy TOPSIS	Air filter industry
Polat, et al. 2015	AHP-ER	rail industry
Sasi, et al. 2015	TOPSIS-AHP	Textile industry
Supciller, et al. 2018	AHP/TOPSIS/VIKOR/MOORA/ELECTRE II/M-TOPSIS /Band count method /Copeland method	Textile industry
Komsiyah, et al. 2019	Fuzzy ELECTRE	Cement industry
Bruno, et al. 2013	AHP-FST	Hybrid supplier selection methodology application for aircraft selection in airlines
Azizi, et al. 2015	Fuzzy -TOPSIS	Automotive industry

When the studies were evaluated within the scope of the review, it was determined that apart from the criteria used by all sectors, specific criteria for the scope of the work were required in the evaluation. In the study, it presents a unique content of the sustainability and general criteria specific to the textile sector and the company. In addition, it has been observed in the literature that SWARA method and WASPAS method are preferred more in the literature for criterion weight determination and supplier ranking, while AHP and TOPSIS methods are preferred for supplier ranking. In the literature, it has been determined that there are sector-specific criteria gaps, and sustainable and general criteria are used separately. A unique study will be brought to the literature in which sector- and company-specific, sustainable, and general criteria are evaluated together and BWM and WASPAS methods are used together in calculations. In the literature research, studies were encountered in which green and sustainable-based supplier selection criteria were applied. However, there are no supplier selection studies in which both general and green-sustainable criteria are evaluated together. The literature gap will be filled with this study.

3. METHODOLOGY

The WASPAS method was preferred because it can control the consistency in alternative rankings by performing sensitivity analysis within its own operation, after calculating the criterion weights. (Chakraborty et al.2014)

3.1. Best-Worst Method

The application steps of the method are as follows (Koca., et al 2021)

Step 1: A set of decision criteria needs to be determined. In this step, the decision maker determines the n criteria $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ used to make the decision.

Step 2: The best (most desirable, most important) and worst (least desirable, least important) criteria are determined.

Step 3: It is the stage of determining the best criterion by using a number between 1 and 9 and determining the preference ratio according to all other criteria. It is the stage where the choice of the best criterion is determined by using a number between 1 and 9. All other criteria (1: equally important, 3: moderately more important, 5: very important, 7: much more important, 9: very important).

Table 3.1. BWM comparison scale

Importance level	Oral Expression for Comparison of Criteria
1	Equally important
2	Equally moderately important
3	Moderately more important
4	Moderately much more important
5	Strongly important
6	Very important as strong
7	Important as very strong
8	More important as very strong
9	Quite very important

This step results in a vector called Best-Others (AB) that moves from best to other. This vector is as follows:

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn}) \tag{1}$$

Each a_{Bj} in the vector A_B represents the preference of the best criterion B according to the j criterion.

Also, $a_{BB} = 1$. This means that the most important criterion is compared with it.

Step 4: It is concerned with determining the preference ratios of all other criteria over the worst preferred criterion using a number between 1 and 9. In this step, the relative importance of the other criteria with respect to the worst criterion was determined by the decision maker. Using a number from 1 to 9, because of this step, the worst of the vector should look like this:

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W}, a_{3W}, \dots, a_{nW}) \tag{2}$$

In this vector, each a_{jW} denotes the preference of criterion j over the worst criterion W. And $a_{WW} = 1$, which means that the worst criterion is compared with it.

Step 5: In the last step, the most appropriate weight should be determined for each criterion.

$$(W^*_1, W^*_2, W^*_3, \dots, W^*_n) \tag{3}$$

The goal at this stage is to determine the optimal weights of the criteria to ensure maximum absolute differences.

The optimum weight for the criteria is each pair of $\frac{W_B}{W_j}$ and $\frac{W_j}{W_W}$ for $\frac{W_B}{W_j} = a_{Bj}$ and $\frac{W_j}{W_W} = a_{jW}$, respectively.

J values must be present $\{|W_B - a_{Bj}W_j|, |W_j - a_{jW}W_W|\}$ where maximum absolute differences are minimized. Therefore, the following has been converted to the min - max model:

Under restrictions,

$$\min \max_i \{|W_B - a_{Bj}W_j|, |W_j - a_{jW}W_W|\} \tag{4}$$

$$\sum_j W_j = 1 \tag{5}$$

$$W_j \geq 0 \tag{6}$$

$$\min \xi^L \tag{7}$$

$$\left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi, \tag{8}$$

$$\left| \frac{W_j}{W_W} - a_{jW} \right| \leq \xi \tag{9}$$

$$\sum_j W_j = 1 \tag{10}$$

$$W_j \geq 0, \tag{11}$$

3.2. Weighted Aggregated Sum Product Assessment Method

The steps of the WASPAS method are summarized below (Zavadskas., et al 2012; Zavadskas. et al 2013; Zavadskas, et al 2015)

In the problem handled in this method, there are m alternatives.

A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) and n criteria are specified as C_j ($j = 1, 2, \dots, n$)

Step 1: Creating the decision matrix (X) showing the performance of the alternatives in the problem based on the criteria in the problem.

$$X = [X_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

$$(i = 1, 2, \dots, m \text{ and } j = 1, 2, \dots, n) \quad (12)$$

Step 2: Normalizing the decision matrix (\bar{x}_{ij}). Two different equations are used depending on whether the evaluation criterion is maximization or minimization.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max(x_{ij})}$$

$$(i = 1, 2, \dots, m \text{ and } j = 1, 2, \dots, n) \quad (13)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min(x_{ij})}{x_{ij}}$$

$$(i = 1, 2, \dots, m \text{ and } j = 1, 2, \dots, n) \quad (14)$$

Step 3: i. the total relative importance of the alternative, calculated separately according to the Weighted Sum Model (WSM) and the Weighted Product Model (WPM). The total relative importance of an alternative according to WSM ($Q_i^{(1)}$) and the total relative importance of an alternative according to WPM ($Q_i^{(2)}$) are calculated using Equation (15) and Equation (16), respectively.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j \quad (15)$$

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n \bar{x}_{ij}^{w_j} \quad (16)$$

Step 4: The overall relative importance of the alternatives can be determined as a general formul

$$Q_i = \frac{\lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)}}{\lambda \sum_{j=1}^n (x_{ij}) w_j + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^n (x_{ij})^{w_j}} \quad \lambda = 0, 0.1, \dots, 1 \quad (17)$$

Q_i in the WASPAS method i. shows the total relative importance of the alternative. λ is a parameter used in the WASPAS method and takes a value between 0 and 1. In calculations, the value of λ is left to the decision maker, but (Zavadskas et al. 2012) proposed an equation to find the optimum value for λ . Alternatives are ranked according to their Q values. The best alternative is the one with the highest Q value.

The proposed hybrid method can be seen in figure 3.2.

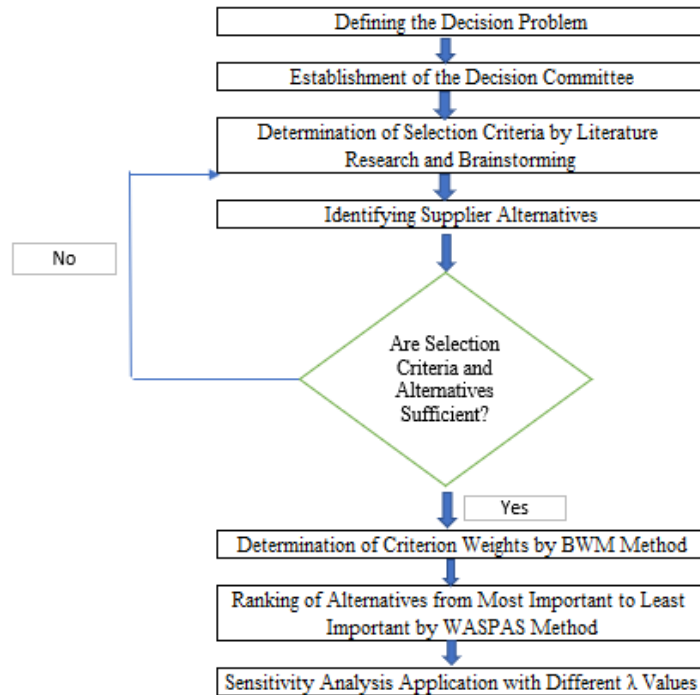


Figure 3.2. Application steps

4. APPLICATION

In this study, it is presented a hybrid BWM and WASPAS method in order to select green-based supplier for a retail company operating in Istanbul. BMW method has been employed to determine weight of the criteria and WASPAS method has been used ranking the alternatives. Three decision makers have been evaluated selected main and sub criteria. Evaluation criteria are obtained via literature and expert opinions. Seven main criteria and thirty four sub-criteria are shown in table 4.2

Table 4.2. Evaluation criteria

Criteria Name	Main Criteria	Sub-Criteria Name	Sub-Criteria
K1	Cost	K11	Price Advantage
		K12	Transportation - Logistics Cost
		K13	Discount for Bulk Order
		K14	After Sales Service
K2	Quality	K21	Quality Control Pass Rate
		K22	Average Number of Quality Control Passes
		K23	Customer Return Rate
		K24	Past Performance
		K25	Fit Performance
		K26	PPS Performance
		K27	Product Quality
K3	Delivery	K31	Rate of Compliance with the Given Term
		K32	Delivery Time- Production Time
		K33	Reaction time
		K34	Goods Shipment Type
		K35	Technical Capacity
K4	Flexibility	K41	Collection Preparation Capacity
		K42	Adaptation to Change in Demand
		K43	Inventory Availability
		K44	Personalization

		K45	Information Sharing
K5	Environmental Management	K51	Chemical Substance Management
		K52	Waste Management-Pollution Control
		K53	Reverse Logistics Application Case
		K54	Recycling Material Usage Status
K6	Technology	K61	Technological Compatibility
		K62	Existing Production Facilities Capabilities
		K63	Innovation Capacity
		K64	Importance Given to R&D Studies
K7	Social	K71	Social Compliance Score
		K72	Corporate Social Responsibility
		K73	Immigrant Employee Status
		K74	Social Gender Equality
		K75	Volunteering Studies in the Institution

The description of the criteria are given below.

Cost: It is the price of the product produced by the supplier. (Demiralay et al 2022; Rakesh et al 2022; Masoomi et al 2022; Azadniaa et al 2012)

Price Advantage: The cost of the products supplied from the supplier is low. (Expert)

Transportation-Logistics Cost: It is the cost that occurs depending on the variables such as product weight and distance to be transported, which occurs from the entrance of the product to the supplier's warehouse and until it is delivered to the customer. (Tavana et al 2021; Supciller et al 2018)

Discount for Bulk Order: It is the amount of discount applied by the supplier on the cost based on order quantity while producing the products. (Kheng et al 2010)

After-Sales Service: Services provided by the manufacturer to the company after receiving the products from the supplier. (Deste et al 2021; Ozturk et al 2011)

Quality: The product requested from the supplier is at an acceptable quality level. (Demiralay et al 2022; Ozturk et al 2011; Supciller et al 2018)

Quality Control Pass Rate: It is the rate at which the supplier's products pass the quality control. (Expert)

Average Number of Quality Control Passes: It is the average of the number of all visits to the number of models while the quality control process of the company's products produced at the supplier is carried out. (Expert)

Customer Return Rate: After sales, the average return rate of the company's products for that season is processed. (Expert)

Past Performance: It is the evaluation of the suppliers that have worked before by looking at their previous reports, and the evaluation of the suppliers that will be worked for the first time by examining the products they produce. (Toklu et al 2018)

Fit Performance: It is the performance of the fit samples sent by the supplier before production. It is calculated by scoring out of 5. (Expert)

PPS Performance: It is the supplier's PPS (the first sample out of the band after production starts) performance. It is calculated by scoring out of 5. (Expert)

Product Quality: It is the level of meeting customer demands and expectations of a product. (Supciller et al 2018; Sureeyatanapas et al 2018)

Delivery: It is the delivery of the produced products to the stores or warehouses by the supplier. (Supciller et al 2018; Rakesh et al 2022; Kapar 2013; Kumar et al 2018)

Rate of Compliance with the Given Deadline: It is the scoring of how much it complies with the deadline agreed with the supplier. The average number of days late for all orders during the season has been calculated. +1 point is added for each day. (Expert)

Delivery Time- Production Time: The time given by the company for the production delivery at the order stage. The time elapsed between the zero day and the given deadline is considered. (Firm; Tavana et al 2021; Supciller et al 2018; Komsiyaha et al 2019)

Response Time: It is the supplier's ability to respond to the company as soon as possible in the face of emergencies. (Toklu et al 2018)

Shipment of the Goods: It is the delivery of the goods in the most appropriate form, packaging, and conditions according to the characteristics of the products requested from the supplier. (Toklu et al 2018)

Technical Capacity: It refers to the product variety that the supplier can produce with the machines it has. The technical capacity of the supplier is scored out of 5 and considered. If a completely basic product is working, 1 point is awarded, up to 5 points depending on the product detail. (Ozturk et al 2011)

Flexibility: It is the tolerance given by the supplier to the changing demands of the firm. (Goodarzi et al 2022; Rakesh et al 2022)

Collection Preparation Capacity: It is the supplier's ability to prepare collections. It is calculated by scoring out of 5. If he does not prepare a collection, 0 points, he has a showroom + 2 points, the rate of preparing a collection is +1,2,3,4,5 points. (Expert)

Adaptation to Change in Demand: The product to be supplied is in line with the demand. (Ozturk et al 2011)

Inventory Availability: It is the ability of the supplier to use the fabric and accessories it has in its own body while producing the products (Chan et al 2010)

Personalization: It is the ability to integrate the design requests and demands of the company into the products by the supplier (Gules et al 2014)

Information Sharing: It is the supplier's good communication with the company throughout the product production process. (Chan et al 2010; Gules et al 2014)

Environmental Management: It is the management structure carried out by the suppliers to ensure that the environment is not harmed in the production processes or that the damage remains within the applicable legal limits. (Rakesh et al 2022)

Chemical Substance Management: Management of harmful and harmless chemicals that occur in the product production process (Expert)

Waste Management-Pollution Control: It is a form of management that includes reducing the wastes generated in the production processes of the suppliers, separating them according to their characteristics and pollution levels, collecting, storing, recycling, and controlling the processes before and after their disposal. (Rakesh et al 2022; Masoomi et al 2022; Tavana et al 2021; Deste et al 2021)

Case of Reverse Logistics Application: Renewing, reproducing, recycling, maintaining, and repairing materials in the form of fibers, fabrics, and products, and gaining value again. (Deste et al 2021)

Recycled Material Usage Status: The supplier's ability to use recycled fibers and fabrics in the product production process. (Deste et al 2021)

Technology: It is the application of the machines and devices created and used by the suppliers to produce the product, in the structures and processes of the methods. (Goodarzi et al 2022; Ecemis 2018)

Technological Compatibility: It is the harmony between the production and management processes of suppliers. (Ecemis 2018)

Existing Production Facilities Capabilities: Suppliers' production facilities are suitable and production capabilities are open to development. (Ecemis 2018)

Innovation Capacity: It is the supplier's use of existing technologies in their processes and transforming them into new products that will benefit internal and external stakeholders. (Chan et al 2010)

Importance Given to R&D Studies: It is the suppliers' investments based on R&D studies. (Kapar 2013)

Social: Volunteering, social responsibilities of the supplier (Deste et al 2021)

Social Compliance Score: Supplier's social compliance score is considered. If the company is producing directly, its own audit score, if there are sub-producers, the score of the supplier with the lowest score among all active sub-producers is reflected in the calculation. (Expert)

Corporate Social Responsibility: Suppliers act ethically and responsibly towards society and produce various projects in this context. (Rakesh et al 2021; Deste et al 2021)

Migrant Employee Status: It is the number of migrant employees in the suppliers. (Expert)

Gender Equality: It is the equal participation of women and men working in the work area of the suppliers. (Expert)

Volunteering Studies in the Institution: Developing volunteering projects with its employees. (Expert)

Stage 1: Determining the weight of the criteria by the Best-Worst Method

Step 1: 7 main criteria and 34 sub-criteria were determined by the decision makers as given in figure 4.2.

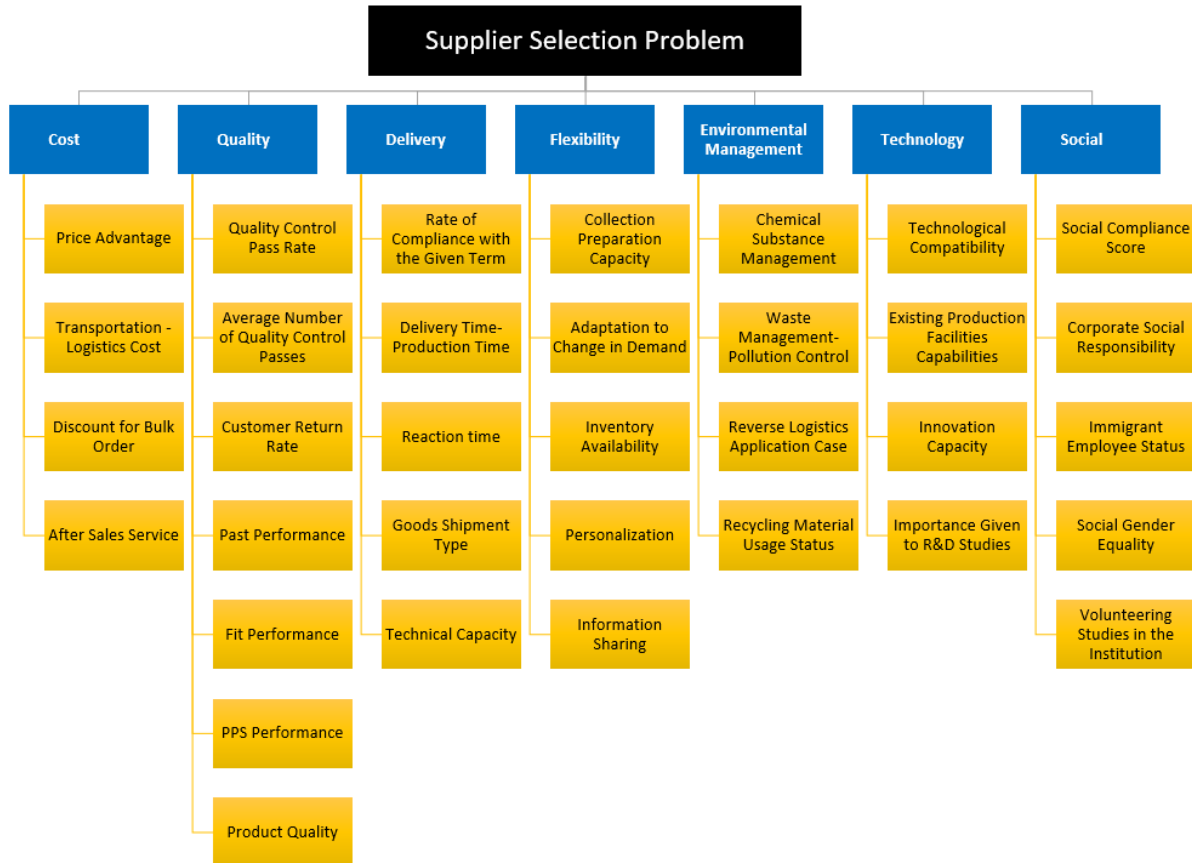


Figure 4.2. Main and sub-criteria for presented model

Step 2: The best and worst criteria are determined as shown in table 4.3.

Table 4.3. The best criteria and worst criteria

Criteria	The Best Criteria	The Worst Criteria
Price Advantage	X	
Transportation - Logistics Cost		X
Quality	X	
Delivery		X
Rate of Compliance with the Given Term	X	
Reaction time		X
Collection Preparation Capacity	X	
Inventory Availability		X
Chemical Substance Management	X	
Reverse Logistics Application Case		X
Technological Compatibility		X
Existing Production Facilities Capabilities	X	
Social Compliance Score	X	
Volunteering Studies in the Institution		X

Step 3: For the criteria, the BWM comparison scale was used to determine the best criteria and to determine the preference rates according to other criteria. Preference rates of the best criteria over other criteria are shown in table 4.4.

Table 4.4. Preference rates of the best criteria over other criteria

Main Criteria	KV1	KV2	KV3	Sub Criteria	KV1	KV2	KV3
Cost	9	2	3	Price Advantage	1	1	1
				Transportation - Logistics Cost	3	4	9
				Discount for Bulk Order	4	3	5
				After Sales Service	5	3	7
				Quality	1	1	1
Quality	1	1	1	Quality Control Pass Rate	9	9	3
				Average Number of Quality Control Passes	8	6	9
				Customer Return Rate	9	4	2
				Past Performance	6	6	5
				Fit Performance	9	7	7
				PPS Performance	9	6	8
				Product Quality	1	1	1
Delivery	9	3	8	Rate of Compliance with the Given Term	1	1	1
				Delivery Time- Production Time	3	5	2
				Reaction time	4	4	8
				Goods Shipment Type	4	3	7
				Technical Capacity	5	5	6
Flexibility	6	4	5	Collection Preparation Capacity	1	1	1
				Adaptation to Change in Demand	4	5	3

				Inventory Availability	4	4	9
				Personalization	3	4	4
				Information Sharing	3	3	7
Environmental Management	7	4	3				
				Chemical Substance Management	1	1	1
				Waste Management-Pollution Control	2	3	2
				Reverse Logistics Application Case	3	4	8
				Recycling Material Usage Status	3	3	7
Technology	8	7	7				
				Technological Compatibility	5	3	6
				Existing Production Facilities Capabilities	1	1	1
				Innovation Capacity	4	3	3
				Importance Given to R&D Studies	4	3	5
Social	7	4	6				
				Social Compliance Score	1	1	1
				Corporate Social Responsibility	5	4	2
				Immigrant Employee Status	6	4	5
				Social Gender Equality	7	5	4
				Volunteering Studies in the Institution	6	4	8

Step 4: For the criteria, using the BWM comparison scale, the process of determining the preference rates of all other criteria according to the worst preferred criterion was carried out. Preference rates of all other criteria according to the worst preferred criterion are shown in table 4.5.

Table 4.5. Preference rates of all other criteria according to the worst preferred criterion

Main Criteria	KV1	KV2	KV3	Sub Criteria	KV1	KV2	KV3
Cost	3	9	8				
				Price Advantage	3	4	9
				Transportation - Logistics Cost	1	1	1
				Discount for Bulk Order	5	3	3
				After Sales Service	4	3	4
Quality	8	9	8				
				Quality Control Pass Rate	9	4	8
				Average Number of Quality Control Passes	1	1	1
				Customer Return Rate	9	7	7
				Past Performance	7	5	5
				Fit Performance	9	6	6
				PPS Performance	8	6	3
				Product Quality	8	4	9
Delivery	1	1	1				
				Rate of Compliance with the Given Term	4	4	8
				Delivery Time- Production Time	3	5	7
				Reaction time	1	1	1
				Goods Shipment Type	4	4	4

				Technical Capacity	5	5	5
Flexibility	4	4	2				
				Collection Preparation Capacity	4	4	9
				Adaptation to Change in Demand	4	5	7
				Inventory Availability	1	1	1
				Personalization	3	4	6
				Information Sharing	4	5	4
Environmental Management	4	4	7				
				Chemical Substance Management	3	4	8
				Waste Management-Pollution Control	2	3	6
				Reverse Logistics Application Case	1	1	1
				Recycling Material Usage Status	3	4	3
Technology	5	3	4				
				Technological Compatibility	1	1	1
				Existing Production Facilities Capabilities	5	3	6
				Innovation Capacity	4	3	5
				Importance Given to R&D Studies	4	3	3
Social	6	4	5				
				Social Compliance Score	6	4	8
				Corporate Social Responsibility	7	5	7
				Immigrant Employee Status	6	4	4
				Social Gender Equality	6	4	6
				Volunteering Studies in the Institution	1	1	1

Step 5: In the last step, the most suitable weights of the criteria were determined. The criteria weights are shown in table 4.6.

Table 4.6. Criteria weights table

Main Criteria	Weights	Sub Criteria	Local Weights	Global Weights
Cost	0,158	Price Advantage	0,413	0,065
		Transportation - Logistics Cost	0,240	0,038
		Discount for Bulk Order	0,196	0,031
		After Sales Service	0,150	0,024
Quality	0,396	Quality Control Pass Rate	0,103	0,041
		Average Number of Quality Control Passes	0,038	0,015
		Customer Return Rate	0,158	0,063
		Past Performance	0,108	0,043
		Fit Performance	0,080	0,032
		PPS Performance	0,082	0,033
		Product Quality	0,431	0,171
Delivery	0,041	Rate of Compliance with the Given Term	0,458	0,019
		Delivery Time- Production Time	0,213	0,009
		Reaction time	0,057	0,002

		Goods Shipment Type	0,153	0,006
		Technical Capacity	0,119	0,005
Flexibility	0,109	Collection Preparation Capacity	0,456	0,050
		Adaptation to Change in Demand	0,157	0,017
		Inventory Availability	0,059	0,006
		Personalization	0,166	0,018
		Information Sharing	0,162	0,018
Environmental Management	0,126	Chemical Substance Management	0,489	0,061
		Waste Management-Pollution Control	0,267	0,034
		Reverse Logistics Application Case	0,083	0,010
		Recycling Material Usage Status	0,162	0,020
Technology	0,073	Technological Compatibility	0,089	0,007
		Existing Production Facilities Capabilities	0,533	0,039
		Innovation Capacity	0,204	0,015
		Importance Given to R&D Studies	0,174	0,013
Social	0,098	Social Compliance Score	0,486	0,048
		Corporate Social Responsibility	0,198	0,019
		Immigrant Employee Status	0,134	0,013
		Social Gender Equality	0,126	0,012
		Volunteering Studies in the Institution	0,055	0,005

Stage 2: Application of Weighted Aggregated Sum Product Assessment Method for Evaluation and Ranking of Alternatives

Step 1: After determining the importance levels of the criteria in supplier selection, a questionnaire was applied to 9 alternative suppliers and 3 expert decision makers on the basis of 1-9 (extremely weak-extremely good) criteria in order to create the decision matrix. The decision matrix is included in SI-1.

Step 2: The decision matrix was normalized by using equations 13 and 14 in line with the maximization or minimization criterion class of the evaluation criterion. The normalized matrix is included in SI-2.

Step 3: WSM and WPM values were calculated according to equations 15 and 16. WSM values are included in SI-3, WPM values are included in SI-4.

Step 4: The overall relative importance of the alternatives is calculated by equation 17 for $\lambda = 0.5$. Calculations are shown in table 4.7.

Table 4.7. Significance levels of alternatives for $\lambda=0.5$

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
λ	$Q_i^{(1)}$	0,700	0,582	0,740	0,550	0,503	0,605	0,783	0,822	0,669
	$Q_i^{(2)}$	0,666	0,549	0,708	0,526	0,483	0,582	0,726	0,772	0,616
	0,5	0,683	0,566	0,724	0,538	0,493	0,593	0,754	0,797	0,642
	Arrangement	4	7	3	8	9	6	2	1	5

As a result of the calculations for $\lambda=0.5$, the order $T8>T7>T3>T1>T9>T6>T2>T4>T5$ has been reached.

4.1. Sensitivity Analysis

The λ parameter takes a value between 0 and 1. $\lambda=0$ $\lambda=0.1$ $\lambda=0.2$ $\lambda=0.3$ $\lambda=0.4$ $\lambda=0.5$ $\lambda=0.6$ $\lambda=0.7$ $\lambda=0,8$ $\lambda=0.9$ $\lambda=1$ values were replaced in equation 17 and sensitivity analysis was performed. The results obtained are shown in table 4.8.

It has been observed that changing the λ value does not change the order of $T8>T7>T3>T1>T9>T6>T2>T4>T5$.

Table 4.8. Relative and total significance of alternatives

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
λ Values	$Q_i^{(1)}$	0,700	0,582	0,740	0,550	0,503	0,605	0,783	0,822	0,669
	$Q_i^{(2)}$	0,666	0,549	0,708	0,526	0,483	0,582	0,726	0,772	0,616
	0	0,666	0,549	0,708	0,526	0,483	0,582	0,726	0,772	0,616
	0,1	0,669	0,552	0,712	0,528	0,485	0,584	0,732	0,777	0,621
	0,2	0,673	0,556	0,715	0,531	0,487	0,586	0,738	0,782	0,626
	0,3	0,676	0,559	0,718	0,533	0,489	0,589	0,743	0,787	0,632
	0,4	0,680	0,562	0,721	0,536	0,491	0,591	0,749	0,792	0,637
	0,5	0,683	0,566	0,724	0,538	0,493	0,593	0,754	0,797	0,642
	0,6	0,686	0,569	0,727	0,540	0,495	0,596	0,760	0,802	0,647
	0,7	0,690	0,572	0,730	0,543	0,497	0,598	0,766	0,807	0,653
	0,8	0,693	0,576	0,734	0,545	0,499	0,600	0,771	0,812	0,658
	0,9	0,697	0,579	0,737	0,548	0,501	0,603	0,777	0,817	0,663
1	0,700	0,582	0,740	0,550	0,503	0,605	0,783	0,822	0,669	
	Arrangement	4	7	3	8	9	6	2	1	5

4.2. DISCUSSION

Supplier selection is a selection process in which companies from every sector must decide in their processes. It is a study in which the criteria specific to the retail company are evaluated together with the sustainable and general supplier selection criteria. When the literature studies are examined, it is seen that AHP SWARA TOPSIS methods are generally applied.

Application of commonly used methods is not preferred in the study. In the selection of methods, whether the criteria are quantitative and qualitative and the number of criteria are taken into consideration. Efficiency is prioritized in obtaining the results of the study. For this reason, BWM method is preferred in calculating criterion weights. The WASPAS method is preferred because it is not used together with the BWM method in literature reviews, considering the sensitivity analysis as a result of the ranking of the suppliers and the sensitivity analysis can be done within their own application steps. When compared to other studies, the criteria used in the study include sustainability-related criteria, general criteria and, for example, technology and quality criteria that affect the results of each other, and the fact that it includes a total of 41 comprehensive criteria reveals its difference from other studies.

It is thought that it will be a guide for those who work on supplier selection. It is thought that the preferred method will be suitable for use in other sectors and will provide efficiency in the solution and will provide preferability.

5. CONCLUSIONS

In the study, the selection criteria of the most suitable suppliers and suppliers were evaluated by evaluating the company criteria and previous studies in the literature, and 7 main criteria and 34 sub-criteria, which are the final criteria for the company, were examined.

As a result of model calculations, it is the quality criterion that has the highest weight among the main criteria. The quality criterion is the most important criterion among the company's employees. It has been concluded that the quality criterion is the most important criterion in the evaluation of suppliers, both in calculations and in the preferences of company employees. The second most important criterion in supplier selection is cost. These criteria are environmental management, flexibility, social, technology and delivery, respectively.

When the order of importance of the main criteria is evaluated, the main criterion for delivery is in the last place with a weight of 0.041, while the quality criterion is decisive with a weight of 0.396. While the quality criterion is the most important criterion, it is not expected that the machinery and equipment used in the quality of the product is important and the technology criterion is not expected to take place as the penultimate criterion. Environmental management criteria for sustainability are in the third place.

When the sub-criteria are compared, it is seen that the product quality is very important compared to the other quality sub-criteria. Likewise, other important sub-criteria are price advantage, chemical substance management, collection preparation capacity, social compliance score, capabilities of existing production facilities, and compliance with the given maturity, respectively.

As a result of the solution of the proposed BWM-WASPAS model, Supplier-8 ranked first with 3,148 values. Then Supplier-7 (2.884), Supplier-3 (2.742), Supplier-1 (2.709), Supplier-9 (2.561), Supplier-6 (2.421), Supplier-2 (2.278), Supplier-4 (2.158) and Supplier-5 (1,794) was determined as the best suppliers. It is suggested that the t-shirts to be produced by the company are primarily produced by Supplier-8. It has been

reported that if there is a problem with Supplier-8 (T8) during the production process, other suppliers will be evaluated respectively.

To evaluate the reliability of supplier ranking, $\lambda=0$ $\lambda=0.1$ $\lambda=0.2$ $\lambda=0.3$ $\lambda=0.4$ $\lambda=0.5$ $\lambda=0.6$ $\lambda=0.7$ $\lambda=0.8$ $\lambda=0.9$ $\lambda=1$. Sensitivity analyzes were made regarding the supplier rankings obtained when all the values were changed. As a result of the analysis, it was seen that the change in λ value did not change the supplier ranking.

As a result, the model developed to determine which supplier to work with in summer t-shirt production is flexible to add new criteria and suppliers. It is thought that this model can also be applied in the evaluation of other suppliers that the company works with and that it will play an active role in the selection of suppliers in the production process of different product groups.

References

Ahmadi, H. B., Sarpong, S. K. & Rezaei, J. (2017). Assessing the Social Sustainability of Supply Chains Using Best Worst Method. *Resources, Conservation & Recycling*, 126, 99-106.

Ahmet Öztürk, Şenol Erdoğan, Vesile Sinem Arıkan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Kullanılarak Tedarikçilerin Değerlendirilmesi: Bir Tekstil Firmasında Uygulama Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:26, Sayı:1, Yıl:2011, ss.93-112.

A. Özdemir, "Ürün Grupları Temelinde Tedarikçi Seçim Probleminin Ele Alınması ve Analitik Hiyerarşi Süreci İle Çözümlemesi," Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Derg., vol. 12, no. 1, pp. 55-84, 2010.

Aliye Ayça Supçiller, Kevser Deligöz "TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE UZLAŞIK ÇÖZÜMÜ" DOI: 10.18092/ulikidince.352742 UIİİD-IJEAS, 2018

Amir Hossein Azadniaa, Muhamad Zameri Mat Samana,, Kuan Yew Wonga, Pezhman Ghadimib, Norhayati Zakuanc(Sustainable Supplier Selection Based on Self-organizing Map Neural network and Multi Criteria Decision Making approaches) doi: 10.1016/j.sbspro.2012.11.214

Ayhan DEMİRCİ "TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİĞİ UYGULAMASI: WASPAS VE TOPSIS TEKNİKLERİ İLE BİR SIRALAMA Journal of Business, Innovation and Governance, 2021; 4(1): 98 – 112

Ayşenur AKIN VARGELOĞLU, Mükerrerem Bahar BAŞKIR, Hamza GAMGAM " Ekonomik Göstergelere Dayalı Tedarikçi Seçimi için Sezgisel Bulanık Yaklaşım" Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 23/3 (2021)

Ay Türkmen, M. & Demirel, A. (2022). "SWARA Ağırlıklı Bulanık COPRAS Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi", *Alanya Akademik Bakış*, 6(1), Sayfa No. 1739-1756.

Behzad Masoomi , Iman Ghasemian Sahebi , Masood Fathi, Figen Yıldırım, Shahryar Ghorbani Strategic supplier selection for renewable energy supply chain under green capabilities (fuzzy BWM-WASPAS-COPRAS approach) Accepted 26 January 2022

Brunelli, M. & Rezaei, J. (2019). A Multiplicative Best Worst Method for Multi Criteria Decision Making. *Operations Research Letters*, 47, 12-15.

Çalık, A. (2020). Hedef pazar seçimi için hibrit BWM-ARAS karar verme modeli. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(3), 196-210. <https://doi.org/10.18026/cbayarsos.646115>

Dagdeviren, M.; Eren, T.” Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması”, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, Cilt 16, No 2, (2001).

E. K. Zavadskas, Z. Turskis, J. Antucheviciene, and A. Zakarevicius, “Optimization of weighted aggregated sum product assessment,” *Elektron. ir Elektrotechnika*, vol. 122, no. 6, pp. 3–6, 2012.

E. K. Zavadskas, J. Antucheviciene, J. Šaparauskas, and Z. Turskis, “Multi-criteria assessment of facades’ alternatives: Peculiarities of ranking methodology,” *Procedia Eng.*, vol. 57, pp. 107–112, 2013.

E. K. Zavadskas, R. Baušys, and M. Lazauskas, “Sustainable assessment of alternative sites for the construction of a waste incineration plant by applying WASPAS method with single-valued neutrosophic set,” *Sustainability*, vol. 7, pp. 15923–15936, 2015.

Enes Demiralay, Turan Paksoy “Strategy development for supplier selection process with smart and sustainable criteria in fuzzy environment” Received in revised form 14 February 2022; Accepted 25 July 2022

Esra AYTAÇ ADALI, Ayşegül TUŞ IŞIK “Bir Tedarikçi Seçim Problemi İçin Swara ve Waspas Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı” DOI: 10.18825/iremjournal.335408

Farahani RZ, Rezapour S, Drezner T, Fallah S. “Supply chain network design classifications, paradigms and analyses”. *Omega*, 41, 969-983, 2013

Fariba Goodarzi, Vahid Abdollahzadeh, Masoomeh Zeinalnezhad “An integrated multi-criteria decision-making and multi-objective optimization framework for green supplier evaluation and optimal order allocation under uncertainty” <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100087>

Felix T. S. Chan & Hing Kai Chan An AHP model for selection of suppliers in the fast changing fashion market *Int J Adv Manuf Technol* (2010) 51:1195–1207 DOI 10.1007/s00170-010-2683-6

GÖRENER, P. D. A., & alışarlı, E. . (2021). SWARA Metodu ile Kriter Önceliklendirme: Tedarikçi Performansının Değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Dış Ticaret Enstitüsü Working Paper Series Dergisi*, 2(2), 32-39. <http://workingpaperseries.ticaret.edu.tr/index.php/wps/article/view/60> (Original work published 15 Haziran 2021)

Gözde Koca, Ezgi Dilan Urmak Akçakaya “Evaluation of Factors Effective in the Design of Wearable Technological Products Using the Best-Worst Method (BWM)” BSEU Journal of Science <https://doi.org/10.35193/bseufbd.847791>

Gupta, H. & Barua, M. K. (2016). Identifying Enablers of Technological Innovation for Indian MSMEs Using Best–Worst Multi Criteria Decision Making Method. *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 69–79. doi:10.1016/j.techfore.2016.03.028

H.Kheng. Sim and Mohamed. K. Omar , W.C. Chee, N. T. Gan “A Survey on Supplier Selection Criteria in the Manufacturing Industry in Malaysia” The 11th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference The 14th Asia Pacific Regional Meeting of International Foundation for Production Research 2010

Hasan Kürşat GÜLEŞ Vural ÇAĞLIYAN** Tuğba ŞENER” Hazır Giyim Sektöründe Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi” Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Dr. Mehmet YILDIZ Özel Sayısı 2014,

Keršulienė, V. & Turskis, Z. 2011. Integrated fuzzy multiple criteria decision-making model for architect selection. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(4):645-666.

Kezban KAPAR, “ Bir Üretim İşletmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci İle Tedarikçi Seçimi” Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt:28, Sayı:1, Yıl:2013, ss.197-231

Madjid Tavana, Akram Shaabani, Debora Di Caprio, Abbas Bonyani “An integrated group fuzzy best-worst method and combined compromise solution with Bonferroni functions for supplier selection in reverse supply chains” <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100009>

Merve Cengiz Toklu, Gültekin Çağıl, Elif Pazar, Rümeyza Faydalı “SWARA-WASPAS Metodolojisine Dayalı Tedarikçi Seçimi: Türkiye’de Demir-Çelik Endüstrisi Örneği” Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Doi: 10.21541/apjes.441362 2018

Mustafa DESTE, Sami SEVER “KUMAŞ TEDARİĞİNDE TEDARİKÇİ SEÇİM KRİTERLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÇERÇEVESİNDE BELİRLENMESİNE YÖNELİK TEKSTİL SEKTÖRÜNDE BİR ARAŞTIRMA” Türkiye Mesleki ve Sosyal Bilimler Dergisi, Ağustos 2021, Yıl: 3, Sayı: 6, 108-126.

Orhan Ecemiş, Metehan YAYKAŞLI “ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE BİR UYGULAMA” DOI: 10.16992/ASOS.14474 15.12.2018

Özlem Gurel, A. Zafer Acar, Ismail Onden, İslam Gumus “Determinants of the green supplier selection” doi: 10.1016/j.sbspro.2015.04.874

Öztürk, D. (2016). Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçlerini Etkileyen Faktörler. Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi, International Journal of Social and Economic Sciences, 6 (1), s. 17-24.

Panitas Sureeyatanapas , Kawinpob Sriwattananusart, Thanawath Niyamosoth, Weerapat Sessomboon, Sirawadee Arunyanart Supplier selection towards uncertain and unavailable information: An extension of TOPSIS method <https://doi.org/10.1016/j.orp.2018.01.005> 2214

Rakesh R. Menon, V. Ravi Using AHP-TOPSIS methodologies in the selection of sustainable suppliers in an electronics supply chain <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100130>

Rajnish Kumara, Sidhartha S. Padhib,, Ashutosh Sarkarb Supplier selection of an Indian heavy locomotive manufacturer: An integrated approach using Taguchi loss function, TOPSIS, and AHP <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.08.008>

Rezaei, J. (2015). Best Worst Multi Criteria Decision Making Method. Omega, 53, 49-57.

Rezaei, J. (2016), Best Worst Multi Criteria Decision Making Method: Some Properties and A Linear Model. Omega, 64, 126-130.

Safarzadeh, S., Khansefid, S. & Barzoki, M. R. (2018). A Group Multi Criteria Decision Making Based on Best Worst Method. Computers & Industrial Engineering, 126, 111-121.

Salimi, N. (2017). Quality Assessment of Scientific Outputs Using The BWM. Scientometrics, 112 (1), 195–213. doi:10.1007/s11192-017-2284-3

Shankar Chakraborty, Edmundas Kazimieras Zavadskas “Applications ofWASPAS Method in Manufacturing Decision Making”2014 DOI:[10.15388/Informatica.2014.01](https://doi.org/10.15388/Informatica.2014.01)

Siti Komsiyah,, Rini Wongsob, Syali Widia Pratiwi” Applications of the Fuzzy ELECTRE Method for Decision Support Systems of Cement Vendor Selection” 2019

Supçiller, A. & Çapraz, O. 2011. AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçim uygulaması. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, 13:1-22.

Talip ARSU, Şerife UĞUZ ARSU Personel Seçim Sürecinde Kullanılan Kriterlerin Best-Worst Metodu (BWM) İle Değerlendirilmesi doi: 10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.21.09.1632

Tez, H. Ö., Tez, E. Yılmaz A. (2012). Tedarik Zincirinde Karşılaşılan Sorunların FMEA ile Çözümlemesi ve Yönetilmesi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 4(2).

Turskis, Z., Zavadskas, E.K., Antucheviciene, J. & Kosareva, N. 2015. A hybrid model based on fuzzy AHP and fuzzy WASPAS for construction site selection. *International Journal of Computers Communications & Control*, 10(6): 873-888.

Vafaeipour, M., Zolfani, S. H., Varzandeh, M. H. M., Derakhti, A. & Keshavarz, M. E. 2014. Assessment of regions priority for implementation of solar projects in Iran: new application of a hybrid multi-criteria decision-making approach. *Energy Conversion and Management*, 86: 653–663.

Internet sources

(<https://bestworstmethod.com/>)

Note: This article was written by Assoc.Prof.Dr. Berk Ayvaz It was prepared by benefiting from the preliminary studies of the master's library undergraduate thesis, "A NEW MODEL PROPOSAL FOR GREEN SUPPLIER SELECTION: AN APPLICATION IN THE RETAIL SECTOR", to be conducted by Zeynep Ünver under the consultancy of Berk Ayvaz.

Araştırma Makalesi

EVDEN ÇALIŞMA UYGULAMALARININ SWOT ANALİZİ VE AHP YÖNTEMİ KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**Coşkun ÖZCAN**

coskunozcan@hotmail.com.tr



0000-0002-5471-5218

Atıf/Citation: ÖZCAN, C., (2023). Evden Çalışma Uygulamalarının Swot Analizi ve AHP Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi, Journal of Technology and Applied Sciences 6-1 pp83-97 DOI: 10.56809/icujtas.1214905

ÖZET

Evden çalışma; kişinin kendi evinde veya belirlediği bir yerde, üretime konu olan tüm araç ve gereçlerin kendisi veya işvereni tarafından sağlandığı çalışma şekli olarak ifade edilmektedir. Çalışma, işverenin kontrolü ve gözetimi dışında olmakla birlikte işveren ve kişi arasında oluşturulan bir sözleşme ile gerçekleştirilmektedir. Ani gelişen virüs salgını neticesinde birçok firma evden çalışma düzenine geçmiştir. Salgının etkileriyle birlikte normalleşme adımları normal tarifini beraberinde getirmiş, her sektör yeni normal tariflerine uygun kendi adımlarını atmıştır. Dünyayı etkisi altına alan virüs salgını köklü değişikliklere de neden olmuş, teknoloji kullanımı tüm yaş gruplarında büyük oranda artış göstermiştir. Gündelik hayatta yapılan birçok faaliyetin uzaktan da yapılabilir olduğu anlaşılmıştır. Bu çalışmanın amacı, firmanın evde çalışma uygulamaları sırasında karşılaştığı güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditleri ortaya koymak daha sonra zayıf yönlerini güçlü hale getirecek, ortaya çıkan tehditleri ise fırsatlara dönüştürecek alternatif stratejiler geliştirebilmesini sağlamaktır. Bu çalışmada, telekomünikasyon sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın evden çalışma düzeni SWOT Analizi ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) birlikte uygulanarak değerlendirilmesi ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Evden Çalışma, Telekomünikasyon, Swot Analizi, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Pandemi, Ofis.

EVALUATION OF HOME WORK APPLICATIONS USING SWOT ANALYSIS AND AHP METHOD**ABSTRACT**

Working from home is defined as a work where all the tools and equipment subject to production are provided by the person himself or his employer in his own home or in a place he designated. Although the work is outside the control and supervision of the employer, it is carried out with a contract between the employer and the person. As a result of the Covid19 pandemic, many companies have switched to home working arrangement. Along with the effects of the pandemic, normalization steps have brought the description of new normals, and each sector has taken its own steps in accordance with their new normal definitions. The pandemic affecting the world has also caused radical changes, and the use of technology has increased significantly in all age groups. It is understood that many activities in daily life can also be done remotely. The primary aim of the study is to reveal the strengths and weaknesses as well as opportunities and threats companies face during home working practices and then enable them to develop alternative strategies that will strengthen their weaknesses and turn emerging threats into opportunities. In this study, the home working arrangement of a company operating in the telecommunications sector was evaluated by applying SWOT Analysis along with Analytical Hierarchy Process (AHP).

Keywords: Home Office, Telecommunication, Swot Analysis, Analytical Hierarchy Process (AHP), Pandemic, Office.

Geliş/Received : 05.12.2022
Gözden Geçirme/Revised : 02.01.2023
Kabul/Accepted : 02.02.2023

1. GİRİŞ

Emek ve teknoloji yoğun bir sektör olan telekomünikasyon sektörünün önemli maliyet kalemlerinin başında kalifiye iş gücü ve genel işletme giderleri gelmektedir. Firmalar sürekli yüksek teknoloji altyapı yatırımlarına, kalifiye iş gücü istihdamına ve güçlü finansman kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Sektör, müşterilerinden gelen yüksek kalite düşük fiyat baskısı altındadır. Karlı kalabilmenin yolu ise israf sayılabilecek her şeyi azaltmak ya da ortadan kaldırarak daha önce denenmemiş yöntemleri denemekten geçmektedir (Sivaslı, 2006). Ortaya çıkan zorunluluklar ve rekabet koşulları beraberinde firmaları iş organizasyonlarını yeniden yapılandırmasına, esneklik arayışlarıyla standart dışı istihdam biçimlerine yönlendirmektedir (Çelenk ve Atmaca, 2010). Bilgi ve iletişim teknolojilerinde sağlanan ilerlemeler teknolojik ve sosyolojik değişimlerin bir sonucu olarak çalışma hayatında mekan ve zaman sınırlaması olmadan, maksimum esnekliği teşvik eden çalışma yöntemlerini ortaya çıkarmıştır (Naktiyok, 2001). Hızlı kentleşmeyle birlikte artan trafik yoğunluğu, işe gelip giderken yolda geçen kayıp zaman gibi başlıca faktörleri değerlendiren araştırmalar evden çalışmanın tercih edilmesinin çalışanlara, şirketlere ve ülke ekonomilerine yaptığı birçok katkıyı ortaya koymaktadır (Karakoyun, 2016). Bilgisayar ile işini yapabilen, internet bağlantısı olan çalışanların, bilgisayarlarını kullanabildikleri her yer ofis ve işyeri olarak kabul görmektedir (Naktiyok, 2001). 2019 yılı sonlarında Çin’de ortaya çıkıp hızla dünyaya yayılan ve Türkiye’de ilk defa 2020 yılı mart ayı ortalarında görülen bulaşıcı virüs salgını (covid19) sebebiyle, virüsün yayılmasını kontrol altına almak ve engellemek amacıyla sokağa çıkma yasakları uygulanmıştır. Dünyada sosyal yaşam kesintiye uğramış, izolasyonlar başlamış, işyerleri kapanmış, kamu kurumları dahil günlük ofiste yaptığı işleri evinden de yapabilecek iş modellerine sahip çalışanlar zorunlu olarak evden çalışma düzenine geçmiştir (ILO, 2020). Uygulanan tedbirler insanların hayatını ve tüm rutin alışkanlıklarını baştan aşağı değiştirmiştir. İsteğe bağlı bir tercih yerine, hızla gelişen bu zorunlu duruma firmaların ve çalışanların aynı hızla adapte oldukları görülmüştür. Hem salgının yayılmasını önlemek hem de ekonomik aktivitelerin devamını sağlamak için “yeni normal” olarak ifade edilen düzenlemeler insanların hayatında yerini almıştır.

Zorunlu olarak geçilen bu yeni çalışma düzeninde kamu kurumları ve kurumsal birçok firma çalışanı iş yerlerine gelmeden, uzaktan da işlerin ofisteymiş gibi yürütüldüğünü bundan sonra da yürüyebileceğini deneyimlemişlerdir. Bu süreç gösteriyor ki salgın ortadan kalktığında bile edinilen alışkanlıkların “yeni normal” olarak insanların hayatında kalacağı anlaşılmaktadır (ILO, 2020).

Ulusal ve uluslararası birçok şirket salgın sonrası oluşacak yeni normaller kapsamında ofisten çalışmayı tamamen terk etmeyi değerlendirmeye başlamıştır. Dönemin Twitter Ceo’su Jack Dorsey çalışanlarına gönderdiği e-mail ile virüs salgını geçtikten sonra tercih eden personelin evden çalışabileceğini bildirmiştir. İngiliz finans kuruluşu Barclays Ceo’su Jes Staley ise yaptığı açıklamada 7 bin çalışanı bir binada bulundurmanın anlamsız olduğunu, kalıcı olarak uzaktan çalışmanın yollarını arayacaklarını ifade etmiştir. Pegueot-Citroen grubu uzaktan çalışmayı üretim faaliyetlerinin odağına koyup, 18 bin çalışanına uzaktan çalışma imkânı sunması ile yolda geçen süreden 500 bin saat tasarruf sağladıklarını açıklamıştır. Aynı grup teknolojik altyapısını iki katına çıkararak evden çalışmayı kalıcı hale getireceklerini ifade etmiştir (Bloomberg, 2020). Evden çalışma düzenine geçen çalışanlar ofiste çalıştıklarından ortalama üç saat daha fazla mesai yaptıklarını, yolda geçen süreyi de çalışarak kullandıklarını belirtmiştir (Bloomberg, 2020). Japonya merkezli Fujitsu şirketi, “iş hayat değişimi” adını verdikleri proje ile salgın geçtiğinde bile 80 bin çalışan için evden çalışma modelini kalıcı hale getireceklerini ve evden çalışmayı teşvik edeceklerini açıklamıştır (NTV, 2020). Chicago Üniversitesi işletme fakültesinde görevli profesörler Jonathan Dingel ve Brent Neiman 800 iş kolu üzerine yaptıkları araştırma sonucunda ABD’deki iş türlerinden %37’sinin evden yapılacak iş modeline sahip olduklarını ortaya koymuşlardır. Araştırmanın ortaya koyduğu bir diğer bulgu ise evden çalışmaya en uygun işlerin beyaz yakalı çalışanların yaptığı işler olmasıdır (BBC, 2020).

Denetleme şirketi PWC’nin 2020 Haziran ayında yaptığı bir araştırmada ABD’deki ofis çalışanlarının %83’ü, haftada en az bir gün evden çalışmak istemektedir. Google, Amazon ve Ford gibi uluslararası şirketler evden çalışmaya devam ederken, Facebook ve Siemens ise evden çalışmayı kalıcı hale getirdiğini duyurmuştur. Büyük şirketlerin CEO’larıyla yapılan bir ankette ise üçte ikisinin ofislerini küçültmeyi planladıkları sonucu ortaya çıkmıştır (BBC, 2020).

Vodafone Business Ceo’su Vinod Kumar yaptığı açıklamada; işlerin yapılışının daha da sanallaşacağını, yüksek hız teknolojilerine ihtiyacın artacağını, iletişim ve bilişim sektörüne çok iş düşeceğini olmuştur. Telekom operatörlerinin altyapı yatırımı, aktivasyon ve bütün iş akışlarını bu yeni normale göre hazırlanmasının şart görüldüğünü, sanal sunucular, sanal santraller ve uzaktan yönetilebilen sistemlerin kendini bu yeni duruma uygun olması gerekliliğini ifade etmiştir (BBC, 2020).

Türkiye’de faaliyet gösteren birçok yerli ve yabancı firma salgının ortaya çıkmasıyla birlikte evden çalışma düzenine geçmiştir. Bu firmalar arasında; Alegra, Digital, Allianz, Amazon Türkiye, Daiichi Electronic, Deloitte Türkiye, Digital Planet, Eczacıbaşı Holding, Ericsson, Infobip, İngame Group, Johnson & Johnson, Kpmg Türkiye, Mercedes-benz Türk, Nielsen Türkiye, Nmç Digital, Novo Nordisk Pwc, Realworks, Sigortam.net, Sistem Global Danışmanlık, Turkcell, Turknet, Vlmedia, Yemeksepeti, Hepsiburada gibi firmalar bulunmaktadır (Bloomberg, 2020).

Bu çalışmanın amacı, firmanın evde çalışma uygulamaları sırasında karşılaştığı güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditleri ortaya koymak daha sonra zayıf yönlerini güçlü hale getirecek, ortaya çıkan tehditleri ise fırsatlara dönüştürecek alternatif stratejiler geliştirebilmesini sağlamaktır. Ancak, virüs salgını ile oluşan koşullarda telekomünikasyon sektörüne yönelik olarak spesifik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada telekomünikasyon sektöründe yeni nesil operatör olarak faaliyet gösteren bir Telekom Şirketi’nin evden çalışma düzenine geçmesi SWOT analizi ile birlikte Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) uygulanarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde covid19 sebebiyle evden çalışma düzenine geçilme sürecine değinilmiş, daha sonra araştırmanın amacı ortaya konmuştur. İkinci bölümünde literatür taraması yapılmış, evden çalışmanın gelişimi açıklanarak, olumlu ve olumsuz etkilerine değinilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmanın materyal ve yöntemi açıklanmıştır. Dördüncü uygulama ve değerlendirme bölümünde firma hakkında bilgi verildikten sonra SWOT analizi grupları (güçlü üstün yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler) ve SWOT faktörlerinden oluşan bir model önerisi geliştirilmiştir. Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi ile (AHP) model bileşenlerinin ağırlıklı puanları hesaplanmıştır. Son bölümde, evden çalışma yöntemlerinin iyileştirilmesine dönük alternatif stratejilere değinilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Birçok firma küçülmekte, yatay organizasyon yapıları benimseme tercihleri ile daha çevik hale gelmektedir (Kıçır, 2019). Teknolojinin sürekli artan gücü ve iletişim araçlarındaki gelişmeler, işin yapılmasına yarayan ekipmanların nitelikli ve taşınabilir olması ile iş yerinden uzakta işin yapılmasına olanak vermektedir (Demirbilek, 2007). 1970’li yıllara kadar egemen olan kitle üretim sistemi anlayışı fordist yaklaşım bu yıllardan sonra dünyada yaşanan sosyal ve teknolojik gelişmelerle birlikte yerini tüketici ve rekabet edebilme odaklı esnek üretim postfordist anlayışına bırakmaya başlamıştır. Bu değişikliğin en önemli sebeplerinden biri üretim maliyetine etki eden işgücü maliyeti ve işgücü maliyetiyle ilişkili maliyet yaratıcı faktörleri azaltma düşüncesi olmuştur (Kıçır, 2019). Kavramsal olarak çalışma, çalışanların düşük veya yüksek beceri gerektiren işlerini bilgisayar veya telefon kullanarak ev ortamında yerine getirmesi olarak tele çalışmayı da içine alacak şekilde tanımlamaktadır (Huws ve Podro, 1995). Tele çalışma, geleneksel hizmet sözleşmesinin belirlendiği bağımlı iş ilişkisi olarak ya da evden çalışma kapsamında bir atipik iş ilişkisi olarak da ifade edilmektedir (Erdut, 1997). Uluslararası Çalışma Örgütü’nün (ILO) 1996 yılında yapılan 83. Uluslararası Çalışma Örgütü toplantısında 177 numaralı evde çalışma sözleşmesi ile 184 numaralı tavsiye kararı, evde çalışanlar için düzenlemeler içermektedir. ILO’ya göre evden çalışma ev işçisi olarak nitelendirilen kişi tarafından, işverenin işyeri dışında, işçinin kendi evinde veya belirlediği bir yerde çalışmanın yürütüldüğü üretime konu olan tüm araç gereçlerin kendisi veya işvereni tarafından sağlandığı ve işverenin kontrolü dışında olmakla birlikte bir sözleşme neticesinde gerçekleşmesi olarak ifade edilmektedir (ILO, 1996). Bu tanım içine dahil olabilecek tele çalışma da (teleworking) bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişme ile birlikte bir yere bağlı kalmaksızın kitle iletişim araçları kullanılarak işin yapılmasına olanak vermektedir. En yaygın tele çalışma yöntemi olarak evden çalışma tercih edilmektedir (Karakoyun, 2016). Tarihi geçmişi çok eski olan evden çalışma ülkemizde ilk defa 2012 yılında 6098 sayılı borçlar kanunda “evde hizmet sözleşmesi” olarak düzenlenmiştir. Sonrasında 4857 sayılı iş kanununun 14. maddesinde “uzaktan çalışma” ve “çağrı üzerine çalışma” başlıkları altında düzenlemeler yapılmış, 2016 yılında 6715 sayılı kanun değişikliği ile son halini almıştır. Bu kanundaki tanıma göre; işçinin işveren tarafından oluşturulan iş organizasyonu kapsamında iş görme edimini evinde yerine getirmesi esasına dayalı yazılı iş ilişkisi olarak tanımlanmaktadır. Kanun, işverene çalışma kendi gözetiminde olmasa dahi iş sağlığı ve güvenliği alma yükümlülüğü getirmiştir. İşverenin iş güvenliği ve sağlığı konusunda tedbirleri almak, çalışanın da alınan tedbirlere uymasını sağlama yükümlülükleri bulunmaktadır (Kuruüzüm ve Atsan, 2001). Ancak bu mevzuat değişikliği hükümlerinin hızla gelişen koşullar göz önüne alındığında yeterli olmadığını göstermektedir. İş sağlığı ve güvenliği sağlanması noktasında yeterli önlem olmadığı düşünülen çalışma yerlerine göre evden çalışılıyor olmak çalışan açısından daha güvenli sayılmaktadır.

Evden çalışma, sosyal ve ekonomik boyutlarda değerlendirildiğinde trafikteki araçların azalmasından, yakıt tasarrufu sağlanmasına, hava kirliliğinin önlenmesine kadar birçok noktada faydalı olmaktadır (Kavi ve Koçak,

2010). Sakinliği seven, yalnız çalışma ortamından memnun olan çalışanlar ise zorunlu sosyal ilişki kurmaktan kurtulmuş olmaktadır (Kıçır, 2019). Bu sayede çalışanlar ofiste vakit geçirdiğinden daha motivasyonlu ve verimli olabilmektedir. Kadın çalışanların uzun süre iş hayatından uzak kalmasına neden olan doğum izinlerini kullanmadan, ailevi sorumluluklarını ve annelik rollerini kolaylıkla yerine getirebilmektedir. Çocuk sahibi olmak isteyip kariyer hedeflerinden geri kalacağını düşünen çalışanlar için evden çalışma bir bakıma evlilik ve çocuk sahibi olma planlarına olumlu katkı yapmaktadır (Berkün, Alacahan ve Yavuz, 2015). İşveren açısından değerlendirildiğinde ise evden çalışma şartlarının cazip olması çalışan mutluluğunu ve performansını etkilemekte firmadaki iş gücü devir hızına da olumlu katkı yapmaktadır. Çalışan mutluluğu, özellikle hizmet yoğun sektörlerde hizmet kalite düzeyine, bunun sonucu olarak müşteri memnuniyetine etki etmektedir. Evden çalışma düzenini benimsemiş firmalar binlerce metrekare gayrimenkul ihtiyaçlarını azaltıp daha minimal ofislere geçerek en önemli maliyet kalemlerinden olan kira ve emlak giderlerinden tasarruf sağlamaktadır (Demirbilek, 2007). Evden çalışma tercihlerinin benimsenmesinin ortaya çıkardığı olumsuz etkilerin başında yöneticilerin astlarının performansını fiilen gözlemlememesi gelmektedir (Lim ve Teo, 2000). İşveren, işin görüldüğü sırada denetim sağlayamamakta, ancak iş teslim edildiği sırada denetim ve kontrol yapılabilmektedir (Erdut, 1997). Gelişen teknolojilerle birlikte evden çalışma neticesinde verimlilik ve karlılık artış göstermekte fakat kurumsal kültürün giderek zayıflamasına da neden olmaktadır (Durcan, 2012). Birbirini hiç görmeyen fakat aynı projede yer alan ekipler içerisinde takım ruhu yaratılmasında güçlükler yaşanabilmektedir. Çalışan sosyal bir etkileşim içine girmediği takım arkadaşının eksikliğini diğer çalışan kapatmayabilir. Bir bakıma çalışan sadece proje içinde kendi görevine odaklanıp proaktif bakış açısıyla hareket edebilmektedir. Bu durum takım halinde hareket etmeyi proje ekipleri oluşturmayı güç hale getirmektedir (Higgins, Duxbury ve Johnson, 2000). İşveren açısından diğer önemli bir problem veri ve bilgi güvenliği tehdidi içermesidir. Firma için gizlilik gerektiren stratejik olan bilgiler çalışanlar tarafından farkında olmayarak rakip firmaların eline geçmesine neden olabilir. Ayrıca çalışanlar firmanın vermiş olduğu araçları kişisel amaçları doğrultusunda kullanabilmektedir (Naktiyok, 2001). Birçok çalışan iş yerine ait olma hissini, iş yerinde ilişki kurmayı, iş yeri yaşamının getirdiği sosyal yönü sevmektedir. Yeni nesil ofisler çalışanların ihtiyaçları doğrultusunda sosyal etkileşimler düşünülerek tasarlanmaktadır. Fakat çalışan, evden çalıştığında öğle yemeği arası, çay kahve molaları gibi sosyal aktiviteler yaşayamayacağı için sosyal ve mesleki açıdan izolasyona uğradığını hissetmektedir. Sosyal etkileşimin zayıflamasıyla firma kültürünün çalışanlara aktarılması ve benimsenmesinde güçlükler yaşanmaktadır. Bazı durumlarda ise çalışan ofiste sağladığı konfor ve ekipmanı evinde sağlayamayabilir bu durum çalışanın konsantrasyon eksikliği gibi sorunları beraberinde getirmektedir. Uzun süre evde oturarak çalışma ise hareketsizliğe bağlı fiziksel sağlık sorunlarına da yol açmaktadır (Kıçır, 2019). İş ve iş dışı sayılan aktiviteler arasındaki sınırlar içi içe geçtiğinde ise iş ve iş dışı roller arasında dengesizliğe yol açabilmektedir. Misafir gelmesi veya evin küçük çocukları çalışma esnasında dikkat dağıtıp çalışmayı bölebilmektedir (Naktiyok, 2001).

Engelli çalışan açısından bakıldığında evden çalışabilecekleri bir iş bulduklarında işe gidip gelirken yolda karşılaşılabilecekleri fiziksel zorluklara takılmadan işgücüne katılabilmektedir. Ancak bu durum engelli çalışanların iş arkadaşlarıyla birlikte vakit geçirememelerine ve sosyal hayattan iyice kopmalarına ve eve kapanmalarına neden olmaktadır. Evden çalışma, engelli çalışanları evde bulunmalarını pekiştirmektedir (Önver, 2017). Evden çalışma istihdam biçimleri iş sağlığı ve güvenliği kapsamında değerlendirildiğinde birçok yasal boşluklar bulunmaktadır. Çalışan işi, iş yerinde ifa ederken başına gelen bir kaza iş kazası olarak sayılıp bu kapsamda değerlendirilirken, aynı işin evde ifası sırasında başına gelen kazanın iş kazası olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceği yanıtlanması gereken sorular arasında bulunmaktadır.

Literatürde evden çalışma uygulamalarıyla ilgili ve benzer pek çok çalışma bulunmaktadır. Literatürde yer alan bazı çalışmalar aşağıdaki şekilde özetlenmiştir. Karakoyun (2016) evden çalışma uygulamalarını, gelişmiş ülke örnekleriyle birlikte ülkemizdeki mevcut durumu vergi sistemi içerisinde incelemiş, Türkiye’de evden çalışmanın vergi sistemi açısından eksikliklerini ortaya koymuş, birey ve ekonomiye katkısının artması için daha fazla hukuksal kaynağa ihtiyaç olduğu sonucuna varmıştır.

Kıçır (2019) nitel bir araştırma yöntemi kullanarak 12 yazın çevirmeniyle yüz yüze görüşmeler yapmış, evden çalışmanın kişinin sosyal yaşamına olan etkisini ele almıştır. Araştırma sonucunda, çevirmenlerin çalışma esnekliklerine sahip oldukları ve bu esnekliklerden faydalandıklarını tespit etmiş, aynı zamanda yalnızlaştırıcı etkisinin bulunduğu sonucuna ulaşmıştır.

Çelenk ve Atmaca (2010) esnek çalışmanın işgücü maliyetlerine ve rekabet gücüne olan etkisini tekstil sektörüne yönelik bir alan araştırması yaparak incelemişlerdir. Beş bin ve üzeri şubesi olan firmaların üst düzey yöneticilerine anket uygulanmış, anket sonuçlarından hareketle esnek çalışmanın işgücü verimliliğinin artması, israfın önlenmesi ve kapasitenin etkin kullanılması yönünde önemli faydalar sağlandığı sonucuna ulaşmışlardır.

Naktiyok (2001) yer ve zaman kavramından bağımsız, çalışmanın bireysel etkileri üzerine bir alan çalışması yapmış, İstanbul ve çevresinde 537 çalışana anket uygulamıştır. Elde ettiği bulgulardan hareketle hem olumlu hem de olumsuz yönde etkilerinin olduğu, olumlu etkilerinin demografik özellikler açısından farklılaştığı yönünde olmuştur.

Demirbilek (2007) çalışmasında, sanal çalışmanın sanal işgören ve sanal örgüt üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini incelemiş, sanal çalışma kültürünün oluşturulması, sanal işgörenin motivasyonu ve yönetimi konuların düzenlenmesi gerektiği sonucuna varmıştır.

Tüzünkan (2019) yapmış olduğu çalışmada, çalışmanın geleceği ve yetenek geliştirme kavramı üzerinde durmuş, yetenek geliştirme kavramını endüstri 4.0 kapsamında incelenmiştir. Teknolojik yeniliklerin en çok etkilediği endüstrilerden biri olarak turizm endüstrisindeki istihdama yönelik olası tehditleri ve çözüm önerilerini yetenek geliştirme ve yetenek yönetimi açısından ele almıştır. Ayrıca kodlama, yapay zeka, robot teknolojileri, otomasyon gibi yüksek lisans programlarının oluşturulması ve başvuruların turizm bölümü mezunları gibi sosyal bilimler mezunlarına da açık olması, gelecekte kaybolma tehdidi altında olan meslekler için turizm endüstrisine alternatif çözüm olabileceği sonucuna varmıştır. Kültür ve Turizm Bakanlığı ile Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı arasında ortak projeler yapılması ve üniversiteler tarafından da bu projelerin desteklenmesi önerilmiştir.

Durcan (2012) Değişen Ekonomik Yapıda Ev Ofis Uygulaması ve Sorunlar başlıklı çalışmasında, dünyadaki küreselleşme ortamı ve teknolojik ilerlemeyle birlikte esnek çalışmanın yaygınlaşacağı, bununla birlikte çalışanın ailesine ve kendisine zaman ayırmak gibi sosyal hayatına olumlu etkileri olacağına değinilmiştir. Firmalar açısından bakıldığında ise işletme giderlerinin azalacağı, rekabet ve tasarruf avantajı sağlanacağı belirtilmekle beraber, işgücünün kurumsal yapısının da zayıflayacağı sonuçlarına varılmıştır.

Kavi ve Koçak (2010) çalışmalarında, bilgi toplumuyla değişen çalışma ve etik kavramlarına yönelik literatür taraması yaparak, evden çalışmanın etik boyutunu pozitif ve negatif yönleriyle ele almışlardır. Evden çalışma sonucunda, çalışanların kişisel, ideolojik vb. unsurlar nedeniyle etik dışı davranışlardan dolayı dışlanma ya da mobbing'e maruz kalmasının önlenmesi gibi olumlu sonuçlara varmışlar. Evden çalışan işgörenlerin zamanla asosyalleştikleri, yalnızlaşarak psikolojilerinin olumsuz etkilendikleri sonucuna da ulaşmışlardır.

Araştırmacıların geçmiş çalışmaları gösteriyor ki, evden çalışma uygulamalarını salt vergi ve iş hukuku, iş gücü maliyetleri, rekabet avantajı, çalışanların performans düzeylerine etkileri, kadın ve engelli çalışanların iş gücüne katılmaları gibi sosyal ve ekonomik etkilere yönelik ele aldıkları anlaşılmaktadır. Evden çalışmanın kalıcı olarak uygulandığı telekomünikasyon sektörüne yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Evden çalışmanın kalıcı ve devamlı olduğu ortamda hem çalışanların hem de işverenlerin hak ve yükümlüklerinin düzenlendiği çalışmalara, güncel kanun ve yönetmeliklere ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Evde çalışma kavramı ile "evden çalışma" birbirine karıştırılmamalıdır. Evde çalışma kişinin kendi tercihi olarak evini iş yeri gibi değerlendirmesini ifade ederken, evden çalışma kişinin bir iş ilişkisi kurduğu işveren ile "uzaktan çalışma", "tele çalışma" şekli olarak ifade edilmektedir. Belirli günlerde iş yerine gitmek, toplantılara katılmak veya müşteri ziyareti yapmak gibi nitelendirilebilecek çalışma ise "yarı zamanlı çalışma" olarak tanımlanmaktadır (Kavi ve Koçak, 2010).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma kapsamında örneklem olarak bir telekomünikasyon firması seçilmiş olup, firmanın Mart 2020 ile 2021 yılları arasındaki evden çalışma uygulamaları için SWOT analizi ile AHP yöntemi birlikte kullanılarak bütünlük bir model önerisi sunulmuştur. Daha sonra iç değerlendirme (üstün ve zayıf yönler) ve dış değerlendirme (fırsatlar ve tehditler) faktörleri belirlenmiştir. Bu faktörlerden hareketle Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak beşli gruplar halinde toplam yirmi adet ikili karşılaştırma sorusundan oluşan değerlendirme formu olarak uygulanmıştır. Son olarak değerlendirme faktörlerinin öncelik değerleri hesaplanarak en önemli faktörlerin belirlenmesine çalışılmıştır (Çelik ve Murat, 2009).

3.1. Swot Analizi

Mevcut durumun belirlenmesi ve gelecek için bir strateji hazırlaması kapsamında uygulanan temel yöntemlerden biri de swot analizi tekniğidir (Mücevher, 2021). Swot analizi, 1960'lı yıllarda Harvard Üniversitesi profesörleri Edmund P. Learned, C. Roland Christensen, Kenneth Andrews ve William D. Guth tarafından geliştirilmiştir (Aydın, 2018). Swot analizi, İngilizce kelime anlamıyla; Strengths (Üstün, güçlü yönler), Weakness (zayıf yönler), Opportunities (fırsatlar) ve Threats (tehditler) kelimelerinin baş harflerinin bir araya gelmesiyle

oluşmaktadır. Swot analizi firmaların, organizasyonların projelerin hatta bireylerin önemli karar alma aşamasında mevcut ve gelecekteki potansiyel durumlarını tespit etmelerine yardımcı olmaktadır. Swot analizi hazırlanırken her bir yön için sorulara verilecek yanıtlar, mevcut durumun yazılı hale gelmesine ve izlenecek stratejinin belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Üstünlükler (Strengths) ve Zayıf yönler (Weakness) iç faktörler, Fırsatlar (Opportunities) ve Tehditler (Threats) ise dış faktörler olarak değerlendirilmektedir (Çoban ve Karakaya, 2010).

Üstün yönler, karşılaşılabilecek bir problemde veya girilmek istenen bir iş modelinde mevcut durumu öne çıkaracak, avantaj sağlayacak yönleri ortaya koymaktadır. Zayıf yönler, mevcut eksikliklerin görülmesini ve geliştirilmesi gereken yönlerin tespit edilmesini sağlamaktadır. Dış faktörler olarak değerlendirilen fırsatların belirlenmesi ise gelecekte değer yaratabilecek potansiyel avantajları ifade etmektedir. Son olarak tehditler, ilerleyen zamanlarda sorun olabilecek etmenlerin önceden tespit edilmesini ve önlem geliştirilmesini ortaya koymaktadır.

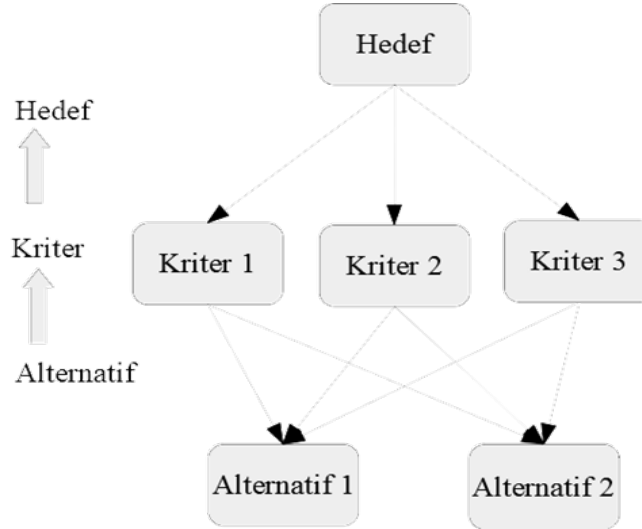
Firmanın evden çalışma uygulamalarıyla ilgili değerlendirme faktörleri, stratejik kararlar alınmasında yetkili olan genel müdürü ile mülakat yapılarak belirlenip Tablo 1’de ortaya konmuştur. Swot faktörleri belirlenirken çalışanlara uygulanan firma içi anket sonuçları ve çalışanlardan gelen e-posta ve sözlü iletilen geri bildirimlerden yararlanılmıştır.

Tablo 1. Firmanın Evden Çalışma Uygulamalarıyla İlgili Belirlediği Değerlendirme Faktörleri

Swot Grupları		Swot Faktörleri
İç	Üstünlükler (S)	1. Müşteri memnuniyetine olumlu etki yapması 2. Çalışan mutluluğunu ve performansını artırması 3. Çalışan devir hızının düşürmesi 4. Çalışanların işe gelip giderken yol ve trafik stresi yaşamaması 5. Çalışanların ailesine vakit ayırabilmesi
	Zayıflıklar (W)	1. Yöneticilerin ekiplerini fiilen gözlemleyip değerlendirememesi 2. Birbiriyle fiziki temas kuramayan ekiplerin takım ruhu içinde hareket edememesi 3. Ev ortamında ISG kurallarının uygulanma ve denetim güçlüğü 4. Çalışanların sosyal ve mesleki izolasyona uğradığını düşünmesi 5. Sosyal İletişimden uzak kalınması
Dış	Fırsatlar (O)	1. Büyük metrekarelerde ofis yatırım ihtiyaçlarının ortadan kalkması 2. Ofis işletme giderlerinin azalması 3. Gereksiz olan iş süreçlerini ortaya çıkarması 4. Çalışanların mesai saatleri dışında da çalışabiliyor olması 5. İş arayanlar tarafından tercih edilen bir firma olması
	Tehditler (T)	1. Firma kurumsal kültürünün çalışanlara aktarılamaması 2. Veri ve bilgi güvenliği korunma riski taşınması 3. Evden çalışmayı düzenleyen mevcut iş kanunundaki eksiklikler 4. Yöneticilerin çalışanların kariyer gelişimi ve terfilerine olumsuz etki edeceği düşüncesi 5. Aile ve iş yaşamının iç içe girmesi

3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) karar verme problemlerinde sıklıkla kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Karmaşık çok kriterli problemlerin çözümü için 1970’li yıllarda Thomas Saaty tarafından geliştirilmiştir (Wind ve Saaty, 1980). Kullanımı kolay bir tekniktir. Nitel ve nicel yargılar bir arada değerlendirilmektedir. Aynı konu üzerinde fikir sahibi uzman kişilerin düşüncelerini ortaya koymasını ile ortak bir yargının oluşturulması sağlanmaktadır (Dyer, Forman ve Mustafa, 1992). Analitik Hiyerarşi Prosesi’nin (AHP) temel yapısı Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yapısı

Değerlendirme, bir ömkle ifade edilecek olursa iki faktör karşılaştırması yapılırken, karar verici 1. faktörü 2. faktöre göre 3 kat daha üstün görüyorsa 1. satır ile 2. sütunun bileşeni 3 değeri verecektir, tersi durumunda aynı sütunun bileşeni için bu defa 1/3 değeri alacaktır. Eğer faktörlerin birbirine karşı bir üstünlükleri bulunmuyor ise 1 değerini almaktadır (Ertuğrul ve Vanlıoğlu, 2018). AHP aşamalarında ilk olarak problemin çözülmesi için hiyerarşik yapı oluşturulmakta, daha sonra kriterlerin nispi olarak önem derecelerini gösteren ikili karşılaştırmalı üstünlük matrisi hesaplanmaktadır. Değerlendirme yaparken T. Saaty'nin önerdiği Tablo 2'deki 1-9 temel değerlendirme ölçeği kullanılmıştır (Saaty, 1990).

Tablo 2. Değerlendirme Ölçeği

Önem Değerleri	Değer İfadeleri
1	Eşit önemde (iki Seçenek de eşit önemde)
3	Biraz daha önemli (1. seçenek 2'ye göre)
5	Oldukça önemli (1. seçenek 2'ye göre)
7	Çok önemli (1. seçenek 2'ye göre)
9	Son derece önemli (1. seçenek 2'ye göre)
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Değerlendirme faktörlerinin kriter ağırlıklarının belirlenmesi, kriterlerin aldığı değer satırının toplamı, çıkan sonucun kriter sayısına bölünmesi ile bulunmaktadır. Bu işlem her bir gözlem için benzer şekilde uygulanmaktadır. Çıkan sonuç, modelin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Aşağıdaki formül kullanılarak elde edilmektedir (Ertuğrul ve Vanlıoğlu, 2018).

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (1)$$

Tutarlılık göstergesinin (Consistency Index) hesaplanması için aşağıdaki formül kullanılmaktadır. Tutarlılık göstergesi (consistency index) maksimum özdeğer'den kriter sayısı çıkarılıp daha sonra (n-1) bölümü ile ölçümün tutarlı olup olmadığı hesaplanmaktadır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Tutarlılık göstergesi hesaplanırken formülde bulunan maksimum özdeğer (max) ise aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{W_i} \quad (3)$$

Swot grupları arasında tüm ikili karşılaştırma yargılarının önem derecesi belirlendikten sonra karşılaştırma matrisinin tutarlılığının (Consistency Ratio) hesaplanması yapılmaktadır. Amaç karar vericinin kriterler arasında karşılaştırma yaparken tutarlı davranıp davranmadığının tespit edilmesidir. Oran 0,10'dan küçük olduğunda karar matrisinin tutarlı olduğu kabul edilmektedir. Tutarlılık oranının 0,10'dan büyük çıkarsa karar vericinin değerlendirme matrisine girdiği verileri tekrar gözden geçirmesi gerekmektedir. Karşılaştırma matrisinin tutarlılığını hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$CR = \frac{CI(\text{Tutarlılık Göstergesi})}{RI(\text{Rassallık Göstergeleri})} \quad (4)$$

RI oranlarının, matris ölçüsüne göre seçilen değerler Tablo 3'te gösterilmektedir. Rassallık göstergesi en çok 15 kriterli matrisler için hesaplanabilmektedir. Bu çalışmada 5 kriterli gruplar bulunduğu için 1,12 rassal gösterge alınmıştır.

Tablo 3. Rassallık Göstergeleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

4. UYGULAMA VE DEĞERLENDİRME

Tablo 1.'de belirlenen swot faktörlerinden hareketle değerlendirme formu firma genel müdürüne uygulanmıştır. Yönetici, ikili karşılaştırmalı üstünlükleri belirlerken, firma içi anket sonuçları, çalışanlardan alınan geri bildirimler, onların istek ve talepleri, sektörel pazar payı verileri, müşteri şikayeti ve alınan arıza kaydı veri setleri gibi bir çok parametreyi göz önünde bulundurmıştır.

Toplam dört gruptan oluşan, swot grubunun öncelik değeri eşit önemde olduğu için her biri 0.25 olarak belirlenmiştir. Model açıklanırken her bir swot grubu içinde T. Saaty'nin (1990) önerdiği değerlendirme ölçeğinden yararlanılarak ikili karşılaştırma yapılmış ve birbirlerine olan üstünlüklerinin belirlenmesi için önem skorları verilmiştir. Tablo 4.'de karşılaştırmalı üstünlükler matrisinde her bir kriterin önem derecesine göre aldığı skor bulunmaktadır. S1'de Evden çalışmanın, müşteri memnuniyetine olumlu etki yapması ile çalışan mutluluğunu ve performansını artırması aynı önem derecesinde skor almıştır. Çalışan devir hızının düşmesinden biraz daha önemlidir. Çalışanların işe gelip giderken yol ve trafik stresi yaşamamasından ise oldukça önemlidir. Son olarak, çalışanların ailesine vakit ayırabilmesi ile karşılaştırıldığında biraz önemli skorunu almıştır. Daha sonra kriter sütununda yer alan kriterlerin toplamları alınmıştır. Diğer tüm kriterler benzer şekilde birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 4. Güçlü Yönler Karşılaştırmalı Üstünlükler Matrisi

Model	S1	S2	S3	S4	S5
S1	1	1	3	5	3
S2	1,00	1	1	3	5
S3	0,33	1,00	1	3	5
S4	0,20	0,33	0,33	1	1
S5	0,33	0,20	0,20	1,00	1
Toplam	2,87	3,53	5,53	13,00	15,00

Karşılaştırmalı üstünlükler matrisi belirlendikten sonra, karşılaştırmalı üstünlükler matrisinde kriterin aldığı değer, kriter toplamına bölünmektedir. Her bir kritere benzer şekilde uygulanmıştır. Kriterlerin aldığı değer satırının toplanıp, çıkan sonucun kriter sayısına bölünmesi ile kriter ağırlığı, başka bir ifade ile ortalaması bulunmuştur. Her bir gözlem için benzer şekilde uygulanmıştır. Tablo 5’de gösterilen sonuç, modelin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır.

Tablo 5. Kriter Ağırlığı Hesaplama Matrisi

Model	S1	S2	S3	S4	S5	Kriter Ağırlığı
S1	0,34884	0,28302	0,54217	0,38462	0,20000	0,35173
S2	0,34884	0,28302	0,18072	0,23077	0,33333	0,27534
S3	0,11628	0,28302	0,18072	0,23077	0,33333	0,22882
S4	0,06977	0,09434	0,06024	0,07692	0,06667	0,07359
S5	0,11628	0,05660	0,03614	0,07692	0,06667	0,07052

Tablo 6.’da kriter ağırlıklarının doğruluğunu ve modelde kullanılıp kullanılmayacağı testi uygulanmıştır. Her bir gözlem sütununda yer alan skor kriter ağırlığının çarpımı ile bulunmuştur.

Tablo 6. Doğruluk Testi Matrisi

Model	S1	S2	S3	S4	S5	Toplam
S1	0,35173	0,27534	0,68647	0,36794	0,21157	1,89305
S2	0,35173	0,27534	0,22882	0,22076	0,35262	1,42927
S3	0,11724	0,27534	0,22882	0,22076	0,35262	1,19478
S4	0,07035	0,09178	0,07627	0,07359	0,07052	0,38251
S5	0,11724	0,05507	0,04576	0,07359	0,07052	0,36219

AHP yönteminin son aşamasında kriter ağırlıklarının değerlendirilme sonuçları Tablo 7’de gösterilmektedir (Ömürberk ve Şimşek, 2014). Her bir kriter ağırlıkları, doğruluk testi toplamına bölünmüştür. Çıkan sonuç toplamı daha sonra kriter sayısına bölünerek maksimum özdeğer (lambda max) 5,22565 olarak bulunmuştur. Tutarlılık göstergesi (consistency index) maksimum özdeğer’den kriter sayısı çıkarılıp daha sonra (n-1) bölümü ile tutarlılık göstergesi 0,05641 hesaplanmıştır. Son olarak, tutarlılık göstergesi, rassalık göstergesinde yer alan 1,12 sayısına bölünerek 0,05037 oranına ulaşılmıştır. Ulaşılan oran 0,10’den küçük olduğu için karar matrisinin tutarlı olduğunu, modelin doğru oluşturulduğunu ifade etmektedir.

Tutarlılık göstergesi diğer swot grupları için de benzer şekilde uygulanmış, geometrik ortalama tüm gruplarda 0,10’den küçük olarak hesaplanmıştır. Tablo 7.’de gösterilmektedir.

Firma’nın, Bilgi Teknolojileri Kurumunun (BTK) üçer aylık veriler halinde yayınladığı 2020 yılı üçüncü çeyrek sektörel raporunda internet servis sağlayıcısı olarak %2,68 pazar payı bulunmaktadır (BTK, 2020). 2021 yılı üçüncü çeyrek raporunda ise pazar payını %3,34’e çıkardığı görülmektedir. İnternet servis sağlayıcısı olarak en büyük pazar payını %65 ile TTNNet almaktadır. Firma ise beşinci büyük internet servis sağlayıcısı olarak bulunmaktadır (BTK, 2021). Firma, 2020 yılı mart ayında 400 olan toplam çalışan sayısını Mart 2021 sonu itibariyle 480’e çıkarmıştır. Abone sayısını ise aynı dönem aralığında 350 binden, 520 bine yükseltmiştir. Uluslararası hız testi servisi veren Fransa merkezli Nperf firmasının 2020 yılı hız testi sonuçlarına göre Türkiye’nin 26.45 Mbps download (veri indirme) ile en hızlı internet sağlayıcısı ortalamasına sahip olmuştur (Turknet, 2020).

Tablo .7 SWOT Grupları Değerlendirme Faktörleri

Swot Grupları		Swot Gruplarının Öncelik Değerleri	Swot Faktörleri	Swot Faktörlerinin Kriter Ağırlıkları	Tutarlılık Göstergesi
İç	Üstünlükler (S)	0,25	S ₁	0,35173	0,05037
			S ₂	0,27534	
			S ₃	0,22882	
			S ₄	0,07359	
			S ₅	0,07052	
	Zayıflıklar (W)	0,25	W ₁	0,34763	0,049851
			W ₂	0,27944	
			W ₃	0,22882	
			W ₄	0,06877	
			W ₅	0,07534	
Dış	Fırsatlar (O)	0,25	O ₁	0,44939	0,03324
			O ₂	0,20952	
			O ₃	0,20952	
			O ₄	0,07060	
			O ₅	0,06096	
	Tehditler (T)	0,25	T ₁	0,34494	0,04404
			T ₂	0,36398	
			T ₃	0,16533	
			T ₄	0,08096	
			T ₅	0,04480	

Telekomünikasyon sektörü, müşteri memnuniyetinin en üst seviyede tutulması gereken hizmet sektörlerinin başında gelmektedir. Değerlendirme sonucunda firmanın evden çalışma uygulamalarının müşteri memnuniyetine olumlu katkı yaptığı en güçlü yön (0,35173) olmuştur. Müşteri taahhüdü olmamasına rağmen giden müşteri sayısında bir önceki yıla göre %30 azalma görülmüştür. Personelin ofis dışında çalışmasından kaynaklı müşteri hizmetleri deneyiminde bir kötüleşme yaşanmamıştır. Personelin evden verimli çalıştığı anlaşılmaktadır. Ayrıca bir yıl içerisinde abone sayısını yaklaşık %50 oranında artırmıştır (Turknet, 2021).

İkinci en güçlü yön (0,27534) çalışan mutluluğunu ve performansını artırması olmuştur. Çalışan performansı mutlu çalışanlarla mümkündür. Firma, çalışanlarına uygulamış olduğu anket ve çalışanlardan gelen geri bildirimler neticesinde %75 düzeyinde evden çalışmaktan mutlu olduklarını ve bu şekilde çalışmaya devam etmek istedikleri sonucu çıkmıştır. Geri kalan %25'lik kesim ise sadece belirli günlerde ofise gelmek istemektedir (Turknet, 2021). İsteyen çalışanlar, sosyal mesafe kurallarına uyma koşulu ile ofise gelebilmektedir.

Üçüncü en güçlü yön çalışan devir hızına olan etkisi olmuştur (0,22882). Evden çalışma koşulları nedeniyle işten ayrılan olmamıştır (Turknet, 2021). Evden çalışma esnekliğine ve rahatlığına sahip olmaları ofise gelip giderken yolda kaybedilen zamanı da evde mesai olarak kullanabilmektedir. Birçok sektörün işe alımlarını durdurmasına karşın toplam çalışan sayısını %25 oranında artırmıştır.

Çalışanların işe gelip giderken yol ve trafik stresi yaşamaması (0,07359) dördüncü en güçlü yön olmuştur. Özellikle büyük şehirlerde trafik ve yol stresi çalışan üzerindeki önemli bir olgudur. Ofise gelmek için trafikte karşılaştığı stres ortadan kalktığında verimli ve keyifle çalışıp, yolda geçen zamandan sağladığı tasarrufu kişisel ilgili alanı için ayırabilmektedir. Çalışanlardan alınan geri bildirimler ve uygulanan iç anket sonuçları

değerlendirmelerine göre evden çalışmak istemelerinin en önemli nedeni yolda geçen zaman ve trafik stresi olduğu düşünülmektedir (Turknet, 2021).

Çalışanların ailesine vakit ayırabilmesi beşinci en üstün yön görülmektedir (0,07052). İş, hayatın önemli bir parçası olduğu için işte sağlanan başarı ve tatmin, çalışanın özel hayatını da etkilemektedir. Aileler, eş ve çocukları ile daha fazla vakit geçirip, çocuklarının gelişimi sırasında yanında olabilmektedir. Örneğin; bakıcı masrafı olan bir ailenin, bakıcı masrafı ortadan kalktığı için aile bütçesinden bir gider kalemi eksilmiş olmaktadır (Berkün ve diğ., 2015).

Evden çalışmanın en zayıf yönü yöneticilerin, kendilerine bağlı olan ekibi fiilen gözlemleyememesi ve beraberinde değerlendirememesi olgusudur (0,34763). Yöneticilerin fiilen gözlem yapamadığı astlarının performansını değerlendirirken doğru ölçüm yapmakta güçlük çektiği görülmektedir. Özellikle yeni işe başlayan çalışanların performansları değerlendirilirken yöneticiler hatalı kararlar verip, çalışanın geliştirilmesi gereken tarafları fark edemeyeceği düşünülmektedir. Yönetici ekibiyle dijital platformlarda sık sık bir araya gelmeli, personelin eksik görüldüğü, geliştirilmesi gereken yanlarını tespit edip iyileştirmeler sağlamalıdır. İş aktiviteleri dışında da görüşmeler yaparak geri bildirimler almalıdır.

Evden çalışma uygulamalarının ikinci en zayıf yönü, birbiri ile fiziki temas kuramayan ekiplerin takım ruhu içinde hareket edememesi gelmektedir (0,27944). Evden çalışmayla her ne kadar işler sonuçlandırılıyor olsa bile, işe yeni başlayan çalışanların fiilen görüşemediği, etkileşimde bulunmadığı ekip arkadaşlarıyla bir bağ kurmakta zorlandığı, bir proje üzerinde takım olarak hareket etmekte güçlükler yaşandığı görülmektedir (Turknet, 2021). Sürekli evden çalışmanın, kolektif hareket etmeyi azalttığı, proaktif düşünce ile bireyselliği ön plana çıkardığı anlaşılmaktadır. Ekibe yeni katılan personele takımın bir parçası olduğu hissettirilmeli, diğer ekip üyeleriyle, iş dışında ortak ilgi alanları keşfedilerek görüşmeleri, arkadaşlık bağı kurmaları sağlanmalıdır.

Üçüncü en zayıf yön ise ev ortamında İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) kurallarına uygun olarak çalışılıp çalışılmadığının denetim güçlüğüdür (0,22882). Evden çalışma sırasında oluşabilecek kazaların, hangilerinin iş kazası sayılıp sayılmayacağını tespit etmek ve ölçmek mümkün görünmemektedir (Turknet, 2021). Çalışanlar, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) kuralları kapsamında sürekli bilgilendirilerek sorumluluğun kendisinde olduğu, ev ortamında oluşabilecek iş kazalarına karşı dikkatli olunması için uyarılar yapılmalıdır.

Dördüncü zayıf yön sosyal iletişimden uzak kalınması olgusudur (0,07534). Kimi çalışanlar ofisten uzak, evde çalışarak yalnızlık duygusuna kapılmaktadır. Uzaktan iletişim kurmakta güçlük çeken, arkadaş çevresi olmayan birçok çalışan için ofis ortamı çalışmak kadar bir sosyalleşme ve arkadaş edinme yeri olarak da görülmektedir, bu düşüncedeki çalışanlar çoğunlukla ofislere geri dönmek istemektedir (Turknet, 2021). Bu eğilimdeki çalışanların belirli günlerde ofislere gelmeleri sağlanmalıdır.

Çalışanların sosyal ve mesleki izolasyona uğradığını düşünmesi (0,06877) beşinci en zayıf yön olarak belirlenmiştir. Çalışma arkadaşlarıyla fiziki etkileşimi ortadan kalkan çalışanda kendini değerlendirme, geri bildirim alma, fikir oluşturma eksiklikleri hissedilmektedir (Demirbilek, 2007). Bazı çalışanlar ise sosyal izolasyona uğradığını evden çalışmaktan sıkıldığını, ofiste sağladığı çalışma konfor ve rahatlığı evde sağlayamadığını ofisi ve arkadaşlarını özlediğini bildirerek ofise gelmek istediğini iletmektedir (Turknet, 2021). Yönetici, özellikle işe yeni başlayan ekip üyeleriyle birebir görüşerek, bilgi ve fikir alışverişinde bulunmalı, takımın bir parçası olduğunu hissettirmeli, proje süreçleri takımların etkileşim içinde olacağı şekilde tasarlanmalıdır.

Evden çalışma sayesinde ortaya çıkan en büyük fırsat ise; büyük metrekarelerde ofis yatırım ihtiyaçlarının ortadan kalkması (0,44939) belirlenmiştir. Gelecekte, ofislerin tamamen kapatılacağı, tüm çalışmaların artık evden yürütüleceği bir iş hayatı düşünülmektedir. Hem evden çalışmaların devam ettiği hem de belirli günlerde ofislere geldiği hibrit bir çalışma düzeni olacağı tahmin edilmektedir (Turknet, 2021). İnsanın daha da merkezde olacağı bir çalışma hayatı öngörülmektedir. Ofisler ise daha az metrekarede, özel oda ve bölmeler yerine toplu kullanım alanlarından oluşacak şekilde tasarlanabilir.

Ofiste geçirilen zamanın azalması veya tamamen ortadan kalkması ile (0,20952) işletme giderleri sayılabilecek çalışanların kullandığı malzemelerden, elektrik, su, internet gibi harcamalara kadar geniş yelpazede tasarruflar sağlanmaktadır. Firma çalışanlarına tahsis ettiği özel araçlar için kira bedeli ve yakıt harcamalarından da tasarruf etmektedir. (Kavi ve Koçak, 2010). Bu alanlardan sağlanan tasarruf kalemleri işletme karlılığına nispi katkı sağlamak yanında, ihtiyaç olan diğer birimlere kaynak olarak aktarılabilir.

Evden çalışma, iş süreçlerinin daha da yalınlaşmasına, iş akışlarının dijitalleşmeyle birlikte hızlanmasına bunun sonucunda yapılmasa da olurmuş denilen işlerin ortaya çıkmasını neden olmuştur (0,20952). Gereksiz iş süreçleri ortadan kalktığına günlük iş akışı daha çevik hale gelmiştir. Klasik çalışma koşullarına göre, evden çalışma, personele esnek çalışabilme olanağı sağlamaktadır (0,07060). Personel çalışma zamanını kendi planlayarak daha verimli olmaktadır. İşe geç gelme ve devamsızlık gibi durumlar ortadan kalkmakta, bu sebeplerden dolayı ortaya çıkan iş kaybının telafi edilmesi için fazla mesai yapılmasının önüne geçilmektedir (Turknet, 2021).

Teknik yeterliliği beğenilen fakat yaşadığı bölgenin iş yerine uzaklığı sebebiyle işe alınmayan aday, evden çalışma sayesinde rahatlıkla tercih edilmektedir. Konsantrasyonu çabuk dağılan, klasik çalışma şartlarına odaklanamayan genç Z kuşağı genellikle özgür hareket edebilecekleri işler tercih etme eğilimindedir (Turknet, 2021). Z kuşağı daha çok teknoloji sektörü ağırlıklı firmalarda çalışmak istemektedir. Dolgun ücretle tatmin etmek tek başına yeterli olmayabilir, Z kuşağının elde tutulması için evden çalışma biçimi yöneticilere ve firmalara avantaj sağlamaktadır. Evden çalışma yöntemini benimsemiş firmalar ayrıca iş arayanlar tarafından piyasada tercih edilen firmalar olarak öne çıkmaktadır (0,06096). Firma, merkezi dışında bulunan şehirlerde yaşayan birçok personel alımı yapmıştır (Turknet, 2021). Firma, yayınladığı iş ilanlarında çalışmanın, ofise gelmeden evden veya uzaktan olacağını belirtmektedir.

Evden çalışma uygulamalarının tehdit olarak ortaya çıkardığı en önemli faktör veri ve bilgi güvenliği riski taşıması olmuştur (0,36398). Bilgiyi saklamak kadar korumak da güçtür. Firma için gizli ve stratejik sayılabilecek bilgilerin rakip firmaların eline geçmemesi için sadece ilgili olan personel ile paylaşım yapması gerekmektedir. Önem derecesi çok yüksek olan formül, buluş veya ürün lansmanı gibi bilgiler ise parçalara bölünerek, öğrenilse dahi kullanılmayacak şekilde, birden fazla personelde bulundurulup korunmalıdır. Bilginin önem derecesine göre korunması için Kişisel Verileri Koruma Kanunu'na (KVKK) uyumlu hareket edilmeli ve tedbirler alınmalıdır.

En büyük ikinci tehdit ise (0,3494) firmanın kurumsal kültürünü çalışanlara aktarılmasındaki güçlüktür. Çalışanlar fiilen içinde bulunmadığı duygusal bir bağ kuramadığı organizasyona sadece iş ilişkisi ekseninde yaklaşım aidiyet besleyemeyebilir. Evden çalışma kısa vadede verimlilik ve karlılık sağlamış olsa da gelecekte kurumsal kültürün zayıflamasına neden olacağı düşünülmektedir (Turknet, 2021). Firmanın özgün kimliği sayılan kültürü firmanın devamlılığı için çok önemlidir. Çalışanın firma ile arasında duygusal bağ kurması sağlanmalıdır.

Mevcut iş kanunları genel itibarıyla iş yerinde yapılan iş ilişkilerini düzenlemektedir (Turknet, 2021). Evden çalışmayla ilgili "uzaktan çalışma" ve "çağrı üzerine çalışma" başlıkları altında ilave düzenlemeler bulunmakla birlikte, firmaların tüm iş süreçlerini ev ortamına taşıdığı boyutta düzenleyecek yeterlilikte görünmemektedir (0,16533). Gelecekte işveren ve çalışan arasında ortaya çıkan ve ihtilafa yol açabilecek iş ilişkilerinin kanun yapıcılar tarafından yapılmasının sağlanması için görüş ve öneriler ilgili kurumlara iletilmelidir.

Yöneticilerin, çalışanların kariyer gelişimi ve terfilerine olumsuz etki edeceği düşüncesi dördüncü büyük tehdit faktör (0,08096) olmuştur. Bazı çalışanlar yöneticilerine görünür oldukça değer yarattığı algısına inanmaktadır. Görünürlüğü azaldıkça veya ortadan kalktığına terfi ve ödüllerden yararlanamayacağını düşünmektedir. Bir sonraki aşamada yaptığı işe ve kendisine ihtiyaç olmadığı ve sonunda işini kaybedebileceği korkusuna kapılmaktadır (Lim ve Teo, 2000). Çalışanlar kariyer gelişimine ve terfi beklentisine katkı yapacak, tecrübe kazanmasına yardımcı olacak yöneticilerinden geri bildirim almak istemektedir. Yöneticiler, astlarını objektif ve doğru değerlendirme yöntemleri kullanarak değerlendirmelidir. Belirli aralıklarla performans değerlendirme toplantıları yapmalı ve performanslarıyla ilgili astlarına geri bildirimde bulunulmalıdır (Turknet, 2021).

Aile ve iş yaşamının iç içe geçmesi beşinci tehdit olarak belirlenmiştir (0,04480). Profesyonel hareket edemeyen iş ve özel hayat rollerini dengeleyemeyen, verilen işleri yetiştirmekte güçlük çeken çalışanların evde bulunmayı izin gibi algıladıkları görülmektedir (Turknet, 2021). Bu yönde tespit edilen personele evde bulunuyor olsa da mesai saati kavramı bilinci aktarılmalıdır. Performansı yöneticisi tarafından izlenmeli, benzer eğilimi devam ettirdiği takdirde insan kaynakları birimine durum aktararak disiplin süreçleri işletilmelidir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada virüs salgını (covid19) sebebiyle evden çalışma düzenine geçmiş bir telekomünikasyon firmasının evden çalışma uygulamaları Swot Analizi ve AHP yöntemi birlikte kullanılarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda, evden çalışma uygulamalarının müşteri memnuniyetine olumlu katkı yaptığı en güçlü yön olmuştur (0,35173). Firma, 2020 Mart ile 2021 Mart ayı arasında abone sayısını yaklaşık %50 oranında artırmıştır. Çalışma ekiplerinin birbirinden uzakta evlerde çalışıyor olmasına karşın, müşteri hizmetleri deneyiminde bir gerileme yaşanmamıştır (Turknet, 2021). En zayıf yön yöneticilerin kendilerine bağlı ekibi fiilen gözlemleyememesi olmuştur (0,34763). Yöneticilerin, fiilen gözlem yapamadığı astlarının performansını

değerlendirirken doğru ölçüm yapmakta güçlük çektiği anlaşılmıştır. Evden çalışma uygulamalarının ortaya çıkardığı en büyük fırsatın büyük metrekarelerde ofis yatırım ihtiyaçlarının ortadan kalkacağı ve ofis yatırım maliyetlerinin azalacağı olmuştur (0,44939). Belirli günlerde ofislere geldiği karma bir çalışma düzeni tahmin edilmektedir. Evden çalışma uygulamalarının tehdit olarak ortaya çıkardığı en önemli faktör veri ve bilgi güvenliği riski taşıması olmuştur (0,36398). Bilginin önem derecesine göre uzaktan koruması ve saklanması gerekliliği anlaşılmıştır.

İşverenler, aynı zamanda evden çalışma uygulama ve koşullarını net ortaya koymalı, suistimale sebep olacak ortam yaratılmamalıdır. Çalışma disiplinine ve zaman yönetimi kavramına uygun hareket etmeyen çalışanların evden çalışmaları verimsiz olabilir, benzer eğilimdeki çalışanların ofiste çalışma ortamı sağlanmalıdır (Kavi ve Koçak, 2010).

Evden çalışmayla birlikte, işletme giderlerinden sağlanan tasarruflar, evden çalışan personele aktararak personelin evden çalışabilmek için evde geçirdiği süre boyunca ısınma, elektrik enerjisi ve internet gibi giderlerine katkı olarak aktarılmalıdır.

Evden çalışma yöntemleri kendi kural ve uygulamalarını, hukukunu beraberinde getirecektir. Kanunlar çıkarılırken çalışanlar istismar edilmemelidir. Evden çalışma uygulama ve esaslarını işveren ile çalışan arasındaki ilişkileri, hakları düzenleyen yasal düzenlemeler adil olacak şekilde yapılmalıdır (Erdut, 2011). Bir bakıma iş mevzuatıyla beraber uygulanan iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı gibi birçok mevzuat da baştan aşağı gözden geçirilip evden çalışma ile uyumlu hale getirilmesi sağlanmalıdır. Evde çalışma biçimleri, gelecekte çalışma biçimlerini standart olmayan çalışma biçimlerine evirmeye devam edecektir. Çalışan her gün yüzünü görmediği, bir paylaşımında bulunmadığı iş arkadaşı ile ortak paydada hareket edecek refleksi gösteremeyebilir, bu bağlamda evden çalışma biçimleri iş ilişkisinin içerdiği güvencelerden yoksun bırakılmamalıdır.

Telekom sektöründe faaliyet gösteren firmaların değişen ekonomik ve sosyal koşullara göre hızlı büyüme ve aynı hızda küçülme refleksi göstermeleri gerektiği anlaşılmıştır. Teknolojik gelişmelerin etkisiyle oluşan “yeni normal” ortamında insan kaynağının daha esnek kullanımı için işverenler daha güçlü yenilikler denemeye yönelmelidir.

Literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak evden çalışmanın işlevselliği ve kalıcı hale getirilebileceği bir telekom firmasında doğrulanmıştır. Zorunlu olarak geçilen evden çalışma düzeninde firma başarı sağlamıştır. Firma, müşteri ve pazar payını kaybetmemiş, aksine artırmıştır. Bu çalışma gösteriyor ki verimli çalışmak tek başına ayrıcalık olmaktan çıkmış, gelişen koşullara uygun olarak esnek hareket edebilmenin önemi anlaşılmıştır.

Bu çalışma Türkiye’de hizmet sektöründe faaliyet gösteren bir telekom firması örneklemini üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda orijinal bir çalışma olarak konumlanmaktadır. Gelecekte, Türkiye’de faaliyet gösteren tüm telekom sektörünün ele alındığı bir çalışmanın yapılması önerilmektedir. İş modelleri uzaktan veya evden yapılmasına uygun diğer hizmet sektörleri de benzer çalışmalara yönelebilir. Ancak, gelecek araştırmalarda nicel olarak başka sektörlerin verileriyle telekom sektörünün karşılaştırılması da araştırmacılar için önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Aydınlı (2018, 13 Haziran). Swot analizi nedir? <https://www.aydinli.com.tr/blog/swot-analizi-> Son Erişim Tarihi 22 Aralık 2022.

BBC (2020, 31 Aralık). Uzaktan çalışma eşitsizlik konusunda neleri gösteriyor? <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-55493110> Son Erişim Tarihi 2 Ocak 2021.

BBC (2020, 23 October). Coronavirus: How the world of work may change forever. <https://www.bbc.com/worklife/article/20201023-coronavirus-how-will-the-pandemic-change-the-way-we-work> Son erişim tarihi 25 Ekim 2020.

Berkün, S., Alacahan N. D. & Yavuz, R. A. (2015). Kadın İstihdamını Artırmada Alternatif Bir Değerlendirme: Evden Çalışma. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*, 2(2), 43-61.

Bloomberg (2020, 17 Mayıs). Uzaktan çalışma birçok şirkette kalıcı hale gelebilir. <https://www.bloomberght.com/uzaktan-calisma-bircok-sirkette-kalici-hale-gelebilir-2255649> Son erişim tarihi 11 Kasım 2020.

BTK [Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu] (2020). Pazar Verileri. <https://www.btk.gov.tr/pazar-verileri> Son erişim tarihi 15 Kasım 2020.

- BTK [Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu] (2021). Pazar Verileri. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/pazar-verileri> Son erişim tarihi 10 Mayıs 2021.
- Çelenk, H. & Atmaca, M. (2010). Esnek Çalışmanın İş Gücü Maliyetlerine ve Rekabet Gücüne Etkisi: Tekstil sektöründe bir uygulama. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 1-20.
- Çelik, N. & Murat, G. (2009). Sayısallaştırılmış Swot Analizi ile Bartın İlinin Ekonomik Yapısını Değerlendirme. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 199-212.
- Çoban İ. & Karakaya E. Y. (2010). Geleceği Planlamada Stratejik Yönetim ve Swot Analizi: Kavramsal Yaklaşımlar. *E-journal of New World Sciences Academy*, 5(4), 343-352.
- Demirbilek, S. (2007). Sanal Çalışma Ekseninde Sanal İşgören. *Selçuk Üniversitesi İ.İ.B.F. Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 7(13), 69-90.
- Durcan, N. M. (2012). Değişen Ekonomik Yapıda Ev Ofis Uygulaması ve Sorunlar. *Opus*, 2(2), 36-54.
- Dyer, R. F., Forman, E. H. & Mustafa, M. A. (1992). Decision Support for Media Selection Using the Analytic Hierarchy Process. *Journal of Advertising*, 21(1), 59-70.
- Erdut, T. (1997). Yeni Teknolojilerin İş İlişkilerinin Yapısı Üzerindeki Etkisi. *Çimento Müstahsilleri İşverenler Yayın Organı*, 11(5), 13-28.
- Erdut, T. (2011). Toplumsal Cinsiyet Bakımından Evden Çalışma. *Çalışma ve Toplum*, 29(2), 55-82.
- Ertuğrul, İ. & Vanlıoğlu, S. (2018). Çoklu Karar Verme Yöntemleri ile Alternatif Finansman Kararları ve Bir KOBİ’de Uygulama. *Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies*, 5(1), 34-56.
- Higgins, C., Duxbury, L. & Johnson, K. L. (2000). Part Time Work Women: Does It Really Help Balance Work and Family?. *Human Resource Management*, 39(1), 17-32.
- Huws, U. & Podro, S. (1995). Employment of Homeworkers: Examples of Good Practice. *Analytica Social and Economic Research Ltd, International Labour Office, Geneva, Italy*.
- ILO [Uluslararası Çalışma Örgütü] (1996). C177 - Home Work Convention, 1996 (No. 177). https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312322 Son Erişim Tarihi 30 Haziran 2020.
- ILO [Uluslararası Çalışma Örgütü] (2020). COVID-19 Ortamında ve Sonrasında Uzaktan Çalışma Uygulama Kılavuzu. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---ilo-ankara/documents/publication/wcms_759299.pdf Son erişim tarihi 10 Mayıs 2021.
- Karakoyun, F. (2016). Home Ofis-Evden Çalışma-Yöntemi ve Vergi Hukukundaki Düzenlemeler. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(29), 141-162.
- Kavi, E. & Koçak, O. (2010). Bilgi Toplumunda Evden Çalışmanın Etik Boyutu. *Sosyal Siyaset Konferansları*, 2(59), 69-88.
- Kıçır, B. (2019). Evden Çalışma: Özgürlük mü Esaret mi? *Dokuz Eylül Üniversitesi. Sosyal Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 173-196.
- Kuruüzüm, A. & Atsan, N. (2001). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 1(1), 83-105.
- Lim, V. K. G. & Teo, T. S. H. (2000). To Work or Not To Work at Home. *Journal of Managerial Psychology*, 15(6), 560-586. doi: 10.1108/02683940010373392
- Naktiyok, A. (2001). Yer ve Zaman Kavramından Bağımsız Çalışma: Bireysel Etkileri Üzerine Bir Uygulama. *D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi*, 16(2), 49-60.
- NTV (2020, 6 Temmuz). Japon şirket evden çalışma modelini kalıcı hale getirdi. <https://www.ntv.com.tr/teknoloji/japon-sirket-evden-calisma-modelini-kalici-hale-getirdi.nuUpndOp3USbcykKhFJb1g> Son erişim tarihi 07 Temmuz 2020.
- Mücevher, H. M. (2021). Bireysel Kariyer Planlamada Öz Tanıma Aracı Olarak Swot Analizi: Z Kuşağı Üzerine Bir Araştırma. *Vizyoner Dergisi*, 12(31), 857-869.
- Ömürberk, N. & Şimşek, A. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri ile Online Alışveriş Site Seçimi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 12(22), 306-327.

Önver, M. (2017). Çalışma Yaşamında Mekansal Esneklik ve Sakatlar. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 7(1), 32-44.

Saaty, T. L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, 48(1), 9-26.

Sivash, E. (2006). İşletme Süreçlerinde Yalın Tekniklerin Kullanılması Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Turknet, (2020). Turknet Abone ve Personel Verileri 2020. Turknet İletişim Hizmetleri A.Ş., İstanbul.

Wind, Y. & Saaty, T. L. (1980). Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process. Management Science, 27(7), 641-658.

BEYANLAR

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Not: Bu çalışma, Turknet İletişim Hizmetleri A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı Dr. Mehmet ÇELEBİLER ve Turknet Ar-Ge Merkezi Koordinatörü Doç. Dr. Turgay URAL danışmanlığında hazırlanmıştır.

Araştırma Makalesi


AĞ ORTAMINDAKİ SALDIRI TÜRLERİ: SALDIRI SENARYO ÖRNEKLERİ

Fırat KILINÇ[†], Can EYÜPOĞLU^{††}

[†] Milli Savunma Üniversitesi, Atatürk Stratejik Araştırmalar ve Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

^{††} Milli Savunma Üniversitesi, Hava Harp Okulu, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

firatkilinc35@gmail.com, caneyupoglu@gmail.com

 0009-0001-5611-7908, 0000-0002-6133-8617

Atıf/Citation: KILINÇ, F., EYÜPOĞLU, C., (2023). Ağ Ortamındaki Saldırı Türleri: Saldırı Senaryo Örnekleri, Journal of Technology and Applied Sciences 6-1 pp99-109 DOI: 10.56809/icujtas.1282687

ÖZET

Çağımızda bilgi teknolojileri hızla gelişirken mobil ve nesnelerin interneti (Internet of Things-IoT) cihazlarının yaygınlaşması ile birlikte siber saldırganlar da her geçen gün yeni saldırı yöntemleri geliştirmektedir. Bu nedenle siber saldırılar kullanıcılarda büyük endişe yaratmakta ve bu endişelerin de giderek artacağı öngörülmektedir. Bu süreçte Saldırı Tespit Sistemleri (Intrusion Detection System-IDS) ve Saldırı Önleme Sistemleri (Intrusion Prevention System-IPS) önemli bir rol almaktadır. Bu çalışmada ilk olarak ağ güvenlik duvarları, ağ saldırıları ve ağ ortamında gerçekleşen saldırı türlerine yer verilmiştir. Sonrasında ağ saldırı türleri için örnek senaryolar oluşturulmuş ve bu senaryolar üzerinde saldırıların nasıl gerçekleştirildiği açıklanmıştır. Saldırı türleri, Kanada İletişim Güvenliği Kuruluşu (Canada Communications Security Establishment-CSE) ve Kanada Siber Güvenlik Enstitüsü (Canadian Institute for Cybersecurity-CIC) tarafından yaratılan saldırı tespit sistemi değerlendirme veri setlerinde (CIC-IDS2017 ve CES-CIC-IDS2018) yer alan ve saldırganlar tarafından yaygın olarak kullanılan hizmet reddi saldırısı (Denial of Service Attack-DoS), dağıtık hizmet reddi saldırısı (Distributed Denial of Service-DDoS), botnet, kaba kuvvet, port tarama, web uygulama ve sızma saldırıları olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Siber Saldırı Türleri, Saldırı Tespit Sistemi, Saldırı Önleme Sistemi, CIC-IDS2017, CES-CIC-IDS2018

ATTACK TYPES IN NETWORK ENVIRONMENT: ATTACK SCENARIO EXAMPLES

ABSTRACT

While information technologies are developing rapidly in our age, with the spread of mobile and Internet of Things (IoT) devices, cyber attackers are developing new attack methods day by day. For this reason, cyber attacks cause great concern for users and it is predicted that these concerns will increase gradually. In this process, Intrusion Detection Systems (IDS) and Intrusion Prevention Systems (IPS) play an important role. In this study, firstly, network firewalls, network attacks and attack types in network environment are mentioned. Afterwards, sample scenarios for network attack types are created and how the attacks are carried out on these scenarios are explained. The attack types are determined as Denial of Service Attack (DoS), Distributed Denial of Service (DDoS), botnet, brute force, port scan, web application and infiltration, which are included in intrusion detection evaluation datasets (CIC-IDS2017 and CES-CIC-IDS2018) created by Canada Communications Security Establishment (CSE) and Canadian Institute for Cybersecurity (CIC), and are widely used by attackers.

Keywords: Cyber Attack Types, Intrusion Detection System, Intrusion Prevention System, CIC-IDS2017, CES-CIC-IDS2018

Geliş/Received : 13.04.2023
Gözden Geçirme/Revised : 16.05.2023
Kabul/Accepted : 07.06.2023

1. GİRİŞ

Son yıllarda, siber saldırıların sayısında ve çeşitliliğinde önemli bir artış görülmektedir. Ev kullanıcıları, kurumsal işletmeler, devlet kurumları ve kritik altyapılar siber saldırganlar tarafından hedef alınmaktadır. Birçok durumda, ağlara ciddi zararlar vermeden önce saldırıları çok erken aşamalarda tespit etmek önemlidir. Bu amaçla, siber güvenlik araştırmacıları ve profesyonelleri tarafından gerçek zamanlı savunma araçlarından olan saldırı tespit sistemleri (Intrusion Detection System-IDS) ve saldırı önleme sistemleri (Intrusion Prevention System-IPS) geliştirilmektedir.

Günümüzde siber güvenlik, toplumda önemli bir endişe kaynağı olmuştur. Devlet kurumları ve kurumsal işletmeler hakkındaki bilgiler hayati derecede önemli olmasından dolayı güvenli bir şekilde muhafaza edilmelidir. Bu bilgiler, yetkisiz veya üçüncü kişilerin erişemeyeceği bir yerde saklanmalıdır.

Güvenli bilgileri muhafaza etmek zor olabilir ve her zaman saldırganlar tarafından bir güvenlik ihlali riski olasılığı vardır. Genellikle en yaygın tehditler; bir web sitesine karşı düşmanlık, siber yarışmalar, fidye, siyasi mesele, eğlence vb. nedenlerle web sunucularının çökertilmesine yönelik yapılan saldırılardır. Siber güvenliğinin temelini oluşturan gizlilik, bütünlük ve erişilebilirlik üçlüsü güvenlik sistemlerinde etkin bir şekilde uygulanmalıdır (James, 2019).

Bu çalışmada CIC-IDS2017 ve CES-CIC-IDS2018 veri setlerinde ağ güvenliği ve izinsiz giriş tespit amaçları için kullanılan saldırı senaryolarına yer verilmiştir. Çalışmanın diğer bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir: Bölüm 2’de saldırı tespit sistemleri, saldırı önleme sistemleri ve bu ikisi arasındaki farklar ele alınmıştır. Bölüm 3’te saldırganların amaçları ile kötü amaçlı yazılımların belirtileri incelenmiştir. Bölüm 4’te ağ ortamında gerçekleşen saldırı türleri (hizmet reddi saldırısı, dağıtık hizmet reddi saldırısı, botnet saldırısı, kaba kuvvet saldırısı, port tarama saldırısı, web uygulama saldırısı ve sızma saldırısı) hakkında detaylı bir inceleme yapılarak örnek senaryolar ile anlatılmıştır. Bölüm 5’te ise çalışmanın genel sonuçlarından bahsedilmiştir.

2. AĞ GÜVENLİK DUVARLARI

İnternet ağındaki veriler istemci bilgisayar kullanıcılarına gönderilen ve hangi kaynaktan gelip, hangi hedefe ulaşması gerektiğine ilişkin bilgileri içermektedir. Ağ güvenlik duvarları ise istemci bilgisayar kullanıcılarını internet ağındaki kötü huylu saldırgan veri trafiğinden savunan donanım ve yazılım araçları olarak tanımlanabilirler. Ağ yöneticisi tarafından ağ güvenlik cihazı üzerinde veri akış trafiğini denetlemek için kurallar tanımlanır. Ağ yöneticisi tarafından tanımlanmış olan kurallar yetkisiz kişilerin ve istenmeyen verilerin yerel ağlara girmesini engeller; bu sayede ağlar arasındaki güvenli veri trafiği düzenlenir ve ağ cihazları kötü amaçlı saldırılara karşı korunmuş olur. Bu kurallar dizisinde zararsız olduğu tanımlanan verilerin geçişine müsaade edilirken zararlı veri olduğu tespit edilenlerin ağ dışında kalması sağlanır. Ağ üzerindeki saldırıları tespit etmek ve önlemek için kullanılan sistemler literatürde temel olarak IDS ve IPS olmak üzere iki ana başlıkta incelenir.

2.1. Saldırı Tespit Sistemleri

IDS’ler özel bir ağ aygıtı veya bir sunucu üzerine kurulabilen güvenlik duvarlarındaki kötü amaçlı trafikleri tespit etmek için kullanılır. Temelde bu trafiklerin kötü amaçlı olup olmadığı, kural tabanlı ve imza tabanlı olmak üzere iki farklı analiz yöntemi ile gerçekleştirilir (Taner, 2019). IDS tarafından söz konusu kötü amaçlı trafikler günlük olarak tespit edilir, yapılan tespitler sisteme kaydedilir ve ağ yöneticisine uyarı mesajı gönderilir. Özellikle, IDS tarafından kötü amaçlı trafiklere reaksiyon gösterilmez ve önlem alınmaz. Dolayısıyla, IDS’nin temel görevi saldırıları önlemek değil saldırıları tespit edip kaydetmek ve ağ yöneticisine raporlamak olarak ifade edilir.

IDS’nin en önemli dezavantajlarından birisi gerçekleştirdiği taramalar nedeniyle ağı yavaşlatmasıdır. Genellikle gecikme süresi olarak da ifade edilen bu yavaşlamayı engelemek amacı ile IDS’nin çevrim dışı çalıştırıldığı durumlar da söz konusudur (Taner, 2019). Bu yöntemde, sistemden geçiş yapacak veriler kopyalanarak ağ yöneticisi tarafından belirlenmiş kurallar kapsamında değerlendirilmesi maksadıyla çevrimdışı çalışan IDS’ye iletilir. Bunların dışında sunucu bilgisayarındaki işletim sisteminin (Linux ve Windows vb.) üzerine yüklenebilecek bir uygulama olarak da kullanılan IDS’ler mevcuttur.

2.2. Saldırı Önleme Sistemleri

IPS'de IDS'de ifade edilen görevlere ilave olarak ağ güvenliğini sağlayacak aktif çözümler bulunmaktadır (Taner, 2019). IPS, aynı IDS'de olduğu gibi ağ yöneticisince belirlenen kurallar ışığında veri trafiğini analiz ederek kötü amaçlı trafikler tespit eder. Ancak, ilaveten kötü amaçlı trafiklerin sistemlere girişinin engellenmesi de sağlanır. Tüm bunların yanında IPS'nin yaptığı işlemler sisteme kaydedilerek ağ yöneticisine raporlanır ve bu sayede daha efektif performans analizi yapılmasına imkan sağlanmış olur.

3. BİLGİSAYAR AĞ SALDIRISI

Bilgisayar ağ saldırısı, yerel ağdaki bir veya daha fazla istemci bilgisayar, sunucu veya ağ cihazlarını kullanım dışı bırakmak amacıyla yapılmaktadır. Bu saldırılarda ağ yöneticisinin veya kullanıcının izni olmadan cihazlara erişim sağlamak, cihazlarda kullanılan uygulamaları bozmak ya da kullanım dışı bırakmak amacıyla bilinçli olarak yapılır.

Kötü niyetli kişiler veya siber suçlular tarafından gerçekleştirilen bu saldırılar, yerel ağ güvenliğinin açıklarını kullanan virüsler, zararlı ve casus yazılımlar ile yapılır. Özellikle, bu tür saldırılar ile ağ cihazları devre dışı bırakılarak kurumsal işletmeler veri hırsızlığı gibi maddi ve manevi büyük zararlara uğratabilir.

3.1. Saldırganların Amaçları

Uluslararası Cisco Ağ Akademisi tarafından bilgisayar ağ saldırılarının hangi amaçla yapıldığı aşağıda sunulmuştur (Cisco Ağ Akademisi, 2023):

- Bilgi hırsızlığı: Genellikle kötü amaçlı bir yazılım, ortalama (phishing) (Gupta ve ark., 2016) ve kaba kuvvet (brute-force) (Tams ve ark., 2015) gibi yöntemlerle bir yerel ağa veya bir istemci kullanıcıya erişim sağlayarak verilerini ele geçirmek olarak tanımlanmaktadır.
- Veri kaybı: Genellikle kullanıcıların izni olmadan bir virüs aracılığı ile yerel ağda bulunan bilgisayar sabit diskindeki verileri değiştirmek veya yok etmek olarak açıklanmaktadır. Bu önemli verilerin kayıplarının yanı sıra finansal kayıplara, kurumların itibar eksikliklerine ve hukuki sorunlara sebep olabilmektedir.
- Kimlik hırsızlığı: Genellikle kişisel bilgilerin ele geçirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu bilgiler şahısların kendisine ait kimlik bilgileri, kredi kartı bilgileri ve çevrimiçi işlemlerde kullanılan parola işlemleri ile ilgili değerli verilerin ele geçirilmesi olarak bilinmektedir. Saldırgan bu bilgilerle saldırıya uğrayan kişi veya kurumları birçok süreçte (bankacılık işlemleri ve yasal işlemler vb.) maddi ve manevi zararlara uğratabilmektedir.
- Hizmet kesintisi: Genellikle yerel ağda bulunan istemci bilgisayarın ağ sisteminden, sunuculardan veya ilgili web sayfalarından hizmet almalarını devre dışı bırakarak sistemin çalışmasını engellemek olarak tanımlanmaktadır. Son zamanlarda devletler tarafından sunulan çevrim içi hizmetler ve bankacılık işlemleri kurumsal şirketler için ciddi tehditler içermektedir. Bunlar hizmet reddi saldırısı (Denial of Service Attack-DoS) (Sharafaldin ve ark., 2018) veya dağıtık hizmet reddi saldırısıdır (Distributed Denial of Service-DDoS) (Akgun ve ark., 2022).

3.2. Kötü Amaçlı Yazılımların Belirtileri

Bilgisayar virüsü, solucan, truva atı, fidye virüsü, casus yazılım olarak bilinen kötü amaçlı yazılımların belirtileri aşağıdaki gibidir (Taner, 2019):

- Bilgisayarın işlemci kullanımında hızlı bir yükselme ve performansında bir yavaşlama olması,
- Bilgisayar sürücüsündeki verilerin değiştirilmiş veya yok edilmiş olması,
- Bilgisayarın web tarayıcısındaki başlangıç sayfası ve tarayıcı ayarlarının değiştirilmiş olması ya da bilinmeyen araç çubuklarının eklenmesi,
- Antivirüs programlarına erişilememesi ya da devre dışı bırakılması,
- Bilgisayarda bulunan kullanıcı hesaplarının veya e-posta hesaplarının çalınmış olması ve bu hesaplardan spam e-postalar gönderilmesidir.

4. AĞ ORTAMINDA GERÇEKLEŞEN SALDIRI TÜRLERİ

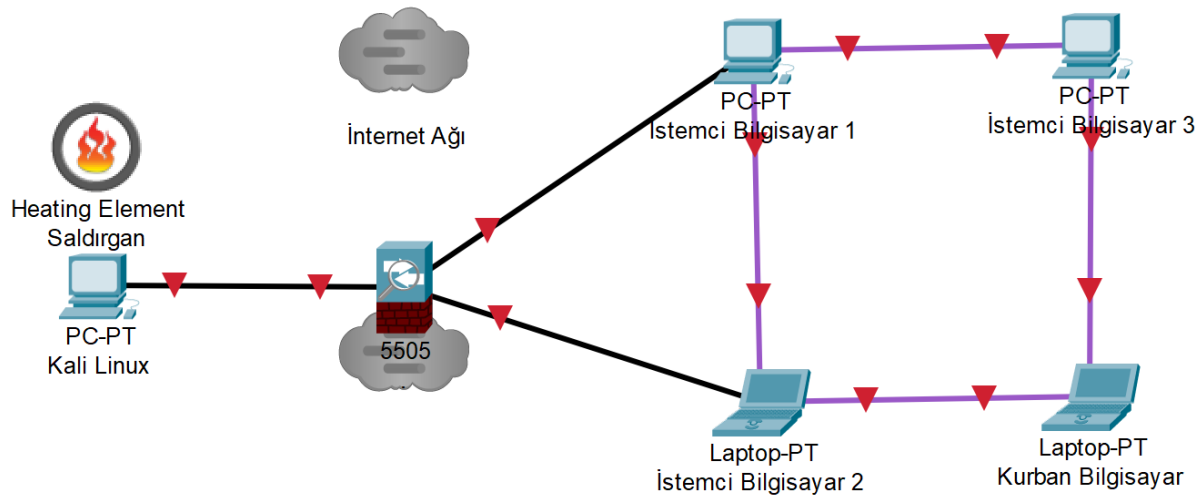
4.1. Hizmet Reddi Saldırısı

DoS saldırısı, bir saldırganın masum bir son kullanıcının bilgisayarını ve yerel ağ kaynağını kullanamamasına sebep olması olarak tanımlanmaktadır (Sharafaldin ve ark., 2018). DoS saldırıları uygulamada iki ana başlık altında incelenmektedir:

- Yoğun trafik miktarı: Saldırgan tarafından bir ağa, sunucu bilgisayarlarına veya uygulamalara cevap veremeyeceği kadar hızda çok büyük miktarlarda veri gönderilmesidir. Bu durum iletimin ve yanıt sürelerinin yavaşlamasına veya bir cihazın ya da hizmetin kilitlenmesine neden olmaktadır.
- Kötü amaçlı biçimlendirilmiş paketler: Saldırgan tarafından bir ağa, sunucu bilgisayarlarına veya uygulamalara bir veri paketi gönderilir, ancak alıcı bu veriyi işleyememesi nedeniyle istemci bilgisayarının yavaş çalışması veya kullanım dışı kalması gibi sonuçlar doğmaktadır.

DoS saldırıları bilgisayar ağlarındaki veri iletişimde aksamaya sebep olduklarında bireyler ve kurumsal şirketler için zaman ve para kaybına neden olacakları için büyük bir risk faktörü olarak görülmektedir (Sharafaldin ve ark., 2018). Genellikle bu saldırıların profesyonel olmayan yeni başlamış saldırganlar tarafından yapılması oldukça kolaydır.

DoS saldırıları genelde açık sistem ara bağlantısı (Open System Interconnection-OSI) katmanlarından gerçekleşmektedir (Ajayi ve ark., 2022). Bunlardan özellikle uygulama katmanında yapılan DoS saldırıları genellikle kendilerini ağ düzeyinde göstermediğinden genelleksel ağ katmanı tabanlı saldırı tespit sistemlerinden kaçınılabilmektedir. Bu nedenle siber güvenlik araştırma topluluğu, özel olarak uygulama katmanı DoS saldırılarını algılama ve azaltma mekanizmalarına odaklanmaktadır. Ancak, bu saldırılara karşı güvenilir ve verimli savunma mekanizmalarının oluşturulması için, siber güvenlik araştırmacıları tarafından uygulama katmanında yapılan DoS saldırılarının kapsamlı bir şekilde anlaşılması gerekmektedir. Şekil 1’de örnek bir DoS saldırısı gösterilmiştir.



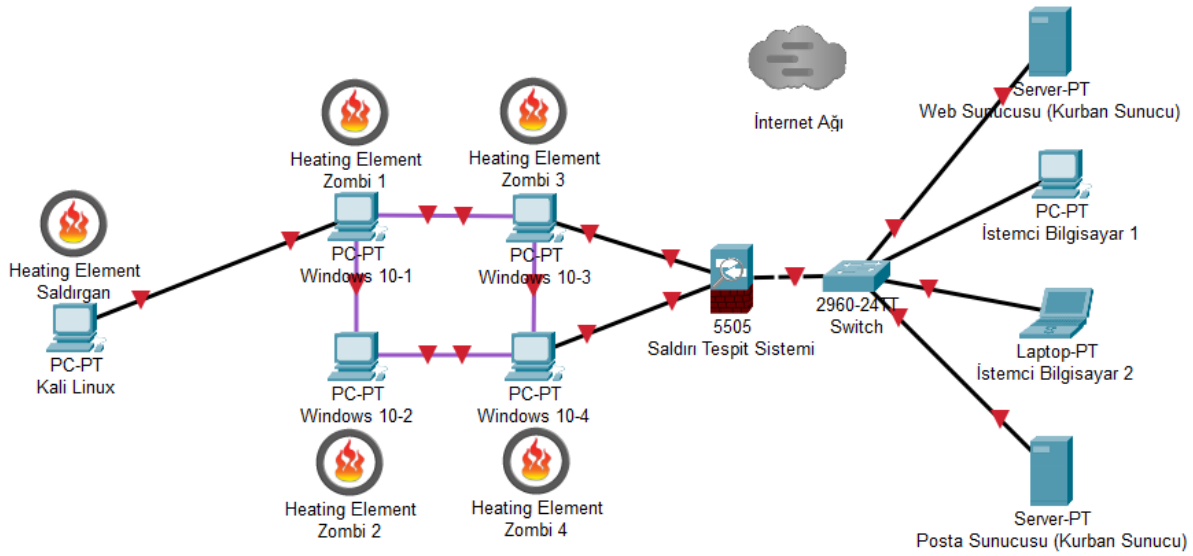
Şekil 1. Örnek bir DoS saldırı senaryosu.

Şekilde görüldüğü üzere gibi Kali Linux bilgisayarına sahip bir saldırgan internet ağı üzerinden IDS’yi geçerek yerel ağda bulunan dört masum kullanıcı bilgisayarından bir tanesine saldırı yapmaktadır. Bu sayede kurban bilgisayar kullanıcısının iş yapamaz ve çalışamaz duruma gelmesi ve devre dışı kalması sağlanmıştır.

4.2. Dağıtık Hizmet Reddi Saldırısı

DDoS genellikle büyük ölçekte gerçekleştirilen ve anlık istekler göndererek servis sağlayıcısının kaldırmayacağı yükün çok üzerinde kaynakları tüketerek sunduğu servislerin tamamen durmasına neden olan bir saldırı olarak tanımlanmaktadır (Akgun ve ark., 2022).

DDoS saldırısı saldırganlar tarafından bireysel kullanıcılar, kurumsal şirketler ve devlet kurumlarına ait web sunucusu kaynaklarına karşı yapılarak son kullanıcı istemcilerinin erişimini azaltmak veya engellemek amacıyla zombi adı verilen birden çok istemci bilgisayar ile yapılmaktadır. Bu süreçte virüs bulaşmış istemci bilgisayarlar zombi olarak adlandırılır. Zombi bilgisayarlar, her zaman yerel ağda virüs bulaştıracak istemci bilgisayarlar arayarak ve bu bilgisayarlara virüs bulaştırarak daha fazla zombi bilgisayarlar yaratmakta ve ağını genişletmektedir. Bu nedenle yüzlerce hatta bazen binlerce bilgisayar tarafından gerçekleştirilen DDoS saldırılarını zamanında tespit edip engellemek oldukça zor bir süreçtir (Taner, 2019). Şekil 2'de örnek bir DDoS saldırısı gösterilmektedir.



Şekil 2. Örnek bir DDoS saldırı senaryosu.

Şekilde görüldüğü üzere Kali Linux bilgisayarına sahip bir saldırgan internet ağı üzerinden sızma aracılığıyla ele geçirdiği bilgisayarlar ile kendisine yeni bir zombi ağı oluşturmuştur. Daha sonra bu zombi bilgisayarlar farklı zamanlarda IDS'yi geçerek yerel ağda bulunan web sunucusu veya mail sunucusuna taşıyamayacağı kadar veriyi gönderip sunucunun devre dışı kalmasını sağlayarak ağda bulunan istemci bilgisayar kullanıcılarının sunuculardan hizmet alamamasına ve web/mail sistemlerinin devre dışı kalmasına neden olmuştur.

Web sunucuları birçok nedenden dolayı çevrimdışı olabilmektedir (Singh ve ark., 2018). Bunun en önemli nedenlerinden biri de web sunucusuna yapılan DDoS saldırıdır. Bu saldırılar yalnızca sunucu kaynaklarını tüketmekle kalmaz, aynı zamanda normal istemcilere de zarar verebilir. Bu nedenle, DDoS saldırılarının tespiti mevcut araştırmacıların birincil hedeflerinden biri haline gelmektedir.

Web sunucularında yapılan DDoS saldırıları genel olarak OSI katmanlarındaki ağ katmanı ve taşıma katmanına yapılan saldırılar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ağ katmanındaki DDoS saldırısı internet kontrol mesajı protokolü (Internet Control Message Protocol-ICMP) veya kullanıcı datagram protokolü (User Datagram Protocol-UDP) portlarından yapılırken taşıma katmanındaki ise taşıma kontrol protokolü (Transmission Control Protocol-TCP) portlarındaki sistem açıklıklarından sızarak gerçekleştirilmektedir.

Son yıllarda internete bağlanan cihazların sayısı giderek artmaktadır. Ancak bu artışı sadece bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ile ifade etmek yanıltıcı olabilir. Çünkü günümüzde bilgisayarların yanı sıra nesnelerin interneti (Internet of things-IoT) olarak tanımlanan cihazların kullanımındaki artış yatsınamayacak kadar büyüktür. Bu yaygınlaşma, DDoS saldırılarının da kendi içinde yüksek ve düşük oranlı DDoS saldırıları olarak

ayrılmasına neden olmuştur. Yüksek oranlı DDoS saldırıları genellikle sunucu sistemlerine yapılırken düşük oranlı DDoS saldırıları ise diğer internete bağlı nesnelere yönelik gerçekleştirilmektedir (Toklu ve ark., 2018).

DDoS saldırıları, en yaygın siber tehdit biçimi haline gelmekte olup her geçen yıl hem sayı hem de hacim olarak artmaktadır. Temel motivasyon kaynağının finansal kazançlar olduğu ifade edilen DDoS saldırılarının özellikle kurumsal web siteleri veya bankaların internet servis sağlayıcıları üzerinde odaklandığı söylenebilir (Kumari ve ark., 2023).

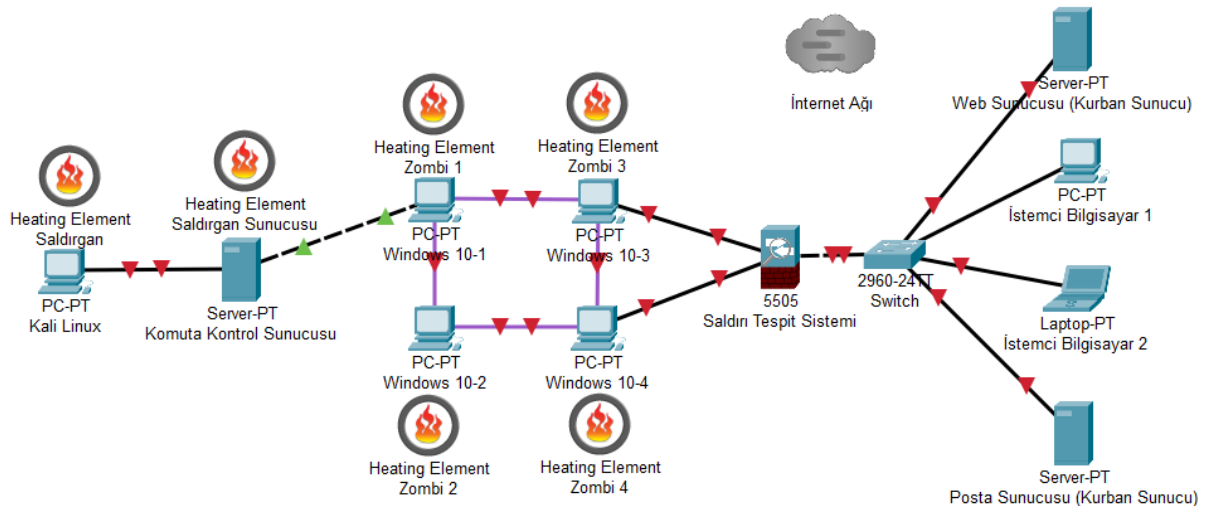
4.3. Botnet Saldırısı

Botnet saldırısı bir birey veya bir grup saldırgan tarafından kontrol edilen ve internet üzerinden birbirine bağlanmış bilgisayarlar vasıtası ile yapılmaktadır. Botnet saldırısına maruz kalan bilgisayarlar, virüslü bir medya dosyasını veya bir spam e-posta ekini açarak ya da zararlı bir web sitesini ziyaret ederek enfekte olurlar. Bir başka deyişle, botnet, bir komuta ve kontrol bilgisayarı ile botnet ağındaki diğer bilgisayarların yönetilmesi olarak tanımlanmaktadır (Rumsey ve ark., 2016). Saldırgan öncelikli olarak masum kullanıcıya ait bilgisayarın kullanıcı adı ve şifresini ele geçirerek kendi ağındaki komuta ve kontrol sistemindeki botnet ağına dâhil eder. Saldırgan kendi ağındaki bilgisayarları komuta ve kontrol bilgisayarı aracılığı ile aynı anda bir DDOS veya kaba kuvvet saldırısı yapmak için kullanabilir. Hatta siber suçlular botnet bilgisayarlarını siber saldırılar gerçekleştirilmesi için üçüncü şahıslara kiralayabilirler.

Bot bilgisayarlar kullanıcıların bilgisi olmadan ve kullanıcı farkına varmadan çalışmalarını nedeniyle genellikle tespit edilemezler. Botnet saldırılarına karşı antivirüs programları kullanılarak ve web tarayıcılarının açıklıklarını kapatılarak önlem alınabilir. Genellikle botnet saldırıları aşağıdaki özellikleri sergilerler (Taner, 2019):

- Zararlı yazılım barındıran bilgisayarlar internet ağı aracılığı ile bir komuta ve kontrol bilgisayarına bağlıdır,
- Web/posta sunucusu çökmeden önce sistem yöneticisine IDS ile uyarı logları gönderilir,
- Web/posta sunucusu üzerinde veya kurban bilgisayarda bilinmeyen dosyalar, programlar veya masaüstü simgeleri vardır,
- Web/posta sunucusu üzerinde veya kurban bilgisayarda bulunan uygulamalar kendilerini kapatıyor ya da yeniden kendilerini konfigüre ediyorlardır,
- Kullanıcının izni olmadan spam e-postalar gönderiliyordur.

Şekil 3'te örnek bir botnet saldırısı gösterilmiştir.



Şekil 3. Örnek bir botnet saldırı senaryosu.

Şekilde gösterildiği gibi Kali Linux bilgisayarına sahip bir saldırgan internet ağında sızma ile ele geçirdiği bilgisayarlar üzerinden kendisine yeni bir botnet ağı kurmuştur. Saldırgan, komuta kontrol sunucusu üzerinden botnet ağındaki aktif zombi bilgisayarlarına web/posta sunucusuna atak yapılmak üzere aynı anda saldırı

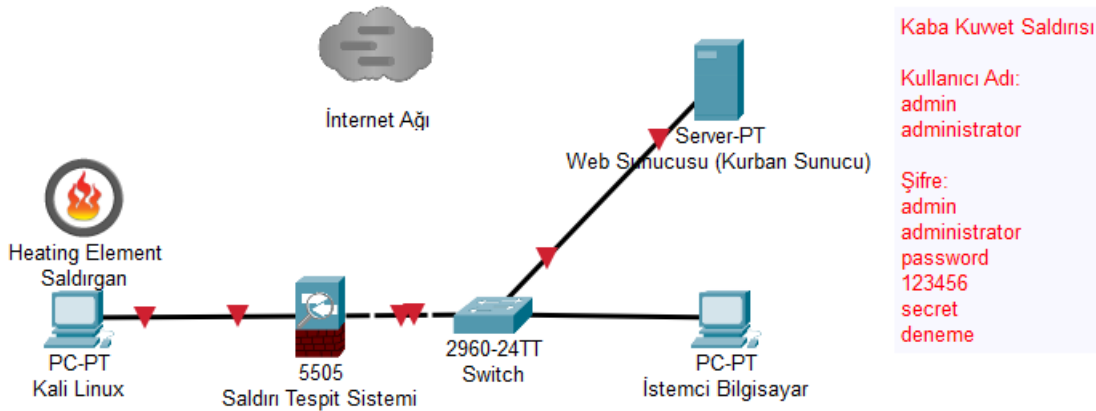
emri verir. Bu süreçte IDS'yi aşarak ağda bulunan sunucuların kaynaklarını tüketerek istemcilerin hizmet alamamasına sebep olur.

4.4. Kaba Kuvvet Saldırısı

İnternet ağı üzerinden web tarayıcıları aracılığı ile kurumsal şirketlerin ve devlet kurumlarının hizmet verdiği web sayfalarının yönetim paneli giriş bilgilerinin, siber saldırganlar tarafından deneme ve yanılma yöntemi ile çok sayıda kombinasyon denenerek ele geçirilmesidir. Web sayfası yöneticileri tarafından oluşturulan yönetim paneli kullanıcı adı ve parola bilgileri harf, rakam ve özel karakterlerden oluşmaktadır. Bu bilgiler ne kadar karmaşık ve zor olursa kaba kuvvet ataklarına karşı daha dayanıklı olurlar. Bu saldırganlar başarılı olduklarında şirket hakkında hassas bilgilere erişirler. Ayrıca web sayfası aracılığı ile reklam spam'lerine ve şirket saygınlığının zarar görmesine neden olurlar.

Kaba kuvvet saldırısı, siber saldırganlar tarafından en fazla kullanılan ataklardan biridir. Genelde bu atak türü oturum açmak için gerekli olan kullanıcı adı ve şifreyi deşifre etmek için kullanılmaktadır. Ek olarak web sayfası uygulamaları aracılığı ile gizli sayfalarda kullanılan bilgileri keşfetmek için de kullanılmaktadır (Sharafaldin ve ark., 2018).

Eylül 2017 yılında McAfee Labs tarafından yayımlanan üç aylık raporda, kaba kuvvet saldırısının kuvvet saldırılarının toplam ağ saldırılarının içerisinde yaklaşık olarak %20'sini oluşturduğu ve bu saldırıların web sayfası tabanlı güvenlik açıklarıyla yapıldığı belirtilmiştir (Salamatian ve ark., 2019). Şekil 4'te örnek bir kaba kuvvet saldırısı gösterilmiştir.

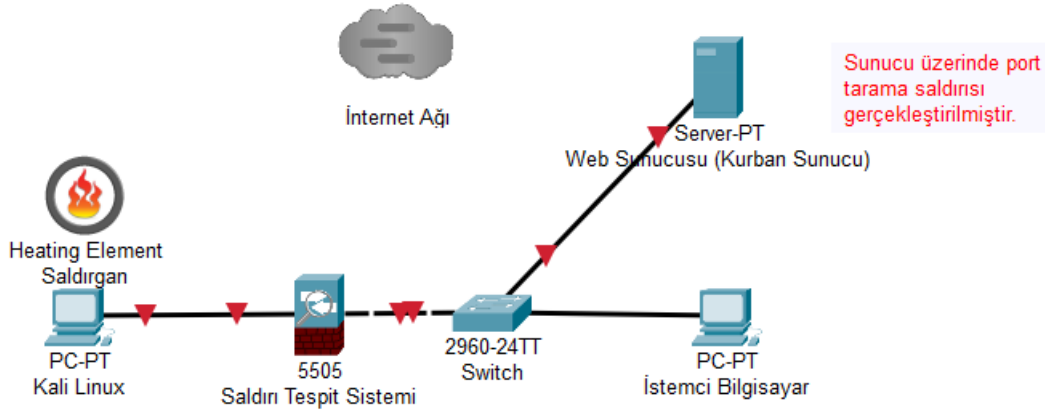


Şekil 4. Örnek bir kaba kuvvet saldırı senaryosu.

Şekilde gösterildiği üzere Kali Linux bilgisayarına sahip bir saldırgan, internet ağı üzerinden IDS'yi geçerek yerel ağda bulunan web sunucuna ait web sayfası yönetim paneli kullanıcı adı ve şifresi için algoritmik kombinasyonlar deneyerek bilgileri ele geçirmiştir. Bu bilgiler ele geçirildikten sonra sunucu üzerinde yönetici yetkisine sahip olan saldırgan sunucuda bulunan verileri farklı bir sisteme aktarabilir ve sunucuyu kötü niyetleri için kullanabilir.

4.5. Port Tarama Saldırısı

Port tarama saldırısı gerçekleştirmek isteyen saldırgan, internet ağı üzerinden istemci bir bilgisayarın web sayfası aracılığı ile açık olan bir portu kullanarak ağa girer. Ardından ağ içerisinde istemci bilgisayarlar veya hizmet veren sunucuların içerisinde port taraması yaparak açık olan portları tespit eder. Genellikle bilgisayar sistemlerinde bilgisayar portları açık, kapalı ya da filtrelenmiş olarak gruplandırılırlar. Port tarama saldırısı yaygın olarak web tarayıcılarında taşıma katmanı güvenliğinde kullanılan güvenli şifreleme yöntemi olan OpenSSL şifreleme uygulaması açıklıklarından gerçekleştirilmektedir (Jacob ve ark., 2022). Şekil 5'te örnek bir port tarama saldırısı gösterilmiştir.



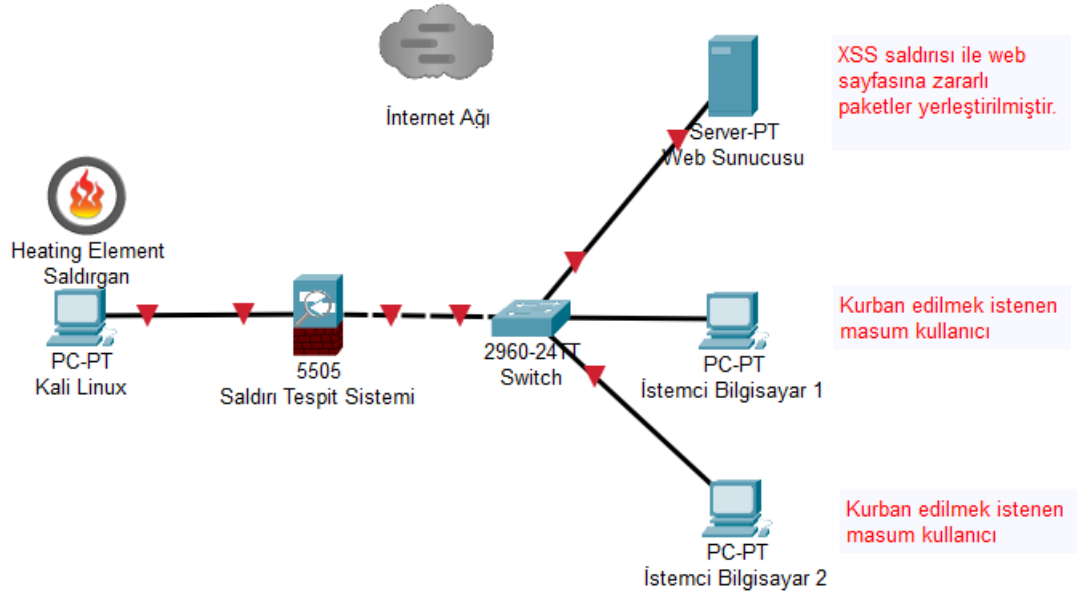
Şekil 5. Örnek bir port tarama saldırı senaryosu.

Şekilde gösterildiği gibi Kali Linux bilgisayarına sahip bir saldırgan internet ağı üzerinden IDS'yi geçerek yerel ağda bulunan istemci bilgisayar veya web sunucusuna ait açık portları bulmaktadır. İstemci bilgisayar veya web sunucusu içerisine girip kendisine yönetici yetkileri vererek istemci bilgisayar veya web sunucusunda bulunan verileri farklı bir sisteme aktarabilir ve bu sistemleri kötü amaçları için kullanabilir.

4.6. Web Uygulama Saldırısı

OWASP (Open Web Application Security Project) web uygulamalarındaki güvenlik açıklarının tespit edilerek kapatılması ve web uygulamaların güvenli bir şekilde korunmasını sağlamak için çalışmalar yapan bağımsız bir kuruluştur. OWASP 2018 yılında yayınladığı QWASP-Top 10 raporunda yer alan bilgilere göre SQL enjeksiyon (SQL injection) ve komut dosyası çalıştırma (Cross-Site Scripting-XSS) saldırısı en riskli güvenlik açıklarıdır.

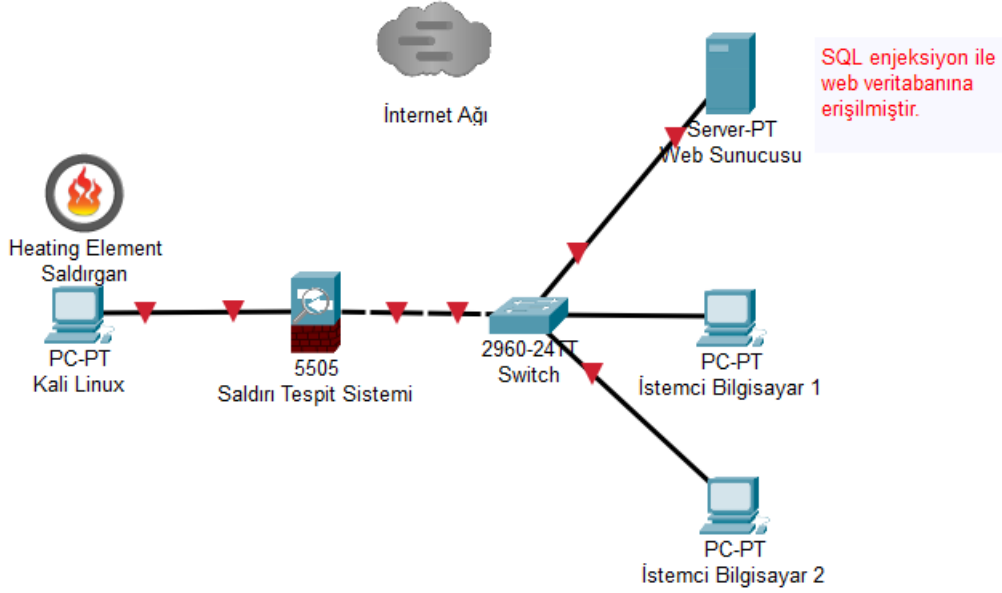
XSS saldırısında, saldırgan yoğun olarak kullanılan bir web sayfasına kötü amaçlı kod ilave eder ve kurbanın web tarayıcısında farkında olmadan kötü amaçlı komut dosyaları çalıştırmasına neden olur (Tariq ve ark., 2021). Saldırı, kurbanın kötü amaçlı kodu yürüten web sayfasını ziyaret etmesi ile gerçekleşir. Böylece web sayfası kötü amaçlı komut dosyasını kullanıcının tarayıcısına iletmek için bir araç haline gelmiş olur. Forumlar, mesaj panoları ve yorumlara izin veren web sayfaları XSS saldırıları için kullanılan savunmasız araçlara örnek olarak verilebilir. Şekil 6'da örnek bir XSS saldırısı gösterilmektedir.



Şekil 6. Örnek bir XSS saldırı senaryosu.

Şekilde görüldüğü üzere Kali Linux bilgisayarına sahip bir saldırgan internet ağı üzerinden IDS'yi geçmektedir. Ağda bulunan web sunucusu üzerinde hizmet veren web sayfasında saldırgan tarafından yerleştirilmiş zararlı kodlar bulunmaktadır. Masum olan bilgisayar kullanıcısı web sayfasından hizmet almak istediğinde sayfa içerisine gizlenmiş zararlı kodu çalıştırır ve zararlı kodlarda bulunan virüsü kendi bilgisayarına enjekte etmiş olur. Böylece kullanıcı, bilgisayarında bulunan verileri kendi rızası ve bilgisi olmadan dışarıya aktarmış olmaktadır.

SQL enjeksiyon, web uygulamalarında bulunan veri tabanlarını hedefleyen bir saldırı türüdür (Kasim, 2021). Bu saldırı türü SQL komutlarını kullanarak gerçekleştirilmektedir. SQL sorguları ile web uygulamalarının arkasındaki veri tabanı sunucuları kontrol edilmektedir. Genellikle saldırganlar, web sunucusu veri tabanında yer alan verileri değiştirebilir veya silebilir, bu da uygulamanın içeriğinde veya davranışında kalıcı değişikliklere sebep olur. Sonuç olarak devlet kurumları ve kurumsal işletmeler itibar kaybına ve finansal kayıplara uğrayabilir (Crespo-Martínez ve ark., 2023). Şekil 7'de örnek bir SQL enjeksiyon saldırısı gösterilmiştir.



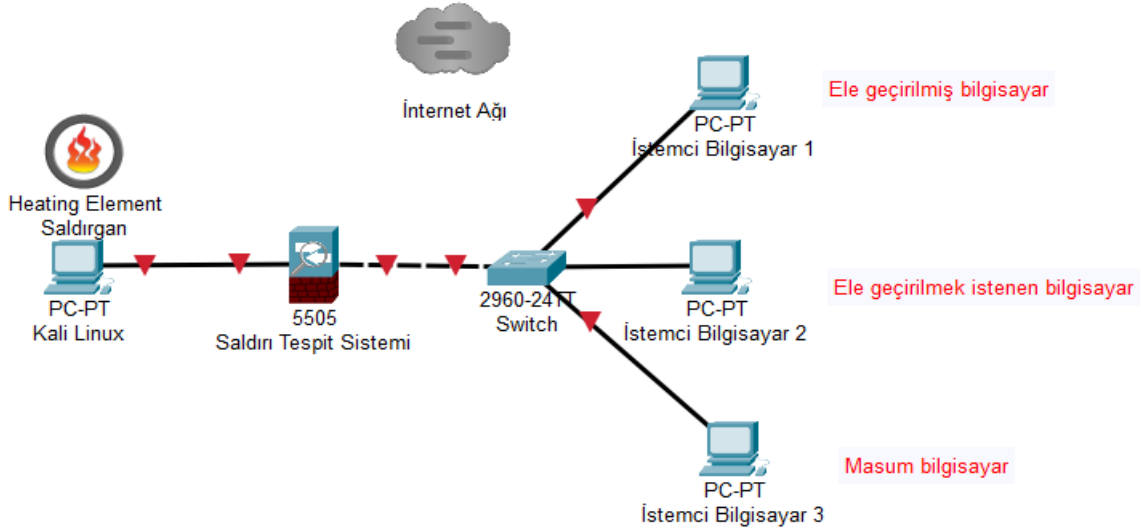
Şekil 7. Örnek bir SQL enjeksiyon saldırı senaryosu.

Şekilde gösterildiği gibi Kali Linux bilgisayarına sahip bir saldırgan internet ağı üzerinden IDS'yi geçerek yerel ağda bulunan web sunucusu üzerinde bulunan web veri tabanına sızmaktadır. Saldırgan kendisine yönetici yetkilerini vererek veri tabanında bulunan verileri değiştirebilir ve silebilir. Bunun sonucunda hizmet alan istemci bilgisayarlar veri tabanından hizmet almak istediğinde değişmiş veya silinmiş bilgilerle karşılaşarak hizmet eksikliğine yol açılmış olur.

XSS, web uygulamalarını kullanan kullanıcıları hedefleyen güvenlik açığı iken SQL enjeksiyon, web uygulamaları tarafında kullanılan veri tabanlarındaki güvenlik açıklıklarını hedeflemektedir.

4.7. Sızma Saldırısı

Sızma saldırısı (infiltration), ağa sızma olarak bilinen ve savunmasız bir yazılımdan yararlanılarak gerçekleştirilen bir saldırı türüdür. Örneğin saldırganlar tarafından adobe acrobat reader veya dropbox gibi yaygın olarak kullanılan programların kullandığı portlar üzerinden sızma gerçekleştirilir. Salırganlar sızma gerçekleştikten sonra bilgisayarın tespit edilen portlarından kolaylıkla önce bilgisayara daha sonra yerel ağa giriş ve çıkış yapabilir. Bu portlar aracılığı ile bilgisayar üzerinden farklı saldırılar gerçekleştirebilir. Ayrıca salırganlar, NMap kullanarak yerel ağ üzerinde IP taraması yapabilir, ağ içerisindeki diğer açıklıkları tespit edebilir ve ağ cihazlarına/sunuculara ataklar gerçekleştirebilir. Şekil 8'de örnek bir sızma saldırısı sunulmaktadır.



Şekil 8. Örnek bir sızma saldırı senaryosu.

Şekilde gösterildiği gibi Kali Linux bilgisayarına sahip bir saldırgan, internet ağı üzerinden IDS'yi geçerek yerel ağda bulunan istemci bilgisayarlardan bir tanesine üçüncü paket programların kullandığı port ile sızmış olup, daha sonra ağda bulunan diğer masum bilgisayarları ele geçirmek istemektedir.

5. SONUÇLAR

Günümüzde bilgi teknolojileri hızla gelişirken bilgisayarların ve IoT cihazlarının daha da yaygınlaşacağı ve siber saldırganlar tarafından yeni saldırı yöntemlerinin geliştirileceği düşünülmektedir. Bu nedenle yeni siber saldırılar, hizmet alan son kullanıcılar tarafından büyük bir kaygı ve endişe yaratmış olacaktır. Bu süreçte ağ güvenlik duvarlarından olan IDS ve IPS'lere önemli roller düşecektir. Bu çalışmada öncelikli olarak ağ güvenlik duvarları ve ağ saldırıları tanımlandıktan sonra ağ ortamında gerçekleşen saldırı türlerinden olan DoS, DDoS, botnet, kaba kuvvet, port tarama, web uygulama ve sızma ataklarına yer verilmiştir. Her bir saldırı türü için örnek senaryolar oluşturulmuş ve senaryolar açıklanmıştır.

KAYNAKLAR

Ajayi, O., Gangopadhyay, A., Erbacher, R. F., & Bursat, C. (2022). Developing Cross-Domain Host-Based Intrusion Detection. *Electronics*, 11(21), 3631.

Akgun, D., Hizal, S., & Cavusoglu, U. (2022). A new DDoS attacks intrusion detection model based on deep learning for cybersecurity. *Computers & Security*, 118, 102748.

Crespo-Martínez, I. S., Campazas-Vega, A., Guerrero-Higueras, Á. M., Riego-DelCastillo, V., Álvarez-Aparicio, C., & Fernández-Llamas, C. (2023). SQL injection attack detection in network flow data. *Computers & Security*, 127, 103093.

Gupta, S., Singhal, A., & Kapoor, A. (2016, April). A literature survey on social engineering attacks: Phishing attack. In 2016 international conference on computing, communication and automation (ICCCA) (pp. 537-540). IEEE.

Jacob, S., Qiao, Y., Ye, Y., & Lee, B. (2022). Anomalous distributed traffic: Detecting cyber security attacks amongst microservices using graph convolutional networks. *Computers & Security*, 118, 102728.

James, F. (2019, October). IoT cybersecurity based smart home intrusion prevention system. In 2019 3rd Cyber Security in Networking Conference (CSNet) (pp. 107-113). IEEE.

- Kasim, Ö. (2021). An ensemble classification-based approach to detect attack level of SQL injections. *Journal of Information Security and Applications*, 59, 102852.
- Kumar, A., Abhishek, K., Ghalib, M. R., Shankar, A., & Cheng, X. (2022). Intrusion detection and prevention system for an IoT environment. *Digital Communications and Networks*, 8(4), 540-551.
- Kumari, P., & Jain, A. K. (2023). A Comprehensive Study of DDoS Attacks over IoT Network and Their Countermeasures. *Computers & Security*, 103096.
- Rumsey, M. J. (2016). *Cybersecurity: Challenging rhetoric to identify the future of defensive and offensive measures against defined threat actors* (Doctoral dissertation, San Diego State University).
- Salamatian, S., Huleihel, W., Beirami, A., Cohen, A., & Médard, M. (2019). Why botnets work: Distributed brute-force attacks need no synchronization. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 14(9), 2288-2299.
- Sharafaldin, I., Lashkari, A. H., & Ghorbani, A. A. (2018). Toward generating a new intrusion detection dataset and intrusion traffic characterization. *ICISSp*, 1, 108-116.
- Singh, K. J., Thongam, K., & De, T. (2018). Detection and differentiation of application layer DDoS attack from flash events using fuzzy-GA computation. *IET Information Security*, 12(6), 502-512.
- Tams, B., Mihăilescu, P., & Munk, A. (2015). Security considerations in minutiae-based fuzzy vaults. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 10(5), 985-998.
- Taner, C. (2019). *Herkes için Siber Güvenlik, Abaküs Kitap*.
- Tariq, I., Sindhu, M. A., Abbasi, R. A., Khattak, A. S., Maqbool, O., & Siddiqui, G. F. (2021). Resolving cross-site scripting attacks through genetic algorithm and reinforcement learning. *Expert Systems with Applications*, 168, 114386.
- Toklu, S., & Şimşek, M. (2018). Two-layer approach for mixed high-rate and low-rate distributed denial of service (DDoS) attack detection and filtering. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 43(12), 7923-7931.

İNTERNET KAYNAKLARI

OWASP (Open Web Application Security Project), <https://owasp.org/>, Son Erişim Tarihi 22 Mayıs 2023.

Cisco Ağ Akademisi CCNA1 CCNAv7: Introduction to Networks, <https://contenthub.netacad.com/itn/16.1.1>, Son Erişim Tarihi 22 Mayıs 2023.

TEŞEKKÜR ve BEYANLAR

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır. Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır. Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Not: Bu makale, Milli Savunma Üniversitesi Atatürk Stratejik Araştırmalar ve Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Siber Güvenlik Tezli Yüksek Lisans Programı'nda, Doç. Dr. Can EYÜPOĞLU danışmanlığında, Fırat KILINÇ tarafından yürütülecek olan, "Makine Öğrenmesi Yöntemleri Kullanılarak Saldırı Tespiti" başlıklı yüksek lisans tezinin ön çalışmalarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

ISSN: 2645-8969

Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi