

ISSN: 2618-6241
e-ISSN: 2667-5757



HALIÇ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

HALIÇ UNIVERSITY
JOURNAL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

Cilt: 3 Sayı: 1 Tarih: Mart 2020
Volume: 3 Issue:1 Date: March 2020

Haliç Üniversitesi Adına Sahibi <i>Owner on behalf of Haliç University</i>	Prof. Dr. Melih BULU Haliç Üniversitesi Rektörü
Editörler <i>Editors</i>	Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN Editör / Editor-in-Chief Doç. Dr. Emine Esra KASAPBAŞI Editör Yardımcısı / Associate Editor Araştırma Görevlisi Melike OĞUZ Editör Asistanı / Assistant Editor Araştırma Görevlisi Burçe KARADAĞ Editör Asistanı / Assistant Editor Dr. Öğr. Üyesi. Meriç KURTULUŞ Türkçe Editörü / Turkish Editor Araştırma Görevlisi Elif AYDIN İngilizce Editörü / English Editor
Sorumlu Yazı İşleri Müdürü <i>Publishing Manager</i>	Prof. Dr. Füsün Seçer KARİPTAŞ Haliç Üniversitesi
Yönetim Yeri <i>Head Office</i>	Haliç Üniversitesi,
Yazışma Adresi <i>Corresponding Address</i>	Haliç Üniversitesi Sütölçe Mah. İmrahor Cad. No: 82 Beyoğlu – İSTANBUL Tel: +90 212 924 24 44 E-posta: fbd@halic.edu.tr
İnternet Adresi <i>Web Address</i>	http://dergipark.gov.tr/hafebid
Yayın Türü <i>Publication Type</i>	Yerel Süreli / <i>Periodical</i> Mart ve Eylül Aylarında olmak üzere yılda iki sayı yayımlanır Published twice a year, in March and September ISSN: 2618-6241 • e-ISSN: 2667-5757
Asitsiz kâğıda basılmaktadır <i>Printed on acid free paper</i>	Bu sayı 500 adet basılmıştır. This issue printed as 500 copies.
Baskı <i>Printing Press</i>	Aktif Matbaa ve Reklam Hizmetleri San. Tic. Ltd. Şti. Söğütölçeşme Mah. Halkalı Cad. No: 245/1-A Küçükçekmece / İstanbul Tel: +90 212 698 93 54 Sertifika No: 13978
Basım Tarihi <i>Publication Date</i>	30.03.2020
Derginin Tarandığı Kaynaklar <i>Index in</i>	DergiPark AKADEMİK

Yayın Kurulu
Editorial Board

Prof. Dr. Ömer OĞUZ (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Emel BOZKAYA (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Zafer UTLU (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Mübariz EMİNLİ (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Burçin Cem ARABACIOĞLU (MSGSU)
Prof. Dr. Füsün SEÇER KARİPTAŞ (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. M. Burcu IRMAK YAZICIOĞLU (Haliç Üniversitesi)
Doç. Dr. Yasin ALEMDAĞ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Selçuk ÇEBİ (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Ali GÖKŞENLİ (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Turan ŞİŞMAN (Ostim Teknik Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Soner ÖZGÜNEL (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ERKOÇ (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Sahra KIRMUSAOĞLU (Haliç Üniversitesi)

Danışma Kurulu
Advisory Board

Prof. Dr. Oya OĞUZ (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Halit PASTACI (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Önder KÜÇÜKERMEN (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Koray TUNÇALP (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan SOFUOĞLU (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Hüseyin CÖMERT (Beykent Üniversitesi)
Prof. Dr. Hüseyin ÇİMENÖĞLU (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Ferhat DİKMEN (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Rıfat YAZICI (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Gündüz ÖZİŞİK (Işık Üniversitesi)
Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ (İstanbul Aydın Üniversitesi)
Prof. Dr. Murat AYDIN (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Can ÜLKER (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi M. Cem KASAPBAŞI (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Meriç KURTULUŞ (Haliç Üniversitesi)

Cilt 3 Sayı 1
Hakem Listesi
Volume 3 Issue 1
Reviewer List

Prof. Dr. K. Selin GÜNDEŞ
Prof. Dr. Kamuran Nur BEKİROĞLU
Doç. Şenay ÇABUK
Doç. Dr. Recep YUMURTACI
Doç. Dr. Berna AYAT AYDOĞAN
Doç. Dr. Nezir AYDIN
Dr. Öğr. Üyesi S. Meltem ÖZKARAMAN ŞEN
Doç. Dr. Sariye Selhan YALÇIN UYDAL
Dr. Öğr. Üyesi Emirhan COŞKUN
Dr. Öğr. Üyesi Tuğba ERDİL POLAT
Dr. Öğr. Üyesi Esin SARIMAN ÖZEN
Dr. Öğr. Üyesi Bilge YARAREL DOĞAN
Dr. Öğr. Üyesi Jülide ERDİNÇ
Dr. Öğr. Üyesi Çağrı ÖZGÜN KİBİROĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer BÖREKÇİ

AMAÇ VE KAPSAM

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Eylül 2018 tarihinden itibaren yılda iki kez yayımlanır. Bu dergide temel bilimler, mühendislik ve mimarlık alanlarında araştırmaya dayalı Türkçe veya İngilizce dilinde özgün ve derleme makaleler yayımlanır. Gönderilen makaleler hakemler tarafından incelenerek değerlendirilir ve kabul edilen makaleler derginin web sayfasında on-line ve basılı olarak yayımlanır.

Yayın İzni

Bireysel kullanım dışında, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde yayınlanan makaleler, şekiller ve tablolar yazılı izin olmaksızın çoğaltılamaz, bir sistemde arşivlenemez ve reklam ya da tanıtım amaçlı materyallerde kullanılamaz. Bilimsel makalelerde, uygun şekilde kaynak gösterilerek alıntılar yapılabilir.

Açık Erişim Politikası

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi açık erişim politikasını benimsemiş bir dergidir.

Yazıların Bilimsel ve Hukuki Sorumluluğu

Yayınlanan makalelerin bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. Yazıların içeriğinden ve kaynakların doğruluğundan yazarlar sorumludur. Editör, Yardımcı Editörler, Yayın ve Danışma Kurulu Üyeleri ve Yayımcı dergideki hatalardan veya bilgilerin kullanımından doğacak olan sonuçlardan dolayı sorumluluk kabul etmez.

AIMS AND SCOPE

Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences is published twice a year since September 2018. This journal publishes original and compilation articles in Turkish or English based on research in the fields of basic sciences, engineering and architecture. The submitted articles will be reviewed and evaluated by the referees and the accepted articles will be published on-line and in print on the web page.

Permission Requests

Apart from individual use, articles, forms and tables published in Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences cannot be reproduced without written permission and cannot be archived in a system or used for advertising or promotional materials. Scientific articles can be cited with appropriate references.

Open Access Policy

Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences is a journal, which has adopted open access policy.

Scientific and Legal Responsibility of Articles

The scientific and legal responsibility of the published articles belongs to their authors. The authors are responsible for the content of the articles and for the correctness of the sources. The Editor-in-Chief, Associate Editor, Assistant Editors, Members of the Publication and Advisory Board and the Publisher shall not be held liable for errors resulting from the use of the information or the use of the information.

Değerli Okurlar,

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisinin Üçüncü Cildinin Birinci Sayısını siz değerli okurlarımıza sunmaktan büyük mutluluk duyuyoruz. Dergimizin bu sayısında İnşaat Mühendisliği, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, İç Mimarlık, Endüstriyel Ürün Tasarımı ve Mimarlık alanlarında hazırlanmış sekiz orijinal makaleye yer verilmiştir.

Dergimize makale göndererek bilimsel katkı sunan tüm yazarlarımıza, bu makaleleri 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.

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Editör

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi

Dear Readers,

We are pleased to present the First Issue of the Third Volume of the **Journal of Haliç University Natural and Applied Sciences** to you. In this issue eight original articles related to the fields of Civil Engineering, Electrical and Electronic Engineering, Industry Engineering, Interior Architecture, Industrial Product Design and Architecture were included.

We would like to thank all the authors of the articles for their scientific contributions, the reviewers for their valuable comments and our journal team for their help and efforts for preparing this issue for publication.

We hope that this issue of our journal will be beneficial to you.

Yours sincerely,

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Editor

Journal of Haliç University Natural and Applied Sciences

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / *Research Articles*

İnşaat Mühendisliği / *Civil Engineering*

Gökçeada Sıcaklık ve Deniz Suyu Sıcaklıklarının Eğilim Analizi 1-17
Fevziye Ayça SARAÇOĞLU
The Trend Analysis of Temperature and Sea Surface
Temperature in Gökçeada

Elektrik Elektronik Mühendisliği / *Electrical and Electronic Engineering*

1500 V DC Beslemeli Raylı Sistemlerde Solar Hücre
Sisteminin Modellenmesi ve Fizibilitesi..... 19-34
Ender GÜZELLER, Mehmet Taciddin AKÇAY, Bahattin Bulut
ALBAYRAK
Modeling and Feasibility of Solar Cell System in 1500 V
DC Feed Rail Systems

Endüstri Mühendisliği / *Industry Engineering*

Ömrünü Tamamlamış Araçların Geri Kazanımı İçin
Belirsizlik Altında Ağ Tasarımı..... 35-71
Berk AYVAZ, Duygu ERDOĞAN
Network Design Under Uncertainty for the Recovery of
End-of-Life Vehicles

İç Mimarlık / *Interior Architecture*

Tarihi Yapıların Yeniden İşlevlendirilmesinde Çelik
Strüktürlerin Kullanımı: Kasımpaşa Tuz Ambarı Örneği 73-84
Fusun SEÇER KARİPTAŞ, Fatih KARİPTAŞ
Re-functioning Historical Buildings Using Steel Structures:
Example of Kasımpaşa Salt Repository

Endüstriyel Ürün Tasarımı / *Industrial Product Design*

- Tasarımla Rekabet Avantajı: Türkiye’deki İşletmeler
Üzerine Bir İnceleme 85-107
Sezin ERYILMAZ
Competitive Advantage by Design: A Study on Businesses in Turkey

Mimarlık / *Architecture*

- Türkiye’deki Sürdürülebilir Yükseköğretim Yapılarının
Etkin Kaynak Yönetimi Kapsamında Değerlendirilmesi..... 109-137
Melisa UYGUN UGUTMEN, Gözde ÇAKIR KIASIF
Assessment of Worker Attitudes in Regards To Occupational
Health and Safety in Construction Projects in Turkey
- Türkiye’de İnşaat Projelerinde Çalışanların İşçi Sağlığı ve
Güvenliği Hakkındaki Tutumlarının Değerlendirilmesi 139-158
Muhammed AVCI, Eda SELÇUK
Assessment of Employer Attitudes About Worker Health
and Safety in Construction Projects in Turkey
- Türkiye’de Mobilya Sektörünün Durumu ve 2000’li
Yıllardan Sonra Küreselleşme Etkisi ile Değişimi 159-180
Zeynep TERECE, Jülide EDİRNE ERDİNÇ, Füsun SEÇER
KARİPTAŞ
The Status of Furniture Sector in Turkey and
Its Change After 2000s by the Effect of Globalization

Gökçeada Sıcaklık ve Deniz Suyu Sıcaklıklarının Eğilim Analizi

Fevziye Ayça SARAÇOĞLU^{1*}

¹ Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye.
ORCID: 0000-0002-9626-7652

Geliş Tarihi: 25.09.2019

***Sorumlu Yazar e mail:** favarol@inm.yildiz.edu.tr

Kabul Tarihi: 04.10.2019

Atıf/Citation: Saraçoğlu, F.A. “Gökçeada Sıcaklık ve Deniz Suyu Sıcaklıklarının Eğilim Analizi”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2020, 3/1: 1-17.

Araştırma Makalesi/ Research Article

Özet

Sıcaklık ve deniz suyu sıcaklıkları (DSS) günümüzde en çok atmosferik değişimin belirlenmesinde, modellenmesinde ve gelecek dönemlerin tahmininde kullanılmakla birlikte; balıkçılık, denizcilik, iklim değişikliği, oşinografi açılarından da önemli parametrelerdir.

Bu çalışmada Ege Denizi'nin kuzeyinde yer alan Türkiye'nin en büyük adası olan Gökçeada için sıcaklık ve DSS'nin zamanla değişimi ve eğilimi araştırılmıştır. 2006-2015 arasındaki zaman dilimi için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan ölçüm verileri aylık ortalama, aylık minimum ve aylık maksimum DSS olarak elde edilmiş; aylık, mevsimsel ve yıllık olarak incelenmiştir. Ayrıca yıllık ortalama, yıllık minimum ve yıllık maksimum değerlerinin analizi ile ekstrem durumlar belirlenmiştir. Eğilim analizi için en küçük kareler yöntemi ve Theil-Sen metodu, veri setlerinin istatistiksel olarak belirginliğini belirlemek için de Mann Kendall metodu kullanılmıştır.

10 yıllık veri setlerinin bütün hesaplanan serilerinin homojenliği 4 farklı metot ile irdelenmiş, tümünün homojen olduğu belirlenmiştir. Yıllık ortalama analizlerde, aylık oluşan ekstrem durumların etkisinin azaldığı görülmüştür. Hesaplanan bütün maksimum değerlerin azalan eğilim, bütün minimum değerlerin de artan eğilim gösterdiği belirlenmiştir. Aylık ortalama DSS, yaz mevsiminde azalan eğilim ve kış mevsimi için artan eğilim belirlenmiştir. Aylık minimum DSS sadece kış mevsiminde artış eğilimi sergilerken, diğer mevsimlerde azalma eğilimi göstermiştir. Aylık maksimum DSS ise çoğunlukla ilkbahar ve yaz mevsimlerinde azalan eğilim sergilerken, sonbahar ve kış mevsimlerinde artış eğilimi göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık, Deniz suyu sıcaklığı, İklim değişikliği, Eğilim analizi.

The Trend Analysis of Temperature and Sea Surface Temperature in Gökçeada

Abstract

Temperature and Sea Surface Temperature (SST), nowadays, besides having been mostly used in detecting the atmospheric changes, its modeling and prediction for future periods, these parameters are also important for fishery, marine, climate change, and oceanography.

In this study, for Gökçeada, located in the North of The Aegean Sea and having been the largest island of Turkey, temperature and the variations in time and trends of SST have been investigated. For the period between 2005-2016, monthly mean, monthly minimum and monthly maximum temperatures and SST are analyzed monthly, seasonally and annually from the data obtained from the Turkish State Meteorological Service. Also, by means of analyzing annual mean, annual minimum and annual maximum values extreme conditions are determined. Least square and Theil Sen Methods for trend analysis, Mann Kendall Test to determine the statistical precision of trends have been used.

The all 10-year data sets with all their calculated series being homogen with 4 different methods is determined. The decrease in monthly extreme conditions in annual mean analysis is detected. It is determined that all the calculated maximum data has shown the decreasing trend while all the minimum data has shown the increasing trend. The monthly mean of SST has been determined as the decreasing trend for summer season and the increasing trend for winter season. The monthly minimum SST has displayed increasing trend only for winter season while showing decreasing trend for other seasons. The monthly maximum SST on the other hand has displayed decreasing trend mostly for spring and summer seasons while showing increasing trend for autumn and winter seasons.

Keywords: Temperature, Sea surface temperature, Climate change, Trend analysis.

1. Giriş

Deniz suyu sıcaklıkları (DSS) günümüzde en çok atmosferik değişimin belirlenmesinde, modellenmesinde ve gelecek dönemlerin tahmininde kullanılmakla birlikte; balıkçılık, denizcilik, iklim değişikliği, oşinografi açılarından da önemli parametrelerden biridir. Genel

hidrolojik çevrim ve fırtına gibi birçok meteorolojik değişiklik ile ilgili olan bu parametre; denizler, okyanuslar ve atmosfer arasındaki ilişkinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Deniz suyu sıcaklıklarının (DSS) değişimi iklim değişikliği ile doğrudan ilişkilidir.

[1]'de DSS ölçümlerinin 20.yy'ın başından itibaren artış gösterdiği belirtilmiş, 19.yy'ın sonlarından itibaren dünyanın birleştirilmiş kara ve deniz yüzey sıcaklıklarının da lineer olarak arttığı ve 1880-2012 yılları arasında ortalama 0.85 °C civarında artış olduğu belirtilmiştir. Tablo 1'de [1]'de verilmiş olan, 2012'ye kadar farklı zaman aralıkları ve farklı veri setleri için küresel ortalama DSS'nin %90 güven aralığında elde edilmiş artış değerleri (°C /10yıl) verilmiştir. Bu rapora göre, farklı veri setleri için; daha kısa zaman periyodunda (1979-2012) yani incelenen son 34 yılda diğer incelenen zaman aralıklarına göre artışın daha büyük olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Küresel Ölçekte DSS'nin Farklı Veri Setleri için Artış Değerleri (°C/10 yıl) [1]

	1880-2012	1901-2012	1901-1950	1951-2012	1979-2012
HadISST [2]	0.042 (±0.007)	0.052 (±0.007)	0.067 (±0.024)	0.064 (±0.015)	0.072 (±0.024)
COBE-SST [3]	-	0.058 (±0.007)	0.066 (±0.032)	0.071 (±0.014)	0.073 (±0.020)
ERSSTv3b [4]	0.054 (±0.015)	0.071 (±0.011)	0.097 (±0.05)	0.088 (±0.017)	0.105 (±0.031)
HadSST3 [5]	0.054 (±0.012)	0.067 (±0.013)	0.117 (±0.028)	0.074 (±0.027)	0.124 (±0.030)

Akdeniz ve Ege Denizi DSS'nin eğilim analizi birçok araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve birçoğunda tüm bölge ve alt bölgeler için artış eğilimi belirlenmiştir.

[6]'da tüm Akdeniz için uydu verilerini kullanarak yaptıkları çalışmalarında 1985-1996 tarihleri arasında belirgin bir eğilim tespit edememişlerdir. [7]'de 1992-2005 yılları arası için uydu verileri ile yaptıkları

çalışmalarında Akdeniz için DSS’de $0.06\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$ artış belirlemiştir. [8]’de Kuzey Ege için yaptığı çalışmasında, MEDAR projesi kapsamında ölçülmüş veriler ile 1960-2000 yılları arasındaki deniz suyu sıcaklık ve tuzluluk değişimini incelemiştir. Araştırmacı 10 yıllık periyotlar halinde ve mevsimsel olarak incelediği DSS’lerinde, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde ciddi bir değişikliğin olmadığını belirlemiştir. 10 yıllık periyotların ortalamasına göre yapılan analizlerde maksimum DSS’nin ilkbahar ve kış aylarında arttığını, yaz aylarında azaldığını, minimum DSS’nin ise ilkbaharda azaldığını yaz mevsiminde arttığını belirlemiştir. Ege Denizi için yapılmış olan [9]’da uydu verileri ile 1985-2008 arası için $0.045\text{ }^{\circ}\text{C /yıl}$, 1992-2008 arası için $0.055\text{ }^{\circ}\text{C /yıl}$ artış belirlemişlerdir. [10]’da 1985-2008 yılları arasında yaptıkları analiz ile tüm Akdeniz için $0.037\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$, Doğu Akdeniz için $0.042\text{ }^{\circ}\text{C /yıl}$ artış belirlemişlerdir. [11]’de tüm Akdeniz için 1982-2012 arasında $0.035\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$ artış belirlerken, ilkbahar-yaz-sonbahar-kış mevsimleri için sırasıyla $0.038-0.032-0.022-0.016\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$ artış belirlemişlerdir. [12]’de 1982-2016 arası için $0.036\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$ artış belirlemişlerdir.

Bu çalışmalarda elde edilen en büyük artışın tüm Akdeniz için 1992-2005 aralığında yapılmış olan [7]’de $0.06\text{ }^{\circ}\text{C /yıl}$ olarak belirlendiği görülmektedir. Ayrıca [13] çalışma bölgesi olan Gökçeada’ya oldukça yakın mesafede olan Çanakkale’de uydu verilerini kullanarak; uzun dönem (35 yıl) deniz suyu sıcaklığı eğilimini araştırmış ve yıllık maksimum değerlerde $0.035\text{ }^{\circ}\text{C /yıl}$, yıllık minimum değerlerde $0.020\text{ }^{\circ}\text{C /yıl}$, yıllık ortalamada ise $0.028\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$ artış olduğunu belirlemişlerdir. Yaptıkları aylık analiz ile de en fazla artışı Kasım ($0.049\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$) ve Aralık ($0.043\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$) aylarında belirlemişlerdir. Görüldüğü gibi [6] haricindeki bütün araştırmacılar Akdeniz ve Ege Denizi için DSS’nin artış eğilimi gösterdiğini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada Ege Denizi’nin kuzeyinde, Çanakkale Boğazı’nın kuzeybatısında yer alan Türkiye’nin en büyük adası olan Gökçeada’nın sıcaklık ve deniz suyu sıcaklıklarının zamansal değişimi ile aylık, yıllık ve mevsimsel eğilimi araştırılmıştır. DSS’nin değişimi literatürde yapılan çalışmaların çoğunluğunda bölgesel olarak ve çoğunlukla

uydu verileri kullanılarak araştırılmıştır. Yerinde yapılan ölçümlerle elde edilmiş veriler ile yapılan analizler oldukça kısıtlıdır. Ayrıca çalışma alanları noktasal olarak ve daha ayrıntılı olarak göz önüne alındığında; tüm bölgede elde edilen sonuçlardan farklı sonuçlar da elde edilebilmektedir. Bu amaçla bu çalışmada Ege Denizi'nin kuzeyinde yer alan Gökçeada'nın noktasal olarak sıcaklık ve deniz suyu sıcaklıklarının aylık, yıllık ve mevsimlik olarak değişimi ve istatistiksel olarak anlamlılığı araştırılmıştır.

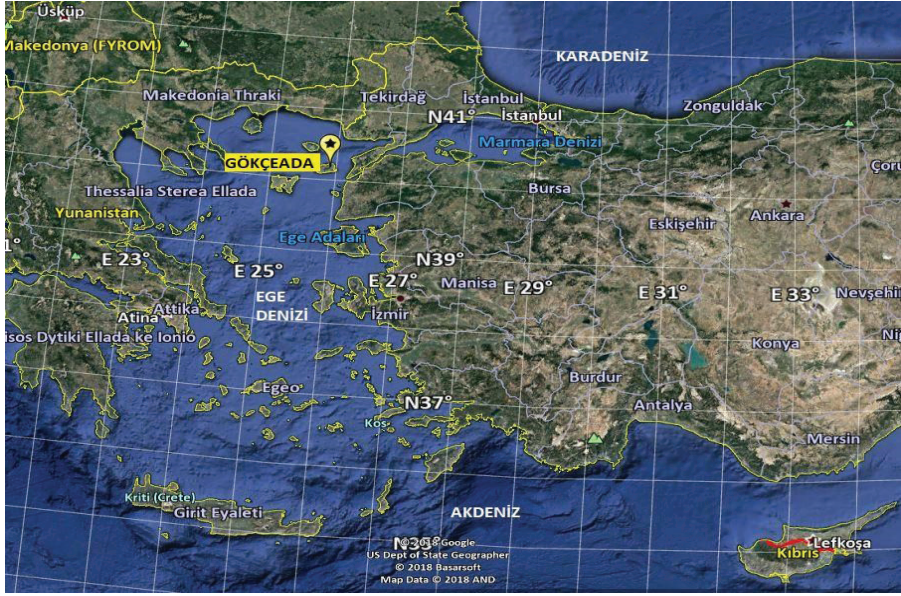
2. Çalışma Alanı, Veriler ve Metot

2.1. Çalışma alanı

Bu Çalışmada Ege Denizi'nin kuzeyinde, Gelibolu yarımadasının batısında, Çanakkale Boğazı'nın kuzeybatısında yer alan Türkiye'nin en büyük adası olan Gökçeada'nın sıcaklık ve DSS verilerinin homojenliği, zamansal değişimi ile aylık ve mevsimsel eğilimi araştırılmıştır. 40°11' Kuzey ve 26°54' Doğu koordinatlarındaki Gökçeada'nın konumu Şekil 1'de görülmektedir. 285 km² yüzölçümlü olan Gökçeada'nın 92 km kıyısı bulunmaktadır.

2.2. Veriler

Bu çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 17110 no.lu Gökçeada istasyonundan alınan sıcaklık ve deniz suyu sıcaklıkları ölçüm verileri kullanılmıştır. 2006-2015 zaman periyodu için aylık ortalama, aylık minimum ve aylık maksimum sıcaklıklar ile aylık ortalama, aylık minimum ve aylık maksimum deniz suyu sıcaklıkları verileri kullanılmıştır. Kullanılan verilerin istatistiksel özellikleri Tablo 2'de özetlenmiştir. Hem sıcaklık hem de deniz suyu sıcaklığı verilerinde belirlenen 10 yıllık zaman aralığı için eksik veri bulunmamaktadır. Bu istasyon için en düşük sıcaklık -8.9 °C, en yüksek sıcaklık ise 40.8°C olarak ölçülmüştür. En düşük DSS 7.4°C, en yüksek DSS 27.8°C olarak ölçülmüştür.



Şekil 1. Çalışma Alanı

Tablo 2. Sıcaklık ve Deniz Suyu Sıcaklıklarının (DSS) İstatistiksel Özellikleri

	Ortalama Sıcaklık	Minimum Sıcaklık	Maksimum Sıcaklık	Ortalama DSS	Minimum DSS	Maksimum DSS
Veri sayısı	120	120	120	120	120	120
Ortalama Değer	16.1	7.4	26.2	16.5	15.0	18.4
Minimum Değer	3.6	-8.9	14.0	7.5	7.4	7.5
Maksimum Değer	27.7	20.3	40.8	26.3	25.5	27.8
Standart Sapma	6.7	7.6	7.1	5.6	5.3	5.8
Çarpıklık	0.092	-0.013	0.147	0.155	0.379	-0.046

2.3. Metot

Ölçüm verilerinin homojenliğinin belirlenmesi için literatürde hidrolojik ve meteorolojik verilerin homojenliğinin belirlenmesinde en çok yararlanılan 4 test kullanılmıştır: Standart Normal Homejenlik testi (SNHT) [14], Buishand Aralık Testi [15], Pettitt test [16] ve Von Neumann Oran Testi [17]. SNHT, Buishand ve Pettitt testleri zaman serisinde kırılma noktasının yerini belirleyebilmektedir.

Eğilim analizi için parametrik ve parametrik olmayan istatistiksel metotlar kullanılmaktadır. Parametrik olmayan metotlar; eksik verilerin olduğu zaman serileri ile de kullanılabilmesi ve herhangi bir dağılıma uygun olma zorunluluğu olmaması nedeniyle daha çok tercih edilmektedir. Özellikle hidrolojik ve meteorolojik çalışmalarda zaman serilerinin incelenmesinde parametrik olmayan metotlardan biri olan Theil-Sen metodu ([18], [19]) kullanılmaktadır. Theil-Sen Metodu en küçük kareler yöntemine alternatif olarak kullanılmaktadır. Bu metot ilk olarak basit lineer modeller için uygulanmış, daha sonra çoklu lineer modeller için geliştirilmiştir. Bu çalışmada ayrıca en küçük kareler yöntemi ile de eğilim analizi yapılmış ve iki metodun sonuçları karşılaştırılmıştır. Bir diğer parametrik olmayan Mann-Kendall Testi ([20],[21]) ile de anlamlılık düzeyi belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

4 farklı homojenlik testi ile 2006-2015 zaman aralığındaki 10 yıllık ortalama sıcaklık, minimum sıcaklık, maksimum sıcaklık, ortalama DSS, minimum DSS ve maksimum DSS parametrelerinin aylık, mevsimlik ve yıllık ortalama, yıllık minimum, ve yıllık maksimum verilerine göre homojenlik analizi gerçekleştirilmiştir. [22] ve [23]'te 1 veya sıfır testin homojen olmadığı hipotezini reddetmesi halinde veri setini 'kullanışlı' olarak tabir etmiştir. Testlerden en az üçü %5 anlamlılık düzeyinde homojenlik hipotezini kabul

ettiğinde, veri seti homojen olarak kabul edilmiştir. Bu kabule göre bütün 10 yıllık veri setlerinin aylık, mevsimlik, yıllık ortalama, yıllık minimum ve yıllık maksimum verilerinin homojen olduğu belirlenmiştir. Sadece ortalama sıcaklık verilerinin Eylül ayı için bütün test yöntemleri ile homojen olmadığı ve 2009 yılında bir kırılma olduğu belirlenmiştir.

Gökçeada istasyonunun sıcaklık ve DSS'nin zamansal değişimi Şekil 2'de verilmiştir. Aylık ortalama sıcaklık, aylık minimum sıcaklık, aylık maksimum sıcaklık, aylık ortalama DSS, aylık minimum DSS, aylık maksimum DSS verileri kullanılarak elde edilmiş grafiklerde aylık ortalama ve yıllık ortalama değerleri görülmektedir. En küçük kareler yöntemi ile elde edilen eğilim değerleri Tablo 3'te özetlenmiştir.

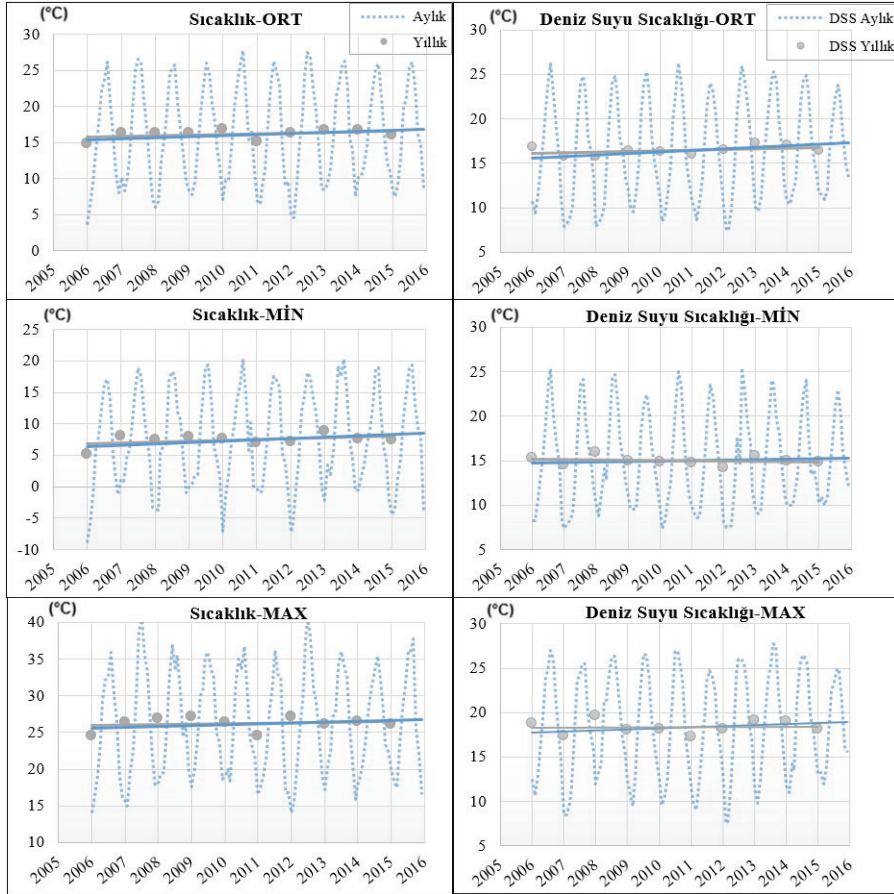
Tablo 3. Sıcaklık ve Deniz Suyu Sıcaklıklarının Eğilim Değerleri

	ORTALAMA		MİNİMUM		MAKSİMUM	
	Aylık	Yıllık	Aylık	Yıllık	Aylık	Yıllık
Sıcaklık	0.1506	0.0784	0.2077	0.1271	0.1184	0.0569
DSS	0.178	0.075	0.0587	-0.0327	0.1213	0.0153

Aylık ortalama verileri ile sıcaklığın $0.1506^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$, DSS'nin ise $0.178^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ artış gösterdiği; yıllık ortalama verileri ile sıcaklığın $0.0784^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$, DSS'nin ise $0.075^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ artış gösterdiği belirlenmiştir. Böylece aylık analizde elde edilen eğilimlerin yıllık ile hesaplanan eğilimin yaklaşık iki katı hesaplandığı görülmüştür. Aylık minimum verileri ile sıcaklığın $0.2077^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$, DSS'nin ise $0.0587^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ artış gösterdiği; yıllık ortalama verileri ile sıcaklığın $0.1271^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ artış, DSS'nin ise $0.0327^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ azalan eğilim gösterdiği belirlenmiştir. Yani DSS, aylık ortalamaya göre hesaplandığında artan eğilim, yıllığa göre hesaplandığında azalan eğilim göstermektedir. Aylık maksimum verileri ile sıcaklığın $0.1184^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$, DSS'nin ise $0.1213^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ artış gösterdiği; yıllık ortalama verileri ile sıcaklığın

0.0569°C/yıl, DSS'nin ise 0.0153°C/yıl artan eğilim gösterdiği belirlenmiştir. Yıllık ortalama analizlerde, aylık oluşan ekstrem durumların etkisinin azaldığı görülmektedir. Ekstrem durumların analizi için; sıcaklık ve DSS'nin yıllık ortalama, yıllık minimum ve yıllık maksimum değerleri ile eğilimlerine bakıldığında bütün maksimum değerlerin azalan eğilim, bütün minimum değerlerinde artan eğilim gösterdiği belirlenmiştir.

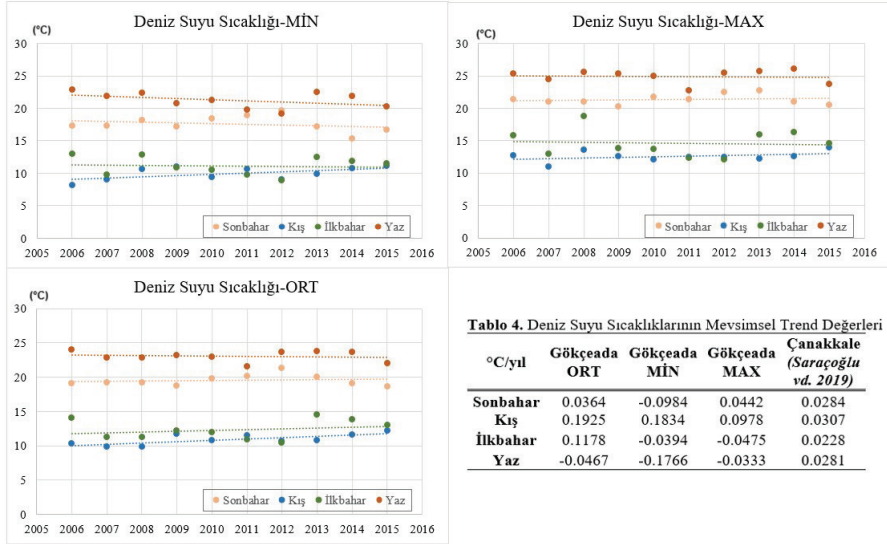
Şekil 3'te Gökçeada'nın aylık ortalama, aylık minimum ve aylık maksimum DSS mevsimsel olarak incelenmiştir. En küçük kareler yöntemine göre elde edilen eğilim değerleri ise Tablo 4'te verilmiştir. Bütün veri setleri için yaz mevsiminde azalan eğilim belirlenirken kış mevsimi için artan eğilim belirlenmiştir. Aylık Ortalama DSS, yaz mevsimi hariç diğer mevsimlerde artış eğilimi göstermiştir. Aylık minimum DSS sadece kış mevsiminde artış eğilimi, diğer mevsimlerde azalma eğilimi göstermiştir. Aylık maksimum DSS ise ilkbahar ve yaz mevsimlerinde azalan eğilim, sonbahar ve kış mevsimlerinde artış eğilimi göstermiştir.



Şekil 2. Gökçeada’da Ortalama, Minimum, Maksimum Sıcaklık ve Deniz Suyu Sıcaklıklarının Zamanla Değişimi

Ayrıca Tablo 4’te Gökçeada’ya en yakın istasyonlardan biri olan Çanakkale istasyonu için uydu verileri kullanılarak yapılmış olan çalışmadan [13]’te elde edilmiş mevsimsel eğilim değerleri de verilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen eğilim değerleri aylık ortalama DSS verilerinden elde edilmiştir. Gökçeada DSS de, Çanakkale istasyonuna benzer olarak sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde artış eğilimi göstermiştir. Ancak Gökçeada’da Çanakkale istasyonuna göre kış ($0.1925^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve ilkbahar ($0.1178^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) mevsimlerinde çok daha

büyük artış eğilimi hesaplanmıştır. Arada oluşan farkın sebebinin bu çalışmada kullanılan verilerin ölçüm verisi olmasından, ölçüm tekniği-zamanı vb. parametrelerin etkisi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kullanılan zaman serisinin diğer çalışmaya göre daha kısa olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 3. Gökçeada Aylık Minimum, Maksimum ve Ortalama Deniz Suyu Sıcaklıklarının Mevsimsel olarak Zamanla Değişimi

Gökçeada aylık ortalama, aylık minimum ve aylık maksimum sıcaklık değerlerinin 2005-2016 zaman aralığı için Theil-Sen metoduyla elde edilmiş p ve eğilim değerleri Tablo 5'te verilmiştir. Bu zaman aralığı için çoğunlukla ayların istatistiksel olarak belirgin olmadığı görülmüştür. Aylık ortalama sıcaklık değerlerinin sadece Eylül ayı için %10 anlamlılık düzeyinde 0.256 °C/yıl arttığı görülmektedir. Aylık minimum sıcaklık değerinin Ağustos ayı için %20 anlamlılık düzeyinde 0.238°C/yıl, aylık maksimum sıcaklık değerinde ise %20 anlamlılık düzeyinde Ocak ayında 0.417°C/yıl artan, Mayıs ve Haziran aylarında sırasıyla 0.3°C/yıl ve 0.583°C/yıl azalan eğilim belirlenmiştir.

Mevsimplere göre aylık ortalama, aylık minimum ve aylık maksimum DSS'nin her iki yöntemle elde edilmiş olan eğilim değerleri Tablo 6'da verilmiştir. Mann Kendall ile elde edilen anlamlılık düzeyleri de aynı tabloda yer almaktadır. %5 anlamlılık düzeyi için bütün verilerin istatistiksel olarak belirgin olmadığı görülmüştür. Sadece aylık minimum DSS için; yaz mevsiminde %20 anlamlılık düzeyinde En küçük kareler yöntemi ile $0.18^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$, Theil Sen ile $0.283^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ azalan eğilim; kış mevsiminde ise %10 anlamlılık düzeylerinde en küçük kareler yöntemi ile $0.18^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$, Theil Sen ile $0.248^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ artan eğilim belirlenmiştir. Görüldüğü gibi özellikle kış ve ilkbahar mevsimlerinde literatürdeki tüm Akdeniz ve Ege denizi için yapılan çalışmalardan oldukça fazla artan eğilim değerleri elde edilmiştir. Noktasal olarak ölçülen ve değişimi incelenen sıcaklık ve deniz suyu sıcaklıklarının tüm bölge için elde edilen sonuçlardan farklı olabileceği görülmüştür. Ayrıca istatistiksel olarak belirgin olan Mayıs ve Haziran aylarındaki azalma oldukça dikkat çekicidir. Kısa dönem analizlerinde ekstrem durumlardan çok etkilendiğinden daha uzun dönem analizlerine ihtiyaç vardır. Ayrıca iki farklı yöntemle elde edilmiş eğilim değerlerinin birbirinden oldukça farklı olduğu görülmüştür. [13]'te iki metod sonuçlarının birbirine oldukça yakın olduğu göz önüne alınırsa; bu çalışmada farklı olmasının en belirgin sebebinin, zaman serisinin kısıllığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 5. Gökçeada Aylık Sıcaklıklarının Eğilim Değerleri (Theil Sen)

	Ortalama		Minimum		Maksimum	
	p	°C/yıl	p	°C/yıl	p	°C/yıl
Ocak	0.367	0.329	0.858	-0.050	0.152	0.417
Şubat	0.530	0.150	0.474	0.267	0.474	0.200
Mart	0.788	-0.056	1.000	0.033	0.858	0.120
Nisan	0.721	0.075	1.000	-0.083	1.000	0.113
Mayıs	0.592	0.100	0.210	0.340	0.178	-0.300
Haziran	0.243	-0.200	1.000	-0.050	0.152	-0.583
Temmuz	1.000	0.000	0.721	0.100	0.530	0.125
Ağustos	1.000	0.013	0.178	0.238	1.000	0.000
Eylül	0.074	0.256	0.419	0.163	0.419	0.250
Ekim	1.000	-0.043	0.474	0.213	0.653	0.100
Kasım	0.243	0.225	0.318	0.400	1.000	0.025
Aralık	0.858	0.050	0.653	-0.150	0.858	0.160

Tablo 6. Mevsimsel Deniz Suyu Sıcaklıklarının Eğilim Değerleri Karşılaştırması ve Belirginlikleri

DSS	Ortalama			Minimum			Maksimum		
	En küçük kareler (°C/yıl)	p	Sen's (°C/yıl)	En küçük kareler (°C/yıl)	p	Sen's (°C/yıl)	En küçük kareler (°C/yıl)	p	Sen's (°C/yıl)
Sonbahar	0.0364	0.858	0.067	-0.0984	0.721	-0.044	0.0442	0.858	0.017
Kış	0.1925	0.210	0.133	0.1834	0.074	0.248	0.0978	0.721	0.033
İlkbahar	0.1178	0.721	-0.119	-0.0394	0.592	-0.138	-0.0475	1.000	-0.133
Yaz	-0.0467	0.474	-0.050	-0.1766	0.178	-0.283	-0.0333	0.721	0.048

4. Sonuçlar

Gökçeada aylık ortalama sıcaklık, aylık minimum sıcaklık, aylık maksimum sıcaklık ve aylık ortalama deniz suyu sıcaklığı, aylık minimum deniz suyu sıcaklığı, aylık maksimum deniz suyu sıcaklıkları kullanılarak 2005-2016 yılları arasındaki 10 yıllık zaman aralığı için aylık, mevsimlik ve yıllık eğilim analizi yapılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Bütün 10 yıllık veri setlerinin aylık, mevsimlik, yıllık ortalama, yıllık minimum ve yıllık maksimum serilerinin 4 farklı metot ile homojen olduğu belirlenmiştir. Sadece ortalama sıcaklık verilerinin Eylül ayı için bütün test yöntemleri ile homojen olmadığı ve 2009 yılında bir kırılma olduğu belirlenmiştir.
- Hem sıcaklık hem de DSS için aylık ortalama verilerinin; aylık analizde elde edilen eğilimlerin yıllık ile hesaplanan eğilimin yaklaşık iki katı olduğu belirlenmiştir.
- Aylık minimum DSS verileri ile aylık ortalamaya göre hesaplandığında artan eğilim, yıllığa göre hesaplandığında azalan eğilim belirlenmiştir.
- Yıllık ortalama analizlerde, aylık oluşan ekstrem durumların etkisinin azaldığı görülmüştür. Ekstrem durumların analizi için; sıcaklık ve DSS'nin yıllık ortalama, yıllık minimum ve yıllık maksimum değerleri ile eğilimlerine bakıldığında bütün maksimum değerlerin azalan eğilim, bütün minimum değerlerinde artan eğilim gösterdiği belirlenmiştir.
- Aylık ortalama DSS, en küçük kareler yöntemi ve Theil Sen metodu ile elde edilen sonuçlara göre yaz mevsiminde azalan eğilim belirlenirken kış mevsimi için artan eğilim belirlenmiştir.
- Aylık minimum DSS'nin her iki yöntem ile sadece kış mevsiminde artış eğilimi, diğer mevsimlerde azalma eğilimi göstermiştir.
- Aylık maksimum DSS ise her iki yöntem ile çoğunlukla ilkbahar ve yaz mevsimlerinde azalan eğilim, sonbahar ve kış

mevsimlerinde artış eğilimi göstermiştir. Böylece bütün aylık verilere göre (aylık minimum- aylık ortalama- aylık maksimum) yaz mevsiminde azalma, kış mevsiminde artış eğilimi olduğu belirlenmiştir.

- Gökçeada DSS da, Çanakkale istasyonuna [13] benzer olarak sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde artış eğilimi göstermiştir. Ancak Gökçeada'da Çanakkale istasyonuna göre kış ($0.1925^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve ilkbahar ($0.1178^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) mevsimlerinde çok daha büyük artış eğilimi hesaplanmıştır. Bu farkın ölçüm verilerinden ve kısa süreli zaman serisi olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Aylık ortalama sıcaklık değerlerinin Theil Sen Metoduyla elde edilen sonuçlara göre sadece Eylül ayı için %10 anlamlılık düzeyinde $0.256^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ arttığı görülmektedir. Aylık minimum sıcaklık değerinin Ağustos ayı için %20 anlamlılık düzeyinde $0.238^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$, aylık maksimum sıcaklık değerinde ise %20 anlamlılık düzeyinde Ocak ayında $0.417^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ artan, Mayıs ve Haziranda sırasıyla $0.3^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ ve $0.583^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ azalan eğilim belirlenmiştir. Görüldüğü gibi hesaplanan artış eğilimlerinin; literatürde tüm Akdeniz veya Ege denizi için hesaplanan artış eğilimlerinden oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

Teşekkür

Gökçeada ölçüm verileri için Meteoroloji Genel Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] IPCC, Climate Change 2013: The Physical Science Basis. The contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (1535 pp.) (2013).
- [2] Rayner, N. A., Parker D.E., Horton E.B., Folland C.K., Alexander L.V., Rowell D.P., Kent E.C. Kaplan A, Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century, *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 108, D14. (2003)
- [3] Ishii, M., Shouji, A., Sugimoto S., ve Matsumoto T., Objective analyses of sea surface temperature and marine meteorological variables for the 20th century using icoads and the Kobe collection. *Int. Journal of Climatology*, 25, (2005) 865–879.
- [4] Smith, T. M., Reynolds R. W., Peterson T. C., ve Lawrimore J., “Improvements to NOAA’s historical merged land-ocean surface temperature analysis (1880–2006)”, *J. Clim.*, 21: (2008), 2283–2296.
- [5] Kennedy, J. J., Rayner N. A., Smith R. O., Parker D. E, ve Saunby M., Reassessing biases and other uncertainties in sea surface temperature observations measured in situ since 1850: 2. Biases and homogenization, *J. Geophys. Res Atmos.*, 116, D14104 (2011).
- [6] D’Ortenzio F., Marullo S., Santoleri R., Validation of AVHRR Pathfinder SST over the Mediterranean Sea, *Geophys. Res. Lett.*, 27 (2): (2000), 241–244.
- [7] Criado-Aldeanueva F., Del Rio J., Garcia-Lafuente J., Steric and mass-induced Mediterranean Sea level trends from 14 years of altimetry data, *Global Planet Chang* 60 (3-4): (2008) 563-575.
- [8] Kaskatı M.T., Kuzey Ege’nin Oşinografik Parametrelerinin Mevsimsel ve Yıllar Bazında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2010).
- [9] Skliris N., Sofianos S., Gkanasos A., Axaopoulos P., Mantziafou A., Vervatis V., Long-term Sea surface temperature variability in the Aegean Sea, *Advances in Oceanography and Limnology*, 2(2): (2011) 125-139.
- [10] Skliris N., Sofianos S., Gkanasos A., Mantziafou A., Vervatis V., Axaopoulos P., Lascaratos A., Decadal-scale variability of sea surface temperature in the Mediterranean Sea in relation to atmospheric variability, *Ocean Dynam.*, 62 (1), (2012). 13–30.

- [11] Shaltout M., ve Omstedt A., Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Mediterranean Sea, *Oceanologia*, 56 (3): (2014) 411-443.
- [12] Pastor F., Valiente J.A. ve Palau J.L., Sea Surface Temperature in the Mediterranean: Trends and Spatial Patterns (1982-2016), *Pure Appl. Geophys.* 175 (2018), 4017-4029.
- [13] Saraçoğlu F.A, Ayat B., Saraçoğlu K.E., Aydoğan B., Çanakkale Deniz Suyu Sıcaklığının Uydu Verileri ile Uzun Dönem Analizi (1982-2016), 10.Hidroloji Kongresi, (2019, Ekim), Muğla, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- [14] Alexandersson H., A homogeneity test applied to precipitation data., *Journal of Climatology*, 6: (1986) 661–675.
- [15] Buishand TA. Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. *Journal of Hydrology* 58: (1982) 11– 27.
- [16] Pettitt A.N., A non-parametric approach to the change-point detection, *Applied Statistics* 28: (1979) 126–135.
- [17] Von Neumann J., Distribution of the ratio of the mean square successive difference to the variance., *Annals of Mathematical Statistics* 13: (1941) 367–395.
- [18] Theil, H., A rank-invariant method of linear and polynomial regression analysis, I. *Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wetensch. A53*: (1950), 386-392.
- [19] Sen, P.K., Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau, *J. Amer. Statist. Assoc.* 63: (1968) 1379-1389.
- [20] Mann, H.B., Nonparametric tests against trend, *Econometrica.* 13: (1945) 245–259.
- [21] Kendall, M.G., Rank Correlation Methods, Second ed., Hafner, New York. (1970).
- [22] Schönwiese CD, Rapp J., Climate Trend Atlas of Europe Based on Observations 1891–1990. Kluwer: Dordrecht, The Netherlands. (1997).
- [23] Wijngaard J.B., Klein Tank A.M.G., Können G.P., Homogeneity og 20th Cwn-tury European Daily Temperature and Precipitation Series, *International journal of Climatology*, 23: (2003) 679-692. Doi: 10.1002/joc.906

1500 V DC Beslemeli Raylı Sistemlerde Solar Hücre Sisteminin Modellenmesi ve Fizibilitesi

Ender GÜZELLER¹, Mehmet Taciddin AKÇAY²,
Bahattin Bulut ALBAYRAK³

¹Metro İstanbul, Raylı Sistem Projeler Departmanı, İstanbul, Türkiye.
ORCID ID:orcid.org/0000-0002-9546-3117

²İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Raylı Sistem Daire Başkanlığı, İstanbul, Türkiye.
ORCID ID:orcid.org/0000-0002-1050-4566

³Maestro Mühendislik, İstanbul, Türkiye.
ORCID ID:orcid.org/0000-0002-6070-9914

Geliş Tarihi: 26.11.2019

***Sorumlu Yazar e mail:** taciddin.akcay@ibb.gov.tr

Kabul Tarihi: 04.02.2020

Atıf/Citation: Güzeller, E., Akçay, M.T. ve Albayrak B.B. “1500 V DC Beslemeli Raylı Sistemlerde Solar Hücre Sisteminin Modellenmesi ve Fizibilitesi”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2020, 3/1: 19-34.

Araştırma Makalesi/ Research Article

Özet:

Dünyada enerji tüketimi sürekli olarak arttığı için ihtiyaç olan enerjinin bir kısmı yeni enerji kaynakları ile karşılanmaktadır. Bu enerji kaynaklarının seçiminde doğaya katkısı ve kaynak verimi açısından yenilenebilir enerji kaynakları tercih edilmektedir. Güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir paya sahiptir. Elektrikli demiryollarında güç ihtiyacı yüksek mertebelere ulaştığı için tüketilen enerjinin optimize edilerek kullanılması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının demiryollarında kullanılması enerji tüketiminin kontrol edilmesinde büyük öneme sahiptir. Bu çalışmada 1500 V DC beslemeli bir raylı sistem hattında solar hücre sisteminin modellenmesi ve fizibilitesi araştırılmıştır. Kullanılan alana ait fizibilite yapılarak tasarımın optimal şartlara sahip olması hedeflenmiştir. Çalışma için bir raylı sistem hattına ait veriler kullanılarak hesaplamalar yapılmış ve sistem analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak verilerek sistemin performansı ve doğrulanabilirliği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Besleme, Fizibilite, Model, Raylı sistem, Solar hücre

Modeling and Feasibility of Solar Cell System in 1500 V DC Feed Rail Systems

Abstract:

Since energy consumption increases continuously in the world, some of the energy that is needed is provided by new energy sources. Renewable energy sources are preferred in terms of their contribution to nature and resource efficiency in the selection of these energy sources. Solar energy has an important part in renewable energy sources. Since the power requirement of electric railways reaches high levels, the energy consumed should be optimized and used. The use of renewable energy sources on railways is of great importance in controlling energy consumption. In this study, the modeling and feasibility of solar cell system in a rail system line with 1500 V DC supply was investigated. The feasibility of the area used is intended to have optimal conditions for the design. For the study, calculations were made using the data of a rail system line and the system was analyzed. The results obtained were given comparatively and the performance and the applicability of the system were demonstrated.

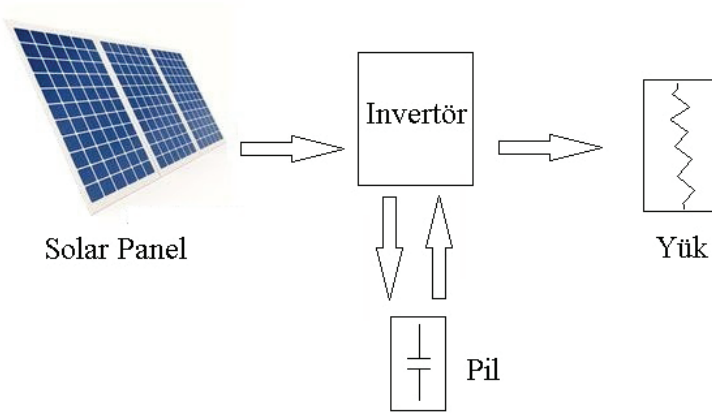
Keywords: Feed, Feasibility, Model, Rail system, Solar cell.

1. Giriş

Raylı sistem yatırımları yüksek yolcu taşıma kapasitesi ve yolcu konfor seçeneklerinden dolayı hız kesmeden devam etmektedir. Raylı sistemler kütüphanesi bünyesinde birçok alt branşı barındıran karmaşık sistemleri içermektedir [1]. Raylı sistemlerle ilgili yatırımlar arttıkça sistemin işletme giderleriyle ilgili optimizasyon konuları önem kazanmaktadır. Raylı sistemlerde sistem performansını etkileyen çeşitli işletme parametreleri bulunmaktadır [2]. Sistemin en kritik işletme harcamalarından birini elektrik tüketimi oluşturmaktadır. Raylı sistemlerde yüksek güç tüketen ekipmanlar ve raylı taşımacılığı sağlayan güçlü araçlar kullanıldığı için enerji ihtiyacı yüksek olmaktadır. Raylı Sistemlerde araç işletmesi için gerekli olan gerilim EN 50163 ile belirlenmiştir [3]. DC beslemeli raylı sistemlerde sağladığı avantajlardan dolayı çoğunlukla 1500 V DC besleme gerilimi tercih edilmektedir

[4]. Raylı sistemlerde yüksek elektrik tüketimi yeni enerji kaynaklarının sisteme entegre edilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bundan ötürü yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı bu sistemler için büyük önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları olarak güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve tünel ısı enerjisi yaygın olarak kullanılmaktadır.

Güneş enerjisi, kurulum kolaylığı ve diğer faktörler bakımından çoğunlukla tercih nedeni olarak sayılmaktadır. Türkiye’de güneş enerjisi kapasitesi en yüksek olan bölge Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi takip etmektedir [5]. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları arasında en yüksek potansiyele sahip olan sistem, güneş enerjisi sistemidir [6]. Güneş enerjisi doğal bir enerji türü olarak fotovoltaik yöntemle (PV) enerji üreterek doğaya kirletici madde yaymayarak az su tüketen yenilenebilir enerji çeşididir [7]. Güneş enerjisi tükenmeyen ve temiz üretim gerçekleştiren bir enerji kaynağıdır [8]. Türkiye’nin güneşten yararlanma oranı İspanya dışındaki tüm Avrupa ülkelerinden önde yer almaktadır [9]. Dünya genelinde enerji talebi % 79 ile fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtların mevcut rezervi her geçen gün azalmaktadır. Petrol, kömür ve doğalgaz gibi dönüşümsüz enerji kaynakları bu kategoriye girmektedir [10-12]. Fotovoltaik enerji sistemlerinde hareketli parçaların olmaması işletme ve bakım maliyetlerini oldukça düşürmektedir [13]. EİE (Elektrik İleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü) bazlı yapılan bir araştırmaya göre, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl olduğu ortaya konulmuştur [14]. Güneş enerji sisteminin en büyük dezavantajı güneşin sürekli bir kaynak görevi görmeden kesintili olarak kullanılabilmesidir [15]. Raylı sistem altyapıları şehiriçi ulaşımında özellikle yeraltı güzergahlarında bulunduğu için güneş enerjisi sisteminin kullanımı limitli olmaktadır. Metro sistemlerinde tünel yapısı yerin altında bulunduğundan güneş gören bölge olarak istasyon yapısının bulunduğu kısım elverişli olmaktadır. Şekil 1 ile güneş enerjisiyle elektrik enerjisinin elde edilişi gösterilmektedir.



Şekil 1. Güneş Enerjisiyle Elektriğin Elde Edilişi

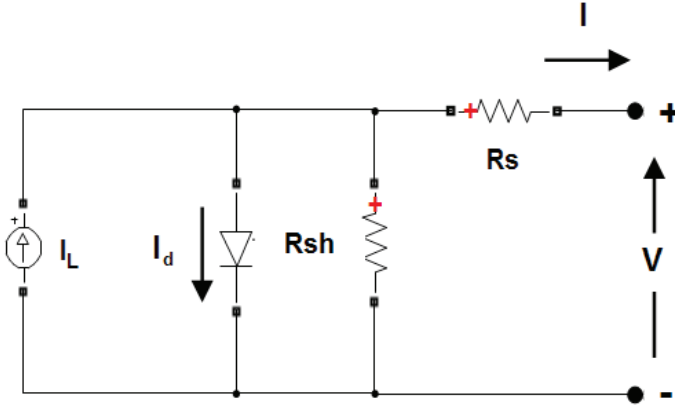
Güneş enerjisi sistemi solar gövde paneli, invertör, pil ve sisteme bağlanan yüklerden oluşmaktadır. İnvertör DC-AC gerilim dönüşümü için kullanılmaktadır. Pil üretilen DC gerilimin depolanması için gerekmektedir. Bir PV hücresi yaklaşık 1 W güç üretmekte olup daha yüksek güçlerin elde edilmesi için birden fazla PV hücresi seri ve paralel olarak bağlanarak modül yapısı oluşturulmaktadır. Bu yöntemle paneller, ve paneller vasıtasıyla diziler oluşturulmaktadır [16]. Bir PV hücresi gelen solar enerjinin sadece % 4 ile % 20 kadarını elektrik enerjisine dönüştürebilmekte olup kalan enerji ısıya dönüştürülmektedir [17]. Gelişen teknolojiyle birlikte otomasyon sistemlerine entegre olan solar panel ekipmanının güneş ışığının açısına bağlı olarak hareket etmesiyle sistemin verimi artırılmaktadır. Bu şekilde güneş ışığının gelme açısının değişmesine bağlı olarak yaşanan kayıpların azaltılması hedeflenmektedir. Aynı şekilde merkezi SCADA bilgisayarı ile ilgili sisteme ait veriler kayıt altına alınarak elde edilen enerji ve tüketim değerleri grafik üzerinden gösterilebilmektedir. Bu veriler ışığında sisteme ait performans raporları oluşturulmaktadır. Yine bu veriler kullanılarak sistem için gerekli olan işletme ve bakım maliyetleri hesaplanabilmektedir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma kapsamında bir raylı sistem hattına ait bir istasyon yapısında solar panel sistemine ait benzetim Matlab/Simulink ortamında yapılmıştır. Benzetim için hatta ait verilerden faydalanılmıştır. Benzetim için güneş alan cephenin değiştirilmesine bağlı olarak sistem ayrı ayrı analiz edilerek sonuçlar kayıt altına alınmıştır.

2.1 Fotovoltaik enerji

Güneş enerjisi sisteminde fotovoltaik enerji, solar paneller vasıtasıyla elde edilmekte olup eş değer devre şeması şekil 2 ile gösterilmektedir. I_L üretilen akımı, I_d diyot akımı, R_s ve R_{sh} seri ve paralel direnci ifade etmektedir. V devre gerilimini, I ise devre akımını sembolize etmektedir.



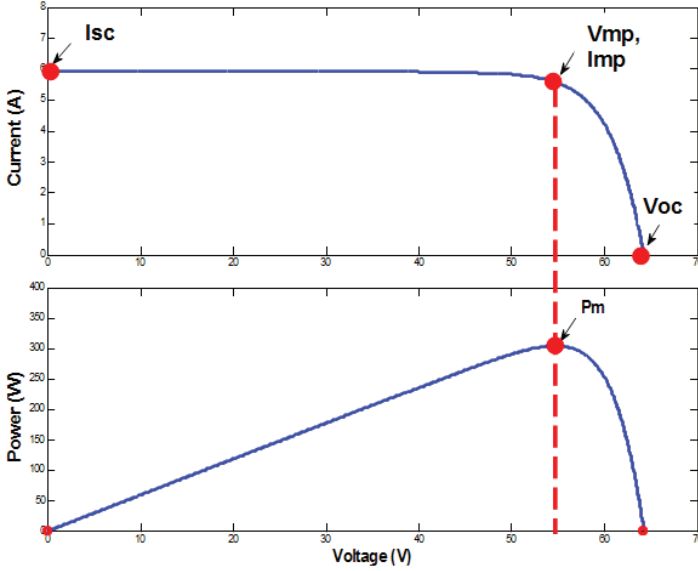
Şekil 2. PV Panel Devre Şeması [Matlab]

(1) ve (2) eşitlikleri ile diyot gerilim ve akım karakteristikleri elde edilmektedir. Denklemlerle elde edilen karakteristik durumlara ait eğriler şekil 3 ile gösterilmektedir.

$$I_d = I_0 \left[\exp \left(\frac{V_d}{V_T} \right) - 1 \right] \quad (1)$$

$$V_T = \frac{kT}{q} \times nI \times N_{hücre} \quad (2)$$

(1) ifadesinde I_d diyot akımını, I_0 diyot doyumluk akımını, V_d diyot gerilimini, V_T T sıcaklığında gerçekleşen gerilimi ifade etmektedir. (2) eşitliğinde ise T sıcaklığı, k boltzman katsayısını, nI diyodun idealite faktörünü, $N_{hücre}$ modüldeki seri bağlı hücre sayısını ifade etmektedir.



Şekil 3. PV Panel V-I ve P-V Karakteristikleri [Matlab]

Eğride yer alan I_{sc} kısa devre akımını, V_{oc} açık devre gerilimini, P_m maksimum güç noktasını, V_{mp} ve I_{mp} maksimum güç noktasındaki gerilim ve akım değerlerini ifade etmektedir. (3) ve (4) eşitlikleri ile V_{oc} ve I_{sc} değerlerine ait sıcaklık katsayıları hesaplanmaktadır. $\beta_{V_{oc}}$ ve $\alpha_{I_{sc}}$ ilgili katsayıları temsil etmektedir.

$$V_{OC_T} = V_{OC}(1 + \beta_{OC}(T - 25)) \quad (3)$$

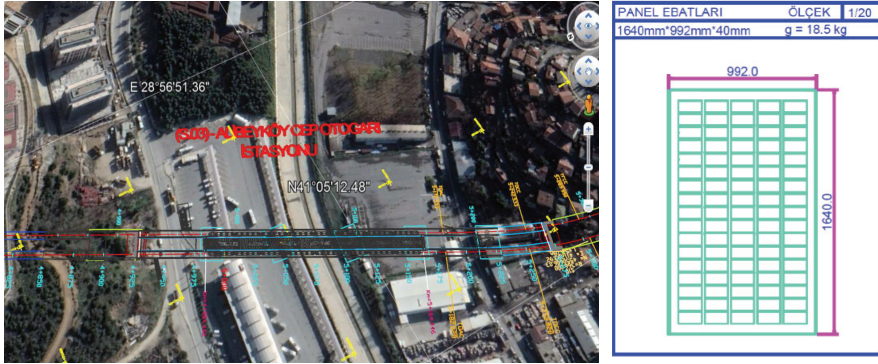
$$I_{SC_T} = I_{SC}(1 + \alpha_{SC}(T - 25)) \quad (4)$$

(5) denklemi ile maksimum güç ifadesi elde edilmektedir.

$$P_{max} = V_{mp} \times I_{mp} \quad (5)$$

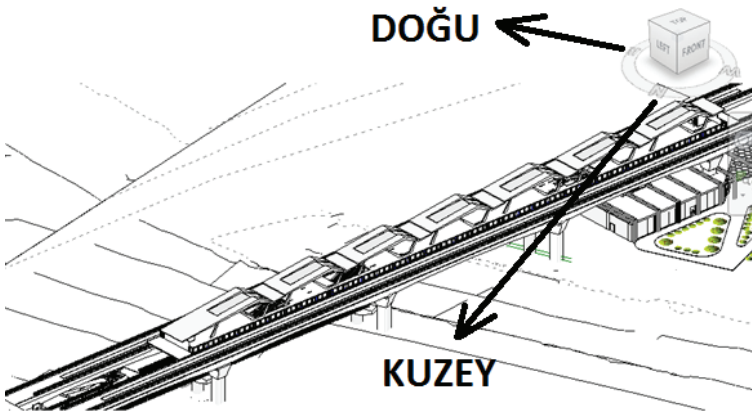
2.2 Benzetim alanı ve kapasite

Benzetim için Alibeyköy Cep Otogarı metro istasyonunun viyadük yapısı üzerinde tasarım yapılmıştır. Yapılan yerleşimde kullanılan birim panel ölçüleri ve viyadük yapısı şekil 4 ile verilmektedir. Bu yapı güneş enerjisi sisteminin veriminden dolayı tercih edilmiştir.



Şekil 4. Alibeyköy Cep Otogarı Viyadük Yapısı ve Panel Ölçüleri [18]

İstasyonun yerleşimi coğrafi olarak 41.0 derece kuzey enlemi ile 28.6 derece doğu boylamında bulunmaktadır. İstasyonun üst cephesinde 7 adet aynı özelliklere sahip kanopi yapısı bulunmaktadır. Bir kanopide panel yerleşimi yapılırken 7 derece açı ile kuzeydoğuya, 38 derece açıyla güneybatıya ve 4 derece açı ile kuzeydoğuya bakacak şekilde tasarım yapılmıştır. Yerleşim kanopi malzemesine ait düzleme paralel olacak şekilde yapılmıştır. Şekil 5 ile kanopi yapısı ve benzetim alanı gösterilmektedir.



Şekil 5. Benzetim Alanı ve Kanopi Yapısı [18]

Benzetim yapılırken 3 farklı açıya ait tasarım koşulları ele alınarak sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Her grup için benzetim yapılmasının ardından üretilen güç hesaplanarak elde edilen ekonomik yararlar ayrıca araştırılmıştır.

2.3 Üretilen gücün ifadesi

Üç ayrı tasarım için üretilen güce ait sonuçlar tablo 1 ile gösterilmektedir. Bu tablo ile bir kanopi için elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Birim kanopi için üretilen değerler kullanılan toplam kanopi adediyle çarpılarak üretilen toplam güç ifadesi bulunmaktadır. Aşağıda bir kanopiye ait teknik özellikler verilmektedir.

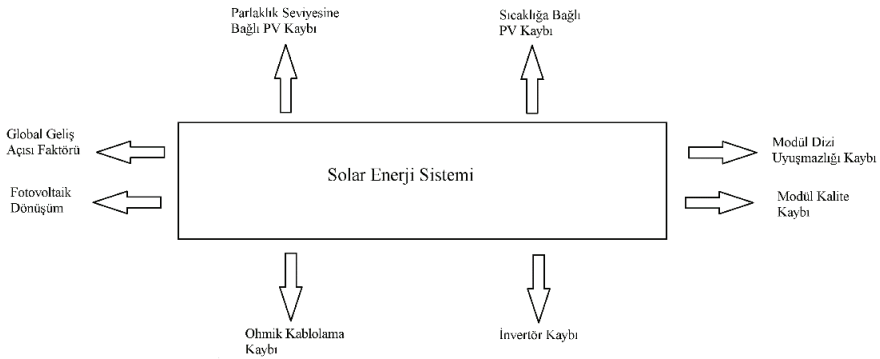
Tablo 1. Bir Kanopiye ait Gücün İfadesi

Yerleşim Açısı	7 Derece	38 Derece	4 Derece
Panel Sayısı (Adet)	51	12	18
Panel Gücü (Watt)	275	275	275
Kurulu Güç (Watt)	14025	3300	4950
Üretilen Elektrik (kWh/yıl)	15228	4146	5631
1 Wp panel gücü ile 1 yılda üretilebilecek elektrik enerjisi (kWh/Wp)	1.09	1.26	1.14

Açılara bağlı olarak güneş enerjisinden elde edilen güç miktarı değişkenlik göstermektedir. Farklı derecelerde yapılan yerleşimler panel yerleşim sayısını değiştirmektedir. Verim açısından değerlendirme yapılırken birim üretim değerleri ele alınmaktadır.

2.4 Sistemin kayıp analizi diyagramı

Solar sistem işletme halinde iken sistem bileşenlerine bağlı olarak bazı kayıplar oluşmaktadır. Bu duruma ait diyagram şekil 6 ile gösterilmektedir. Solar sistem kurulurken sisteme ait verim koşulları ayrıca ele alınarak gerekli tasarım yapılmaktadır.



Şekil 6. Solar Sisteme Ait Kayıp Diyagramı

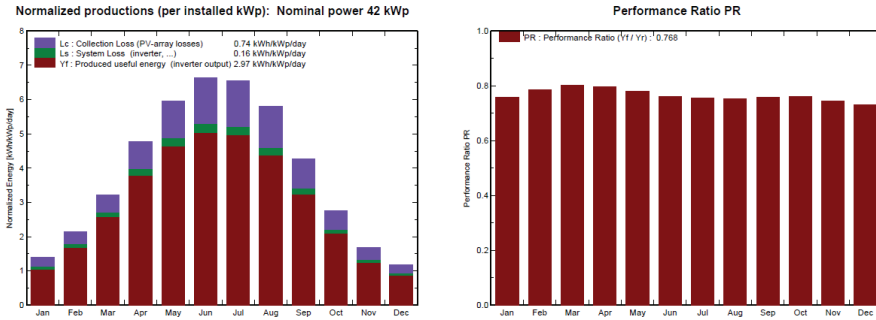
Solar sistem işletmeye alındığında parlaklık seviyesine bağlı PV (Fotovoltaik) kayıpları, sıcaklığa bağlı PV kaybı, ohmik kabloalama kayıpları, invertör kayıpları, global geliş açısı faktörüne bağlı kayıplar, fotovoltaik dönüşüm kayıpları, modül dizi uyumsuzluğu kayıpları ve modül kalite kayıpları ortaya çıkmaktadır.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada 1500 V DC beslemeli bir raylı sistem hattında solar hücre sisteminin modellenmesi ve benzetimi yapılmıştır. Benzetim için Seyrantepe-Alibeyköy metro projesine ait verilerden yararlanılmıştır. Benzetim için 7 derece açı ile kuzeydoğuya, 38 derece açıyla güneybatıya ve 4 derece açı ile kuzeydoğuya bakacak şekilde olan yerleşim alanlarına göre sistem ayrı ayrı çalıştırılarak sonuçlar kayıt altına alınmıştır.

3.1. 7 Derece açı ile kuzeydoğuya bakan yerleşim alanlarına ait benzetim sonuçları

Benzetim için 7 derece açı ile kuzeydoğu cepheye ait yerleşim durumu baz alınarak sistem çalıştırılmıştır. Bu durumda üretilen güce ait dağılım şekil 7 ile gösterilmektedir. Hesaplamalar için bir yıllık dönem baz alınarak sonuçlar kayıt altına alınmıştır. Benzetim için güneş enerjisi sisteminin bütününe ait oluşan kayıplar ayrıca dikkate alınarak değerler verilmiştir.



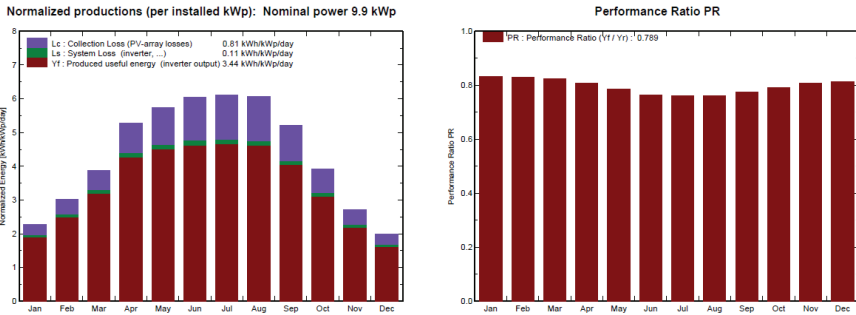
Şekil 7. 7 Derece Açı ile Kuzeydoğu Cepheye Ait Yerleşim Durumuna İlişkin Sonuçlar

Bu durumda güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisi 45.7 MWh/yıl olarak hesaplanmaktadır. Performans değeri ise % 76

olarak öngörülmüştür. Üretilen gücün dağılımı yılın aylarına göre yapılarak sonuçlar verilmiştir. Yıllık enerji dağılımına göre en fazla enerji haziran ayında elde edilirken en az enerjinin elde edildiği ay aralık olmaktadır. Mor renk ile Fotovoltaik modüle ait kayıplar ifade edilirken, yeşil renk ile invertör ve diğer ekipmanlardan oluşan sistem kayıpları gösterilmiştir. Bordo renk ile üretilen net enerji belirtilmiştir.

3.2. 38 Derece açılı ile güneybatıya bakan yerleşim alanlarına ait benzetim sonuçları

38 derece açılı ile güneybatıya bakan yerleşim durumu esas alınarak sistem oluşturulmuştur. Bu durumda elde edilen enerjinin bir yıllık dönem için aylara göre dağılımı şekil 8 ile verilmektedir.

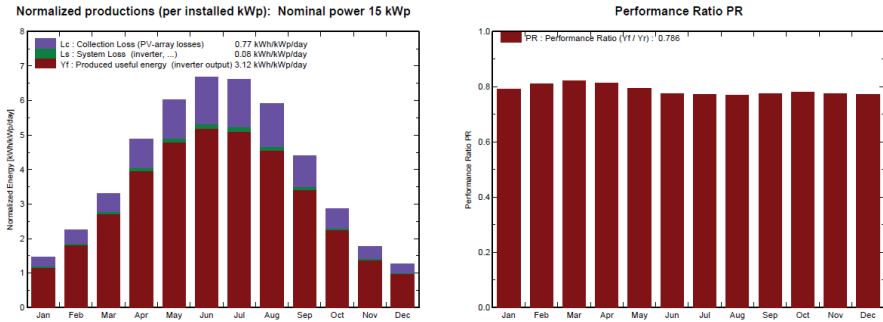


Şekil 8. 38 Derece Açılı ile Güneybatıya Bakan Yerleşim Durumuna Ait Sonuçlar

Güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisi bu durumda 12.44 MWh/yıl olarak hesaplanmaktadır. Performans değeri ise % 78.9 olarak belirlenmiştir. Yıllık enerji dağılımına göre en fazla enerji temmuz ayında elde edilirken en az enerji aralık ayında üretilmektedir. Fotovoltaik modüle ait kayıplar, invertör ve diğer ekipmanlardan oluşan sistem kayıpları ve üretilen net enerji ayrı ayrı renklerle belirtilmiştir.

3.3. 4 Derece açı ile kuzeydoğuya bakan yerleşim alanlarına ait benzetim sonuçları

Benzetim, 4 derece açı ile kuzeydoğuya bakan yerleşim durumuna uygulanmıştır. Bu durumda güneş enerjisiyle üretilen enerji şekil 9 ile ifade edilmektedir.



Şekil 9. 4 Derece Açılı ile Kuzeydoğuya Bakan Yerleşim Durumuna Ait Sonuçlar

Bu koşullarda güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisi 16.89 MWh/yıl olarak hesaplanmaktadır. Performans ise hesaplamalar sonucunda % 78.6 olarak ortaya çıkmaktadır. Yıllık enerji dağılımına bakıldığında en fazla enerji haziran ayında elde edilirken en az enerji aralık ayında üretilmektedir. Sistemde oluşan kayıpları ve üretilen net enerji ayrı ayrı renklerle ifade edilmiştir.

3.4. Sonuçlara ait finansal değerlendirme

Güneş enerjisi sistemiyle ilgili tasarlanan mimariye uygun olarak araştırılan finansal değerlendirme tablo 2 ile verilmektedir. Bu şekilde sistemin yatırım için fizibilitesi araştırılarak elverişli durumlar dikkate alınmaktadır. Üretilen enerji ile sistemin maliyeti kıyaslanarak sistem ile ilgili mali durum ortaya konulmuştur.

Tablo 2. Solar Sisteme ait Finansal Değerlendirme

Hesaplanan Değişken	Değer
Birim Panel Yatırım Maliyeti (EUR/Wp)	0.65
Toplam Panel Kurulu Gücü (W)	155925
Toplam Yatırım Maliyeti (EUR)	101351.25
Döviz Kuru (TL/EUR)	6.3
Toplam Yatırım Maliyeti (TL)	638512.87
Elektrik Birim Fiyatı (TL)	0.54
Yıllık Elektrik Üretimi (kWh/yıl)	175035
Yıllık Elektrik Üretiminin Mali Karşılığı (TL)	94518.9□
Amortisman Süresi (yıl)	6.75

Solar sistem tarafından üretilen enerji ile elde edilen toplam gelir değeri yatırım maliyetiyle kıyaslandığında sistemin tamamı kendini 6-7 yıl arasında amortisman etmektedir. Birim yatırım maliyetleri ile kullanılan ekipmanlar hesaplandığında bu değere ulaşılmaktadır. Bu veriler ile sisteme ait mali durum ve sistemin fizibilitesi ortaya konulmaktadır.

3.5. Sonuçlara ait özet durum

Solar sistem tasarımına ait üç ayrı cepheyle ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde tablo 3 ile verilen durum ortaya çıkmaktadır. Sistem mimarilerine göre üretilen elektrik enerjisi, sistemlerin performans değerleri, elektrik enerjisinin maksimum ve minimum üretildiği aylar bu tabloda belirtilmiştir.

Tablo 3. Yerleşim Cephelerine Bağlı Durumların Özeti

Yerleşim Açısı	7 Derece	38 Derece	4 Derece
Üretilen Elektrik Enerjisi (MWh/yıl)	45.7	12.44	16.89
Performans Değeri	% 76.8	% 78.9	% 78.6
En Yüksek Üretim Ayı	Haziran	Temmuz	Haziran
En Düşük Üretim Ayı	Aralık	Aralık	Aralık

Tasarımlar arasında performans değeri en yüksek olan mimari % 78.9 performans değeri ile 38 derece açıyla güneybatı cepheye bakan tasarımıdır. Üretilen gücün miktarı bakımından karşılaştırma yapıldığında ise 45.7 MWh/yıl değeri ile 7 derece açı ile kuzeydoğuya bakan mimariye ait tasarımın en yüksek kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir.

4. Sonuçlar

Bu çalışma ile DC beslemeli raylı sistemlerde solar enerji sisteminin modellenmesi araştırılarak sonuçlar üzerinden analiz yapılmıştır. Çalışma kapsamında bir raylı sistem hattına ait viyadük istasyon yapısına sahip bir hatta ait verilerden yararlanılmıştır. Yerleşim kanopi malzemesine ait düzleme paralel olacak şekilde yapılarak tasarım cephesi 7 derece açı ile kuzeydoğuya, 38 derece açıyla güneybatıya ve 4 derece açı ile kuzeydoğuya bakacak şekilde ayrı ayrı durumlar araştırılmıştır. Yapılan tasarımlar için finansal değerlendirme tablosu hazırlanarak durumun fizibilitesi çıkarılmıştır. Solar sistem tasarımına ait üç ayrı cepheyle ilgili yapılan çalışmalar incelenerek ortaya çıkan durum özet şeklinde verilmiştir. Tasarımlara ait üretilen elektrik enerjisi, elde edilen performans değerleri ve üretimin maksimum ile minimum olduğu aylara ait bilgiler verilmiştir. 7 derece açı ile kuzeydoğu cepheye bakan tasarımda üretilen güç 45.7 MWh/yıl olurken 38 derece açı ile güneybatı cepheye bakan tasarımda üretilen güç 12.44 MWh/yıl olmaktadır. 4 Derece açı ile kuzeydoğuya bakan çalışmada ise elde edilen

güç 16.89 MWh/yıl değerini almaktadır. 7 derece ve 4 derece kuzeydoğuya bakan tasarımlarda maksimum ile minimum elektrik üretim ayı sırasıyla haziran ile aralık olurken 38 derece güneybatıya bakan sistemde bu aylar temmuz ile aralık olmaktadır. Tasarımlara ait performans değerleri araştırıldığında güneybatıya bakan tasarımın kuzeydoğuya bakan tasarımlara göre daha yüksek performans değerine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Ortaya konulan tasarımın kendini finanse etme süresi ise 6.75 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu sürenin bitmesinin ardından elde edilen durum bakım ve işletme giderleri çıkarıldığında sisteme kazanç olarak eklenecektir. Raylı sistemlerde yüksek enerji tüketiminden dolayı elektrik işletme giderleri çok yüksek mertebelere çıkabildiği için solar enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yaygınlaştırılarak bu ve benzeri çalışmaların desteklenmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1] Akçay, M., T., Kocaarslan, İ. Simulation of Multi-Vehicle Signaling System with Matlab / Simulink and Design of Train Timetable, Journal of Science and Engineering, 6, (2019), 799-807.
- [2] Akçay, M., T., Kocaarslan, İ. Determination Of Distance Between DC Traction Power Centers In A 1500 V DC Subway Line With Artificial Intelligence Methods, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 27, (2019), 289-303.
- [3] Akçay, M., T., Kocaarslan, İ. Solving Power Quality Problem of 750 V DC Railway Substation With DSTATCOM Using SVPWM, (IJERAD), 11 (2), (2017), 620-626.
- [4] Akçay, M., T., Kocaarslan, İ. Analysis of Catenary Short Circuit Case in a 1500 V DC Fed Railway Line With a Dynamic Model Algorithm, Journal of Natural and Applied Sciences, 2, (2019), 143-160
- [5] Atmaca, M. , Yusufoglu, G., Kurtuluş A. Güneş Enerjili Sulamanın Tarım Sektöründe Uygulaması. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 3(2), (2015), 153-142.
- [6] Taşkın, O. , Korucu, T. Determination of Solar Energy Potential in Kahramanmaraş Province. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 17(4), (2015), 16-12.

- [7] Nedimoğlu, E., Gümüş, B. Şebekeye Bağlı Güneş Enerjisi Santrallerinin Harmoniklerine Etki Eden Parametrelerin Araştırılması. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 10(3), (2019), 931-919.
- [8] Yalçın, C., Yüce, M. Burdur'da Güneş Enerjisi Santrali (GES) Yatırımına Uygun Alanların CBS Yöntemiyle Tespiti. Geomatik. 5(1), (2019), 50-40.
- [9] Kırbaş, İ. , Çifci, A., İşyarlar, B. Burdur İli Güneşlenme Oranı ve Güneş Enerjisi Potansiyeli. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(2), (2013), 23-20.
- [10] Haydaroglu, C., Gümüş, B. Dicle Üniversitesi Güneş Enerjisi Santralının PV-syst ile Simülasyonu ve Performans Parametrelerinin Değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 7(3), (2016), 500-491.
- [11] Rüstemli, S., Rüstemli, S., Dinçer, F., Çelik, M., Cengiz, M. Fotovoltaik Paneller: Güneş Takip Sistemleri ve İklimlendirme Sistemleri. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2(2), (2013), 147-141.
- [12] Sayın, S., Koç, İ. Güneş Enerjisinden Aktif Olarak Yararlanmada Kullanılan Fotovoltaik (PV) Sistemler Ve Yapılarda Kullanım Biçimleri. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 26(3), (2011), 106-89.
- [13] Çetin, E., Sazak, B. Fotovoltaik Enerji Dönüşüm Sistemlerinde Kullanılabilecek Bir Seri Rezonans İnvörtör Devresinin İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(3), (2004), 346-339.
- [14] Koç, A., Aksal, M. Güneş Enerjisinin Taşıtlarda Kullanımı ve Kırıkkale Üniversitesi Güneş Enerjili Araç Projesi Örneği. International Journal of Engineering Research and Development, 4(2), (2012), 20-15.
- [15] Çifci, A., Kırbaş, İ., İşyarlar, B. Güneş Pili Kullanılarak Burdur'da Bir Evin Ortalama Elektrik İhtiyacının Karşlanması. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1), (2014), 17-14.
- [16] Bulut, K., Ü., Uçar, S. Konut Çatı Ve Cephelerinde Farklı Fotovoltaik Sistem Uygulamalarının Değerlendirilmesi. Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 19(2), (2018), 76-65.
- [17] Ali, H. Experimental Investigation Of Monocrystalline And Polycrystalline Solar Modules At Different Inclination Angles. Journal of Thermal Engineering, 4(4), (2018), 2148-2137.
- [18] İBB, Raylı Sistem Daire Başkanlığı, Teknik Tasarım Dokümanları, 2019

Ömrünü Tamamlamış Araçların Geri Kazanımı İçin Belirsizlik Altında Ağ Tasarımı

Berk AYVAZ¹, Duygu ERDOĞAN^{2*}

^{1,2}İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği,
İstanbul, Türkiye

¹ORCID: 0000-0002-8098-3611

²ORCID: 0000-0002-7532-2560

Geliş Tarihi: 02.12.2019

***Sorumlu Yazar e mail:** duygu.erdogann@hotmail.com **Kabul Tarihi:** 03.03.2020

Atıf/Citation: Ayvaz, B. ve Erdoğan, D. “Ömrünü Tamamlamış Araçların Geri Kazanımı İçin Belirsizlik Altında Ağ Tasarımı”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2020, 3/1: 35-71.

Araştırma Makalesi/ Research Article

Özet

Dünya genelinde doğal kaynakların küçümsenemeyecek boyutlarda tükenmeye başlaması ve yenilenebilmenin mümkün olmadığı bu zamanda, en ufak bir ürünün geri dönüşümünün çevresel faydası çok fazladır. Ömrünü tamamlamış araçların (ÖTA) geri kazanımı çevresel faydasının yanı sıra, içerdikleri geri dönüştürülebilir malzemeler nedeniyle ekonomik faydasıyla da dikkat çeken önemli kaynaklardır. Bu çalışmada, ÖTA için açık döngü tersine lojistik ağ tasarım problemi ele alınmıştır. Ele alınan problemi modellemek için ilk aşamada ağdaki tüm parametreler belirli olarak kabul edilip karma tam sayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. İkinci aşamada ise son kullanıcılardan gelen ömrünü tamamlamış araçların miktarı belirsiz olarak kabul edilip deterministik model iki aşamalı stokastik programlama modeli olarak genişletilmiştir. İlk aşamada model söküm tesisleri ve işleme tesislerinin açılması gibi stratejik kararlar alınmıştır. Stokastik modelin ikinci aşamasında ise modele belirsizlik dahil edilerek toplama maliyetleri, taşıma maliyetleri, işleme maliyetleri gibi kararlar alınmıştır. Geliştirilen her iki modelin uygulaması Türkiye'nin Ankara ilinde yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ömrünü tamamlamış araç, Stokastik programlama, Tersine lojistik

Network Design Under Uncertainty for the Recovery of End-of-Life Vehicles

Abstract

The fact that natural resources are being depleted in a worldwide dimension and at a time when regeneration is not possible, the environmental benefit of recycling the smallest product is enormous. Recovery of end-of-life vehicles (ELVs), besides its environmental benefits, they are also important sources of economic benefit due to the recyclable materials they contain. In this study, it was considered open loop reverse logistics network design problem for ELV. In order to model the problem being addressed, in the first step it was developed a mixed integer linear programming model where all parameters in the network were considered to be specific. In the second stage, the amount of end-of-life vehicles from end users was considered uncertain and it was expanded the deterministic model as a two-stage stochastic programming model. In the first stage, it was decided strategically to open authorized dismantling facilities and reprocessing facilities. In the second stage of the stochastic model, it was included uncertainty in the model and made decisions such as collection costs, transportation costs and processing costs. The developed two models' application was made in the city of Ankara of Turkey and the results were evaluated.

Keywords: End of life vehicle , Stochastic programming , Reverse logistics

1. Giriş

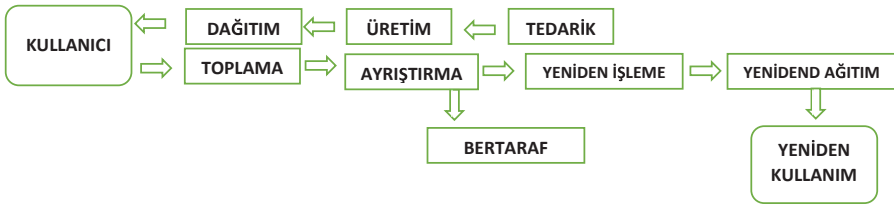
Hızla artan çevresel ve sosyal kaygılar üreticileri ürün geri kazanımı, atık yönetimi ve geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı gibi çevre koruma stratejilerine teşvik etmektedir. Ayrıca birçok ülkede firmaların tüm yaşam döngüsü boyunca ürettikleri ürünler için sorumluluk almaları yasalara tabiidir. Bu tür yasalar firmaları tersine lojistik uygulamalarına yöneltmektedir.

Başlangıçta tersine lojistik, geri kazanım yönetimi açısından, en üst düzeyde ekolojik ve finansal değeri elde etmek ve aynı zamanda azami atık miktarını azaltmak olarak tanımlanmıştır [1]. “Ters kanallar” veya “ters akış” gibi terimler yetmişli yılların bilimsel literatüründe yer almaktadır ve geri dönüşüm ile tutarlı bir bağlamdadır [2].

Amerikan Ters Lojistik Yönetim Konseyi tersine lojistik kavramını ise; “envanterdeki ham maddelerin, mamul malların ve kullanım noktasından menşe sonuna kadar ilgili bilgilerin etkin ve uygun maliyetli akışının planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi süreci veya uygun şekilde elden çıkarılmasıdır” [3].

Tüm tersine lojistik ağlar, kendine özgü adımlar faaliyete göre değişmesine rağmen aşağıdaki faaliyetleri içerir: [4].

- Toplama
- Kontrol ve Ayıklama
- İşleme
- Elden Çıkarma ve Bertaraf
- Dağıtım



Şekil 1. Tersine Lojistik Geri Kazanım Zinciri

Günümüzde ömrünü tamamlamış ürünlere büyük önem verilmektedir. Günümüzde üreticiler, üretmiş oldukları çoğu ürünün belli bir oranını toplamak zorundadırlar. 1991 yılında yürürlüğe giren yönetmeliğe göre Almanya’da faaliyet gösteren üretici firmalar sattıkları ürünlerin paketlerinin en az %60-75’ini geri dönüştürmek zorundadır [5]. Diğer taraftan, geri dönüşümün en açık örneği otomotiv sektöründe de görülmektedir. Ömrünü tamamlamış araçların kontrolü için uygulanan AB Direktifi, araçların geri dönüşüm ve kullanım ile geri kazanım ve kullanım oranları için 2006 ve 2015 yıllarını kapsayan hedefler belirlemiş olup bu hedeflere Tablo 1.’de yer verilmiştir [6].

Tablo 1. AB'nin ömrünü tamamlamış araç yönergesinde yer alan hedefleri

AB Direktifi Hedef Tarihi	Geri Dönüşüm ve Kullanım (%)	Toplam Geri Kazanım, Geri Dönüşüm, Kullanım (%)
2006	%80	%85 (%5 enerji geri kazanımını içerir)
2015	%85	%95(%10 enerji geri kazanımını içerir)

Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye’de ömrünü tamamlamış araçların kontrolü için 30.12.2009 tarihli 27448 sayılı Resmi Gazetede Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmeliği yayınlamış ve bu yönetmelik 01.01.2011 tarihinde uygulanmaya başlanmıştır. İlgili yönetmeliğe göre, kullanım ve geri kazanım oranları ortalama araç ağırlığının en az % 85’ine, kullanım ve geri dönüşüm oranlarının ortalama araç ağırlığının en az % 80’ine, 01.01.2020 tarihinden itibaren ise kullanım-geri kazanım oranlarının ortalama araç ağırlığının en az % 95’ine ve kullanım-geri dönüşüm oranlarının ortalama araç ağırlığının en az % 85’ine çıkarılması hedeflenmiştir.

Literatürde ÖTA’ların geri dönüşümüne yönelik yapılan sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Schultmann ve diğ. [7], Almanya’da ÖTA geri dönüşüm ağı için kapalı döngü tedarik zinciri modeli geliştirmişler ve ÖTA’ların geri dönüştürülmesi sırasında elde edilen termoplastik parçalarının toplanması ve işlenmesi ile geri dönüşüm alanlarının planını birleştirmişlerdir. Choi ve diğ. [8], ÖTA’ların toplu geri dönüşüm işlemlerinin kârlılığını ve verimliliğini arttırmak için tersine lojistik ağ modelini geliştirip, gerçek bir geri dönüşüm problemi üzerine uygulamışlardır. Mansour ve Zarei [9], ÖTA’ların geri dönüşümü için açık döngü tersine lojistik ağ tasarlamışlardır ve tasarlanan ağın tesis kurulum ve taşıma maliyetlerini en küçüklenmesini hedeflemişlerdir. Cruz-Rivera ve Ertel [10], ÖTA’lar için kapalı döngü tersine lojistik ağ olarak tasarlanan ağın kurulum maliyetlerini ve aynı zamanda taşıma maliyetlerini minimum yapan matematiksel model

geliştirilmişler ve ağ tasarımı kapasite kısıtsız tesis konumu problemi modeli önermişlerdir. Xiaolong ve diğ. [11], Çin’de ÖTA’lar için tersine lojistik ağ tasarlamışlar ve tesislerin sayıları, konumları ve kapasiteleri ile ürünlerin akışı tahsis edilmiştir. Mansour ve diğ. [12], ÖTA’lar için ağ kurulum taşıma maliyetlerini minimize eden bir matematiksel model geliştirilmişlerdir. Harraz ve Galal [13], Mısır’da ÖTA’lar için sürdürülebilir bir geri dönüşüm ağı tasarlamışlardır ve geri dönüşüm ağının tasarımı ömrünü tamamlamış araçların mevzuatı hakkında bilgi elde edilmek için analiz edilmiştir. Mahmoudzadeh ve diğ. [14], ÖTA’lar için toplam maliyetlerinin en aza indirilmesini hedefleyen ters lojistik ağ tasarlamışlardır ve İran’ın mevcut durumundan alınan veriler ile önerilen model test edilmiştir. Simic ve Dimitrijevic [15] ÖTA geri dönüşüm tesisleri için bir üretim planlama modeli geliştirmişler ve daha sonra gerçek veriler kullanarak kapsamlı bir şekilde test etmişlerdir. Demirel ve diğ. [16] ÖTA tersine lojistik faaliyetlerini optimize etmek için tersine lojistik ağ modeli geliştirmişler, önerilen model Ankara’da uygulanarak doğrulanmıştır. Ene ve Öztürk [17] ÖTA’lar için karma tam sayılı, çok amaçlı bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Geliştirilen modelin amaçları, kar maksimumu ve ÖTA’ların geri dönüşümü esnasında çevresel etkiyi minimize etmeyi hedeflemişlerdir. Bu çalışma, doğru bir modelle, bu faaliyetlerin çevreyi korumaya ek olarak ekonomik faydalar ve teşvikler sağlayabileceğini göstermektedir. Phuc ve diğ. [18] ÖTA’ların geri kazanımı için tasarladığı tersine lojistik ağın toplam maliyetini minimize eden model oluşturmuşlardır. Oluşturulan modelde bazı parametrelerin belirsiz olduğu kabul edilmiş ve bu nedenle modelde hem bulanık doğrusal programlama hem de tam sayılı doğrusal programlama yöntemi bir arada kullanılmıştır. Srinivasan ve Khan [19], ömrünü tamamlamış araçların geri dönüşümü için iki amaçlı karma tam sayılı doğrusal programlama modeli oluşturulmuş ve hedef programlama yaklaşımı kullanılarak optimize edilmiştir. Önerilen model; çok ürünlü, çok dönemli ve çok kademeli kapalı döngü tedarik zinciri ağı problemidir. Demirel [20] ÖTA geri dönüşüm ağ yapısına ÖTA’ların geri kazanım/

geri dönüşüm hedeflerinin etkilerini analiz edilmiştir. Mevcut ağ tasarımı modellerine ek olarak yükseltilecek olan oranların sağlanması amacıyla ileri işleme teknolojilerini de içeren genel bir ÖTA geri dönüşüm ağı tasarlanmıştır. Geliştirilen model, Türkiye örneği için çözülmüş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Matematiksel modellemede sistemin doğru bir şekilde ifade edilebilmesi, varsayımlar, parametre, kısıtlar, karar değişkenleri gibi problem girdi ve çıktıların kesin ve doğru bir şekilde tanımlanması ile başarılabılır. Ancak, gerçek hayatta bahsedilen bu koşul, durum ve değerlerin kesin olarak belirlenebilmesi neredeyse imkansızdır. Bu nedenle, her karar verici aslında belirsizlik ortamında hareket etmektedir. Literatürde stokastik programlama ile yapılmış olan çalışmalar aşağıdaki gibidir.

Listeş [21] çalışmalarında talep ve geri dönen ürün miktarları belirsizliği altında kapalı döngü ağ tasarımı için hem tedarik, hem de geri dönüş kanallarını içeren genel bir stokastik programlama modeli önermektedir. Belirsizlik belirli sayıdaki senaryolarla ifade edilmiştir. Önerilen modelin çözümü için L-shapped tekniği kullanılmıştır. Salema vd. [22], tarafından tersine lojistik ağ tasarımı için önerilen model Fleischmann vd. (2001) tarafından önerilen modele dayanmaktadır. Modelde hem talep hem de getiriler belirsiz parametre olduğu varsayılarak minimum maliyet amaçlanmıştır. Listeş [23] çalışmasında talep ve geri dönen ürün miktarı parametreleri belirsizliği altında iki aşamalı stokastik programlama modeli önermiştir. Önerilen model tek ürünlü ve kapasite kısıtlarını içermektedir. Önerilen modelin çözümü için L-shapped tekniği kullanılmıştır. Chouinard vd. [24] çalışmalarında çok ürünlü, kapasite kısıtlı ve kapalı döngü olarak tasarlanan model talep miktarı, geri kazanım ve işleme belirsizlikleri altında iki aşamalı stokastik programlama modeli olarak geliştirilmiştir. Önerilen modelin çözümü için örneklem ortalama tahmini şeması kullanılmıştır. Francas ve Minner [25] çalışmalarında iki aşamalı iki adet stokastik programlama modeli önermişlerdir. Önerilen modelin ilkinde üretim ve işleme aynı tesiste yapıldığı ikincide ise farklı

tesislerde yapıldığı kabul edilmiştir. Her iki modelde de talep miktarı ve geri dönen ürün miktarı parametrelerinin belirsizliği altında kapalı döngü olarak tasarlanmıştır. Fonseca vd. [26] çalışmalarında nakliye maliyetleri ve atık miktarı belirsizliği altında tersine lojistik ağı için iki aşamalı stokastik programlama modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen model çok kademeli, çok ürünlü olarak tasarlanıp modelde, tesislerin neden olduğu zararlı etkileri en aza indirmenin yanı sıra, ağların kurulması ve işletilme maliyetlerinin minimize edilmesi amaçlanmıştır. Pishvaei vd. [27] çalışmalarında ileri ve tersine lojistik ağ tasarımı için iki aşamalı stokastik programlama modeli geliştirilmiştir. Önerilen model talep belirsizliği ve geri dönen ürün miktarı parametrelerinin belirsizliği altında stokastik programlama modeli olarak genişletilmiştir. Lee vd. [28] çalışmalarında, talep ve geri dönen ürün miktarları parametreleri belirsizliği altında sürdürülebilir tersine lojistik ağ tasarımı için iki aşamalı stokastik bir programlama modeli geliştirilmiştir. Çözüm için ise örnek ortalama yaklaşım şeması kullanılmıştır. Kara ve Önüt'ün [29] çalışmalarında talep ve geri dönen ürün miktarı parametreleri belirsiz olarak kabul edilmiş ve atık kağıt geri dönüşümü için iki aşamalı stokastik bir programlama modeli önerilmiştir. Önerilen modelde maksimum kâr amaçlanarak stokastik programlama modelinin birinci ve ikinci aşamalarında sırasıyla toplama merkezlerinin ve geri dönüşüm merkezlerinin konumlandırılması ve tesisler arası akış miktarları kararları alınmıştır. Gomes vd. [30] çalışmalarında, Salema vd. tarafından 2010 yılında önerilen modeli genişleterek iki aşamalı stokastik programlama modeli geliştirmiştir. Önerilen modelde geri dönen ürünlerin kalitesi parametresi belirsiz kabul edilerek belirsizlik üç adet senaryo ile ifade edilmiştir. Ramezani vd. [31] çalışmalarında fiyat, geri dönen ürün miktarları, üretim, işleme, toplama ve bertaraf maliyeti belirsiz olarak kabul edilerek ileri ve tersine lojistik ağı, iki aşamalı ve çok amaçlı stokastik programlama modeli önermişlerdir. Modelin amaçları sırasıyla, kâr maksimizasyonu, müşteriye cevap verme hızı ve kalite maksimizasyonudur.

Aşağıdaki Tablo 2’de sınıflandırmada yer alan kavramlar ve bu kavramların karşılıkları olan kısaltmalar, Tablo 3’de ömrümü tamamlamış araçlar ve Tablo 4’te stokastik programlama ile ilgili yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Tablo 2. Sınıflandırmada yer alan kavramlar ve kısaltmaları

Amaç Sayısı	Model
TA: Tek Amaçlı	DP: Doğrusal Programlama
ÇA: Çok Amaçlı	KTDP: Karma Tam Sayılı Doğrusal Programlama
Çözüm Yöntemi	KTDP: Karma Tam Sayılı Doğrusal Olmayan Programlama
K: Kesin	SP: Stokastik Programlama
S: Sezgisel	SKTDP: Stokastik Karma Tam Sayılı Doğrusal Programlama
YS: Yarı Sezgisel	Ağ Çevrimi
	A: Açık Çevrim
	K: Kapalı Çevrim

Amaç Fonksiyonu

MM: Maliyet Minimizasyonu	CSM: Hizmet Seviyesi Maksimizasyonu
KM: Kar Maksimizasyonu	KSM: Kalite Seviyesi Maksimizasyonu
EM: Emisyon Minimizasyonu	KEM: Kötü Etki Minimizasyonu

Belirsizlik

D: Talep	TC: Taşıma Maliyeti
R: Geri Dönen Ürün Miktarı	Q: Kalite
P: Üretim hacmi	V: Değişken maliyetler
RC: Geri Dönen Öge Miktarı	SC: Ürün Satış Fiyatı
PC: Üretim Maliyeti	CC: Toplama Merkezi Kapasitesi
DC: Bertaraf Maliyeti	RR: Geri Dönüş Oranı

Tablo 3. Ömrünü tamamlamış araçlar ile ilgili yapılmış çalışmalar

Kaynak	Ağ Şekli	Model	Amaç Sayısı	Çözüm Yöntemi	Amaç Fonk.
Choi vd.	A	KTDP	TA	K	KM
Schultmann vd.	K	KTDP	TA	S	MM
Mansour ve Zarei	A	KTDP	TA	S	MM
Cruz-Rivera ve Ertel	K	KTDP	TA	K	MM
Xiaolong vd.	A	KTDP	TA	K	MM
Mansour vd.	A	KTDP	TA	YS	MM
Harraz ve Galal	A	KTDP	ÇA	K	MM
Mahmoudzadeh vd.	K	KTDP	TA	K	MM
Simic ve Dimitrijević(a)	A	KTDP	TA	YS	KM
Simic ve Dimitrijević(b)	A	DP	TA	YS	KM
Ene ve Öztürk	A	KTDP	TA	K	KM
Phuc vd.(2016)	K	KTDP	TA	K	MM
Srinivasan ve Khan	A	KTDP	ÇA	K	MM,EM
Demirel	A	KTDP	TA	K	MM

Tablo 4. Stokastik programlama ile ilgili yapılmış çalışmalar

Kaynak	Ağ Şekli	Model	Amaç Sayısı	Çözüm Yöntemi	Amaç Fonk.	Belirsizlik
Listeş	K	SKTDP	TA	K	MM	D,R
Salema vd.	K	SKTDP	TA	K	MM	D,R
Listeş	K	SP	TA	K	KM	D,R
Chouinard vd.	K	SP	TA	S	MM	D,P,RC
Francas ve Minner	K	SP	TA	K	KM	D,R
Fonseca vd.	K	SKTDP	ÇA	K	MM,KEM	TC,R
Pishvae vd.	K	SKTDP	TA	K	MM	D,R,Q,V
Lee vd.	K	SKTDP	TA	S	MM	D,R
Kara ve Önüt	A	SKTDP	TA	K	KM	D,R
Gomes vd.	K	SKTDP	TA	K	MM	Q
Ramezani vd.	K	SKTDP	ÇA	K	MM,- CSM, KSM	SC,PC,RC, CC,DC,D, RR

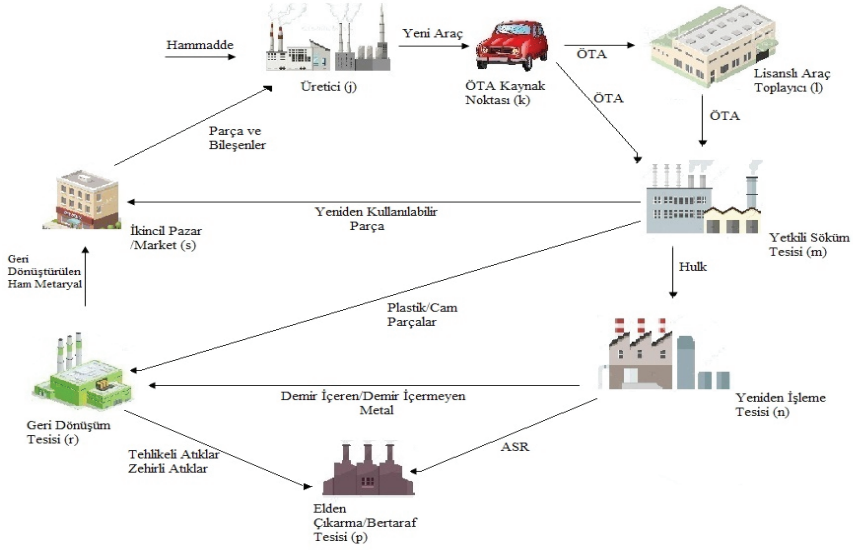
Bu çalışmada ÖTA'ların tersine lojistik ağ tasarım problemi ele alınmıştır. Model ilk aşamada deterministik olarak geliştirilmiş ve daha sonra iki aşamalı stokastik programlama modeli olarak geliştirilmiştir. İki aşamalı stokastik programlama modelinde son kullanıcılardan gelen hurda araç miktarı belirsizliği altında, tek ürünlü, tek amaçlı, iki aşamalı stokastik programlama modelidir. Çalışmada toplam ağ maliyetinin minimum olduğu bir stokastik karar verme modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model GAMS 24.8.3 (General Algebraic Modeling System) içinde çalışan CPLEX ile çözülmüş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Problemin tanımı

Ömrünü tamamlamış araçların geri dönüşümü kapsamında oluşturulan model açık döngü, tek amaçlı, tek ürünlü bir geri dönüşüm ağ tasarımı problemidir. Kurulan modelde hedef, toplam ağ maliyetini en aza indirmektir. Tesislerin açılması için gerekli olan sabit masraflar toplamının ve tesisler arası taşınan malzemelerden dolayı ortaya çıkan toplam ulaşım maliyetinin minimum tutulması hedeflenmiştir.

Genel bir ÖTA geri dönüşüm sürecinde, son kullanıcılar ve üreticiler ömrünü tamamlamış olan araçlarını araç toplayıcılarına ya da sökülme tesislerinden herhangi birine teslim etmek zorundadırlar. Araç toplayıcılarına teslim edilen ÖTA'lar hiçbir işlem yapılmadan sökülme tesislerine gönderilir. Burada arındırma işlemi uygulandıktan sonra, motor, diferansiyel, transmisyon (şanzıman), gövde paneller (kaporta, kapılar, tampon) ve tekerlekler doğrudan ikincil pazara gönderilmektedir. Geriye kalan araç "hulk" preslenerek işleme tesislerine gönderilmektedir. İşleme tesislerinde çeşitli işlemler sonrası elde edilen demirli ve demirli olmayan malzemeler geri dönüşüm tesislerine gönderilmekte, malzemeler geri dönüşüm tesislerine gönderilmekte, geriye kalan metal olmayan atıklar (ASR) ise bertaraf merkezine gönderilerek elden çıkarılmaktadır. ÖTA'ların geri kazanımı için genel ağ yapısı Şekil 2.'de verilmiştir.



Şekil 2. ÖTA Geri Dönüşüm Süreci

2.2. Önerilen deterministik model

Önerilen modelde aşağıdaki varsayımlar kabul edilmiştir:

- İldeki ömrünü tamamlamış araçların tamamı toplanmalıdır.
- Ömrünü tamamlamış araçlar araç toplama merkezlerine ya da söküm tesislerinden herhangi birine iade edilmelidir.
- Ağda yer alan tesisler kısıtlı kapasiteye sahiptir.
- Ağdaki tüm maliyetler bilinmektedir.
- Geri dönüşüm oranları ve ürün işleme-bertaraf oranları bilinmektedir.
- Ağdaki hiçbir tesiste stok tutmaya izin verilmez.

Deterministik model formülasyonu**İndisler**

k	kaynak noktası
l	toplama merkezi
m	söküm tesisi
n	işleme tesisi
i	ikincil pazar/market
p	bertaraf tesisi
r	geri dönüşüm tesisi
e	bileşen/malzeme miktarı

Parametreler

M_k	k ÖTA kaynağında kaydı silinen araç miktarı
d_{km}	kaynak noktası k ve söküm tesisi m arası mesafe
d_{lm}	toplama merkezi l ve söküm tesisi m arası mesafe
d_{mn}	söküm tesisi m ve işleme tesisi n arası mesafe
d_{mr}	söküm tesisi m ve geri dönüşüm tesisi r arası mesafe
d_{mi}	söküm tesisi m ve ikincil pazar i arası mesafe
d_{np}	işleme tesisi p ve bertaraf tesisi p arası mesafe
d_{nr}	işleme tesisi n ve geri dönüşüm tesisi r arası mesafe
d_{rp}	geri dönüşüm tesisi r ve bertaraf tesisi p arası mesafe
d_{ri}	geri dönüşüm tesisi r ve ikincil pazar i arası mesafe
e1	ÖTA içerisindeki hulk ağırlık yüzdesi
e2	Hulk içerisindeki ASR'nin ağırlık yüzdesi
e3	ÖTA içerisindeki e öge/malzemenin kullanılabilir ağırlık yüzdesi
e4	ÖTA içerisindeki e öge/malzemenin kullanılamayacak olan ağırlık yüzdesi
e5	Hulk içerisindeki e materyalinin geri dönüştürülebilir ağırlık yüzdesi
e6	Geri dönüştürülebilir materyal içerisindeki e bertaraf ağırlık yüzdesi

Kapasite parametreleri

- CP_l toplama merkezi l'nin kapasite miktarı
 CP_m söküm tesisi m'nin kapasite miktarı
 CP_n işleme tesisi n'nin kapasite miktarı
 CP_p bertaraf tesisi p'nin kapasite miktarı
 CP_r geri dönüşüm tesisi r'nin kapasite miktarı

Maliyet parametreleri

- CS_{km} kaynak noktası k ve söküm tesisi m arası birim başına taşıma maliyeti
 CS_{kl} kaynak noktası k ve toplama merkezi l arası birim başına taşıma maliyeti
 CS_{ml} söküm tesisi m ve toplama merkezi l arası birim başına taşıma maliyeti
 CS_{mr} söküm tesisi m ve geri dönüşüm tesisi r arası birim başına taşıma maliyeti
 CS_{mn} söküm tesisi m ve işleme tesisi n arası birim başına taşıma maliyeti
 CS_{mi} söküm tesisi m ikincil pazar i arası birim başına taşıma maliyeti
 CS_{np} işleme tesisi n ve bertaraf tesisi p arası birim başına taşıma maliyeti
 CS_{nr} işleme tesisi n ve geri dönüşüm tesisi r arası birim başına taşıma maliyeti
 CS_{rp} geri dönüşüm tesisi r ve bertaraf tesisi p arası birim başına taşıma maliyeti
 CS_{ri} geri dönüşüm tesisi r ve ikincil pazar i arası birim başına taşıma maliyeti
 S_m söküm tesisi m'de birim başına sökme maliyeti
 S_n işleme tesisi n'de birim başına işleme maliyeti
 S_p bertaraf tesisi p'de bertaraf etme maliyeti
 S_r geri dönüşüm tesisi r'de birim başına geri dönüşüm maliyeti
 f_m söküm tesisi m'nin açılış maliyeti
 f_n işleme tesisi n'nin açılış maliyeti
 i_l toplama merkezi l'de bir araç toplama maliyeti
 i_m söküm tesisi m'de bir araç toplama maliyeti

Sürekli karar değişkenleri

Q_{kl}	kaynak noktası k'dan toplama merkezi l'e gönderilen öta miktarı
Q_{km}	kaynak noktası k'dan söküm tesisi m'e gönderilen öta miktarı
Q_{lm}	toplama merkezi l'den söküm tesisi m'e gönderilen öta miktarı
Q_{mn}	söküm tesisi m'den işleme tesisi n'e gönderilen hulk miktarı
Q_{mr}	söküm tesisi m'den geri dönüşüm tesisi r'e gönderilen e plastik/cam parça miktarı
Q_{mi}	söküm tesisi m'den ikincil pazar i'e gönderilen e kullanılabilir parça miktarı
Q_{np}	işleme tesisi n'den bertaraf tesisi p'e gönderilen asr miktarı
Q_{nr}	işleme tesisi n'den geri dönüşüm tesisi r'e gönderilen e metal miktarı
Q_{rp}	geri dönüşüm tesisi r'den bertaraf tesisi p'e gönderilen bertaraf miktarı
Q_{ri}	geri dönüşüm tesisi r'den ikincil pazar i'e gönderilen e geri dönüştürülmüş parça miktarı

0-1 Karar değişkenleri

O_m	söküm tesisi m'nin açılıp açılmama kararı (1/0)
O_n	işleme tesisi n'nin açılıp açılmama kararı (1/0)

Önerilen model:

$$\begin{aligned}
\text{minz} = & \sum_m O_m f_m + \sum_n O_n f_n \text{ (Tesis sabit kurulum maliyetleri)} + \\
& (\sum_k \sum_l Q_{kl} CS_{kl} d_{kl} + \sum_k \sum_m Q_{km} CS_{km} d_{km} + \\
& \sum_l \sum_m Q_{lm} CS_{lm} d_{lm} + \sum_m \sum_n Q_{mn} CS_{mn} d_{mn} + \\
& \sum_m \sum_r Q_{mr} CS_{mr} d_{mr} + \sum_m \sum_i Q_{mi} CS_{mi} d_{mi} + \\
& \sum_n \sum_p Q_{np} CS_{np} d_{np} + \sum_n \sum_r Q_{nr} CS_{nr} d_{nr} + \\
& \sum_d \sum_r \sum_p Q_{drp} CS_{drp} d_{drp} + \sum_s \sum_r \sum_i Q_{sri} CS_{ri} d_{ri} \text{ (Ürün taşıma} \\
& \text{maliyetleri)} + \\
& \sum_k \sum_l Q_{kl} i_l + \sum_k \sum_m Q_{km} i_m + \sum_l \sum_m Q_{lm} i_m \text{ (Ürün toplama mali-} \\
& \text{yeti)} + \\
& \sum_k \sum_m Q_{km} S_m + \sum_l \sum_m Q_{lm} S_m \text{ (Sökme Maliyeti)} + \\
& \sum_m \sum_n Q_{mn} S_n \text{ (İşleme Maliyeti)} + \\
& \sum_m \sum_r Q_{mr} S_r + \sum_s \sum_n \sum_r Q_{snr} S_r \text{ (Geri Dönüşüm Maliyeti)} + \\
& \sum_n \sum_p Q_{np} S_p + \sum_d \sum_r \sum_p Q_{drp} S_p \text{ (Ürün Bertaraf Maliyeti)} \quad (1)
\end{aligned}$$

Modelin açıklaması şu şekildedir; amaç fonksiyonu (1)'de toplam maliyet minimize edilmektedir. Oluşturulan amaç fonksiyonu 7 ögeye sahiptir. Birinci öge, sökümler tesisi ve işleme tesisinin tesis sabit açılış maliyetini göstermektedir. İkinci öge, ağın her aşamasındaki ulaşım maliyetini, üçüncü öge ÖTA toplama maliyetini, dördüncü öge sökümler tesisinde toplam sökme maliyetini, beşinci öge işleme tesisinin toplam işleme maliyetini, altıncı öge geri dönüşüm tesisinde toplam geri dönüştürme maliyetini ve son olarak yedinci öge ise toplam bertaraf etme maliyetini göstermektedir.

Kısıtlar:

Denge kısıtları

$$\sum_l Q_{kl} + \sum_m Q_{km} = M_k \quad \forall k \quad (2)$$

$$\sum_k Q_{kl} = \sum_m Q_{lm} \quad \forall l \quad (3)$$

$$\sum_m \sum_n Q_{mn} = e_1 \cdot (\sum_k Q_{km} + \sum_l Q_{lm}) \quad \forall m \quad (4)$$

$$\sum_m \sum_i Q_{mi} = e_2 \cdot (\sum_k Q_{km} + \sum_l Q_{lm}) \quad \forall m \quad (5)$$

$$\sum_m \sum_r Q_{mr} = e_3 \cdot A \cdot (\sum_k Q_{km} + \sum_l Q_{lm}) \quad \forall m \quad (6)$$

$$\sum_p Q_{np} = (1-e_4) \cdot B \cdot \sum_m Q_{mn} \quad \forall n \quad (7)$$

$$\sum_s \sum_r Q_{snr} = e_4 \cdot C \cdot \sum_m Q_{mn} \quad \forall n \quad (8)$$

$$\sum_p Q_{rp} = e_5 \cdot (\sum_m Q_{mr}) \quad \forall r \quad (9)$$

$$\sum_p Q_{rp} = e_5 \cdot (\sum_s \sum_n Q_{snr}) \quad \forall r \quad (10)$$

$$\sum_s \sum_i Q_{sri} = (1-e_5) \cdot (\sum_m Q_{mr}) \quad \forall r \quad (11)$$

$$\sum_s \sum_i Q_{sri} = (1-e_5) \cdot (\sum_s \sum_n Q_{snr}) \quad \forall r \quad (12)$$

Kısıt (2), kaynak noktası k'dan toplama merkezi l'e ve sökümler tesisi m'e gönderilen araç miktarının, kaynak noktası k'da bulunan araç miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (3), kaynak noktası k'dan toplama merkezi l'e gönderilen araç miktarının, toplama merkezi l'den sökümler tesisi m'e gönderilen araç miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (4), sökümler tesisi m'den işleme tesisi n'e gönderilen hulk miktarının, toplama merkezi l'e ve kaynak noktası k'a gönderilen araçların sökme işleminden sonra elde edilen

hulk miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (5), söküm tesisi m'den ikincil pazar i'ye gönderilen malzeme miktarının, toplama merkezi l'e ve kaynak noktası k'a gönderilen araçların sökme işleminden sonra elde edilen malzeme miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (6), söküm tesisi m'den geri dönüşüm tesisi r'e gönderilen kullanılamayacak olan malzeme miktarının, toplama merkezi l'e ve kaynak noktası k'a gönderilen araçların sökme işleminden sonra elde edilen kullanılamayacak olan malzeme miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (7), işleme tesisi n'den bertaraf merkezi p'e gönderilen metal olmayan atık miktarının, söküm tesisi m'den işleme tesisi n'e gönderilen Hulk'ların parçalama işleminden sonra ortaya çıkan metal olmayan atık miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (8), işleme tesisi n'den geri dönüşüm tesisi r'e gönderilen demirli ve demir içermeyen metal miktarının, söküm tesisi m'den işleme tesisi n'e Hulk'ların parçalama işleminden sonra ortaya çıkan demirli veya demir içermeyen metal miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (9,10), geri dönüşüm tesisi r'den bertaraf merkezi p'e gönderilen tehlikeli ve zehirli atık miktarının, söküm tesisi m'den işleme tesisi n'e gönderilen malzemelerin geri dönüşüm işlemi sonucu ortaya çıkan tehlikeli ve zehirli atık miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (11-12), geri dönüşüm tesisi r'den ikincil pazar i'ye gönderilen malzemelerin söküm tesisi m'den işleme tesisi n'e gönderilen malzemelerdeki geri dönüştürülebilir malzeme miktarına eşit olma kısıtıdır.

Kısıt (13-17) sırasıyla, toplama merkezlerinin, söküm tesislerinin, işleme tesisinin, geri dönüşüm tesisinin ve bertaraf merkezinin kapasitesinin aşılmama durumunu gösteren kısıttır.

2.3. İki aşamalı stokastik programlama

Stokastik programlama genel olarak belirsizlik altında karar vermek için kullanılabilecek matematiksel programlama modellerini kapsayan bir yöntemdir [32]. Aslında stokastik programlama; belirsizliği modele dahil ettiğinden matematiksel modeller ile karar verme modellerini bir araya getiren bir yaklaşımdır [33].

Kapasite kısıtları

$$\sum_k Q_{kl} \leq CP_l \quad \forall l \quad (13)$$

$$\sum_k Q_{km} + \sum_l Q_{lm} \leq CP_m \cdot O_m \quad \forall m \quad (14)$$

$$\sum_m Q_{mn} \leq CP_n \cdot O_n \quad \forall n \quad (15)$$

$$\sum_m Q_{mr} + \sum_s \sum_n Q_{snr} \leq CP_r \quad \forall r \quad (16)$$

$$\sum_n Q_{np} + \sum_r Q_{rp} \leq CP_p \quad \forall p \quad (17)$$

Rassal değişkenlerin çoğu, deney yapılmadan önce bilinemezler ancak $\xi = \xi(\mathbf{w})$ deney sonucunda bilinebilir. Karar kümeleri;

1. Rassal deney yapılmadan alınan bazı kararlara ***birinci aşama kararları*** ve birinci aşama kararlarının periyoduna ***birinci aşama*** denir.
2. Rassal deney yapıldıktan sonra alınan bazı kararlara ***ikinci aşama kararları*** ve ikinci aşama kararlarının periyoduna ise ***ikinci aşama*** denir.

Birinci aşama ve ikinci aşama kararları sırasıyla $\mathbf{x}$ vektörü ve $\mathbf{y}$, $\mathbf{y}(\mathbf{w})$ ya da $\mathbf{y}(\mathbf{w}, \mathbf{x})$ gösterilir. Kararların gerçekleşmesi $\mathbf{x} \rightarrow \xi(\mathbf{w}) \rightarrow \mathbf{y}(\mathbf{w}, \mathbf{x})$ şeklindedir. Kararların ne zaman alındığının belirlenmesi, değişkenin birinci aşama ya da ikinci aşama kararı olduğunu belirler [34].

İki aşamalı stokastik programlama problemleri, kararların iki aşamada alındığı ve aralarında bazı rastgele olayların gözlemlendiği durumları ifade eder [34]. 1997 yılında Birge ve Louveaux'ın yapmış oldukları çalışmada iki aşamalı stokastik programlama aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$\min c^T y + E[\mathbf{Q}(\mathbf{y}, \varepsilon)] \quad (18)$$

s. t.

$$A\mathbf{y} = \mathbf{b}, \mathbf{y} \geq 0 \quad (19)$$

Denklem (18-19)'de $Q(y, \varepsilon)$, ikinci aşama problemin optimal değeridir. Birinci aşama karar değişkeninin maliyeti, c vektörü ile belirtilir. $Q(y, \varepsilon)$ ise aşağıda verilen problemin optimal değeridir.

$$Q(y, \varepsilon) = \min q^T x \quad (20)$$

s. t.

$$Ty + Wx = h \quad (21)$$

$$y \geq 0$$

y vektörünün birinci aşama kararlarını, x vektörü ikinci aşama kararlarını temsil eder. ε vektörü (20-21)'de, ikinci aşama probleminin T , W , h ve q olan parametrelerini içerir. Sadece ayrık dağılımları göz önüne aldığından, ε vektörünün sınırlı sayıda senaryosu vardır.

Bu nedenle, her senaryoya özgü $\varepsilon_s = (T_s, W_s, h_s, q_s)$ gösterimi kullanılır ve $s=1, \dots, S$ olmak üzere p_s her senaryonun olasılığını temsil eder. Sınırlı sayıda senaryo ve verilen olasılık değerlerini göz önüne alarak, aşağıdaki denklemi kullanarak beklenen değeri elde edebilir.

$$E[Q(y, \varepsilon)] = \sum_{s=1}^S p_s Q(y, \varepsilon_s) \quad (22)$$

(2.3.5) kullanılarak (2.3.4) düzenlenirse,

$$\min \sum_{s=1}^S p_s q_s^T x_s$$

s. t.

$$T_s y + W_s x_s = h_s, x_s \geq 0, \forall s \quad (23)$$

şeklinde olur (22-23).

Tanım 1. Mükemmel bilginin beklenen değeri

Mükemmel bilginin beklenen değeri (MBD), karar vericinin doğru ve kesin bilgiye gelecekte ödeyeceği miktardır. Stokastik programlamada belirsizlik senaryolarla gösterilir ve ξ senaryoların gerçekleşmesini gösteren rassal değişken olsun.

$$\begin{aligned} \min z(y, \xi) &= c^T y + \min \{q^T x | Wy = h - Ty, x \geq 0\} \\ \text{s. t.} \\ Ay &= b, x \geq 0 \end{aligned} \quad (24)$$

$\bar{y}(\xi)$, (24) denklemin herhangi bir en uygun çözümü olsun. Senaryo yaklaşımında, her senaryoda problemin tüm $\bar{y}(\xi)$ çözümleri ve $\bar{y}(\xi)$ çözümlerinin amaç fonksiyonları $z(\bar{y}(\xi), \xi)$ bulunur. $\bar{y}(\xi)$ ve $z(\bar{y}(\xi), \xi)$ 'nin dağılımını gösterdiğinden bu yaklaşım dağılım problemi olarak adlandırılır. Dağılım problemi, doğrusal programlamada duyarlılık ya da parametrik analizlerin genelleştirilmiş halidir. $\bar{y}(\xi)$ ve $z(\bar{y}(\xi), \xi)$ değerlerini hesaplandığı varsayılırsa, literatürde Bekle ve Gör(B-G) olarak adlandırılan, bu değerlerin beklenen değeri hesaplanır (25).

$$B-G = E\xi[\min_y(y, \xi)] = E\xi z(\bar{y}(\xi), \xi) \quad (25)$$

Burada ve Şimdi (B-Ş) çözümü ise geleceğin bilinmeden çözümün yapıldığı yani stokastik programlama çözümüdür. Artık, Bekle ve Gör (B-G) çözümü ile Burada ve Şimdi (B-Ş) çözümü karşılaştırabilir. Mükemmel bilginin beklenen değeri (MBD), tanımından da çıkarılabildiği gibi Burada ve Şimdi (B-Ş) çözümü ile Bekle ve Gör (B-G) çözümü arası farktır (26).

$$MBD = (B-Ş) - (B-G) \quad (26)$$

Tanım 2. Stokastik çözümün değeri

Birçok kişi Bekle-Gör çözümünün bulunmasının zor olduğuna inanmaktadır. Bu zorluk B-G çözümünün tek çözüm değeri yerine bir çözüm kümesi verdiği zamanlarda ortaya çıkmaktadır. Bu probleme beklenen değer (BD) problemi denilmekte ve şu şekilde ifade edilmektedir (27):

$$BD = E\xi z(\bar{y}(\xi), \xi) \quad (27)$$

$E[\xi]$, ξ 'nin beklenen değeridir. B-G'nin en uygun çözümü beklenen değer çözümü olarak adlandırılan $\bar{y}(\xi^-)$ olsun. Gerçek hayattaki belirsizlikler hakkında bilgi sahibi olmak isteyen karar verici $\bar{y}(\xi^-)$ hakkında karar alırken güvensizlik duyar.

Çünkü eğer $\bar{y}(\xi^-)$ ξ 'den bağımsız olmazsa, $\bar{y}(\xi^-)$ 'nin B-Ş 'nin çözümüne yakındır. Stokastik çözümün değeri B-Ş, $\bar{y}(\xi^-)$ 'nin ne kadar iyi ya da kötü bir karar olduğu ölçen bir kavramdır. İlk olarak BD çözümünün beklenen değeri (BDÇBD) aşağıdaki gibi tanımlanır (28):

$$BD\check{C}BD = E_x z(\bar{y}(\xi^-), \xi) \quad (28)$$

$x(\xi)$ 'nin stokastik modelde nasıl bir performans gösterdiğini ölçen BDÇBD miktarı, ikinci aşama kararlarının $\bar{y}(\xi^-)$ ve ξ 'nin fonksiyonları olarak en uygun şekilde seçilmesine izin verir. Böylece stokastik çözüm değeri SÇD şu şekilde hesaplanır (29):

$$S\check{C}D = BD\check{C}BD - B-\check{S} \quad (29)$$

Aşağıdaki temel eşitsizlikler Madansky (1960) tarafından oluşturulmuştur:

$$\begin{aligned} B-G &\leq BS \leq BD\check{C}BD, \quad BD \leq B-G \\ 0 &\leq MBD, \quad 0 \leq S\check{C}D, \quad S\check{C}D \leq BD\check{C}BD - BD, \quad MBD \leq BD\check{C}BD - BD \end{aligned}$$

İncelenen durumlarda sonuçların bu eşitsizliklere uyup uymadığı kontrol edilmelidir [34].

2.4. Önerilen stokastik programlama modeli

Deterministik modelde kullanılan indislere, parametrelere ve değişkenlere ek olarak aşağıda verilen indisler, parametreler ve değişkenler modele dahil edilmiştir.

İlave indisler

s senaryo $s = 1, 2, 3, \dots, S$

İlave değişkenler

Q_{skl}	senaryo s 'de k kaynak noktasından l toplama merkezine gönderilen öta miktarı
Q_{skm}	senaryo s 'de k kaynak noktasından m söküm tesisi gönderilen öta miktarı
Q_{slm}	senaryo s 'de l toplama merkezinden m söküm tesisi gönderilen öta miktarı
Q_{smn}	senaryo s 'de m söküm tesisinden n işleme tesisine gönderilen hulk miktarı
Q_{smr}	senaryo s 'de m söküm tesisinden r geri dönüşüm tesisine gönderilen e plastik/cam parça miktarı
Q_{smi}	senaryo s 'de m söküm tesisinden ve i ikincil pazara gönderilen e kullanılabilir parça miktarı
Q_{snp}	senaryo s 'de n işleme tesisi ve p bertaraf tesisine gönderilen asr miktarı
Q_{senr}	senaryo s 'de n işleme tesisi ve r geri dönüşüm tesisine gönderilen e metal miktarı
Q_{srp}	senaryo s 'de r geri dönüşüm tesisinden p bertaraf tesisine gönderilen bertaraf miktarı
Q_{seri}	senaryo s 'de r geri dönüşüm tesisinden i ikincil pazara gönderilen e geri dönüştürülmüş parça miktarı

Önerilen model:

$$\begin{aligned}
 \text{min} z = & \sum_m O_m f_m + \sum_n O_n f_n \text{ (Tesis Sabit Kurulum Maliyetleri)} + \\
 & p_s \cdot [\sum_s \sum_k \sum_l Q_{skl} CS_{kl} d_{kl} + \sum_s \sum_k \sum_m Q_{skm} CS_{km} d_{km} + \\
 & \sum_s \sum_l \sum_m Q_{slm} CS_{lm} d_{lm} + \sum_s \sum_m \sum_r Q_{smr} CS_{mr} d_{mr} + \\
 & \sum_s \sum_m \sum_i Q_{smi} CS_{mi} d_{mi} + \sum_s \sum_n \sum_p Q_{snp} CS_{np} d_{np} + \\
 & \sum_s \sum_n \sum_r Q_{snr} CS_{nr} d_{nr} + \sum_s \sum_d \sum_r Q_{sdrp} CS_{rp} d_{rp} + \\
 & \sum_s \sum_g \sum_r \sum_i Q_{sgr i} CS_{ri} d_{ri} \text{ (Ürün Taşıma Maliyetleri)} + \\
 & \sum_s \sum_k \sum_l Q_{skl} i_l + \sum_s \sum_k \sum_m Q_{skm} i_m + \sum_s \sum_l \sum_m Q_{slm} i_m \text{ (Ürün} \\
 & \text{Toplama Maliyeti)} + \\
 & \sum_s \sum_k \sum_m Q_{skm} S_m + \sum_s \sum_l \sum_m Q_{slm} S_m \text{ (Sökme Maliyeti)} + \\
 & \sum_s \sum_m \sum_n Q_{smn} S_n \text{ (İşleme Maliyeti)} + \\
 & \sum_s \sum_m \sum_r Q_{smr} S_r + \sum_s \sum_g \sum_n \sum_r Q_{sgr n} S_r \text{ (Geri Dönüşüm Ma-} \\
 & \text{liyeti)} + \\
 & \sum_s \sum_n \sum_p Q_{snp} S_p + \sum_s \sum_r \sum_p Q_{srp} S_p \text{ (Ürün Bertaraf Maliyeti)}] \quad (30)
 \end{aligned}$$

Modelin açıklaması şu şekildedir; amaç fonksiyonu 30’de toplam maliyet minimize edilmektedir. Oluşturulan amaç fonksiyonu 7 öğeye sahiptir. Birinci öğe, söküm tesisi ve işleme tesisinin sabit kurulum maliyetini göstermektedir. İkinci öğe, s senaryosunda ağın her aşamasında ulaşım maliyetini, üçüncü öğe s senaryosunda ÖTA’lerin toplanma maliyetini, dördüncü öğe s senaryosunda söküm tesisine gönderilen ÖTA’lerin söküm maliyetini, beşinci öğe s senaryosunda işleme tesisinde işlem maliyetini, altıncı öğe s senaryosunda geri dönüştürme maliyetini ve son olarak yedinci öğe s senaryosunda bertaraf etme maliyetini göstermektedir.

Kısıtlar:

Denge kısıtları

$$\sum_l Q_{skl} + \sum_m Q_{skm} = M_{ks} \quad \forall s, k \quad (31)$$

$$\sum_k Q_{skl} = \sum_m Q_{slm} \quad \forall s, l \quad (32)$$

$$\sum_m \sum_n Q_{smn} = e_1 \cdot (\sum_k \sum_m Q_{skm} + \sum_l \sum_m Q_{slm}) \quad \forall s, m \quad (33)$$

$$\sum_m \sum_i Q_{smi} = e_2 \cdot (\sum_k \sum_m Q_{skm} + \sum_l \sum_m Q_{slm}) \quad \forall s, m \quad (34)$$

$$\sum_m \sum_r Q_{smr} = e_3 \cdot A \cdot (\sum_k \sum_m Q_{skm} + \sum_l \sum_m Q_{slm}) \quad \forall s, m \quad (35)$$

$$\sum_p Q_{snp} = (1 - e_4) \cdot B \cdot (\sum_m Q_{smn}) \quad \forall s, n \quad (36)$$

$$\sum_s \sum_r Q_{senr} = e_4 \cdot C \cdot \sum_m Q_{smn} \quad \forall s, n \quad (37)$$

$$\sum_r \sum_p Q_{srp} = e_5 \cdot (\sum_m Q_{smr}) \quad \forall s, r \quad (38)$$

$$\sum_r \sum_p Q_{srp} = e_5 \cdot (\sum_s \sum_n Q_{senr}) \quad \forall s, r \quad (39)$$

$$\sum_s \sum_i Q_{seri} = (1 - e_5) \cdot (\sum_m Q_{smr}) \quad \forall s, r \quad (40)$$

$$\sum_s \sum_i Q_{seri} = (1 - e_5) \cdot (\sum_s \sum_n Q_{senr}) \quad \forall s, r \quad (41)$$

Kısıt (31), s senaryosunda kaynak noktası k'dan toplama merkezi l'e ve söküm tesisi m'e gönderilen araç miktarının, kaynak noktası k'da bulunan araç miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (33), s senaryosunda kaynak noktası k'dan toplama merkezi l'e gönderilen araç miktarının, toplama merkezi l'den söküm tesisi m'e gönderilen araç miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (33), s senaryosunda söküm tesisi m'den işleme tesisi n'e gönderilen hulk miktarının, toplama merkezi l'e ve kaynak noktası k'a gönderilen araçların sökme işleminden sonra elde edilen hulk miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (34), s senaryosunda söküm tesisi m'den ikincil pazar i'e gönderilen malzeme miktarının, toplama merkezi l'e ve kaynak noktası k'a gönderilen araçların sökme işleminden sonra elde edilen malzeme miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (35), s senaryosunda söküm tesisi m'den geri dönüşüm tesisi r'e gönderilen kullanılamayacak olan malzeme miktarının,

toplama merkezi l'e ve kaynak noktası k'a gönderilen araçların sökme işleminden sonra elde edilen kullanılamayacak olan malzeme miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (36), s senaryosunda işleme tesisi n'den bertaraf merkezi p'e gönderilen metal olmayan atık miktarının, söküm tesisi m'den işleme tesisi n'e gönderilen Hulk'ların parçalama işleminden sonra ortaya çıkan metal olmayan atık miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (37), s senaryosunda işleme tesisi n'den geri dönüşüm tesisi r'e gönderilen demirli ve demir içermeyen metal miktarının, söküm tesisi m'den işleme tesisi n'e Hulk'ların parçalama işleminden sonra ortaya çıkan demirli veya demir içermeyen metal miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (38-39), s senaryosunda geri dönüşüm tesisi r'den bertaraf merkezi p'e gönderilen tehlikeli ve zehirli atık miktarının, söküm tesisi m'den işleme tesisi n'e gönderilen öğe/malzemelerin geri dönüşüm işlemi sonucu ortaya çıkan tehlikeli ve zehirli atık miktarına eşit olma kısıtıdır. Kısıt (40-41), s senaryosunda geri dönüşüm tesisi r'den ikincil pazar i'e gönderilen malzemelerin söküm tesisi m'den işleme tesisi n'e gönderilen malzemelerdeki geri dönüştürülebilir malzeme miktarına eşit olma kısıtıdır.

Kapasite kısıtları

$$\sum_k Q_{skl} \leq CP_l \quad \forall s, l \quad (42)$$

$$\sum_k Q_{skm} + \sum_l Q_{slm} \leq CP_m \cdot O_m \quad \forall s, m \quad (43)$$

$$\sum_m Q_{smn} \leq CP_n \cdot O_n \quad \forall s, n \quad (44)$$

$$\sum_m Q_{smr} + \sum_n Q_{snr} \leq CP_r \quad \forall s, r \quad (45)$$

$$\sum_n Q_{snp} + \sum_r Q_{srp} \leq CP_p \quad \forall s, p \quad (46)$$

Kısıt (42-46) sırasıyla s senaryosunda, araç toplayıcılarının, söküm tesislerinin, işleme tesisinin, geri dönüşüm tesisinin ve bertaraf merkezinin kapasitesinin aşılmama durumunu gösteren kısıttır.

2.5. Çalışmada kullanılan veriler

Yapılan çalışma kapsamında ömrünü tamamlamış araçlar için geri dönüşüm modelinin uygulamasının Ankara ilinde yapılması kararlaştırılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve literatür araştırmaları kapsamında sağlanmıştır.

Ankara, 39.57 Kuzey enlemi ile 32,53 Doğu boylamları arasında yer alır. 26.897 km²'lik bir alana sahip olan Ankara'nın ilçeleri; Altındağ, Çankaya, Mamak, Keçiören, Sincan, Yenimahalle, Akyurt, Beypazarı, Çamlıdere, Çubuk, Elmadağ, Etimesgut, Evren, Kazan, Gölbaşı, Bala, Ayaş, Gündül, Haymana, Kalecik, Kızılcahamam, Nallıhan, Polatlı, Pursaklar ve Şereflikoçhisar'dır.

Ankara iline bağlı 25 tane ilçe bulunmaktadır ve bu ilçelerin hepsi ÖTA kaynağı olarak kabul edilmiştir. 2018 yılında Ankara'daki ÖTA sayısı 3463 ve 2018 yılı itibarıyla nüfus 5.503.985'dir. 2018 yılı ilçe verileri göz önünde bulundurularak ÖTA sayıları ilçelere dağıtılmıştır. Tablo 5'de Ankara ilçe nüfusu ile orantılı olarak hesaplanan ÖTA sayıları verilmiştir.

Tablo 5. Ankara ilçeleri enlem-boylam ve kaydı silinen araç sayıları

İLÇELER	ENLEM	BOYLAM	NÜFUS	KAYDI SİLİNEREN ARAÇ
<i>Akyurt</i>	40,1311	33,0827	34.588	22
<i>Altındağ</i>	39,9533	32,8612	370.024	233
<i>Ayaş</i>	40,0196	32,3325	15.540	10
<i>Bala</i>	39,5534	33,1238	33.644	21
<i>Bey pazarı</i>	40,1682	31,9203	48.274	30
<i>Çamlıdere</i>	40,4918	32,4766	15.148	10
<i>Çankaya</i>	39,9242	32,8613	920.890	579
<i>Çubuk</i>	40,2389	33,0328	89.046	56
<i>Elmadag</i>	39,9223	33,2263	45.349	29
<i>Etimesgut</i>	39,9655	32,6848	570.727	359
<i>Evren</i>	39,0204	33,8058	3.606	2
<i>Gölbaşı</i>	39,7984	32,8057	132.478	85
<i>Güdül</i>	40,2106	32,2456	10.074	6
<i>Haymana</i>	39,4343	32,4955	45.931	29
<i>Kalecik</i>	40,1066	33,4113	13.450	8
<i>Kazan</i>	40,2051	32,6812	53.522	34
<i>Keçiören</i>	39,9784	32,8682	909.787	572
<i>Kızılcahamam</i>	40,4705	32,6503	32.647	21
<i>Mamak</i>	39,9321	32,9119	647.252	407
<i>Nallıhan</i>	40,1889	31,3505	28.091	18
<i>Polatlı</i>	39,5851	32,1447	122.287	77
<i>Pursaklar</i>	40,0385	32,9034	143.055	90
<i>Sincan</i>	39,9669	32,5842	518.893	326
<i>Şereflikoçhisar</i>	38,9381	33,5387	32.202	22
<i>Yenimahalle</i>	39,9622	32,8103	663.580	418

Bir araç ağırlığı 1000 kg olarak kabul edilmiştir. Araç parça öğeleri kapsamında 2006 yılında yapılmış ve hala geçerliliğini koruyan veriler kullanılmış ve bu veriler Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. ÖTA bileşimi [35]

Malzeme	Kodu	Ağırlık
Demir içeren metal	a1	650
Plastik	a2	120
Demir içermeyen metal	a3	90
Lastik	a4	30
Cam	a5	30
Sıvı	a6	17
Akü	a7	13
Tekstil	a8	10
Kauçuk	a9	20
Diğer	a10	20
Toplam		1000

2018 yılı itibari ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı onaylı Ankara’da hizmet veren 29 adet lisanlı araç toplayıcıları, 5 adet söküm tesisi ve 13 adet işleme tesisi modele eklenmiştir. 34 adet geri dönüşüm tesisi ve 6 adet elden çıkarma/bertaraf tesisi için Türkiye’de çeşitli illerde hizmet veren firmalar modele dahil edilmiştir.

Aşağıda Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10’da modele dahil edilen sırasıyla tesis sayıları, tesis kapasiteleri, malzeme miktarları ve maliyetler verilmiştir.

Tablo 7. Modele dahil edilen veriler

Tesis Adı	Adet
Lisanslı Toplama Merkezi	29
Yetkili Söküm Tesisi	5
İşleme Tesisi	13
Geri Dönüşüm Tesisi	34
İkincil Pazar	9
Elden çıkarma/Bertaraf Tesisi	6

Tablo 8. Tesis kapasiteleri

Tesis Adı	TON
Araç toplayıcı	3000
Söküm tesisi	4000
İşleme tesisi	8000
Geri Dönüşüm Tesisi	11000
Elden çıkarma/Bertaraf Tesisi	25000

Tablo 9. Malzeme miktarları

Malzeme	Kodu	Ağırlık
Hulk miktarı	e1	810
ASR miktarı	e2	185
yeniden kullanılabilir malzeme miktarı	e3	137
yeniden kullanılamayan malzeme miktarı	e4	864
Geri dönüştürülebilir malzeme miktarı	e5	815
Bertaraf miktarı	e6	150

Tablo 10 . Maliyetler

Tesis Adı	TL
Söküm tesisi açılış maliyeti	625 000
Sökme maliyeti	490
İşleme maliyeti	135
Bertaraf etme maliyeti	500
Geri dönüşüm maliyeti	250
Toplama merkezi ÖTA toplama maliyeti	200
Söküm tesisi ÖTA toplama maliyeti	100
ÖTA taşıma maliyeti(TL/km*ton)	1
Toplama merkezleri ile söküm tesisi arasındaki taşıma maliyeti(TL/km*ton)	0,4
Hulk taşıma maliyeti(TL/km*ton)	0,2
ASR taşıma maliyeti(TL/km*ton)	0,5

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın bu bölümde stokastik programlama modeli ile deterministik modelin çözümleri karşılaştırılmaktadır. Modelde son kullanıcılar-
dan gelen ürün miktarı belirsiz olarak kabul edilerek belirsizlik yirmi
senaryo ile ifade edilmiştir. Bu senaryolar üretilirken Tablo 5’de ve-
rilen 2018 yılı verilerinden faydalanılarak alt ve üst sınır belirlenmiş
ve dağılımın uniform dağılıma uyduğu varsayılmıştır. Her senaryonun
gerçekleşme olasılığı ise kolaylık sağlaması için eşit alınmış ve bu de-
ğer 0.05’dir.

Deterministik ve stokastik modellerin çözümü sonucunda aşağı-
daki sonuçlar elde edilmiştir. Tablo 11 modelin özetini göstermektedir.
Burada deterministik olarak gösterilen veriler, yirmi adet senaryonun
gerçekleştiği varsayılarak deterministik olarak çözülen modellerin or-
talama değerleridir.

Tablo 11. Deterministik ve stokastik modellerin çözümü

	Deterministik Model	Stokastik Model
Amaç Fonksiyonu	11.139.248 TL	11.569.225 TL
Çözüm Süresi	66 sn	266 sn
İterasyon Sayısı	410	21449
Sürekli Değişken Sayısı	12422	248079
Kesikli Değişken Sayısı	18	18
Kısıt sayısı	910	18181

Stokastik modele göre açılması planlanan söküm tesisleri m1, m2, m5 ve işleme tesisleri ise n13 olarak bulunmuştur.

Bulunan söküm tesisleri ve işleme tesisleri Ankara’da endüstri olarak yoğun bölgeler olduklarından tutarlı olarak bulunmuştur fakat yirmi adet senaryonun verileri kullanılarak çözülen deterministik modelin geçerlilik analizinin yapılması gerekmektedir. Tablo 12 deterministik olarak hesaplanan amaç fonksiyonlarını özetlemektedir.

Tablo 12. Deterministik amaç fonksiyonları değerleri

1.Amaç F.	10.578.486	11.Amaç F.	11.442.103
2.Amaç F.	10.432.994	12.Amaç F.	10.378.479
3.Amaç F.	9.990.382	13.Amaç F.	9.775.807
4.Amaç F.	9.596.130	14.Amaç F.	11.463.063
5.Amaç F.	10.222.145	15.Amaç F.	11.352.872
6.Amaç F.	10.530.562	16.Amaç F.	13.704.135
7.Amaç F.	9.857.597	17.Amaç F.	10.726.331
8.Amaç F.	10.849.913	18.Amaç F.	11.201.168
9.Amaç F.	12.497.336	19.Amaç F.	10.546.270
10.Amaç F.	12.149.705	20.Amaç F.	10.489.491

Senaryoların gerçekleşme olasılıkları eşit alındığından tüm senaryolar en az bir kere gerçekleştiği varsayımı ile, burada Bekle-Gör değeri bulunan yirmi adet deterministik değerin ortalama değeridir ve bu değer $B-G=11.139.248$ olarak hesaplanmıştır.

Mükemmel Bilginin Beklenen Değeri ise hesaplanan stokastik modelleme değerinin Bekle-Gör (B-G) değerinden çıkartılması ile elde edilir. Hesaplanan stokastik sonuç 11.569.225 TL'dir. Burada ve Şimdi değeri stokastik programlama çözümüdür ve $MBD=B-\hat{S}-B-G=429.976$ olarak hesaplanmıştır.

İkinci değer olan Stokastik Çözümün Değerini hesaplamak için ise yirmi adet senaryo değerlerinin ortalamasının alınarak, bulunan verileri deterministik modele dahil edilip elde edilen Beklenen Değer(BD) hesaplanır. Yapılan hesaplamalarda $BD=10.930.817$ olarak hesaplanmıştır. Açılması planlanan sökülme tesisi m1 ve m2, işleme tesisi ise n13 olarak bulunmuştur.

Elde edilen birinci aşama değişkenleri stokastik modele dahil edilir ve $BD\hat{C}BD$ değeri hesaplanır. Hesaplanan $BD\hat{C}BD$ değeri 12.194.225 olarak hesaplanmıştır. Stokastik Çözümün Değeri($S\hat{C}D$) = $BD\hat{C}BD-B-\hat{S}=625.000$ olarak hesaplanmıştır.

Hesaplanan durumlarda sonuçların aşağıdaki eşitsizliklere uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir [34].

$$1) B-G \leq B-\hat{S} \leq BD\hat{C}BD$$

$$11.139.248 \leq 11.569.225 \leq 12.194.225$$

$$2) BD \leq B-G$$

$$10.930.817 \leq 11.139.248$$

$$3) 0 \leq MBD \text{ ve } 0 \leq S\hat{C}D$$

$$0 \leq 429.976 \text{ ve } 0 \leq 625.000$$

$$4) S\hat{C}D \leq BD\hat{C}BD - BD$$

$$625.000 \leq 12.194.225 - 10.930.817$$

$$625.000 \leq 1.263.408$$

5) $MBD \leq BD\check{C}BD - BD$

$$429.976 \leq 12.194.225 - 10.930.817$$

$$429.976 \leq 1.263.408$$

Son olarak yukarıdaki eşitsizliklerin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiş ve tüm eşitsizliklerin sağlandığı görülmüştür. Yirmi adet senaryonun verileri kullanılarak oluşturulan deterministik model sonuçları tutarlı olduğunu göstermektedir. Aşağıdaki Tablo 13 yirmi adet deterministik modelin seçtiği alternatifleri göstermektedir.

Tablo 13. Deterministik modellerin seçtiği alternatifler

Model	Y. Söküm Tesisi (m)					İşleme Tesisi (n)												
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Stokastik model	*	*			*													*
1.Deterministik		*			*													*
2. Deterministik		*			*													*
3.Deterministik	*	*																*
4.Deterministik		*			*													*
5.Deterministik	*	*																*
6.Deterministik	*	*																*
7.Deterministik		*			*													*
8. Deterministik	*	*																*
9.Deterministik	*	*			*													*
10. Deterministik	*	*			*													*
11. Deterministik		*			*													*
12. Deterministik		*			*													*
13. Deterministik		*			*													*
14. Deterministik		*			*													*
15. Deterministik		*			*													*
16. Deterministik	*	*			*													*
17. Deterministik	*	*																*
18. Deterministik	*	*																*
19. Deterministik	*	*																*
20. Deterministik	*	*																*

Yukarıdaki Tablo 3.3 incelendiğinde açılması planlanan işleme tesisi hem tüm deterministik modellerde hem de stokastik modelde n13 olarak bulunmuştur. Fakat sökülme tesisi için deterministik modeller kendi aralarında farklı alternatifler sunmaktadır. %55 ihtimalle m1, %100 ihtimalle m2, %60 ihtimalle ise m5 sökülme tesisinin açılma ihtimali hesaplanmıştır.

4. Sonuçlar

Son zamanlarda hızla artan nüfus, doğal kaynakların azalması çeşitli ekonomik ve çevresel sorunları beraberinde getirmiştir. Yeniden değerlendirilme imkânı olan atıkların geri dönüştürülmesi ekonomiye direkt olarak katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmada ele alınan ağ tasarımı kapsamında sökülme tesisi ve işleme tesisi için uygun lokasyonun seçimi ve ağ içindeki tesisler arasında taşınacak ürün miktarlarının belirlenmesi kararları ile toplam ağ maliyetinin en az olması hedeflenmiştir. İlk olarak önerilen deterministik model tüm parametrelerin belirli olduğu varsayımı ile çözülmüştür. Fakat gerçek hayatta tüm parametreler kesin olarak bilinemez. Stokastik programlamada kesin olarak bilinmeyen parametreler senaryolarla ifade edilir. Kurulan ağ tasarımında kaynak noktasına gelen hurda araç sayısı belirsiz olarak kabul edilmiştir. Belirsizliğin giderilmesi için yirmi adet senaryo üretilmiştir. Stokastik programlamanın üstün yanı, deney yapılmadan önce ve sonra karar alınabildiği için karar vericiye fayda sağlamasıdır.

Geliştirilen model, tüm amaç fonksiyonları için GAMS yazılımının CPLEX çözücüsü ile çözümlenmiştir. İlk aşamada deterministik model yirmi adet senaryonun ortalaması alınarak bulunmuştur ve değer 11.139.248 TL olarak hesaplanmıştır. Deterministik modelin sonuçlarına göre m1, m2 ve m5 numaralı sökülme tesisinin ve n13 numaralı işleme tesisinin açılması planlanmıştır. İkinci aşamada ise miktar belirsizliği yirmi adet senaryo ile ifade edilmiş olup stokastik modelin optimal amaç fonksiyonu değeri 11.569.225 TL olarak hesaplanmıştır.

Stokastik modelin sonuçlarına göre m1,m2 ve m5 numaralı söküm tesisinin ve n13 numaralı işleme tesisinin açılması planlanmıştır. Mevcut veriler de sonuçların doğruluğunu desteklemektedir.

Belirsizlik altında veren her karar vericinin ileride ödemeyi göze aldığı bir maliyet söz konusudur. Stokastik modelin geçerliliğini kontrol etmek için Madansky tarafından 1960 yılında önerilmiş olan eşitsizliklere uyup uymadığı kontrol edilmiştir. Geliştirilen model stokastik modelin kullanılabilir bir model olduğu gösterilmiştir.

Gelecekteki çalışmalarda miktar belirsizliğine ek olarak taşıma maliyeti, işleme maliyeti, tesis kapasiteleri vb. parametrelerin belirsiz olması modele dahil edilebilir. Bu durumda daha karmaşık olan bu modellerin çözümü için farklı yöntemler kullanılıp sonuçlarının karşılaştırılmalı analizi yapılabilir. Yine aynı şekilde açık döngü olarak geliştirilen bu model kapalı döngü olarak tasarlanabilir.

Bu çalışma, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Programında devam ettiğim “Ömrünü Tamamlamış Araçların Geri Kazanımı İçin Belirsizlik Altında Ağ Tasarımı” başlıklı tezden üretilmiştir.

Kaynaklar

- [1] Mimouni, F., Abouabdellah, A., ve Mharzi, H., Study of the Reverse Logistics' Break- Even in a Direct Supply Chain, (2015).1-24.
- [2] Guiltinan J.,Nwokoye,N., Reverse channels for recycling: an analysis for alternatives and public policy implications. R.G. Curhan(ed.), New marketing for social and economic progress, Combined Proceedings, American Marketing Association., (1974), 1419-1427.
- [3] Rogers, D., Tibben-Lembke, R., Going backwards: reverse logistics trends and practices. Pittsburgh :RLEC Press., (1999).
- [4] Fleischmann, M., Krikke, H.R., Dekker, R. ve Flapper, S.D.P., A characterization of logistics networks for product recovery, Omega, 28, (2000), 653-666.
- [5] Demirel H. Ö., Gökçen H., Geri kazanımlı imalat sistemleri için lojistik ağı tasarımı: literatür araştırması, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 23(4), (2008), 903-912.

- [6] Anonim, Directive 2000/53/EC Of The European Parliament and Of The Council, (2000), 1–15.
- [7] Schultmann F., Zumkeller M. ve Rentz O., Modeling reverse logistic tasks within closed-loop supply chains: An example from the automotive industry, *European Journal of Operational Research*, (2006), 10-20.
- [8] Choi J., Stuart J. A. ve Ramani K., Modeling of Automotive Recycling Planning in the United States. *International Journal of Automotive Technology*., 6(4), (1997), 413-419.
- [9] Mansour S., Zarei M., A multi-period reverse logistics optimisation model for end-of-life vehicles recovery based on EU Directive, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 21(7), (2008), 764-777.
- [10] Cruz-Rivera R., Ertel J., Reverse logistics network design for the collection of End-of-Life Vehicles in Mexico. *European Journal of Operational Research*, (2009), 930–939.
- [11] Xiaolong J., Rui F., Wang L., The Location Selection of Automobile Reverse Logistics Network within Closed-loop Supply Chains. *School of Automobile Chang'an University*., (2009), 1-20.
- [12] Mansour S., Zarei M., Husseinzadeh Kashan A. ve Karimi B., Designing a reverse logistics network for end-of-life vehicles recovery. *Mathematical Problems in Engineering*., (2010), 1–16.
- [13] Harraz N. A., Galal N. M., Design of Sustainable End-of-life Vehicle recovery network in Egypt. *Ain Shams Engineering Journal*, (2011), 211-219.
- [14] Mahmoudzadeh M., Mansour S. ve Karimi B., A Decentralized Reverse Logistics Network for End of Life Vehicles from Third Party Provider Perspective. *2nd International Conference on Environmental Science and Technology*, 2, (2011), 338–342.
- [15] Simic V., Dimitrijevic B., Modelling production processes in a vehicle recycling plant. *Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association. ISWA*., 30(9), (2012), 1-21.
- [16] Demirel E., Demirel N. and Gökçen H., A mixed integer linear programming model to optimize reverse logistics activities of end-of-life vehicles in Turkey., *Journal of Cleaner Production*, 112, (2016), 2101–2113.
- [17] Ene S., Öztürk N., Network modeling for reverse flows of end-of-life vehicles. *Waste Management Elsevier Ltd.*, 38(1), (2015), 284–296.
- [18] Phuc K., Nguyen P., Yu V. F., Tsao Y.C., (2016), Optimizing fuzzy reverse supply chain for end-of-life vehicles. *Computers & Industrial Engineering*., (2016), 1-20.

- [19] Srinivasan S., Khan S. H., Environmentally Conscious Optimization of Closed Loop Supply Chain Network with Vehicle Routing. *Advances in Theoretical and Applied Mathematics.*, 11(3), (2016), 223–243.
- [20] Demirel N ., Ömrünü Tamamlamış Araçların Geri Dönüşümünde Yükseltilmiş Yönetmelik Hedeflerini Karşılama İçin Ağ Tasarımı ve Modellenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji* , 5 (3), (2017), 223-236.
- [21] Listeş, O., . A decomposition approach to a stochastic model for supply and return network design. *Erasmus*, (2002), 1-27.
- [22] Salema, M.I.G., Barbosa-Povoa, A.P., Novais, A.Q., Simultaneous design and planning of supply chains with reverse flows: A generic modelling framework. *European Journal of Operational Research*, 203, (2010), 336–349.
- [23] Listeş, O., A generic stochastic model for supply-and-return network design. *Computers & Operations Research*, 34, (2007), 417-442.
- [24] Chouinard, M., D*Amoursa, S., Ait-Kadia, D., A stochastic programming approach for designing supply loops. *International Journal of Production Economics*, 113, (2008), 657–677.
- [25] Francas, D., Minner, S., Manufacturing network configuration in supply chains with product recovery. *Omega*, 37, (2009), 757 – 769.
- [26] Fonseca M.C., Sánchez A.G., Mier M.O., Da Gama F.S., A stochastic bi-objective location model for strategic reverse logistics, *Business and Economics*, 18(1), (2010), 158-184.
- [27] Pishvae, M.S., Farajani, R.Z., Dullaert, W., A memetic algorithm for biobjective integrated forward/reverse logistics network design. *Computers & Operations Research*, 37, (2010), 1100-1112.
- [28] Lee, D., Dong, M., Bian, W., The design of sustainable logistics network under uncertainty. *Int. J. Production Economics*, 128, (2010), 159–166.
- [29] Kara, S. S., Onut, S., A stochastic optimization approach for paper recycling reverse logistics network design under uncertainty. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 7 (4), (2010), 717-730.
- [30] Gomes, M. I., Povoa, A. P. B., Novais, A. Q., Modelling a recovery network for WEEE: A case study in Portugal. *Waste Management*, 31, (2011), 1645–1660.
- [31] Ramezani, M., Bashiri, M., Moghaddam, R. T., A new multi-objective stochastic model for a forward/reverse logistic network design with responsiveness and quality level. *Applied Mathematical Modelling*, 37, (2013), 328–344.
- [32] Wallace S. W., Ziemba W.T., editors, *World Wide Asset and Liability Management*, Cambridge University Press., (1998), 173-189.
- [33] Bienstock D., Shapiro J., Optimizing resource acquisition decisions by stochastic programming, *Management Science*, 34(2), (1988), 215-229.

- [34] Birge, J.R., Louveaux, F.V., Introduction to stochastic programming, New York: Springer-Verlag,(1997),103-156.
- [35] GHK, A study to examine the benefits of the end of life vehicles directive and the costs and benefits of a revision of the 2015 targets for recycling, reuse and recovery under the ELV directive. Final report to DG Environment, Birmingham, USA., (2006), 3-4.

Tarihi Yapıların Yeniden İşlevlendirilmesinde Çelik Strüktürlerin Kullanımı: Kasımpaşa Tuz Ambarı Örneği

Fusun SEÇER KARIPTAŞ^{1*}, Fatih KARIPTAŞ²

¹ Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID ID: orcid.org/0000-0003-1594-6061

² MSGSÜ, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID ID: orcid.org/0000-0001-7930-1508

Geliş Tarihi: 26.01.2020

***Sorumlu Yazar e mail:** fusunsecer@halic.edu.tr

Kabul Tarihi: 10.02.2020

Atıf/Citation: Seçer Karıptaş, F. ve Karıptaş, F. “Tarihi Yapıların Yeniden İşlevlendirilmesinde Çelik Strüktürlerin Kullanımı: Kasımpaşa Tuz Ambarı Örneği”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2020, 3/1: 73-84.

Araştırma Makalesi/ Research Article

Özet

Endüstrileşme olgusu içinde ortaya çıkan ve son zamanlarda endüstri mirası olarak kabul edilen ve tarihinin önemli tanıkları sayılan endüstri yapıları gelişen teknolojiye de bağlı olarak kent dokusu içerisinde terk edilmeye başlanmıştır. Günümüz kentleri içerisinde fonksiyonunu ve önemini yitirmiş olan endüstri yapılarının yıkılmaları veya metruk hale gelmeleri yerine, çağdaş koruma yaklaşımı ile insanlığa ve topluma hizmet veren mekânlar olması hedeflenmektedir. Endüstri mirası bu yapıların yıkılmadan yeni kullanımlara sunulması, sıfırdan inşa etmeye oranla daha ekonomik olsa da tasarımı ve uygulanmasında titiz bir çalışma yapılması gerekmektedir. Yapıların tarihi değerlerine mümkün olduğunca az zarar verecek çözümler üretilmeye çalışılmalıdır. Çelik strüktürler bu çözümlerden biridir. Şeffaflık, hafiflik, serbest formlar oluşturması, büyük açıklıklar geçebilmesi ve esneklik özellikleri nedeniyle çeliğin kullanımı ile birçok yeniden işlevlendirme uygulamasında karşılaşılabilmektedir. Kasımpaşa Tuz Ambarı endüstri mirası kapsamında bir yapı olduğundan restore edilerek yeniden işlevlendirilmiştir. Reklam ajansı olarak yeniden tasarlanan yapının iç mekânında çelik strüktürler kullanılarak restorasyon çalışması tamamlanmıştır. Bu çalışmada, tarihi binaya zarar vermeden ve çelik taşıyıcılarla yeniden tasarlanan, bu özelliği ile mimari alanda ülkemize ödül de getiren bu uygulamanın ileride yapılacak çalışmalara örnek olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri mirası, Yeniden işlevlendirme, Çelik, Strüktür, Tuz ambarı.

Re-functioning Historical Buildings Using Steel Structures: Example of Kasımpaşa Salt Repository

Abstract

Industrial structures which are considered as important witnesses of industrial history, produced within the concept of industrialization and accepted as industrial heritage, begin to disappear within the urban texture due to the developing technologies. Rather than getting demolished or abandoning the industrial buildings which have lost their function and significance, the current urban texture should be able to include these spaces through contemporary preservation approaches that serve people and societies. Although re-functioning these industrial heritage buildings is more economical compared to building completely new structures, the design and application require a thorough study. The architectural solutions should not interfere with the historical value of the buildings as much as it is possible. Steel structures are one of the solutions. It is possible to encounter steel structures in re-functioning applications due to the material properties of transparency, lightness, ability to produce free forms, spanning long distances and flexibility. Kasımpaşa Salt Repository which is an example of industrial heritage has been re-functioned. The interior of the building which has been re-designed as an advertising agency has been completed by using steel structures in its restoration. In this study, the appliance of steel structures in re-designing historical structures with no harm done to it, which has brought forth a reward for our country, has been put forward as an exemplary implementation for future studies.

Keywords: Industrial heritage, Refunctioning, Steel, Structure, Salt repository.

1. Giriş

Endüstri, ekonomik bir kavram olarak ham madde ve ara malların mevcut bilgi, beceri ve teknolojilerden yararlanılarak ve işçi emeği kullanılarak fabrika ve üretim tesislerinde mal ve/veya hizmete dönüştürülmesi olarak tanımlanabilir. Endüstri için dört temel unsur bulunmaktadır: Doğal kaynaklar, emek, sermaye ve yönetim. Tüm bu unsurlar birbirini tamamlayıp endüstriyi oluştururlar [1]. Bir devrime neden olan endüstrileşme çabaları özellikle İngiltere’de başlayan girişimlerle giderek Avrupa’ya yayılmıştır. Makinelerin insan hayatına

girmesinin ardından sanayi hızla makineleşmiş ve buna bağlı olarak da endüstrinin tüm alanlarında üretim artışı olmuştur. Bu hızlı makineleşme gerçeği endüstrinin tek bir koluyla sınırlı kalmayıp bütün üretim kollarını kontrolü altına almıştır. Yeni makinelerin icatları ile birlikte tarımda, dokumada ve ulaşımda kısacası endüstrinin tüm alanlarında ve buna paralel olarak da toplumda üretim adına değişimler yaşanmaya başlamıştır.

Ülkelerin zenginleşmesi ile endüstrileşme arasında kuvvetli bir bağ vardır. Bir başka deyişle ekonomik kalkınma ile endüstrileşme doğru orantılıdır. Endüstrileşme süreci toplumların ekonomik, sosyal, siyasal ve hatta kültürel yapılarında köklü değişimler yaratan bir oluşumdur. Endüstrileşmenin doğuş tarihi 18. yüzyılın sonu ile 19. yüzyılın başı olarak kabul edilmektedir.

Yaşadıkları dönemin endüstrisini anlatan tüm araçlar, yapılar ve peyzajlar endüstri mirası olarak kabul edilmektedir. Bu miras kapsamındaki eserler korunurken dikkatli bir çalışma yapılması gerekmektedir. Endüstri mirası kapsamındaki yapıların, günümüz şartlarına göre değerlendirilmesinde, yeniden işlevlendirmeyi gerektiren sebepler ve işlev seçimini etkileyen faktörler ele alınmalıdır. Yeniden işlevlendirilerek ayakta kalması sağlanan tarihi yapıların restorasyonu sırasında elik strüktürlerin kullanılması son dönemlerde başvurulmuş bir çözüm olarak kabul edilmektedir. Böylece büyük açıklıklı ve yüksek tavanlı endüstri yapılarında ana strüktüre dokunmadan kendi içinde çözümlemeler üretilebilmektedir. Kasımpaşa Tuz Ambarı örneği yeniden işlevlendirme süreci geçiren önemli örneklerden biridir. Tuz Ambarı'nın rölöve çalışmalarına 2008 yılı başında başlanmış, aynı yılın sonunda da restorasyonu tamamlanmıştır. Projenin tasarımı ve uygulaması Erginoėlu&alışlar Tasarım Merkezi tarafından gerçekleştirilmiştir. Yapılan projede taş duvarlara dokunulmadan kendi içinde oluşturulan bir elik strüktürle asma katlar ve yeni mekânlar yaratılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, tarihi ve özellikle endüstri mirası kapsamındaki yapıların yeniden işlevlendirilmesi sırasında çelik strüktürlerin kullanılması ile ilgili yerli ve yabancı örnekler incelenmiş, örnek yapı olarak da yerinde uygulaması yapılan Tuz Ambarı binası seçilmiştir.

2.1. Endüstri mirası kavramı

Endüstri devrimi sonrasında yaşanan kentsel dönüşümlerin kent kimliğini yok etmesi ile kültürel miras kavramı ortaya çıkmıştır. Zamanla kültürel mirasın sınırları genişlemiş ve “endüstriyel miras” gibi kültürel mirasın yeni bir boyutu ortaya çıkmıştır. Avrupa “endüstriyel kültür mirası” kavramının ortaya çıkışında öncülük etmiş, bu kavramın doğuşuyla birlikte endüstri yapılarının kültürel kimlik açısından taşıdığı öneme dikkat çekilmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle her geçen gün yetersiz kalan üretim teknikleri nedeniyle, endüstri yapılarının terk edilmeleri karşısında gösterilen tepkiler bu alandaki koruma çalışmalarını tetiklemiştir.

2.1.1. Endüstri mirası kapsamı ve sınıflandırılması

Endüstriyel miras kavramı özellikle ülkemiz için oldukça yeni olan bir kavramdır. Birçok şey teknolojik bakımdan ilginç olduğu için muhafaza edilmiştir. Bunlar, moda olan makinelerin modelleri, farklı tekniklere ait kayıtlar ve sergiler, öğretim araçları, muhtelif eşyaya ait sergilerin kalıntıları, iş ya da ticaret münasebetiyle kuşaktan kuşağa geçen kişisel eşyalardır [2].

Endüstri mirası hem yer altındaki hem de yer üstündeki yapılarla ilgilenmektedir. Endüstriyel geçmişten anladıklarımızın değerlendirilmesi, endüstri yapılarının yeniden kullanılması, endüstri ürünlerinin müzelerde sergilenmesi, korunmuş demiryollarının işletilmesi, yapıların konservasyonu için modellerin üretilmesi, teknoloji tarihi ve ekonomi tarihi çalışmaları olarak tanımlanmaktadır [3].

Taşınmaz ve taşınır endüstri mirası kavramından bahsedilirken, endüstriyel alanla ilişkili olan ve endüstriyel süreç sonucunda ortaya çıkan, yapı olan ya da olmayan tüm birimler, yapılar ve sahip oldukları donanımlar, ekipmanlarıyla birlikte fabrika binaları, endüstriyel süreç sonucu ortaya çıkan tüm ürünler kültürel gelişimin birer aracı olarak, endüstriyel miras olarak algılanmaktadır. Bu bağlamda, en geniş kapsamıyla endüstri mirası kapsamında, madencilik, yel değirmenleri, su çarkları ve buhar makineleri gibi enerji kaynakları; tekstil, çömllekçilik, cam, yiyecek, içecek yapımı gibi üretim endüstrileri; yol, köprü, kanal ve demiryolu gibi ulaşım araçları; taş ocağı, tuğla atölyesi, bıçkı fabrikası gibi yapı malzemesi üreten yerler; üretim ve sosyal tarihin bir parçası olan endüstri işçileri, yöneticiler ve fabrika sahipleri için yapılan konutlar; gaz, su ve iletişim gibi kamu hizmeti için oluşturulan sistemlerin” incelendiğı ve endüstri ile bağlantılı her alanın bu kapsama girdiğı görölmektedir [3].

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında endüstri mirası kavramı ve sınıflandırılması konusunun incelenmesi sonucunda, Tuz Ambarı binasının bu kapsamda değerlendirilebildiğı görölmüştür. Tarihi bir değere sahip olan endüstri binasının yeniden işlevlendirilmesine karar verilmiştir. Yerinde yapılan çalışmalar sonucunda yapıya en az müdahale ile bir çözüm yolu aranmıştır. Çelik strüktürler sayesinde istenen çalışma yapılabilmiştir.

3.1. Yapılarda çelik strüktürlerin kullanımı

Çeliğın yapılarda kullanımı tarihte ve günümüzde oldukça tercih edilen bir durum olarak görölmektedir. Demir ve çelik yaklaşık beş yüz yıldır kullanılmakla birlikte ilk kullanımı İngiltere’de ortaya çıkmaktadır. İnşaat sektöründe demirin kullanımı ilk olarak köprülerle başlamıştır. 18.yüzyılın sonlarına doğru çelik üretimine başlanmıştır. Yine İngiltere bu dönemde çelik piyasasına hâkim olmuştur. Bu nedenle

birçok ülke İngiltere’den mühendisler çağırarak kendi ülkelerinde fabrika kurulmasında yardım istemişlerdir. Bu dönemde endüstrinin gelişimi ve hızla günlük hayata girmesi yaşanmıştır. 1846 yılında inşa edilen 140 metre açıklıklı Britannia Köprüsü ile çelik kullanılarak dolu gövdeli ve ana kirişli köprülerin yapımına başlanmıştır. Özellikle fabrika yapılarında üretimin artması ve büyük açıklıklı, yüksek tavanlı mekânlara ihtiyaç duyulması nedeniyle çelik strüktürlerin imkânlarından yararlanılmıştır. Çelik karkas olarak yapılan ilk bina 1876 yılında İngiltere Diserinton Flax Derğirmeni’dir [4].

19.yüzyılda çelik strüktür kullanımı hızla artmış, birçok yönden avantajlı olduğu anlaşılmıştır. Türkiye’de 1835 yılında kurulan Feshane binası, çıkan bir yangın sonucunda zarar görünce 1868 yılında yeniden inşa edilmiştir (Şekil 1). Tüm taşıyıcısı çelik prefabrik olarak yapılan ve kolonları Belçika’da döküm olarak inşa edilen yapı ülkemizdeki önemli örneklerdendir [5].



Şekil 1. Feshane binası iç mekânı ve çelik prefabrik taşıyıcı sistemi [9].

Mimaride büyük açıklıklar geçilebilmesi, şeffaf, hafif ve depreme karşı dayanıklı olması gibi özellikleri nedeniyle uzun yıllardır tercih edilen çelik gücünü hiç kaybetmemiştir. İnşaat süresini kısaltması,

yapı ağırlığının, kolon sayısının az olması, temel maliyetin düşmesi, sökülüp takılabilir olması, değişikliklere kolayca adapte olması ve mekanik, elektrik tesisatlarının dağılımında kolaylık sağlaması da uygulama sırasında büyük kolaylık sağlamaktadır [6].

Taşıyıcı olarak elik sistemlerin kullanımı birçok farklı şekilde olabilmektedir. elik bağlayıcılar yardımı ile çok katlı yapıların oluşturulması, elik çerçeve modül sistem kullanılması, var olan farklı yapı sistemlerine hafif elik çerçeve sistemlerle ekler yapılabilmesi, çatı sistemlerinde ve çatı katı eklemelerinde hafif olması nedeniyle kullanılması mümkündür. Ayrıca soğukta şekillendirilmiş elik profillerden üst örtü, küpeşte, parmaklık ve yapı aksesuar tasarımı da yapılmaktadır [7].

Yapı bileşenlerinin taşıyıcı sistemle bütünleştirilerek yapı elemanlarının oluşturulmasında her geçen gün farklı teknikler denenmektedir. Teknoloji hızla gelişmekte ve inşaat sektöründe de bu gelişmelerin yansımaları görülmektedir. Ancak elik strüktürlerin kullanılması günümüzde de birçok avantajı nedeniyle tercih edilmeye devam etmektedir. Özellikle son yıllarda restorasyon projelerinde de elik strüktürlerin kullanımı, hem iç mekânda hem de taşıyıcı sistemde destekleyici olarak tercih edilmektedir. Kasımpaşa Tuz Ambarı Binası'nın restorasyon çalışmasında da elik strüktür kullanılarak yapının kendi kimliğini koruyarak ayakta kalması adına bir proje yapılmıştır.

3.2. Kasımpaşa tuz ambarı binasının restorasyonu ve elik strüktür kullanımı

Kasımpaşa Havuzbaşı Deęirmen Sokak'ta bulunan Kasımpaşa Tuz Ambarı, asıl Kasımpaşa Deęirmen binasının ambarlarından birisidir. Doğal taş kullanılarak yapılmış olan Tuz Ambarı iki binanın birleşmesinden oluşmaktadır. Tek katlı olan bu bina uzun bir süre Plytas Un Fabrikası olarak bilinen değirmenin buğday ambarı olarak kullanılmış, daha sonraki yıllarda bina tuz ambarı olarak işlevini sürdürmüştür (Şekil 2). İkinci dereceden tarihi eser olarak tescil edilmiş? yapı,

muhtemelen tersane bölgesine hizmet vermek amacıyla inşa edilmiştir. Endüstri mirası kapsamındaki Tuz Ambarı yapısı 1980’li yıllardan beri kullanılmamış, uzun zamandır boş durması yapının bozulma sürecini hızlandırmıştır [5].



Şekil 2. Tuz Ambarı görünümü [8].

İkinci derece tarihi eser olarak tescil edilmiş Kasımpaşa Değirmeni ve Kasımpaşa Tuz Ambarı, muhtemelen tersane bölgesine hizmet vermek amacıyla inşa edilmiş, dönemin önemli endüstri yapılarından biridir (Şekil 3). Kasımpaşa semti, şehir merkezinde olan bir bölgedir. Gerek trafiğin yoğunluğu gerekse Haliç bölgesinin endüstri yapıları için uygun bir çevre olmadığı düşünüldüğünde binanın yeni bir işlev ile değerlendirilmesine karar verilmiştir. Cepheleri özgün olarak korunan binanın içinde, yeni işlevin gereği olan bazı değişiklikler ve ekler yapılmıştır (Şekil 4). Kasımpaşa Tuz Ambarının yenileme çalışmaları sırasında binanın orijinal haline sadık kalınmıştır. Reklam ofisi adını bile değiştirmemiş ve binanın kapısına Tuz Ambarı yazarak binaya olan saygısını dile getirmiştir. Yeni bir kapı ya da pencere açılmamıştır. Sadece çelik konstrüksiyonla asma kat eklenmiş, hatta asma katlar arasındaki geçişin sağlandığı koridorların kapıları bile ambarın orijinal pencerelerinin üzerine kurulmuştur.

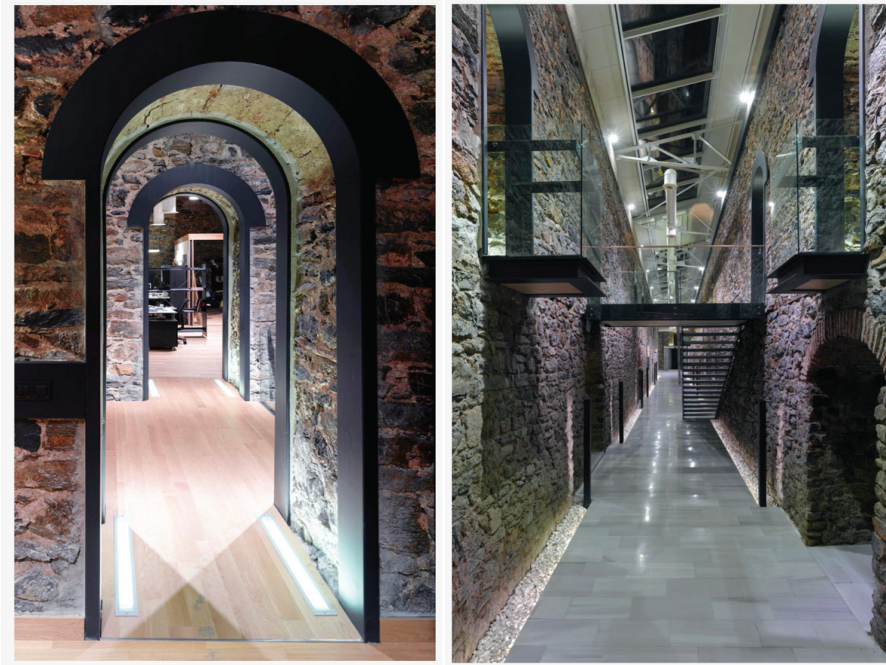


Şekil 3. Tuz Ambarı restorasyonu sırasında elik strüktürlerin kurulumu [8].



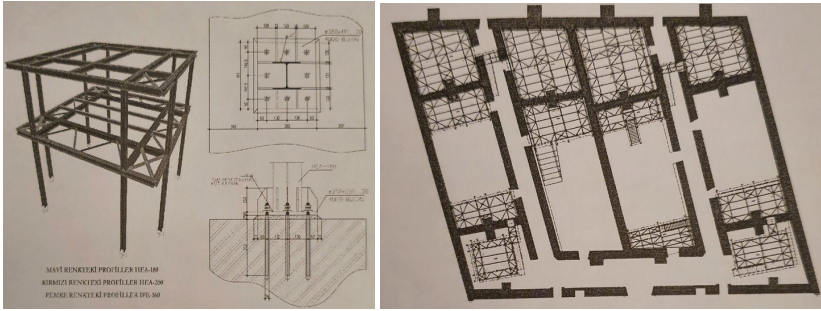
Şekil 4. Kasımpaşa Tuz Ambarı restorasyon sonrası iç mekân görünüşü [8].

Tuz Ambarı yapısında sekiz ayrı depo bölümü üç koridorla birbirine bağlanmıştır. Orta bölümde yer alan dört depo, iki koridorla birlikte kenarlarda bulunan depo bölümlerinden ayrılmıştır. Yapının restorasyon projesine başlamadan önce bozulma durumu incelendiğinde tümüyle yok olan bölümlerin yanı sıra, mekân, cephe, strüktür ve malzeme özellikleri açısından bozulmalar yaşadığı gözlemlenmiştir. Restorasyon projesi bu gözlemler ışığında, yapının özgün karakteri, ölçeği, kütle ve malzemesiyle uyumlu olarak tasarlanmıştır. Yapının taş duvarları korunmuş, ikinci bir strüktür olarak çelik asma katlar tasarlanmıştır. Yeni bir kapı ya da pencere açılmamıştır. Sadece çelik konstrüksiyonla asma kata eklenmiş, hatta katlar arasındaki geçişin sağlandığı koridorların kapıları bile ambarın orijinal pencerelerine denk getirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Tuz Ambarı iç mekân görünümleri ve çelik kullanımı [8].

Tuz Ambarı restorasyon projesinde özellikle dikkat çeken dış ka- buğa dokunulmadan tamamen iç mekânda tasarlanan çelik strüktürle yeniden işlevlendirmenin başarılabilmesidir. Burada kullanılan çelik strüktür sisteminde, HEA 180-HEA200 çelik kolonlar kullanılmış, ana kirişlemelerde IPE160 tercih edilmiştir. Bu kirişlere zıt yönde 40x60 mm kutu profil kılıcına kullanılmıştır. Ayrıca döşemede kutu profille- rin üzerine vidalanan 18 mm OSB ile aralarına izolasyon bandı geçil- miş, onun da üstüne ahşap lamine parke uygulanmıştır. Çelik kolonlar zemine ankre edilmeden önce bağlanacağı 40x40 cm ebadında ve 2 cm kalınlığındaki plakalar betonarme temele rod, bulon, vida ve kimyasal yapıştırıcılar ile bağlanmıştır. (Şekil 6). Yatay hareketi önlemek için dö- şeme düzlemlerinde L70 mm korniyerler, bazı aks aralarındaki düşey düzlemlerde de kutu profillerle çaprazlar yerleştirilmiştir. Tüm strüktü- rel sistem sadece zeminle ilişkilendirilmiş, kesinlikle duvarla bağlantısı yapılmamış, asma katların yükleri tarihi duvarlara verilmemiştir.



Şekil 6. Kasımpaşa Tuz Ambarı çelik sistem detayı ve planı [8].

4. Sonuçlar

Batılılaşma devrinde inşa edilen endüstri yapıları, o dönemin teknoloji- sini ve ekonomik düzenini aktarması, toplumun yaşadığı belirli bir süreci yansıtmaları açısından büyük bir öneme sahiptir. Endüstri yapıları diğer anıtsal bina türleri kadar önemsenmemiş dolayısıyla korunmamışlardır.

Zamanla fonksiyonunu yitiren bu yapılar boş ve bakımsız kalarak hızla tahrip olmuşlardır. Bugün harap ve bakımsız olan ve hatta çok az bir kısmı ayakta kalan endüstri yapılarının, zaman içinde hasar görmesini önlemek ve binaların mümkün olduğunca korunmasına çalışmak gerekmektedir. Bu amaçla, bu tür yapıların acilen tespit, tescil ve belgeleme çalışmalarını içeren detaylı araştırmaları yapılmalı ve rölöveleri hazırlanmalıdır. Binalar çok iyi tanınmalı, sonradan eklenen kısımlar belirlenerek, tarihlendirilmelidir. Bütün bu çalışmalar kaynaklara dayandırılarak yapılmalı, binalar mümkün olduğunca korunmalıdır. Dünyada ve ülkemizde, korunarak yeniden işlevlendirilen binalarda çelik sistemler kullanılmaktadır. Tarihi yapıların restorasyonunda binaları güçlendirmek ve taşıyıcısında problem olmayan yapılarda tarihi duvarlara zarar vermemek adına çelik sistemlerle taşınan asma katlar yaratılarak çözümler sunulabilir. Kasımpaşa Tuz Ambarı binası bu yöntemle restorasyon çalışması yapılmış ülkemizden bir örnektir. Bu örnekler gibi gün geçtikçe çelik strüktürlerin kullanıldığı, özellikle iç mekân çözümlerinin yapıldığı restorasyon çalışmalarının artacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Seyidoğlu, H. (1992). *Ekonomik Terimler Ansiklopedik Sözlük*. Ankara: Güzem Yayınları.
- [2] Kariptaş, F. S. (2010). Endüstri Mirası Kapsamındaki Yapıların Yeniden İşlevlendirilmesinde Çelik Strüktür Kullanımı. *5.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi* (s. 320-328). İstanbul: TMMOB.
- [3] Köksal, G. (2006). İstanbul'daki Endüstri Mirası İçin Koruma ve Yeniden Kullanım Önerileri. *İTÜ Dergisi*, 125-136.
- [4] Köksal, G. (2009). Endüstri Devrimiyle Strüktürel Yapı Elemanı Olan Metal Malzeme ve Koruma Sorunları . *Mimarlıkta Malzeme*, 45-52.
- [5] Kariptaş, F. (2010). *Endüstri Mirası Kapsamındaki Yapıların Günümüz Şartlarında Değerlendirilmesi ve Kasımpaşa Tuz Ambarı Örneği*. İstanbul.
- [6] Terim, B. (2006). Hafif Çelik Çerçeve Sistem. *Ege Mimarlık* , 44-45.
- [7] Sımsıkı, E. (2004). Dış Duvar Bileşenlerinin Birbiri ile ve Çelik Taşıyıcı Sistemle Bütünleştirilmesinde Yapım Teknikleri. *Çatıder Sempozyumu*. Çatıder.
- [8] www.ecarch.com (12.12.2019)
- [9] www.fikriyat.com (10.01.2020)

Tasarımla Rekabet Avantajı: Türkiye’deki İşletmeler Üzerine Bir İnceleme

Sezin ERYILMAZ^{1*}

¹ T.C. Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi / Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü,
İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0002-6034-5110

Geliş Tarihi: 14.02.2020

***Sorumlu Yazar e mail:** sezineryilmaz@halic.edu.tr **Kabul Tarihi:** 14.03.2020

Atıf/Citation: Eryılmaz, S. “Tasarımla Rekabet Avantajı: Türkiye’deki İşletmeler Üzerine Bir İnceleme”
Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2020, 3/1: 85-107.

Araştırma Makalesi/ Research Article

Özet

Küresel rekabetin hızla arttığı günümüz koşullarında müşteri beklenti ve taleplerini karşılamanın yolu işletmelerin etkin bir tasarım stratejisi oluşturmamasından geçmektedir. Bu bağlamda endüstri ürünleri tasarımı, işletmelerin rakiplerine karşı rekabet üstünlüğü elde etmesinde stratejik bir öneme sahiptir. Konu ile ilgili olarak yapılan bilimsel çalışmalarda işletme verileri ve rekabet edebilirlik arasındaki ilişkinin tasarım aracılığıyla gerçekleştiğine dikkat çekilmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmada tasarımı mobilya, otomotiv ana/yan sanayi, endüstriyel makine sanayinde faaliyet gösteren firmaların işletme verileri ve rekabet edebilirlikteki rolünün istatistiksel analizi yapılmış ve elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda endüstriyel tasarımın öneminin işletmelerde genel olarak anlaşılır olduğu fakat tasarım yönetimi kabiliyetinin yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel tasarım, Rekabet avantajı, Tasarım yönetimi, İş stratejisi

1 Bu makale Sezin Eryılmaz tarafından, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Ürünleri Tasarımı Programı’nda, Prof. Önder Küçükerman danışmanlığında 2016 yılında tamamlanan “Endüstri Ürünleri Tasarımında İşletme Verilerinin Rolü ve Sistemleştirilmesi” adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Competitive Advantage by Design: A Study on Businesses in Turkey

Abstract

In today's rapidly increasing global competition conditions, the way of meeting customers' expectation and demands is through constructing an efficient creation strategy. In this context, the creation of industrial products has strategic importance for all businesses to get superiority over their competitors. In the research results of the related area the focal point is taken toward the relationship between data of businesses and competitiveness established by design. In light of this, the statistical analysis of the role of design on the proceeding data and competitiveness of furniture, main/sub-automobile industry and industrial machine industry based companies is conducted and the results are evaluated. In line with research results, the importance of industrial design is generally acknowledged but the ability of management of design is found inadequate as a result.

Keywords: Industrial design, Competitive advantage, Design management, Business Strategy

1. Giriş

Gelişen teknoloji ile birlikte küreselleşen dünyada, değişen hayat dinamikleri, tüketici talep ve ihtiyaçları üzerinde de sürekli değişikliklerin yaşanmasını sağlamaktadır. Yaşanan tüm bu gelişmeler doğrultusunda üretim, hizmet, pazarlama, servis, yönetim, gibi endüstriyel tasarım alanlarındaki tanımlamalar ve kapsamlarda da değişimler olduğu görülmektedir. Günümüzde tasarım süreci artık ürüne sadece fiziksel değerler atayan bir uğraş olmanın ötesinde, problem çözen, ürüne değer katan, yaşamı değiştiren, ekonomik gücü belirleyen, rekabet edilebilirliği sağlayan, duyarlılığı geliştiren ve etkileşim sağlayan bir strateji olarak geniş kitleler tarafından kabul edilmektedir [1]. Dolayısıyla nihai işletmelerin sektörde hayatta kalabilmeleri, yeniliği yakalayabilmeleri ve değişimde sürekliliği elde edebilmelerindeki tek yolun bu stratejiyi ne kadar etkin bir şekilde kullanıp kullanmamalarına bağlı olduğu aşikârdır [2].

Bu çalışmanın amacı, endüstriyel tasarımın, işletme içerisindeki etkisinin ve yerinin ne olduğunu, işletme tarafından nasıl algılandığını, tasarımın işletme fonksiyonlarıyla ilişkisini, işletme performans verileri ile bağlantısını, tasarım sürecinde bu verilerin ne kadar etkili olduğu hakkında bilgi toplamaktır. Bu bilgilere ek olarak bu çalışma, Türkiye’deki işletmelerin tasarıma bakış açılarını öğrenmeyi, tasarımın işletmenin başarı ölçütlerine ne miktarda katkı sağladığını tespit etmeyi, bu ölçütlerin tasarımla bağlantısını belirlemeyi temel almaktadır.

2. Materyal ve Metot

Bu araştırmada alan araştırması verilerinin elde edilmesinde anket yöntemi kullanılmıştır, anket formu e-posta, telefon ve yüz yüze görüşme yoluyla uygulanmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın evreninin %39’unu İstanbul’da bulunan işletmeler oluştururken, %34’ünü Ankara, %12’sini Eskişehir, %8’ini Kocaeli ve %7’sini Bursa ili paylaşmaktadır.

Anket formunun ilk kısmı işletmelerin genel bilgilerinden, ikinci kısmı ise 5’li Likert tipi ölçünün kullanıldığı işletme-tasarım bağlantılarını ölçen maddeler olmak üzere iki ana kısımdan oluşmaktadır. Anket formunda yer alan soruların bir kısmı güvenilirlik ve geçerliliği kanıtlanmış olan literatürden derlenmekte olup, yeni soruların da oluşturulduğu bir düzen içinde ölçeklendirilmiştir.

Anket formunun ilk kısmını oluşturan genel bilgiler; işletme özelliklerine ait genel bilgiler, işletmenin bulunduğu şehri, işletmenin faaliyet alanını, yılını, işletmenin türünü ve ölçeğini, çalışan sayısını içermektedir. İkinci kısmını oluşturan tasarım işletme performansına yönelik sorular; ankete katılan işletmelerin endüstriyel tasarıma bakışını ölçen, ürün tasarım sürecinde dikkate aldıkları verileri belirleyen, tasarımın işletme başarı ölçütleriyle ilişkisini ölçen, tasarımda işletme performansının etkisini belirleyen, işletme kararlarında tasarımın önemini irdeleyen, rekabet edebilirliğin tasarımla bağlantısını

aydınlatmaya çalışan soruları içermektedir. İşletmelerden bu soruları ilk bölümdeki sorulardan farklı olarak beşli Likert ölçekle (5 “kesinlikle katılıyorum”, 4 “katılıyorum”, 3 “kısmen katılıyorum”, 2 “katılmıyorum”, 1 “fikrim yok”) değerlendirmeleri istenmiştir. Araştırmanın verileri SAP2000 adlı istatistik programı ile çözümlenmiştir. Ayrıca gereken durumlarda verilerin analizi ve grafik sunumları Excel programı yardımıyla yapılmıştır.

Endüstri ürünleri tasarımının işletme performansı üzerinde etkisini incelemek üzere otomotiv ana/yan sanayi, mobilya ve endüstriyel makine sanayide faaliyette bulunan işletmelerin verileri alınarak, analizin bulgularına erişilmiştir.

2.1. Endüstriyel tasarım süreci

Literatürde endüstriyel tasarım sürecine yönelik çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır. Tasarım süreci, fikirleri bilgiye ve sürece dönüştürerek yeni bir ürünün gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır [3]. Hollins ve Hollins [4] tasarım sürecini; yaratıcı bir iç süreç, harici bir üretim süreci, yönetim süreci ve bir planlama süreci olarak dört fonksiyonlu süreç olarak ifade etmiştir. Bruce ve Bessant [5] tasarım sürecinin üç temel aşamasını planlama, gelişim ve üretim-satış olarak değerlendirmektedir. Fikir ile başlayan başlangıç sürecinde, fizibilite çalışması yapılarak, işletme için bu tasarımın geri dönüşünün finansal açıdan iyi olup olmayacağına yönelik bir fizibilite raporu sunulur. Bu rapor doğrultusunda tasarımın tanımı yapılır. Gelişme aşamasında ise ürün ile ilgili detaylar belirlenerek prototip ve test aşamasından geçirilir. Bu aşamalardan sonra ürün, üretilebilir halini alır ve son olarak ürün üretilerek pazarlama aracılığıyla tüketicilere satışı sağlanır [5]. Küçükerman [6] da tasarım sürecini üç temel ana başlıkta özetlemektedir. Birinci aşama gerekçeler ve hedefler, ikinci aşama ilkeler ve tanımlar, üçüncü aşama ise gerçek ürün süreci olarak ifade edilmektedir. İlk aşama hedeflerin açık biçimde tanımlanmasıyla başlar, ikinci aşama ürünün tanımlanması ve biçimlendirilmeye

dönüşmesidir. Üçüncü aşamada ise gerçek ürün süreci başlar. Hedeflerin açık biçimde tanımlanmadığı birinci aşama genel hatlarıyla; tasarım çalışması yapılacak ürün için ilk belirlenenleri, tasarımın kuruluş açısından anlamı ve öneminin açıklığa kavuşmasını, müşteri beklenti ve eğilimlerini, üründen beklenen başarıların belirlenmesini içermektedir. İkinci aşama ön tasarım için ilkelerin belirlenmesini, ürünün kesin ilkelerinin tanımlanmasını, deneme amaçlı üretim sürecine geçişi kapsamaktadır. Son aşama ise, ürünün gerçek tasarımın ayrıntılarının kesinleştirilip onaylanmasını, teknik hazırlıkları, pazara giriş ve sonrasındaki süreçleri kapsamaktadır [6].

2.2. Ürün tasarımında rekabet

Rekabet edebilirlik, bir ekonominin serbest ticaret ve piyasa koşullarında, yerel ve uluslararası piyasaların taleplerini karşılayan mal ve hizmet üretebilme gücüne ne derece sahip olduğunu anlatan bir kavramdır [7]. Ekonomilerin rekabet edilebilirliği, üretim faktörlerinin etkin ve verimli kullanılmasıyla belirlenir. Ülkelerin yaşam standartları büyük ölçüde verimliliklerine dayalı olduğundan rekabet edebilirliğin de temel olarak dayandığı nokta verimliliklerdir [7]. Porter [8] da ‘rekabet edebilirlik’ kavramını, toplumun refahının yükseltilmesi kapsamında irdelemekte ve bu kavramı, verimliliği yükseltebilme becerisi olarak tanımlamaktadır. Bu rekabet edebilirlik yarışının tümüyle yenilikçi firmalar arasında yaşandığını, teknolojik yenilik yaratma yetkinliğinin verimliliği arttığını savunmaktadır [8].

2.3. Tasarımla rekabet

Günümüzde işletmelerin hayatta kalmaları ve büyümeleri önündeki en büyük engelin küresel alanda yoğunlaşmış rekabet politikaları olduğunu söylemek mümkündür. Bu yoğun rekabet ortamında mikro bazda işletmelerin, makro anlamda da ulusal ekonomilerin ayakta kalabilmeleri veya güçlenebilmeleri için iktisadi ve sosyal temelli çeşitli

politika ve uygulamalar geliştirilmektedir. Bu politikaların başarılı olabilmeleri için, işletmelerin maliyet ve finansman odaklı çözüm arayışları dışında, pazarda sürekli rekabet avantajı sağlayacakları stratejiler geliştirmeleri gerekmektedir. Son dönemde çoğu sanayileşmiş ülkenin gündeminde olan ve temelleri 1950’li yıllara dayanan tasarım stratejileri; tasarımın etkin kullanımının ürüne katma değer sağlama ve rekabet avantajı elde etme üzerine odaklanmaktadır [9].

Tasarım kullanımının uluslararası rekabet gücüne etkisini açıkça ortaya koyması bakımından Dünya Ekonomik Forumu (WEF) tarafından yayınlanan Küresel Rekabet Gücü Raporları önemli bir kaynaktır. Rapor, tasarım kullanımının işletme girdisi olarak değerlendirildiği belirli ölçütleri içeren göstergeleri ele almaktadır. Bu rapora göre tasarım kullanımına ait yedi endeks belirlenmiş olup, bu endeksler ve puanlarının derecesi aşağıdaki gibidir. Endeks puanında ifade edilen 1 derecesi en düşük seviyeyi gösterirken, 7 derecesi en yüksek seviyeyi göstermektedir.

1. Ar –Ge harcamaları: Ülkedeki şirket sayısı
(1= Ar-Ge harcamasının olmaması, 7= Uluslararası seviyede Ar-Ge harcamasının olması)
2. Rekabet gücü kaynağı: Ülkedeki şirketlerin uluslararası pazarda rekabet gücünün kaynağı
(1 = Düşük maliyet ve yerel doğal kaynaklar, 7 = Yenilikçi ve orijinal ürünler ve süreçler)
3. Değer zinciri: Ülkedeki ihracat yapan işletmelerin ihraç ürünlerinin çeşitliliği
(1 = Sadece üretim ve ham madde temelli, 7 = Sadece üretim odaklı değil aynı zamanda ürün tasarımı, pazarlama, lojistik hizmeti ve satış sonrası hizmet bazlı)
4. İnovasyon kapasitesi: Ülkedeki teknoloji sahibi işletmelerin teknoloji yapısı
(1 = Sadece yabancı şirketleri taklit etme veya lisans yoluyla elde edilen teknoloji yapısı, 7 = İşletmenin araştırmalarını kendisinin yönetip, ürün ve süreçlerine kendisinin öncülük etmesi)

5. Üretim yapısı: Ülkedeki işletmelerin üretim süreçlerinin yapısı
(1 = Eski üretim teknolojilerinin kullanımı, 7 = En etkili, en verimli süreç teknolojilerinin kullanımı)
6. Pazarlama gücü: Ülkedeki işletmelerin pazarlama gücü
(1 = Sınırlı ve ilkel şekilde, 7 = Yoğun ve en ileri araç ve tekniklerinin kullanımı ile)
7. Müşteri memnuniyetinin derecesi: Ülkedeki işletmelerin müşteriye davranışları
(1 = Müşteri memnuniyetinin hiçbir şekilde sağlanamaması, 7 = Yüksek oranda müşteri beklentisini karşılaması ve bağlılığının sağlanabilmesi)

Tasarımın kullanımına ilişkin endeksler genel rekabet gücü sıralamasıyla karşılaştırıldığında, rekabet gücü ile tasarım kullanımı arasında güçlü bir bağlantı olduğu görülmektedir [9].

2.4. Rekabette inovasyon faktörü

Ülkelerin uluslararası rekabette katma değer odaklı tasarım stratejileri ve ihracat hedefli planları, tasarım kavramını ürünleştirmeye giden yolda daha önemli bir hâle sokmaktadır. 2005 yılında Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development) OECD'nin (OECD-Eurostat Oslo Manual) bilim ve teknolojiden oluşan eski inovasyon tanımını, ürün tasarımını da kapsayacak şekilde genişletmesi, tasarımın küresel rekabete giden yolda vazgeçilmez bir unsur olduğunu kanıtlamaktadır.

Günümüzde işletmeler için inovasyon kavramı, yeni ürün, kavram veya bilinen prensiplerin “yeniden” ekonomik katma değer yaratacak bir şekilde uygulanması olarak tanımlanmaktadır [1]. Bu tanım;

1. Üretimde fonksiyonel değişimler yapma,
2. Pazara yeni malların girmesi (arz fonksiyon artışı),
3. Pazarda yeni mamullerin uygulanması, sosyal reform olarak alt bileşenlere ayrılabilir [1].

Schumpeter [10], kalkınmanın itici gücü olarak tanımladığı inovasyon kavramını dört farklı kategoride değerlendirmektedir. Bunlar:

- Yeni bir ürün/ hizmeti tanımlamak,
- Yeni bir üretim yöntemi/süreç oluşturmak,
- Yeni örgütlenme biçimi,
- Yeni bir pazarlama yöntemi,

Bu sınıflandırmaya günümüzde “hizmet” kavramının da eklenmesi ile inovasyon kavramı beş farklı başlık altında değerlendirilmektedir [1].

2.5. Ürün tasarımının firma performansına etkisi

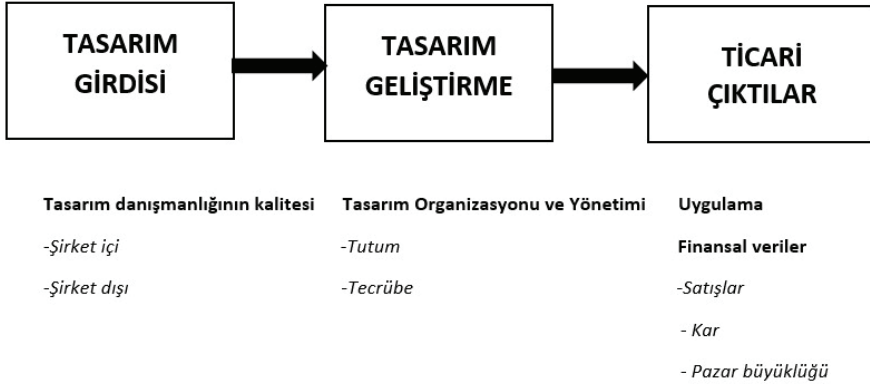
Bir işletme için ürün tasarım etkinliği, işletmenin bulunduğu sektöre göre değişiklik gösterse de günümüzde küresel pazarda yer almak ve rekabet edebilmek ülke ekonomisine katma değer sağlama adına önem arz etmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte, üretilen ürünlerin kaliteleri bir standarda oturtulunca, küresel pazarda fark yaratmanın yegâne unsuru tasarım olmuştur. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Avrupa’daki üretim firmalarının tasarım bütçelerini %8’den %20’ye yükseltmeleri, Ford’un 1990 yılından beri tasarıma ayırdığı bütçenin, eskiye göre iki katı miktarda olması [11; 12] bunu kanıtlar niteliktedir.

Üretim maliyetleri açısından değerlendirildiğinde, toplam üretim maliyetleri içinde etkisi sadece %5’ler düzeyinde kalan bir normal tasarım sürecinin, ürünün pazar değeri üzerindeki ölçülebilir etkisinin %70’lere vardığı gerçeği [1] ürün tasarımının, firmanın performansını ne ölçüde etkilediğini gözler önüne sermektedir.

Ürün tasarımının işletme performansı üzerinde etkisinin kapsamı geniştir. Bu kapsam süreç sonuçları, müşteri sonuçları, finansal sonuçlar ve direkt olmayan sonuçlar olarak dört başlıkta incelenebilir [2]. Süreç sonuçları zaman, kalite, maliyet kapsamında ele alınırken, müşteri sonuçları; müşterinin memnuniyeti bu memnuniyetin dolaylı olarak sağladığı sonuçlar olan pazar payının arttırılması, müşteri kârlılığı gibi sonuçlar olarak ele alınmaktadır. Finansal sonuçlar ise, işletmenin

nakit akışı, kârı, yatırımın geri dönüşü, hisse senedi fiyatı şeklinde tanımlanabilir. Süreç sonuçlarının zaman, kalite ve maliyete etkileri, müşteri sonuçlarını etkilemektedir, müşteri sonuçlarının çıktısı olan memnuniyet, kazanım, pazar payı, müşteri kârlılığı finansal sonuçları etkilemekte, dolayısıyla bu finansal sonuçlar kârlılık, nakit akışı, net satışlar gibi değerler hakkında doğru bilginin alınmasını sağlamaktadır.

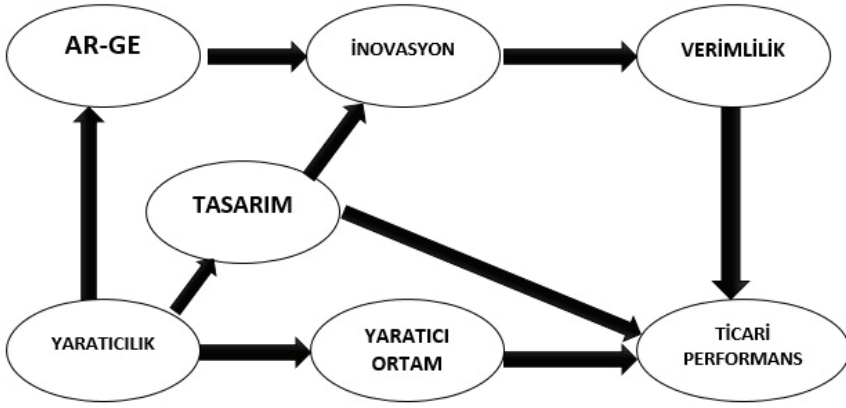
Tasarımın kalitesi, organizasyon ve yönetim olarak girdi kapsamında değerlendirilmekte, işletmenin başarı ölçütlerini yansıtan finansal veriler, uygulamalar ve maliyetler, tasarımın kalitesi, organizasyonu ve yönetimi ile şekillenerek çıktılara dönüşmektedir. Ticari çıktıların etkin şekilde yönetilmesi ve iyileştirilmesi durumu söz konusu olduğunda ise şekil 1'e göre tasarımın yönetilmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 1. Tasarımın Ticari Etkileri [13]

Şekil 2 [14] de ise inovasyon ve araştırma ve geliştirme (ar-ge)'nin ürün tasarım sürecinde, verimliliğe ve işletmenin ticari performansına hangi bağlantılarla katkı sağladığı görülmektedir. Şekil 2'de yedi ayrı bileşen (ar-ge, inovasyon, tasarım, verimlilik, yaratıcılık, yaratıcı ortam, ticari performans) ve bu bileşenlerin kendi aralarında bağlantılı

olduğu bileşen ya da bileşenler okla gösterilmiştir. Şekle göre inovasyon, tasarımıla bağlantılı olmakla birlikte ar-ge'nin de bağlantısını içermektedir. Ticari performansa giden bağlantının ise sadece tasarım ve yaratıcılıkla olabildiği kadar, ar-ge inovasyonla, tasarım ve verimlilik bağlantılarının birleşimiyle de sağlandığı görülmektedir.



Şekil 2. Firmanın Ticari Performansı Arasındaki Bağlantılar [14]

2.6. Firma performansında tasarım-verimlilik yaklaşımı

İşletme açısından çıktıların, girdilere oranı olarak tanımlanan verimlilik, bir diğer yaklaşımla tasarım girdilerinin çıktılarına ne oranda dönüştüğünü gösteren ölçüttür. Firma performansını ölçerken üretilen mal ve hizmetler çıktı değerini alırken, kullanılan kaynaklar ve maliyetler girdi olarak nitelendirilmektedir. İyi tasarımın firmanın verimliliğini arttırdığını gösteren birçok araştırmanın yanı sıra, verimliliği inovasyonla bağdaştırıp işletmenin performans analizini yapan da birçok çalışma bulunmaktadır [15; 16; 17; 18].

İnovasyon ve verimliliği bağdaştıran Griliches [15] 1965-1984 yılları arasında İngiliz endüstrisinde Ar-Ge'ye yapılan yatırımların yıllık %20-%25'inin geri döndüğünün sonuçlarına vararak, inovasyonun firma ve ulusal verimlilikteki büyüme için pozitif bir etkisi olduğunu kanıtlamıştır [15].

Walsh, Roy vd. [16] yaptıkları araştırmanın sonuçlarına göre ise inovasyon, üretim sürecini etkileyerek malzeme kullanımında fark edilir azalma ve üretimde enerji tasarrufu sağlayarak, verimliliği büyük ölçüde arttırmıştır [16]. Benzer bir diğer çalışma ise Hertenstein, Platt ve Veyerzer'in [17] 4 ayrı endüstriye yönelik 12 farklı firma performans faktörünün irdelendiği çalışmadır. Bu araştırmaya göre, dört sektörde de tasarımın niteliği arttıkça, firmanın verimliliği artmaktadır. Tasarım, verimlilik ve firma performansı ile pozitif bir ilişki içindedir [17].

İşletmenin başarısının ölçütü olan verimlilik, işletmenin yaptığı Ar-Ge çalışmalarının niteliğinin derecesine göre artıp ya da azalmaktadır [18]. İşletme Ar-Ge yatırıma ne kadar önem veriyorsa verimlilik o kadar artarken, Ar-Ge yatırımının zayıf olduğu bir işletmede verimlilik, aynı endüstride yatırımın fazla olduğu işletmeye göre azalmaktadır.

2.7. Firma performansında tasarım-karlılık yaklaşımı

Kârlılık işletmenin en önemli başarı ölçütlerinden biri olup, işletmenin var olma sebeplerinden biridir. Tasarım faktörünün satışları artırdığını gösteren veriler mevcut olmakla beraber, satışların artması, işletmenin finansal performansını etkileyen bir unsurdur fakat tek başına kârlılığı arttıran bir unsur değildir. Kârlılığın artması için işletmenin satışlarının, işletmenin giderlerine göre daha yüksek olması gerekmektedir [17].

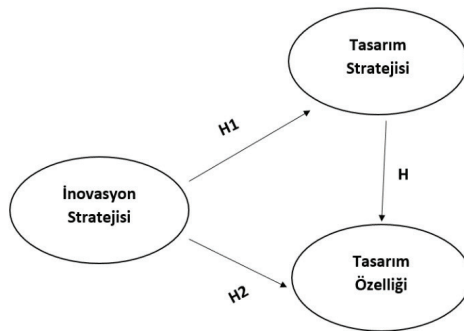
Yapılan çalışmalar, tasarımla işletmenin kârlılığı arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir [10;11;16;17;18]. Tasarımın önemi konusunda farkındalık sahibi olan firmalarla, bu olguyu önemsemeyen firmalar karşılaştırılarak, tasarımının önemini fark edip, ağırlık veren firmaların, yüksek kârlılık oranına sahip olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca tasarımın fiyat, talep, ürün maliyeti ve gelir? giderleri etkileyerek yüksek kâr oranı sağladığı ve bu firmaların yönetimde de daha başarılı olduğu gözlenmiştir [19].

Hertenstein vd.[17] dört farklı sanayide (mobilya, elektronik, bilgisayar, araç) yaptıkları çalışma on iki faktör üzerinden incelenmiştir, buna göre de iyi tasarım daha yüksek satış getirisi getirmektedir [17].

Bir başka çalışma Srivasta vd. [20] çalışmasıdır, bu çalışmaya göre tasarım firmanın pazar değerini belirleyerek, kârlılığı arttırmaktadır [20]. Guo [21] tarafından aynı endüstride ödül alan 577 tasarımla, ödül kazanmayan 524 tasarımın finansal performansının (satış, maliyet, kârlılık, büyüme hızı, pazar payı üzerinden) karşılaştırılması yapılarak; iyi tasarımın kârlılığı arttırdığı kadar, firmanın büyümesinde de katkısının olduğu kanıtlanmıştır [21] .

2.8. Firma performansında tasarım-inovasyon, ar-ge yaklaşımı

Tasarımda inovasyonun rekabette anahtar rolü oynadığı yapılan birçok çalışmada kanıtlanmaktadır [22; 23; 24; 25]. Inovasyon firma büyümesi ile pozitif bir ilişki içindedir, yükselen bir pazarda inovasyona ve tasarıma yaklaşım olumlu iken, küçülmekte olan pazarda bu yaklaşım olumsuzdur. Roy, Riedel ve Potter tarafından yapılan çalışmada [22] 42 endüstri firması ile yaptıkları görüşmelerde, 16'sının inovasyonun şirketlerinde büyük önem kapladığını, %73 oranında üretim maliyetlerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Hsu [23] tarafından yapılan araştırmada ise inovasyon stratejisinin, tasarım stratejisiyle ve tasarım özelliği ile pozitif bir ilişki içinde olduğu kanıtlanmıştır [23].



Şekil 3. Inovasyon İlişkileri [23]

Choi ve Williams [24] tarafından 897 firma üzerinden yapılan araştırmada inovasyon ve tasarımın, firmanın bulunduğu yerdeki koşullarına bağlı olarak geliştiğini, performansın da buna bağlı olduğunu kanıtlayan bir çalışma gerçekleştirilmiştir [24].

Tasarımda inovasyon firmanın teknolojiyi kullanma kapasitesine bağlı olarak gelişim göstermekte, Gao, Liu, Song, ve Zheng'in 315 firma bazında yapılan çalışmasına göre [25] teknoloji seviyesi arttıkça, inovasyon ve ar-ge çalışmalarına ayrılan zaman arttıkça rekabet edebilirlik artmakta, bunun sonucunda firmanın finansal performansı yükselmektedir. Firmanın sahip olduğu teknoloji kapasitesinin yapılan ar-ge ve inovasyonla pozitif bir ilişki içinde olduğu yapılan araştırma sonucunda bulunmuştur [25].

2.9. Firma performansında tasarım-müşteri memnuniyeti yaklaşımı

Literatürde tüketicinin bir ürünü diğerine göre tercih etme sebebinin arkasında yatan tasarım özelliklerinin, kullanıcı memnuniyeti ile paralel gittiğini gösteren birçok araştırma bulunmaktadır [13;16;17;18;22;26]. Firmalar performans geliştirme yolunda temelde iki yöntemle hareket etmektedirler, bunların birincisi pazar payını artırma yoluna gitmek, ikincisi ise müşteri kârlılığını arttırmaktır. Müşteri memnuniyeti ise bu iki yöntemde de önemli rol oynayan bir faktördür [26].

Müşteri memnuniyetinin sağlanması için tasarımın ürün performansı, güvenlik, kolay kullanım gibi kısa vadeli sonuçlar üzerinden ya da tasarımın dayanıklılık, uzun ömürlülük, servis ağı gibi uzun vadeli sonuçlar üzerinden ele alınması gerekmektedir. Diğer faktörler ise, marka değeri, pazar payı, müşteri geri bildirimleri, satın alma payının artışı, kalite değerlendirmeleri, yorumlar, net satışların satış sonrasındaki payı, tasarım tercih araştırmaları, müşteri başına düşen ürün sayısını arttırmak vb. sıralanabilir [13].

Araştırmalar tasarımın süreç sonuçlarının, ürün özelliklerinin müşteri memnuniyetini etkilediği, bu memnuniyetin tasarımın

inovatif olması, estetik, kullanışlı olması, işlevsel olması gibi işlevlerin iş birliği sonucuyla şekillendiğini göstermiştir. İyi tasarım, tasarımın niteliğini arttıran ürün özellikleri, müşterinin üründen beklentisini karşılamakta ve müşterinin memnuniyetini arttırmaktadır. Artan müşteri memnuniyeti firmanın pazar payını, kârlılığını, inovasyon ve ar-ge'ye yapılan yatırımı pozitif olarak etkilemektedir [26].

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Örneklem süreci

Araştırmada kullanılacak olan örneklem büyüklük bakımından kavramsal modeldeki değişkenlerin genelleştirilebilmesini mümkün kılacak şekilde seçilmiştir. 127 işletme anket sorularının tamamını cevaplamıştır. Geri dönüşüm oranı %24,2 civarındadır. Anketi cevaplayan firmaların; 44'ü endüstriyel makine (%34,66), 40'ı mobilya (%31,49), 43'ü otomotiv ana ve yan sanayi (%33,85) sektöründedir. Araştırmaya katılan işletmelerin faaliyet alanı, işletmenin türü, ölçeği, faaliyet yılları, çalışan sayıları, anketi cevaplayanların unvanlarının sayı ve yüzdelik dağılımlarına ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'e göre araştırmaya katılan işletmelerin %31,49'u mobilya sektöründen, %34,66'sı endüstriyel makine, %33,85'i otomotiv ve yan sanayi sektöründen oluşmaktadır. İşletmelerin %14,18'i limited olup, %85,82'si anonimdir. Çalışan sayısı 50'nin altında olan işletme sayısı %54,4 iken, 50'den fazla olan %45,6'dır. Anketi dolduran işletmelerin %33,10'u alanında yirmi seneden fazla faaliyet gösterirken, %69,9'unun faaliyet senesi yirmi seneden azdır. Anket cevaplayan kişilerin unvanlarına baktığımızda %21,25'inin genel müdür, %25,19'unun işletme müdürü, %36,22'sinin ise işletme sahibi tarafından cevaplandığı görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Genel Bilgiler

Faaliyette Bulunan Sektör	Sayı	Yüzde
Mobilya	40	31,49
Endüstriyel makine	44	34,66
Otomotiv ve Yan sanayi	43	33,85
Toplam	127	100

Çalışan sayısı	Sayı	Yüzde
0-9	-	-
10-50	69	54,4
51-200	58	45,6
200+	-	-
Toplam	127	100

Anketi Cevaplayanların Unvanları	Sayı	Yüzde
Genel Müdür	27	21,25
İşletme Müdürü	32	25,19
İşletme Sahibi	46	36,22
Diğer	22	17,34
Toplam	127	100

İşletme Türü	Sayı	Yüzde
Şahıs	-	-
Limited	27	14,18
Anonim	109	85,82
Toplam	127	100

3.2. Veri toplama aracının güvenliği

Araştırmanın anket formunda bulunan soruların güvenilirliğinin değerlendirilmesinde Cronbach Alfa katsayısından yararlanılmıştır. Cronbach alfa katsayısının 0.70'den büyük olması değerlendirmenin güvenilir olduğunu göstermektedir [27].

3.3. Araştırmanın analizi

Çalışma kapsamında elde edilen veriler değerlendirildiğinde (Tablo 2) %88,5 kabulle farklılaşmaya giden yolun tasarımdan geçtiği işletmeler tarafından kabul görülmektedir, %80,1 yüzdelik oranla tasarımın müşteri taleplerine göre şekillenir önermesinin ikinci sırada olması, tasarımda farklılaşmaya giden yolun müşteri taleplerini göz önüne alarak değerlendirilebilmesi sonucu çıkarılabilir. Tasarımın problem çözmesi önermesi üçüncü, firmanın imajına katkı sağlaması %69 oranla dördüncü sırada yer almaktadır. Bu durum, tasarımda yaratılan farkın, işletmenin imajına da katkı sağladığı ankete katılan işletmeler tarafından anlaşıldığını gözler önüne sermektedir. En düşük oranı %44'le endüstriyel tasarım rakipleri kopyalamaktır önermesi almıştır (Tablo 2, E2). Bu sonuca göre işletmeler tarafından rekabete giden yolun tasarım kopyalamaktan geçmediği, bu yolun tasarımda farklılaşma olarak tanımlandığı sonuçların bütününden anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Endüstriyel Tasarım Tanım Analiz Sonuçları

A.Endüstriyel Tasarım Tanımı	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılmıyorum	Fikrim Yok
E1.Endüstriyel tasarım problem çözer.	%35	%37	%15	%13	-
E2.Endüstriyel tasarım rakipleri kopyalamaktır.	%7	%37	%45	%11	-
E3.Endüstriyel tasarım pazar payını artırır.	%12,3	%38,5	%34,9	%12,3	%2
E4.Endüstriyel tasarım maliyeti azaltır.	%23,1	%30,4	%35,5	%9,7	%1,3
E5.Endüstriyel tasarım dış görünüşüdür.	%26	%42,1	%27,7	%4,2	-
E6.Endüstriyel tasarım müşteri taleplerine göre şekillenir.	%34,3	%45,8	%15,4	%4,5	-
E7.Endüstriyel tasarım üretimde sıkıntıları giderir.	%11,9	%34,6	%36,8	%16,7	-
E8.Endüstriyel tasarım fark yaratır	%56,8	%31,7	%11,5	-	-
E9.Endüstriyel tasarım gereksizdir.	-	%3,1	%4,2	%45,4	%47,3
E10.Endüstriyel tasarım firma imajına katkı sağlar	%31,8	%37,3	%24,8	%6,1	-

Tablo 3'te verilen firmaların endüstriyel ürün tasarımında önem verdikleri ölçütlere bakıldığında (Kesinlikle Katılıyorum + Katılıyorum) %88,9 yüzdelik oranıyla ürün tasarımında maliyetin göz önünde bulundurulduğu en önemli faktör olduğu ortaya çıkmaktadır (Tablo 3, B2). %88,8 oranla hemen arkasından gelen satılabilirliği, maliyetle birlikte bütünleştirildiğinde az maliyetle, çok satılan ürün yapma kısıtası işletmelerin sektör gözetmeksizin en önemli hedeflerinin arasında

yer aldığı sonucu çıkarılabilir (Tablo 3; B4). İhracat potansiyelinin önemli bir yüzde alması, işletmenin rakiplerine karşı üstünlüğüne giden yolun işletmenin ihracat potansiyelini arttırması olarak değerlendirilebilir. Tasarımın tanımı sorusunda olduğu gibi bu soruda da müşteri taleplerinin öne çıkması bu faktörün işletmeler için tasarımı ne kadar öne çıktığını göstermesi bakımından önemlidir. İnovasyon ve geri dönüşümle ilgili yüzdelerin düşük çıkması, işletmeler tarafından bu konuda bir farkındalığın oluşmaması olarak yorumlanabilir.

Tablo 3. Ürün Tasarımında Önem Analiz Sonuçları

B. Ürün Tasarımında Önem	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılmıyorum	Fikrim Yok
B1.Ürün tasarımında malzeme seçimi önemlidir.	%32,6	%34,7	%12,3	%20,4	-
B2.Ürün tasarımında maliyet önemlidir.	%37,8	%51,10	%11,1	-	-
B3.Ürün tasarımında üretime uygunluk önemlidir.	%23,6	%43,1	%30,3	-	-
B4.Ürün tasarımında satılabilirlik önemlidir.	%45,6	%43,2	%11,2	-	-
B5.Ürün tasarımında müşteri talepleri önemlidir	%31,5	%43,9	%21,3	%3,3	-
B6.Ürün tasarımında rakiplere üstünlük önemlidir.	%45,9	%38,6	%14,6	%0,9	%
B7.Ürün tasarımında inovasyon (yenilik) önemlidir.	%23,7	%34,2	%36,9	%2,2	%3
B8.Ürün tasarımında ihracat potansiyeli önemlidir.	%34,7	%53,8	%10,2	%1,3	-
B9.Ürün tasarımında basitlik önemlidir.	%21,7	%24,9	%34,5	%13,4	%5,5
B10.Ürün tasarımında geri dönüşüm önemlidir.	%18,7	%39,6	%37,6	%3,2	%0,9

Tablo 4. İşletme Başarı Ölçütleri Analiz Sonuçları

C.İşletme Başarı Ölçütleri	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılmıyorum	Fikrim Yok
C1.Tasarım işletmenin karlılığı üzerinde etkilidir	%50,2	%34,5	%13,3	%2	-
C2.Tasarım işletmenin verimliliği üzerinde etkilidir.	%37,8	%31,7	%23,3	%7,2	-
C3.Tasarım işletmenin ekonomikliği üzerinde etkilidir.	%45	%32,3	%11,4	%11,3	-
C4.Tasarım işletmenin etkinliği üzerinde etkilidir.	%23,6	%34,7	%36,8	%4,9	-

Tablo 4’de verilen işletme başarı ölçütleri değerlendirildiğinde tasarımı dört başarı ölçütünün de işletmeler tarafından önem arz ettiği her birinin (Kesinlikle Katılıyorum + Katılıyorum) yüzdelerinin elliden fazla olması ile açıklanabilir. En fazla yüzdeyi %84,7 (Kesinlikle Katılıyorum + Katılıyorum) payla tasarımı işletmenin kârlılığını etkilediği önerme kapsamaktadır? . Bunu ekonomikliği ve verimliliği üzerindeki etkileri takip etmektedir. En düşük yüzdeyi ise %58,3 (Kesinlikle Katılıyorum + Katılıyorum) oranla tasarımı işletmenin

üzerindeki etkinliği önermesi almaktadır. Tüm başarı ölçütlerinin tasarımıyla bağlantısının yüksek çıkması, işletmelerin başarıya giden yolun tasarımıyla oluştuğunu anlamalarının yatmakta olduğu sonucu çıkarılabilir (Tablo 4).

Tasarım ve işletme performans göstergeleri arasındaki ilişkilere yönelik elde edilen sonuçlar Tablo 5’te verilmiştir. Bu sonuçlara göre, en fazlaya yüzdeye sahip (Kesinlikle Katılıyorum + Katılıyorum) önerme %84 ile tasarım rekabet edebilirlikte etkilidir şeklindedir (Tablo 5). Bu sonuca göre rekabet edebilirlik düzeyi artınca, pazar payı, satış ve kârlılığın da arttığı sonucunu çıkarmak mümkündür. Literatürde elde edilen bu sonucu destekleyen benzer çalışmalar da bulunmaktadır [15; 16; 17; 18; 19; 20; 21]. Müşteri memnuniyetinin önemi bu soruda da ilk beş faktörün arasına girmiştir. Buna göre işletmenin finansal performansında müşteri memnuniyetinin önemli olduğunun sonucu ortaya konulabilmektedir.

Tablo 5. İşletme Performansı Analiz Sonuçları

D.İşletme Performansı	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılmıyorum	Fikrim Yok
D1.Tasarım pazar payındaki artışta etkilidir.	%34,2	%42	%16,8	%7	-
D2.Tasarım satışların artmasında etkilidir.	%32,1	%45,7	%12,6	%9,6	-
D3.Tasarım ihracat payının artışında etkilidir.	%31	%23	%25,4	%10	%10,6
D4.Tasarım ürün kalitesinin artışında etkilidir.	%23,6	%32,3	%28,9	%15,2	-
D5.Tasarım verimlilik artışında etkilidir.	%34,8	%39,3	%25,9	-	-
D6.Tasarım karlılığın artışında etkilidir.	%45,6	%32,3	%11,6	%10,5	-
D7.Tasarım müşteri memnuniyetinde etkilidir.	%34,9	%45,7	%10,3	%9,1	-
D8.Tasarım rekabet edebilirlikte etkilidir.	%41,7	%42,3	%12,8	%3,2	-

Tablo 6, araştırma anketinin tasarımın işletmenin stratejik kararlarındaki yerinin önemini ve rakamsal tespitini ölçmek için sorulan bölümünün sonuçlarını göstermektedir. Tablo 6 değerlendirildiğinde en yüksek yüzdenin (Kesinlikle Katılıyorum + Katılıyorum) %84,7 ile “İşletme Sahibinin Kararının Önemi” olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6, E6). Elde edilen bu veri doğrultusunda anketi cevaplayan işletmelerin çoğunun aile şirketi olduğu ve dolayısıyla kurumsallaşma sürecine girememelerinden kaynaklanmış olabileceği sonucunu çıkarmak mümkündür. Rakiplerinin faaliyetleri, işletmenin kararlarında

(Kesinlikle Katılıyorum + Katılıyorum) %77,9 oranında etkili olduğu anket sonucuna göre çıkmıştır (Tablo 6, E4). Pazar dinamikleri ve işletmenin geçmişi karar almada sıralamanın diğer önermeleridir. En düşük önerme % 41,4 oranıyla tasarımın işletme kararlarında etkili olduğu önermedir (Tablo 6, E1). Bu önermenin diğer önermelere göre oldukça düşük çıkması, ankete katılan işletmelerin tasarımı karar almada stratejik bir unsur olarak kullanmamalarının sonucu olarak değerlendirilebilir.

Tablo 6. İşletme Kararları Analiz Sonuçları

E.İşletme Kararları	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılmıyorum	Fikrim Yok
E1.İşletme kararlarında tasarım önemlidir.	%9,4	%32	%42	%13,5	%3,1
E2.İşletme kararlarında işletmenin geçmişi önemlidir.	%32	%34	%23,7	%10,3	-
E3.İşletme kararlarında pazar dinamikleri önemlidir.	%34,8	%39,3	%25,9	-	-
E4.İşletme kararlarında rakiplerin faaliyetleri önemlidir.	%45,6	%32,3	%11,6	%10,5	-
E5. İşletme kararlarında müşteri beklentileri önemlidir.	%23,6	%32,3	%28,9	%15,2	-
E6. İşletme kararlarında işletme sahibinin kararı önemlidir.	%50,2	%34,5	%13,3	%2	-

Araştırma anketinin son bölüm soruları tasarımın işletmenin rekabet düzeyini belirlemedeki rolünü ölçen soruları ölçmek için sorulmuştur. İçerisinde 3 alt maddeden oluşan sorunun yüzdelik dilimleri Tablo 7 de belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre, en fazlaya yüzdeye sahip önerme (Kesinlikle Katılıyorum + Katılıyorum) %84,5 ile ar-ge faaliyetleri içinde yeni teknolojiler geliştirmenin büyük pay vardır önermesidir (Tablo 7, F2). Bu önermenin yüksek çıkması ankete katılan işletmelerin bir kısmının faaliyet alanının otomotiv ve yan sanayi, endüstriyel makine olmasından kaynaklı olabilmektedir. Tasarımda inovasyonun rekabet edebilirlikte %46,5 oranında kalması, işletmelerde inovasyon ve ar-ge kültürünün gelişmediğini göstermektedir (Tablo 7, F3). Küresel rekabet edebilirlik raporunda da Türkiye'nin inovasyon ve ar-ge kapasitesinin ortalamanın altında çıkması, bu fikri doğrular niteliktedir.

Tablo 7. Rekabet Edebilirlik Analiz Sonuçları

F.Rekabet Edebilirlik	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılmıyorum	Fikrim Yok
F1.Ar-ge faaliyetleri içinde tasarımın büyük payı vardır.	%23,6	%32,3	%28,9	%15,2	-
F2.Ar-ge faaliyetleri içinde yeni teknolojiler geliştirmenin büyük payı vardır.	%45,9	%38,6	%14,6	%0,9	-
F3.Tasarımda inovasyon rekabet edebilirlikte önemlidir.	%11,9	%34,6	%36,8	%16,7	-

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada mobilya, otomotiv ana/yan sanayi, endüstriyel makine sektörlerinde tasarımın, işletme performansı ve işletmenin başarı ölçütleri olan etkinlik, verimlilik, kârlılık, ekonomiklik üzerinde etkisi araştırılmıştır. Sürekli genişleyen, değişen ve sınırsızlaşmaya doğru giden müşteri talep ve isteklerini karşılamaya çalışan işletmeler, zorlu rekabet koşullarında, rakipleri karşısında üstünlüğü sağlamak, yeniliği yakalamak, işletmelerinin performansını arttırmak için çeşitli stratejiler geliştirmeye başlamışlardır. Tasarımla rekabette bu stratejilerin etkisi olduğu literatür araştırmalarında da görülmektedir [12; 15; 16; 17; 18;19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26;].

Literatürde rekabet edebilirlik analizlerine bakıldığında, bu rekabet içinde değişime ayak uyduramayan işletmelerin yok olma kaçınılmazlığı, tasarımı stratejik bir unsur olarak kullanılmayı adeta zorunlu hâle getirmektedir. İşletmeleri tasarım doğrultusunda yapılandırmak ve karar verme sürecinde işletmelerin bu unsur doğrultusunda adım atmalarını sağlamak farklılaşmaya giden yolda önemli bir adım olmaktadır.

Yapılan bu çalışma kapsamında tasarımın işletme verilerindeki rolünü değerlendirmek, yerinin ne olduğunu belirlemek için altı boyut ve kırk bir alt boyuttan oluşan ölçek geliştirilmiştir.

Tasarımın işletme performansına etkisini ölçmek araştırmanın temel amacıdır. Literatürde de işletme performansına etkisini araştıran çalışmalarda verimliliğin, kârlılığın ve ekonomikliğin tasarımla ilişkili olduğu ifade edilmektedir [15; 16; 17; 18]. Bu açıdan araştırmanın

temeli olan tasarımın işletme başarısını pozitif olarak etkilediğinin kabul edilmesi ile yapılan araştırma ve ilgili literatürün birbirini destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

İşletmeye özgü yeteneklere dayalı bir tasarım stratejisi, rekabet üstünlüğü elde etmede oldukça önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. İşletmeler kendi pazar hedefleri ve beklentileri doğrultusunda rekabet üstünlüğü sağlayabilmek için pazarın gereksinimlerini ve tasarım yeteneklerini birleştirerek karar almaları gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında mobilya, endüstriyel makine ve otomotiv ana/yan sanayi faaliyetlerinde etkinlik gösteren işletmeler %88,5 sıklıkla endüstriyel tasarımın fark yarattığını kabul etmektedirler. %88,9 sıklıkla üretim kararlarında maliyetin en önemli faktör olduğu, %84 sıklıkla tasarımın rekabette stratejik bir unsur olduğu, %84,7 sıklıkta tasarımın kârlılığı arttırdığı/tasarımın kârlılığının arttığı bulunan sonuçlar arasındadır. Stratejik karar almada işletme sahibinin kararı %84,7 sıklıkla en önemli faktör olarak ortaya çıkmıştır, bu durum araştırma konusu olan işletmelerin kurumsallaşamadıklarını göstermektedir. Yapılan bu araştırma sadece mobilya, endüstriyel makine, otomotiv ana/yan sanayi alanlarında faaliyet gösteren işletmeler kapsamında uygulanmıştır. Çalışma bu açıdan değerlendirildiğinde elde edilen sonuçların, daha büyük ölçekli işletmelerle yapılan/yapılacak araştırmalarda farklı sonuçlar tespit edilebilir. Öte yandan araştırmada elde edilen bu bulguların farklı sektörlerde tasarım ve üretim faaliyeti gösteren işletmeler için geçerliliği bulunmamaktadır. Bununla birlikte, bu araştırma farklı sektörlerde faaliyet gösteren diğer işletmeler üzerinde benzer araştırmanın gerçekleştirilmesi bakımından rehber niteliği taşıyabilir.

Yapılan araştırmanın sonuçlarına göre Türkiye’de tasarım ve üretim faaliyeti gösteren işletmelerin ar-ge ve tasarım arasındaki ilişkileri bir hayli zayıftır. İşletmelerde ar-ge faaliyetlerine karşı ciddi bir duyarlılığın oluşturulması son derece önemlidir. Bunun için işletmelerin ar-ge teşviklerinden yararlanmayı sağlanmanın yoluna gitmek bir çözüm olabilir. Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçların genel bir

değerlendirilmesi yapıldığında, endüstriyel ürün tasarımıyla işletme performansını artırmanın yolu tasarımda küresel ve yerel rekabet düzeyinin yükseltilmesi ile mümkün olabileceği söylenebilir. Küresel anlamda rekabet edilebilirliğin şartının da yüksek katma değerli ürün tasarlamak olduğu açıktır.

İşletmeler için rekabete giden yolda yüksek katma değerli ürün tasarlanmanın koşulu da inovasyon ve ar-ge faaliyetlerinin işletmelere entegre edilmesidir. İnovasyon ve ar-ge faaliyetlerinin entegre edilmesinin koşulu da endüstriyel tasarım bilincinin işletmede gelişmesiyle mümkündür.

5. Kaynaklar

- [1] Gürsu, H. Sahi, inovasyon neden bize bu kadar uzak? İstanbul: Destek Yayınları. (2014).
- [2] Terhi, H. Hytönen, J. & Lammi, M. Modelling The Strategic Impacts of Design in Business., (s. 70). (2005).
- [3] Caldecote, V. Investment in New Product Development. Journal of Royal Society of Arts. (1979).
- [4] Hollins, & Hollins. Total Design. İngiltere. (1991).
- [5] Bruce, M. & Bessant. Design in Business. Financial Times. (2002).
- [6] Küçükerman, P. Ö. 100 Adımda Endüstri için Ürün Tasarlamak. İstanbul: Tofaş Türk Otomotiv Fabrikası A.Ş. (2014).
- [7] T.C Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. Küresel Rekabetçilik Raporu. Ankara: RY-KGM- Ekonomik Analiz ve Değerlendirme Dairesi. (2014-2015).
- [8] Porter, M. E. The Competitive Advantage of Nations. Harward Business Review, 73-93. (1990).
- [9] Onur, M. Ülkesel Tasarım Stratejilerinin Oluşturulmasında Tasarım Konseylelerinin Rolü Ve Önemi. Ankara. (2011).
- [10] Schumpeter, Joseph A., 1883-1950. Capitalism, Socialism, and Democracy. New York Harper & Row, (1962).
- [11] BusinessWeek. “Designer Cars”. BusinessWeek, 56-61. (2004).
- [12] Economist, T. “Designer Angst”. *The Economist*, 71-72. (1995).
- [13] Potter S. and Walsh, Design Teams on the Rails. In Design Management Journal, Fall, pp. 55-60. (1991).

- [14] Creativity, Design and Business Performance. DTI Economic Papers, s. 22, (2005).
- [15] Griffiths, D. Responding to the Economic Downturn. DMI. (2002).
- [16] Walsh, V., Roy, R., & Bruce, M. Competitive by Design. Journal of Marketing Management, 201-216. (1988).
- [17] Hertenstein, J. H., Platt, M. B., & Veryzer, R. W. The Impact of Industrial Design Effectiveness on Corporate Financial Performance. Journal of Product Innovation Management, 22(3), (2005).
- [18] Motohashi, K. Innovation Strategy and Business Performance of Japanese. (1998).
- [19] Walsh, Roy, Bruce, & Potter Wining by Design. Oxford: Blackwell. (1992).
- [20] Sarasvathy, S. D. Making It Happen: Beyond Theories of the Firm to Theories of Firm Design. Entrepreneurship Theory and Practice. (2004).
- [21] Guo, L. Product Design and Financial Performance. The Design Management Institute. (2010).
- [22] Riedel, J., Roy, R., & Potter, S. Design and Market Position-Mapping The Market with The Madrid Market Map. International Product Development Management Conference. Hamburg, Germany. (2008).
- [23] Hsu, Y. Comparative Study of Product Design Strategy and Related Design Issues. Journal of Engineering Design, 357-370. (2006).
- [24] Choi, Lee, Williams. Innovation and Firm Performance in Korea and China: a cross-context test of mainstream theories. Economics, Computer Science, 25, 423-444, (2013).
- [25] Gao, Y., Liu, Z., Song, S., & Zheng, J. Technological Capacity, Product Position, and Firm Competitiveness. The Chinese Economy, 46(1), 55-74. (2013).
- [26] Keller, K.L. and Aaker, D.A. The Effects of Sequential Introduction of Brand Extensions. Journal of Marketing Research, 29, 35-50. (1992).
- [27] Ma, B., Ed, O., Na, B. A Review on Sample Size Determination for Cronbach's Alpha Test: A Simple Guide for Researchers. Malays J Med Sci. 2018 Nov;25(6):85-99. (2018).

Türkiye’deki Sürdürülebilir Yükseköğretim Yapılarının Etkin Kaynak Yönetimi Kapsamında Değerlendirilmesi¹

Melisa UYGUN UGUTMEN^{1*}, Gözde ÇAKIR KIASIF²

^{1, 2} Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

¹ ORCID ID: [orcid.org/ 0000-0002-5009-2009](https://orcid.org/0000-0002-5009-2009)

² ORCID ID: [orcid.org/ 0000-0002-7734-4990](https://orcid.org/0000-0002-7734-4990)

Geliş Tarihi: 23.01.2020

***Sorumlu Yazar e mail:** gozdecakir@halic.edu.tr

Kabul Tarihi: 04.03.2020

Atıf/Citation: Uygun Ugutmen, M. ve Çakır Kiasif, G. “Türkiye’deki Sürdürülebilir Yükseköğretim Yapılarının Etkin Kaynak Yönetimi Kapsamında Değerlendirilmesi”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2020, 3/1: 109-137.

Araştırma Makalesi/ Research Article

Özet

19.yüzyılın sonlarında sanayi devriminin etkisi ve 2000’li yıllarda küreselleşmenin hız kazanmasıyla birlikte doğal kaynakların kontrolsüzce kullanımı çevresel felaketlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu durum ile mücadele etmek için yapı endüstrisi sürdürülebilir yapı teknolojilerini benimsemeye başlamıştır. Çalışma kapsamında Türkiye’deki yükseköğretim yapılarının etkin kaynak kullanımı ile kalkınma adına ciddi faydalar sağlayabileceğinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Kaynaklarını etkin kullanabilen eğitim yapılarında öğrenim gören öğrencilerde sürdürülebilirlik bilincinin oluşturulabileceği öngörülmektedir. Çalışma kapsamında Türkiye’nin farklı bölgelerinde yer alan dokuz adet yükseköğretim yapısı ele alınmıştır. Bu yapılar; Yeditepe Üniversitesi, Uşak Üniversitesi 1 Eylül Kampüsü Merkezi Derslik Bloğu, Piri Reis Üniversitesi, Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası, Özyeğin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Öğrenci Merkezi, Uludağ Üniversitesi Devlet Konservatuarı, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Öğrenci Konukevi Yapıları, Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, ve İzmir Ekonomi Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesidir. Çalışmada yöntem olarak alanyazın taraması yapılmış, çalışmadaki birçok üniversiteye gidilip yerinde tetkikler gerçekleştirilmiş, konu ile ilgili uzman kişilerle görüşülmüştür. Suyun, malzemenin ve enerjinin hangi yöntem ve uygulamalarla binalarda etkin olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Etkin kaynak yönetimi, Eğitim yapıları.

¹ Bu makale Melisa Uygun’un Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Assessment of Worker Attitudes in Regards To Occupational Health and Safety in Construction Projects in Turkey

Abstract

With the effect of the Industrial Revolution in the late 19th century and the acceleration of globalization in the 2000s, the uncontrolled use of natural resources has caused the emergence of environmental disasters. To combat this situation, the building industry has started to adopt sustainable construction technologies. The scope of our study aims to display the great benefit to our progress with the effective use of the source of structures of higher education. It is anticipated that the students who are educated at the institutions of education, which can use their resources effectively, are seen tended to form the consciousness of sustainability. Under the study, four higher education structures in different regions of Turkey were discussed. These structures are; Yeditepe University, Uşak University September 1 Campus Center Classroom Block, Piri Reis University, Namık Kemal University Faculty of Medicine Morphology Building, Özyeğin University Faculty of Engineering and Student Center, Uludağ University State Conservatory, TOBB Economy and Technology University Student Guesthouse Structures, Sabancı University Nanotechnology Research and Application Center and İzmir University of Economics Faculty of Fine Arts and Design. In this study, literature review was applied as a method, many universities in the study were visited and on-site examinations were carried out, experts of the related area were interviewed. With which methods and technics that water, material and energy can be used efficiently in buildings are put forward.

Keywords: Sustainability, Efficient resource management, Education structures.

1. Giriş

Günümüzde küresel ısınma, buzulların erimesi, biyoçeşitliliğin azalması, su kaynaklarının yıpranması, ormansızlaşma gibi çevresel felaketler nedeniyle dünyanın ekolojik dengesi bozulmuştur. Küreselleşme ile dünya genelinde meydana gelen enerji, malzeme ve su krizlerinin baş sorumlulardan biri olarak görülen yapı sektörü, üzerine düşen sorumluluğu yerine getirerek kaynaklarını etkin kullanabilen yapılar inşa etmeye başlamıştır [1]. Çalışma kapsamında Türkiye'deki

yükseköğretim yapıları kaynak yönetimi kapsamında ele alınacaktır. Sürdürülebilir bir kaynak yönetimi enerjinin, suyun ve malzemenin etkin kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Enerjinin etkin kullanımında doğalgaz, petrol, kömür gibi enerji kaynaklarının çevreye zarar vermesi ve sınırlı oranda olmaları nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı büyük önem arz etmektedir. Malzemenin etkin kullanımı ise, yapıların uygun bir şekilde boyutlandırılıp malzemele- rin titizlikle seçilmesi ile mümkün olmaktadır. Geri dönüşüm teknolojileri ve mevcut strüktür rehabilitasyonu ile ciddi malzeme tasarrufları elde edilmektedir. Dünyada belirli bir oranda olan ve arttırılamayan su kaynaklarının yapılarda etkin bir biçimde kullanılması ise yağmur sularının, gri suların değerlendirilmesi, su etkin ekipman tercihi ve peyzaj alanlarının etkin sulanması ile mümkün olmaktadır [2].

Dünya genelindeki toplam enerji tüketiminde ilk sıralarda yer alan ve yaşanan enerji krizlerinde başrolü üstlenen yapı sektörü, hasarlarını telafi edebilmek için sürdürülebilir ve enerji etkin yapı sistemlerine yönelmiştir.

1.1. Çalışmanın amacı

Kaynakları etkin kullanabilen yükseköğretim yapıları hiç şüphesiz ki diğer standart yükseköğretim yapılarına göre ülke kalkınması için çok daha faydalıdır. Çalışmadaki amaç, Türkiye’deki yükseköğretim yapılarının hangi teknoloji ve uygulamalarla kaynaklarını etkin olarak kullanabileceğini ortaya koymaktır. Ayrıca kaynakları etkin kullanabilen yapıların klasik yöntemlerle inşa edilmiş yapılar için örnek teşkil etmesi öngörülmektedir.

1.2. Çalışmanın kapsamı ve yöntemi

Türkiye’de artan genç nüfus ve okuma yazma oranının artması ile birlikte birçok eğitim yapısı inşa edilmektedir. Bu yapıların sürdürülebilir nitelikler taşıması ülke kalkınması adına büyük önem taşımaktadır.

Yükseköğretim yapılarının LEED ve BREEAM gibi sürdürülebilir sertifika sistemlerine sahip olması kaynakların etkin kullanımı adına büyük önem taşımaktadır. Bu sertifika sistemleri ile yapılar daha tı-tiz, kontrollü ve ölçümlere dayalı olarak inşa edilmektedir. Ancak sürdürülebilirlikte tek gösterge hiç şüphesiz ki sertifikalar değildir. Türkiye’de sertifikasız ancak sürdürülebilir yapıml ilkeleriyle inşa edilen birçok yükseköğretim yapısı bulunmaktadır. Çalışma kapsamında Türkiye’nin farklı bölgelerinden sürdürülebilir tasarım ilkeleriyle inşa edilmiş dokuz adet yükseköğretim yapısına yer verilecektir. Ele alınan yapıların hangi teknoloji ve uygulamalarla kaynakları etkin kullandığı ortaya konulacak ve elde edilen veriler üzerinden genel bir durum tespiti yapılacaktır. Çalışmada yöntem olarak alanyazın taraması yapılmıştır. Konu ile ilgili alan indeksli, uluslararası ve ulusal hakemli birçok dergi taranmıştır. Doktora ve yüksek lisans tezleri ulusal tez merkezinin resmi internet sitesinden temin edilmiştir. Uluslararası-ulusal birçok kongre ve sempozyumdaki sunulan bildiriler incelenmiştir. Çalışmada ele alınan birçok üniversiteye gidilip yerinde tetkikler yapılmış, öğrenciler ve konuyla ilgili uzman kişilerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

2. Kuramsal Çerçeve: Türkiye’deki Yükseköğretim Yapılarında Etkin Kaynak Yönetimi

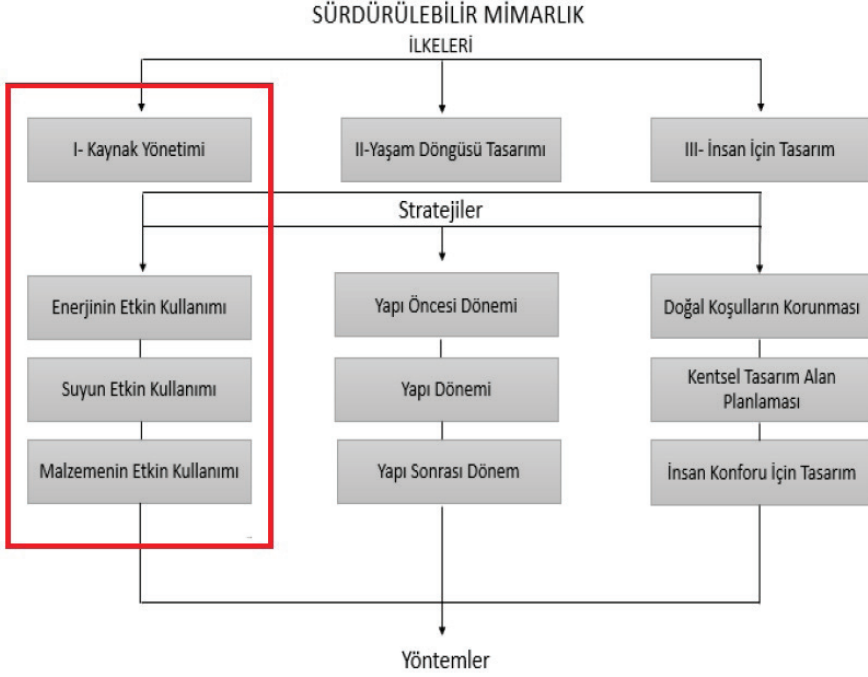
Yükseköğretim kurumları gerek çalışanları, gerekse öğrencileriyle oldukça kalabalık bir nüfusa sahiptir. Birçok binayı, otopark alanını, yeme-içme birimlerini ve yeşil alanları bünyesinde barındırabilen kampüsler, bulunduğu yere sağladığı faydalar yanında negatif etkiler de yaratabilmektedir. Bu nedenle, yükseköğretim kurumlarının sürdürülebilir olmaları, hem kendi kirletici unsurlarını azaltmak açısından, hem de topluma öncülük etme ve örnek olma açısından son derece önemlidir. Gün boyu çok sayıda ve farklı kullanıcı tarafından kullanılan yükseköğretim yerleşkelerinde; bina sayısı, kullanıcı sayısı, arazi kullanımı gibi etkenlere bağlı olarak hammadde, su, enerji ve yakıt

tüketimi oldukça fazladır. Bu nedenle, yükseköğretim kurumlarında kaynakların etkin kullanımı son derece önem arz etmektedir [3].

2.1. Sürdürülebilirlik ve kaynakların etkin kullanımı

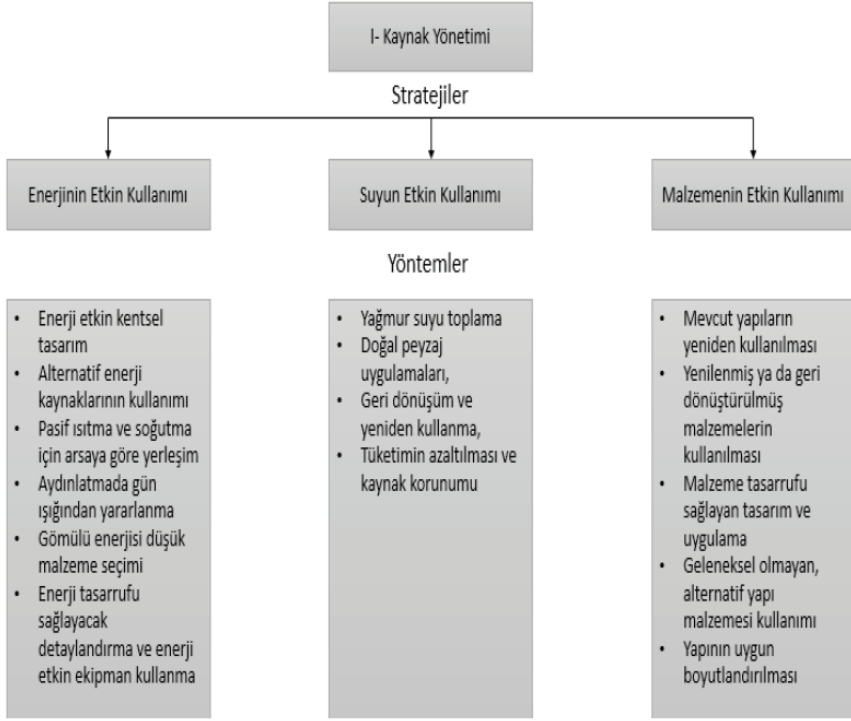
Sürdürülebilirlik, Latince kökü “subtenir”, yani “ korumak” anlamına gelmektedir. [4] Toplumun, ekosistemin ya da devamlılığı olan herhangi bir sistemin, temel kaynakların tükenmesini engelleyerek, gelecek zamana dek işlerliğini devam ettirmesi, sürdürülebilirlik olarak tanımlanabilir [5]. Sürdürülebilir kalkınma kavramı, ekonomi, toplum ve çevre kavramları arasında inşa edilmek istenen dengenin, yeni bir ifade şekli olarak ortaya çıkmıştır. Bu ifadenin, ilk olarak Uluslararası Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUNC) aracılığıyla gerçekleştirilen “Dünya Koruma Stratejisi” adlı raporda ele alındığı görülmüştür. Sürdürülebilirlik kavramı, Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonunca hazırlandığı ve 1987 tarihinde açıklanan “Ortak Geleceğimiz” adlı raporla tüm dünyaya yayılmaya başlamıştır [6].

Sürdürülebilir mimarlık ise mevcut şartlar altında ve varlığını sürdürdüğü her dönemde, nesilden nesle aktarımı önemseyerek öncelikle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını gözetin; çevre ile dost, güneşi, suyu, rüzgârı ve içinde bulunduğu tüm alanı etkili biçimde değerlendiren; insanların, sağlık ve yaşam standartlarını güvence altına alan yapısal tasarımların tümüdür (Şekil 1). Yani, insanların barınma ihtiyaçlarını, mevcut olan doğal çevrenin varlığını ve devamlılığını tehlikeye atmadan inşa etmektir. Yapıların yaşam döngüsünde yani ham maddenin çıkarılmasından başlayarak işlenmesi, nakliyesi, yapıların inşası, kullanımı ve yıkımına kadarki tüm süreçlerde sürdürülebilir uygulamalar benimsenmektedir [27].



Şekil 1. Sürdürülebilir Mimarlık İlke, Strateji ve Yöntemler [7]

Bir yapıyı oluşturmak üzere kullanılan kaynaklar başka bir deyişle girdiler, işlevini tamamladıktan sonra çıktıları oluşturmaktadır. Yapım süresince girdileri ve çıktıları oluşturan ham madde ve/veya ürünlerde sürekli bir akış söz konusudur. Yapı yaşam döngüsünde faydalı ömrünü tamamladıktan sonra yıkım ile ortaya çıkan atıklar, bertaraf edilmekte ya da uygun malzemeler ve bileşenler olarak kaynak oluşturmak üzere geri dönüştürülmektedir [8]. Kaynak yönetimi, başka bir deyişle kaynakların etkin kullanımı yapıların tüm yaşam döngüleri boyunca enerjiyi, suyu ve malzemeyi verimli bir şekilde kullanma esasına dayanmaktadır. Şekil 2’de hangi yöntemler ile kaynakların etkinliğinin sağlanabileceği gösterilmiştir.



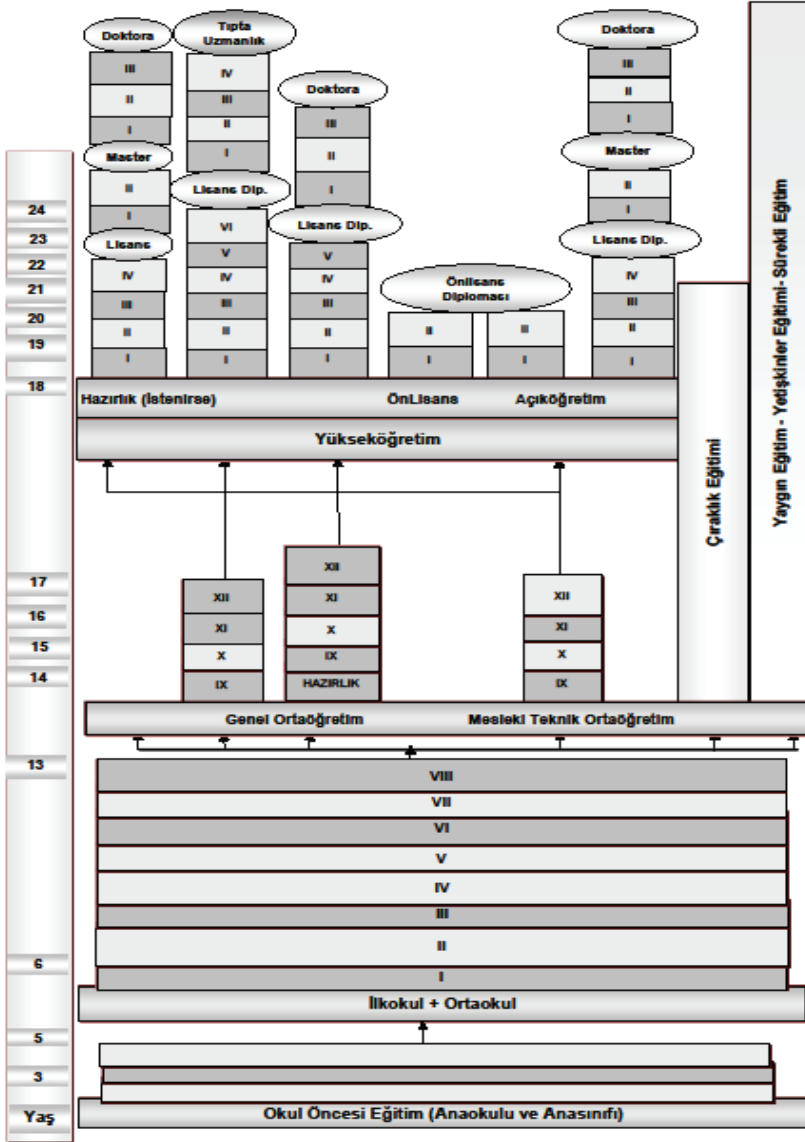
Şekil 2. Kaynak Yönetimi Kapsamında Stratejiler ve Yöntemler [7]

2.2. Türk milli eğitim sistemi, yükseköğretim kurumları ve üniversiteler

Yükseköğretim Kurumları, bilim dallarının öğretildiği, araştırıldığı ve tartışılıp elde edilen verilerin yayımlandığı bir ortamdır. Bu tanımda belirtilen dört unsurdan birinin eksikliği, o ortamı, üniversite kavramının dışarısında bırakır [9]. Günümüzde üniversite sözcüğü, değişik konularda en yüksek seviyede araştırma ve öğretimin yapıldığı fakülte, yüksekokul ve enstitüleri barındıran, araştırmacıları ödüllendirme ve derecelendirme yetkisine sahip yükseköğretim kurumu anlamındadır. Üniversite sözcük anlamı, aynı zamanda binaları, üyeleri ve çalışanları da içine almaktadır [10]. Kampüs kavramı ise; Orta

Çağ'ın Castrum'larından (kamplarından) etkilenecek, bir ortak düzen üzerinde tekrarlanan üniteler ve bunların gelişmesi düşünülerek, temel fikrin bozulmayacağı bir bütün teşkili amacıyla Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmıştır [11]. Kelime anlamı olarak, “açık alan” ya da “düzlük” anlamında olan “kampüs” sözcüğü, şehir içinde veya dışında, bir yeşil alanda kurulmuş, akademik köy veya akademik ideallerin fiziksel planlamaya yansımaları olarak da tanımlanmaktadır [12].

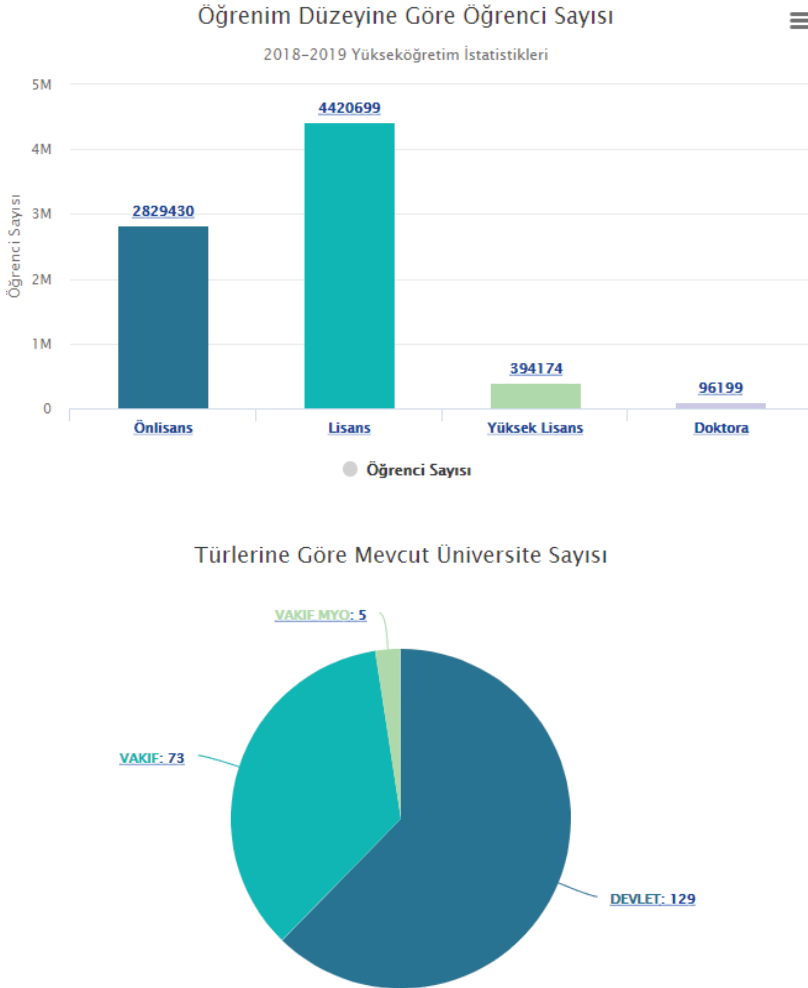
Şekil 3'te Türk Milli Eğitim Sistemine ait bir diyagram gösterilmektedir. Çalışma kapsamında ele alınacak sürdürülebilir eğitim yapısı örnekleri yükseköğretim yapıları içerisinde seçilecektir. Yükseköğretim kurumlarına ait birimler; üniversiteler, fakülteler, enstitüler, yüksekokullar, konservatuvarlar, Meslek Yüksek Okulları (MYO), Uygulama ve Araştırma Merkezleri olarak sınıflandırılmaktadır [13].



Şekil 3. Türk Milli Eğitim Sistemi [13]

Türkiye'deki 2018-2019 yükseköğretim istatistiklerine göre 129 adet devlet üniversitesi, 73 adet vakıf üniversitesi ve 5 adet vakıf meslek yüksekokulu bulunmakta ve 7.740.502 öğrenci bu kurumlarda

eğitim görmektedir [14] (Şekil 4). Yaklaşık 7,5 milyon üniversite öğrencisinin vaktinin büyük bir çoğunluğunu okullarında geçirdiğini düşünürsek bu eğitim yapılarının sürdürülebilir nitelikler taşımasının sürdürülebilirlik bilincinin elde edilmesi ve yerel kalkınma üzerinde yaratacağı faydalar adına önemi yadsınamaz.



Şekil 4.Türkiye’deki 2017-2018 Yükseköğretim Öğrenci ve Üniversite İstatistikleri [14]

Yükseköğretim Kurumları, çalışma prensipleri gereği günümüzün bilim ve teknoloji standartlarını kullanmayı ve hep bir üst noktaya ulaşmayı arzu etmektedir. Çağdaş ve yenilikçi yapılarıyla istikrarlı bir üretim modeli arz eden yükseköğretim kurumları sürekli büyüme ve gelişmeyi ilk hedefleri olarak görmektedir [15]. Bu bağlamda yükseköğretim yapılarının da yenilikçi yapıım teknolojileri ile inşası kalitenin arttırılması açısından büyük önem arz etmektedir.

3. Bulgular

Çalışmada Türkiye'nin farklı şehirlerinde inşa edilmiş, kaynaklarını etkin bir biçimde kullanabilen yükseköğretim kurumlarına yer verilmiştir. Hangi uygulama, tasarım ve teknolojilerle enerjiyi,suyu ve malzemeyi etkin olarak kullanabileceği ele alınmıştır.

3.1. Yeditepe Üniversitesi (Kayışdağı - İstanbul)

1996 senesinde İSTEK Vakfı tarafından kurulan Yeditepe Üniversitesi, İstanbul Kayışdağı'nda 125 bin metrekarelik bir alanda bulunmakta ve 223 bin metrekarelik bir kapalı alana sahiptir (Şekil 5). Selçuklu mimarisinden esinlenen kampüs, sürdürülebilirlik anlayışıyla inşa edilmiştir [16].



Şekil 5. Yeditepe Üniversitesi [17]

Yeditepe Üniversitesinde etkin kaynak yönetimi kapsamındaki uygulamalar [17];

- Kendi enerjisini üretebilmek adına çatısında güneş enerji panel-
lerinin bulunması,
- Enerji etkinliği adına doğal aydınlatmadan ve havalandırmadan
maksimum oranda faydalanabilen avlu sistemine sahip olması,
- Malzeme etkinliği adına, dış cephede Anadolu'dan getirilen do-
ğal taşların kullanımı,
- Enerji etkinliği adına dış cephede kullanılan ünye taşının binayı
yazın serin, kışın sıcak tutma niteliği,
- Dış cephenin ısı yalıtımında enerji etkinliği adına poliüretan kul-
lanımı,
- Suyun korunumu ve çevreye verilen zararın minimuma indiril-
mesi açısından biyolojik atık su tesisinin yapılması,
- Malzemelerin etkin kullanımı için organik ve inorganik atıkla-
rın geri dönüşümü,
- Toksik atıkların bertaraf edilmesi,
- Suyun etkin kullanımı için geri dönüşümlü su kullanımı ve su et-
kin peyzaj düzenlemeleri,
- Binalarda enerji etkin cihazların kullanımı,
- Elektrik tasarrufu elde etmek için sensörlü aydınlatma sistemle-
rinin kullanımı,
- Islak hacimlerde su etkin ekipman tercihi

şeklinde sıralanabilir

3.2. Uşak Üniversitesi 1 Eylül Kampüsü Merkezi Derslik Bloğu (Kaşbelen -Uşak)

Uşak Üniversitesi Merkezi Derslik Bloğu yaklaşık 6000m²'lik kapalı alanı ile Uşak 1 Eylül kampüsünde 2010 senesinde inşa edilmiştir (Şe-
kil 6).



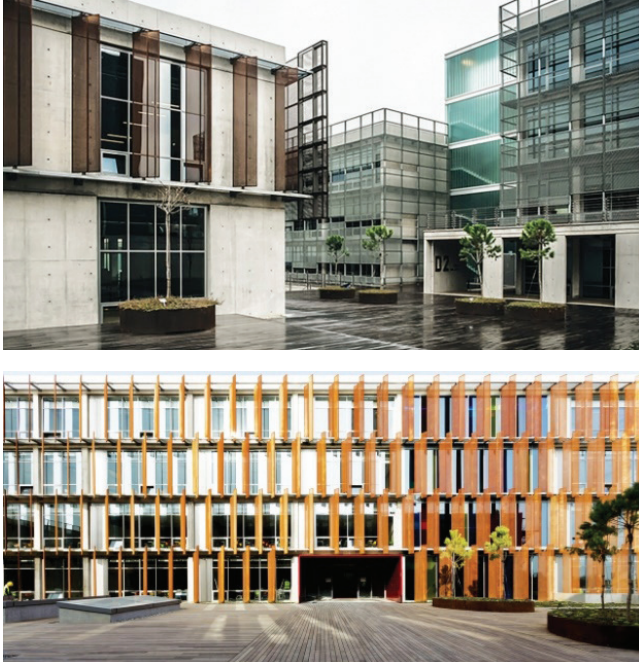
Şekil 6. Uşak Üniversitesi 1 Eylül Kampüsü Merkezi Derslik Bloğu [18]

Binada kaynak etkinliği kapsamında [18];

- Dış cephesinde HVAC sistemlere az yük getirmek ve enerji tasarrufları elde etmek adına yalıtım katsayısı oldukça yüksek özel cam paneller kullanılmıştır.
- Batı yönünde 4 kat yüksekliğinde çift katmanlı bir cepheye sahiptir. Dış kabuktaki açısı değiştirilebilen gün kırıcılar ile güneşin kamaşma ve binayı ısıtma etkilerinin önüne geçilerek ciddi enerji tasarrufları elde edilmektedir.
- Zemin kat, malzeme etkinliği açısından esnek bir tasarım anlayışıyla her bölümden öğrencinin kullanabileceği ve sosyalleşebileceği bir yapıya sahiptir.
- Çatıyı neredeyse tümüyle kaplayan çatı ışıklığı sayesinde gün ışığından maksimum fayda sağlanmaktadır. Tasarımdaki merkezi galeri boşluğuyla çatı kotundan alınan gün ışığıyla en alt katlara kadar doğal aydınlatmadan faydalanılabilmektedir.
- Çatı ışıklığında açılıp kapanabilen camlar sayesinde binanın doğal yollarla havalandırılması sağlanmaktadır.

3.3. Piri Reis Üniversitesi (Tuzla - İstanbul)

Tuzla’da kurulan ve denizcilik üzerine eğitim veren Piri Reis Üniversitesi, 60.000m²’lik bir alanda 8 bloktan oluşmaktadır (Şekil 7). İngiliz sertifika sistemi BREEAM’in “very good” derecesine sahip olan üniversite, sürdürülebilir tasarım ilkelerini benimseyerek inşa edilmiştir [19].



Şekil 7. Piri Reis Üniversitesi [20]

Piri Reis Üniversitesinde etkin kaynak yönetimi kapsamındaki uygulamalar [20];

- Sahip olduğu trijenerasyon sistemi ile kampüsün elektrik ihtiyacının %45'inin, soğutma-ısıtma ihtiyacının %50'sinin karşılanması,
- Suyun etkin kullanımı adına deniz suyunun tatlı su kaynağına dönüştürülmesi ve bu suyun ıslak hacimlerde, yangın su depolarında ve trijenarasyon merkezinde kullanımı,
- Yağmur ve gri suların rezervuarlarda ve peyzaj sulamasında tekrar kullanımı,
- Otomasyon sistemi ile aydınlatma, ısıtma-soğutma ve elektriğe müdahale ederek ciddi enerji tasarrufları sağlama,
- Tasarımda blokların denize paralel konumuyla hâkim rüzgârın etkisinin hafifletilerek iç bahçeler yaratılması ve gün ışığından maksimum fayda sağlanması,

- Güneş panelleriyle elektrik üretimi ve üretilen enerjinin yapılarda kullanımı,
 - Çevre düzenlemesinin asgari su ihtiyacını karşılayacak şekilde tasarlanması
- şeklinde sıralanabilir.

3.4. Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası (Değirmenaltı-Tekirdağ)

Tekirdağ çevreyolu üzerinde Değirmenaltı bölgesinde yer alan Morfoloji Binası kampüsün simge yapılarından birini oluşturmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası [18]

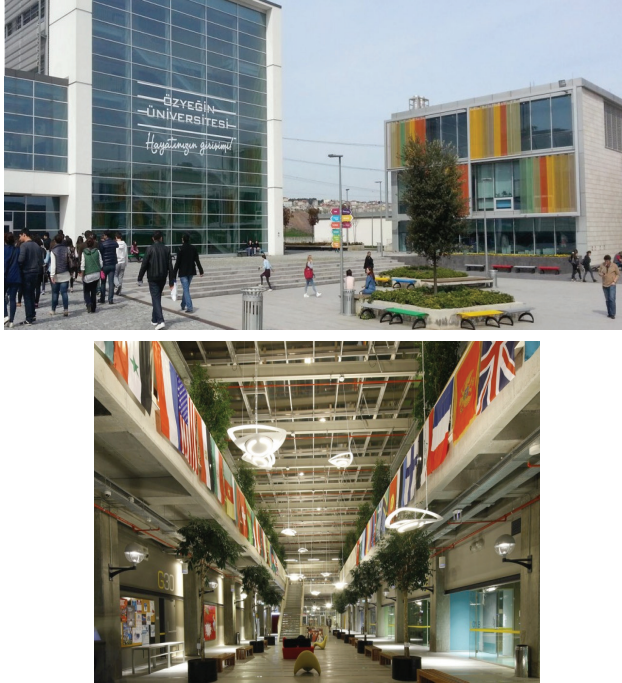
Kısıtlı yatırım bütçesi içinde gerçekleştirilen projede etkin kaynak yönetimi kapsamında [18];

- Pasif iklimlendirme sistemleri ile işletme giderleri azaltılmıştır.
- Çatı ıslıklıkları, galeri boşlukları ve şeffaf koridor tasarımı ile gün ışığından faydalanılarak mekanik aydınlatma yerine doğal aydınlatmadan maksimum düzeyde faydalanılmaktadır.

- Çatıdaki açılabilir pencereler sayesinde mekânın iç hava kalitesi artırılmakta ve pasif havalandırma sağlanarak sıcak vakitlerde binanın soğutma yükü azaltılmaktadır.
- Cephe tasarımında etkin ve yalın malzeme kullanımı ile modern bir cephe algısı yaratılmıştır.
- Strüktür ve teknik donanım net bir şekilde açıkta bırakılarak mekânların daha anlaşılır ve ayrıştırılabilir olması sağlanmıştır.
- Bölücü duvarlarda ahşap kaplı doğal malzemeler tercih edilmiştir.

3.5. Özyeğin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Öğrenci Merkezi (Çekmeköy-İstanbul)

Özyeğin Üniversitesi Çekmeköy Kampüsü toplamda 280 bin metre-kare alanda kurulu bir yerleşkidir [21]. Kampüs kapsamında Mühendislik Fakültesi ve Öğrenci Merkezi LEED Gold sertifikasına sahiptir (Şekil 9).



Şekil 9. Özyeğin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Öğrenci Merkezi [22]

Özyeğin Üniversitesinde etkin kaynak yönetimi kapsamındaki uygulamalar [22];

- Binada her türlü sistemin enerji sarfiyatları enerji analizörleri ve bina otomasyon sistemi vasıtasıyla gözlemlenmektedir. Bu sayede enerji etkinliğinin hedeflerinin ne ölçüde yakalandığı takip edilebilmektedir.
- Malzemenin etkin kullanımı açısından inşaat esnasında oluşan atıkların, atık yönetim planı ile geri dönüşümü sağlanmıştır. Ayrıca bina kullanımında oluşacak geri dönüştürülebilir atıkların toplanması için yeterli alanlar ayrılmıştır.
- Projenin peyzaj alanlarında az su tüketen ve endemik bitki türleri kullanılmıştır, böylelikle su tüketimi en az seviyeye indirilmiştir. Ayrıca kimyasal gübre kullanımı azaltılarak yer altı sularının kirlenmesi önlenmiştir.
- Mevcut altyapıya getirilen yükün azaltılması için projede sert zemin oranı olabildiğince azaltılmış ve geçirgen yüzeyler artırılmıştır. Böylelikle yapılaşmaya bağlı su döngünü hasarları hafifletilmiştir.
- Kampüs çevresinde toplu taşıma imkânları yaratılarak bireysel araç kullanımının en az seviyede tutulması hedeflenmiştir. Çevre ile dost alternatif ulaşım olanaklarının sağlanması için bisiklet parkları, hibrit teknoloji araçlara park alanları ve diğer imkânları sunulmuştur. Böylelikle ciddi enerji tasarrufları elde edileceği öngörülmüştür.
- Suyun etkin kullanımı adına binadaki gri sular arıtılarak rezervuarlarda değerlendirilmekte ve su tasarruflu armatür-vitrifiye ler kullanılmaktadır.
- Projede kullanılan inşaat malzemelerinin yaklaşık %20 kadarının geri dönüştürülmüş malzemelerden seçilmesine ve yerel olmasına özen gösterilmiştir.
- Proje kapsamında, soğutma sistemlerinde, çevre dostu soğutucu akışkanlar tercih edilmiştir.

- Bina tasarımında, gün ışığından en üst düzeyde faydalanılması esas alınmıştır. Bu sayede hem aydınlatmaya harcanan enerjinin azaltılması, hem de gün ışığının iç mekânlarda çalışanların üzerindeki olumlu etkilerinin kullanılması hedeflenmiştir.
- İç mekân termal konfor tasarımı, ASHRAE 55 standardına uygun olarak yapılmıştır. Isıtma ve aydınlatma sistemlerinde bireysel kontrole önem verilerek, hem enerji tasarrufu ve hem de iç yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmiştir. Ayrıca bina içerisine verilen taze hava oranları ASHRAE 62.1 standardının %30 kadar üzerinde tutulmuştur.

3.6. Uludağ Üniversitesi Devlet Konservatuvarı (Görükle, Bursa)

Uludağ Üniversitesi Devlet Konservatuvarı Görükle Yerleşkesinin en batı ucunda eğimli bir araziye oturtulmuş dikdörtgen bir kutu formundadır (Şekil 10). Eğim sayesinde binaya farklı kotlardan girmek mümkün kılınmıştır [23].



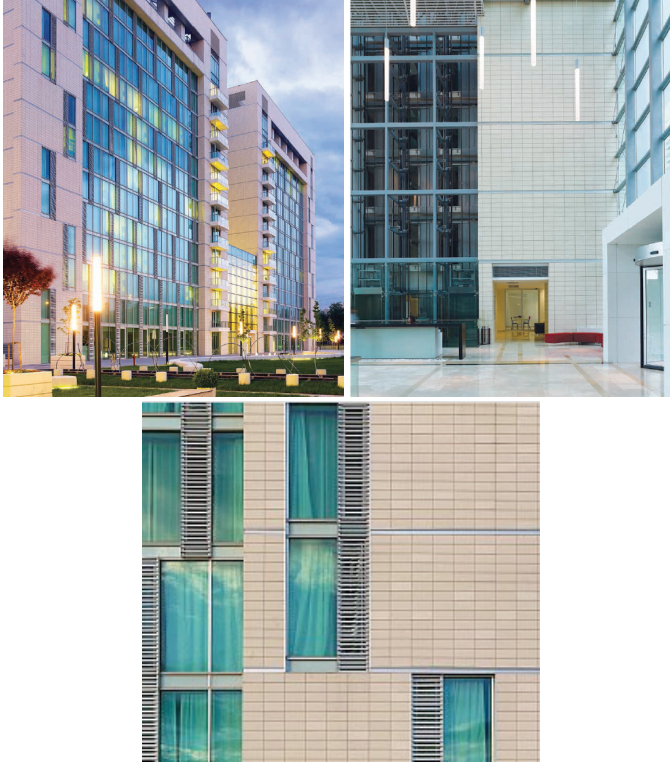
Şekil 10. Uludağ Üniversitesi Devlet Konservatuvarı [18;23]

Sınırlı bütçe ile gerçekleştirilen bu binada etkin kaynak yönetimi adına [18];

- Çatı ışıklıklarından gün ışığı alınarak doğal aydınlatmadan faydalanılmıştır.
- Yapının iç tasarımı galeriler, köprüler, sokaklar ve tepe ışıklıklarla süreklilik göstermektedir.
- Mekânlar dönüşebilmeye ve performans sergilenmeye? müsait alanlardır.
- Yalın, az ve öz malzeme kullanımıyla ilgiyi kendi üzerine çekmekten çok icra edilen sanata yöneltir.
- Galerili yapısıyla çatı ışıklığından gelen doğal ışığın alt katlara ulaşması sağlanır. Böylelikle yapay aydınlatma ihtiyacında ciddi bir düşüş gözlenir.
- Çatı ışıklıklarındaki açılıp kapanabilen pencereler sayesinde pasif havalandırma mümkün olmakta ve mekânın iç hava kalitesi artırılabilir.
- Ekonomik malzeme kullanımı ve aşırılığa kaçmayan bir tasarım anlayışıyla yalın ama fark edilebilir bir örüntü oluşturulmuştur.

3.7. TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Öğrenci Konukevi Yapıları (Söğütözü-Ankara)

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesinin Söğütözü Yerleşkesinde yer alan öğrenci konukevi yapıları 2007 senesinde yerleşkenin gelişme planları doğrultusunda hayata geçirilmiştir (Şekil 11) [24].



Şekil 11. TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Öğrenci Konukevi Yapıları [18]

Kaynakların etkin kullanımı adına [18;24];

- Tünel kalıp taşıyıcı sistem ile yapının hızlı inşa edilmesi sağlanmış ve esnek kullanıma uygun değişebilir-dönüştürülebilir mekânlar yaratılmıştır.
- Giydirme cephe sistemi sayesinde hacimlerde şeffaflık elde edilmiş ve gün ışığından olabildiğince faydalanılarak binanın yapay aydınlatma yükü azaltılmıştır.
- Cehpenin opak kısımlarında doğal malzeme olan tuğlalar tercih edilmiştir.
- Cephe tasarımında açılır kanat önüne eklenen menfez panelleri sayesinde taze hava içeri alınabilmekte ve içerideki kirli hava

taahhüt edilebilmektedir. Ayrıca yüksek katlarda güvenlik gereksinimi ile bu paneller cephenin bir eklentisi olarak doğal havalandırma için mümkün kılınmıştır.

- Engelli öğrencilere ait özel odalar alt katlarda tasarlanarak eğitim eşitliği adına sosyal bir farkındalık yaratılmıştır.
- Öncesinde ortaöğretim kurumu olarak kullanılan yapılar yıkım kararı verilmemiş ve yeniden değerlendirilerek bir yükseköğretim yerleşkesi oluşturulmuştur. Mevcut yapıların rehabilitasyonu sayesinde malzemeden etkin olarak faydalanılmıştır.

3.8. Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (SUNUM) (Tuzla, İstanbul)

SUNUM binası, T.C. Kalkınma Bakanlığı ve Sabancı Vakfının katkıları ile 65 milyon TL yatırımla kurulmuş 7500 m²'lik çevre dostu bir araştırma merkezidir (Şekil 12). Türkiye'nin ilk BREEAM Very Good ve LEED Gold sertifikasına sahip binasıdır [25].



Şekil 12. SUNUM Binası [25]

Etkin kaynak yönetimi kapsamında [25;26];

- Binanın HVAC, aydınlatma ve diğer sistemleri ASHRAE 90.1-2007 enerji etkinliği standartlarına uygundur. Böylelikle diğer klasik binalara oranla %25 daha az enerji tüketilmektedir.
- Enerji tasarruflu ve iç hava kalitesini yükselten değişken hava debili havalandırma sistemlerine sahiptir.
- Malzeme etkinliği kapsamında çevre dostu, geri dönüşümlü malzemeler tercih edilmiş ve inşaat esnasında atık üretimi minimumda tutulmuştur.
- Su etkinliği kapsamında yağmur suyu değerlendirilmiş, su tasarruflu armatürler kullanılmış ve su etkin peyzaj düzenlemeleri gerçekleştirilmiştir.
- Bina her ihtiyaca cevap verebilen ve malzeme etkinliği adına istendiğinde küçülüp büyüyeabilen esnek bir tasarıma sahiptir.
- Gelişmiş aydınlatma kontrol sistemi ve enerji etkin aydınlatma ekipmanlarına sahiptir.
- Çatıdaki güneş panelleri ile sıcak su elde edilmekte ve aynı zamanda klima santrali için soğutulan havanın tekrardan ısıtılması sağlanmaktadır.
- Dış cephede low-e kaplamalı, argon gaz dolgulu yalıtımlı camlar ve C-60 yapısını temsil eden dış kabuk kullanılarak enerji tüketiminde? ciddi ısı tasarrufları elde edilmektedir.

3.9. İzmir Ekonomi Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi (Balçova – İzmir)

2004 senesinde kurulan Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Balçova kampüsü içerisindeki yeni binasında eğitim-öğretime 2010 senesinde başlamıştır (Şekil 13).



Şekil 13. İzmir Ekonomi Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi [18]

Fakülte Binası kaynak etkinliği kapsamında [18];

- Kullanılmayan bir otel kompleksinin yeniden işlevlendirilmesiyle meydana gelmiştir. Fakülte binası hâlihazırda bulunan yer altı otoparkının aksları üzerine oturtularak malzemenin etkin kullanımı sağlanmıştır.
- Binada bütünleşik tasarım anlayışı ile farklı disiplinlerin bir arada olabileceği ve faydalanabileceği sürdürülebilir bir yaklaşım sergilenmiştir.
- Malzeme tercihinde doğal ve geri dönüşümlü malzemeler kullanılmıştır.
- Cam ve brüt betondan oluşan dış kabuk ile yalın ve şeffaf bir etki yaratılmıştır. Bu geçirgen yapı sayesinde gün ışığından maksimum oranda faydalanılmıştır.
- Binadaki esnek tasarım anlayışı ile eğitim stüdyolara hapsolmemiştir. Dersliklerin açıldığı orta holler birer etkileşim ve kesişim alanlarına dönüşmüştür.
- Binadaki açık iç avlu yarı meydana bir sokak görünümünde tüm tasarım ürünlerinin sergilendiği bir mekâna dönüşebilecek bir yapıya sahiptir.

4. Tartışma

Kaynaklarını etkin kullanabilen eğitim yapılarında öğrenim gören öğrencilerin bu konuda ne kadar bilince sahip olduğu belirsiz bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışma kapsamında ele alınan yükseköğretim yapılarında öğrenim gören öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda bazılarının, binaların kaynak etkinliğiyle ilgili yeterli bilgi ve donanımına sahip olduğu bazılarının ise binaların özellikleriyle ilgili hiçbir fikri olmadığı görülmüştür. Bu bağlamda öğrencilerde sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek adına eğitim binalarının belirli yerlerine sürdürülebilir nitelikleriyle ilgili bilgilendirme tabelaları koymanın büyük bir farkındalık yaratacağı öngörülmektedir. Ayrıca öğrencilerin ders müfredatlarına ekoloji ile ilgili seçmeli derslerin eklenmesi, seminerlerin düzenlenmesi ve öğrenci katılımının sağlanması sürdürülebilir kalkınma bilincinin oluşturulması adına büyük önem taşımaktadır.

5. Sonuçlar

Yakın geçmişte birçok yükseköğretim yerleşkesi veya yapısı geleneksel yöntemlerle inşa edilmekteydi. Sanayi devrimiyle ortaya çıkan ve akabinde küreselleşme ile etkilerini çok baskın bir şekilde hissettiren doğal kaynak krizleri sonucunda sürdürülebilir teknolojiler benimsenmeye başlanmıştır. Sürdürülebilirlik konusu, yükseköğretim kurumlarının ideolojik ve fiziksel yapısı ile birlikte kullanıcıların da bu konuda sürece dâhil edilmesi şeklinde hayata geçirilmek istenmiştir. Genç bir nüfusa sahip olan Türkiye’de, iyi bir eğitim ortamının oluşturulması için kaynakların etkin kullanımının önemi büyüktür. Toplumun geleceğini oluşturan öğrencilerin, bu konuda bilinçlendirilmesi ve kaynaklarını etkin kullanabilen binalarda eğitim görmeleri büyük önem taşımaktadır. Yapılarda etkin kaynak yönetimi; içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde, gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının

kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjinin, suyun, malzemenin ve bulunduğu alanın etkin bir şekilde kullanılmasıyla mümkün olan bir yönetim biçimidir.

Çalışmada Türkiye'nin farklı şehirlerinde bulunan dokuz yükseköğretim yapısı ele alınmıştır. Bu yapılar; Yeditepe Üniversitesi, Uşak Üniversitesi 1 Eylül Kampüsü Merkezi Derslik Bloğu, Piri Reis Üniversitesi, Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası, Özyeğin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Öğrenci Merkezi, Uludağ Üniversitesi Devlet Konservatuvarı, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Öğrenci Konukevi Yapıları, Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi ve İzmir Ekonomi Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesidir. Bu yükseköğretim yapılarında etkin kaynak yönetimi kapsamında aşağıdaki yöntemlerin uygulandığı görülmüştür. Bunlar;

- Fotovoltaik panel kullanımı ile güneş enerjisinden yararlanılması ve binanın enerji ihtiyacının bir bölümünün bu panellerden sağlanması (Enerji Etkinliği),
- Gri su şebekesi denilen sistemle atık suların arıtılıp tekrardan binanın rezervuarlarında, çevre temizliğinde veya peyzaj sulamasında kullanımı (Su Etkinliği),
- İnsan sağlığına zarar veren kimyasallar içermeyen, doğal malzeme kullanımı (Malzeme Etkinliği),
- Yapıların kapasite ve ihtiyaçları doğrultusunda uygun boyut ve formların oluşturulması (Malzeme Etkinliği),
- Yağmur sularının toplanıp binanın rezervuarlarında, çevre temizliğinde veya peyzaj sulamasında kullanımı (Su Etkinliği),
- Esnek tasarıma uygun, değişebilir, dönüşebilir mekânların tasarımı (Malzeme Etkinliği),
- Enerji etkin cephe tasarımıyla binanın enerji ihtiyaçlarının düşürülmesi (Enerji Etkinliği),
- Islak hacimlerde su etkin ekipmanlar kullanılarak ciddi su tasarruflarının sağlanması (Su etkinliği),

- Cephelerdeki gün kırıcılarla güneşin binayı ısıtma yüklerinin azaltılması (Enerji Etkinliği),
- Cephedeki uygun boyutta açılmış açıklıklar sayesinde gün ışığından maksimum fayda sağlanması ve yapay aydınlatma yükünün azaltılması (Enerji Etkinliği),
- Çatı ışıklıkları sayesinde gün ışığından ve doğal aydınlatmadan faydalanılması (Enerji Etkinliği),
- Çatı ışıklıklarındaki açılıp kapanabilir pencereler ile binanın taze hava ihtiyacının sağlanması ve doğal havalandırma ile soğutma yüklerinin azaltılması (Enerji Etkinliği),
- Bina otomasyon sistemi ile enerjinin ve suyun ölçümünün yapılması ve gerektiğinde müdahale edilmesi (Enerji-Su Etkinliği),
- Arazinin topografik yapısını bozacak müdahalelerden kaçınma ve uygun yerleşim (Malzeme Etkinliği),
- Şantiye aşamasında sürdürülebilir atık yönetiminin gerçekleştirilmesi (Malzeme Etkinliği),
- Yeşil çatı ve düşey bahçe tasarımlarıyla ısı kaçışlarının önüne geçilmesi ve suyun korunumunun sağlanması (Enerji-Su Etkinliği),
- Yeşil alan tasarımlarında endemik bitki örtüsü ve/veya az bakım-su isteyen peyzaj seçimi (Suyun Etkinliği),
- Doğal, yöreye özgü, gömülü enerjisi düşük yerel malzeme seçimi (Malzeme Etkinliği),
- Geri dönüşümlü malzeme tercihi (Malzeme Etkinliği),
- Su ve ısı izolasyon uygulamaları ile ciddi tasarrufların elde edilmesi (Enerji-Su Etkinliği).

Sonuç olarak kaynaklarını etkin kullanabilen yapılar inşa etmek çevresel, sosyal ve ekonomik kalkınma adına ciddi yararlar sağlayacaktır. Yükseköğretim yapılarında kaynakları etkin kullanabilen teknolojilerin uygulanması, bu kurumlarda eğitim-öğretim gören genç nüfusta farkındalık yaratmak adına büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de sürdürülebilir eğitim yapılarının her geçen gün artış gösterdiği bir gerçektir fakat bu oran dünya ile kıyaslandığında halen istenilen düzeyde değildir. Devlet politikalarında, ilgili yasa ve yönetmeliklerde yapılarda kaynakların etkin kullanımı adına bazı yaptırımların olması gereklidir. Kaynaklarını etkin kullanabilen yükseköğretim kurumlarına devlet teşvikleri sağlanmalı ve bu konuyla ilgili kamu spotları yürütülmelidir.

Teşekkür

Yüksek Mimar Melisa Uygun Ugutmen olarak Haliç Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalında yüksek lisans tez danışmanım olan Dr.Öğr. Üyesi Gözde ÇAKIR KIASIF’a çalışmanın kurgu, planlama, kaynak tarama ve kaleme alma aşamalarındaki desteklerinden dolayı saygılarımı sunarım. Daha öncesinde bu alandaki kendi yapmış olduğu çalışmaları, elindeki tüm kaynakları benimle paylaştığı ve tezimdaki eksiklikleri bu makale ile biraz olsun kapatabilme fırsatını bana sağladığı için teşekkürü kendisine bir borç bilirim.

Kaynaklar

- [1] Çakır Kiasif, G., Enerji Etkin Çift Kabuk Cephe Sistemlerinde Yangın Performansını İyileştirecek Yöntemler, 8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu (s.293-299), 2– 3 Haziran 2016 Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fındıklı- İstanbul.
- [2] Müller, D. G., Sustainable Architecture and Urbanism: Concepts, Technologies, Examples, Birkhauser, Basel·Berlin·Boston, 2002.
- [3] Çakır Kiasif, G., Sürdürülebilir Yükseköğretim Yapıları: İstanbul’daki sürdürülebilir yükseköğretim yapılarının LEED kriterleri kapsamında karşılaştırmalı analizi, Yapı Dergisi, Sayı:448, Haziran 2019,ss.30-39.
- [4] Martin, M., Chestnut Hill -A Sustainable Community Profile [Roots], Places, 9(3), p.30-37, 1995.
- [5] Gilman, R., Sustainability By Robert Gilman from the 1992 UIA/AIA Call for sustainable community solutions, 1992. (<http://www.context.org>)
- [6] Yılmaz, M., Mimarlık ve Çevre, Çevre ve Politika, İmge Kitabevi Yayınları, Ankara, 2007.

- [7] Sev, A., Sürdürülebilir Mimarlık, 1. Baskı. İstanbul, Türkiye: YEM Yayın, 2009.
- [8] Baysan, O., Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansıması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
- [9] Derman, U., Akademik Standartlara Saygılı Bir Üniversite Yaratmanın Koşulları, Yüksek Öğretimdeki Sorunlar ve Çözümler, Cem Yayınları, İstanbul, 1990.
- [10] Ak, S., Üniversite kampüslerinde tasarım kriterlerinin ve yerleşim sistemlerinin büyüme ve gelişme olanakları bağlamında değerlendirilmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- [11] Aydemir, I., Üniversite Planlaması ve Mimarisi, Yeterlilik Çalışması, Y.T.Ü İstanbul, 1975.
- [12] Turner, P. V., Campus An American Planning Tradition, The MIT Press Cambridge, Massachusetts and London, 1995.
- [13] Anonim, Milli Eğitim İstatistikleri Örgün Eğitim 2016/17. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı. Ankara, Türkiye: Resmi İstatistik Programı Yayını, ss.16-26, 2017.
- [14] <https://istatistik.yok.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 14.12.2019)
- [15] Kuyrukçu, Z. ve Uysal, M., Üniversite Kampüslerinde Fiziksel Değişimin İncelenmesi: Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüsü Örneği. Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi, 2015, 06: 67-99. Doi: 10.17365/TMD.2015614141
- [16] <https://www.yeditepe.edu.tr/tr/universitemiz-genel/yeditepe-universitesi> (Erişim Tarihi: 11.11.2019)
- [17] https://www.yeditepe.edu.tr/sites/default/files/images/yeditepe_university_sustainability_report.pdf (Erişim Tarihi: 1.11.2019)
- [18] Vitra Çağdaş Mimarlık Dizisi 3, Eğitim Yapıları, (Ed. İnat, B. ve Işık, N.), A4 Ofset Matbaacılık, İstanbul, 2014.
- [19] <https://www.ekoyapidergisi.org/1748-piri-reis-universitesi-kampusu-olmasi-gerektigi-gibi-bir-kampus-binas.html> (Erişim Tarihi: 19.11.2019)
- [20] <https://www.arkiv.com.tr/proje/piri-reis-universitesi/2167/>(<https://www.piri-reis.edu.tr/yesil-kampus> (Erişim Tarihi: 19.11.2019)
- [21] <https://www.ozyegin.edu.tr/tr/hakkimizda/kurulus-oykusu> (Erişim Tarihi: 23.11.2019)
- [22] <http://www.altensis.com/proje/ozyegin-universitesi-kampusu/> (Erişim Tarihi: 23.11.2019)
- [23] http://www.mimarizm.com/mimari-projeler/egitim/uludag-universitesi-devlet-konservatuvar_113028 (Erişim Tarihi: 02.12.2019)

- [24] <http://www.arkiv.com.tr/proje/tobb-etu-ogrenci-konukevi/8777> (Erişim Tarihi: 05.12.2019)
- [25] <http://www.cleanroomnews.org/sabanci-universitesi-nanoteknoloji-arastir-ma-ve-uygulama-merkezi-sunum> (Erişim Tarihi: 09.12.2019)
- [26] <http://www.altensis.com/proje/sabanci-universitesi-nanoteknoloji-binasi/> (Erişim Tarihi: 09.12.2019)
- [27] Kim, J.J. and Rigdon, B., Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design, National Pollution Prevention Center for Higher Education, The University of Michigan, Ann Arbor, MI., 1998.

Türkiye’de İnşaat Projelerinde Çalışanların İşçi Sağlığı ve Güvenliği Hakkındaki Tutumlarının Değerlendirilmesi*

Muhammed AVCI^{1*}, Eda SELÇUK²

^{1, 2} Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

¹ Orcid ID: 0000-0001-6562-8219

² Orcid ID:0000-0002-6443-5033

Geliş Tarihi: 31.012020

***Sorumlu Yazar e mail:** edaselcuk@halic.edu.tr

Kabul Tarihi: 04.03.2020

Atıf/Citation: Avcı, M. ve Selçuk, E. “Türkiye’de İnşaat Projelerinde Çalışanların İşçi Sağlığı ve Güvenliği Hakkındaki Tutumlarının Değerlendirilmesi”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2020, 3/1: 143-158.

Araştırma Makalesi/ Research Article

Özet

Ekonomik anlamda etkin bir role sahip olan inşaat sektörü, iş sağlığı ve güvenliği bakımından en fazla riski barındıran faaliyet alanlarından birisidir. Bu nedenle inşaat sektöründe oluşabilecek kazaların ve olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi, geçici ya da kalıcı iş göremezlik ya da ölümden kaynaklanan iş gücü kayıplarına neden olabilecek ekonomik kayıpların önüne geçilmesi gerekmektedir. Günümüzde Türkiye’de inşaat sektöründe iş sağlığı ve güvenliği konusunda gerçekleşen düzenlemelere bağlı olarak iş kazalarının yaşanma sıklığında düzelmelerin olduğu görülmektedir. Fakat son zamanlarda gerek Türkiye’de meydana gelen iş kazaları, gerekse de bu kazalarda hayatını yitiren çalışanlar bakımından hâlâ iyi bir performans sergilenmediği görülmektedir. Dolayısıyla sektörde yasal düzenlemelerle alınan önlemler tek başına yeterli olmamakta; çalışanların da iş sağlığı ve güvenliğine yönelik karşı tutumlarının da değerlendirilmesi gerekmektedir. Yapılan Çalışmada, Türkiye’de İstanbul, Van ve Malatya illerinde yapımı süren inşaat projelerindeki çalışanların iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili algılarının hangi düzeyde olduğunun tespiti ve elde edilen bulguların değerlendirilerek öneriler sunulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda elde edilen sonuçların Türk inşaat sektöründeki firmalara işçi sağlığı ve güvenliği konusunda ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Türk inşaat sektörü, İş sağlığı ve güvenliği, Çalışanların tutumları

* Bu makale, Muhammed Avcı’nın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Assessment of Employer Attitudes About Worker Health and Safety in Construction Projects in Turkey

Abstract

Construction sector, which plays an economically active role, has been one of the areas with the highest risk in terms of occupational health and safety. For this reason, it is necessary to minimize the accidents that may occur in the construction industry and their negative effects in order to prevent economic losses that may result in temporary or permanent incapacity or labor losses due to death. In recent years in Turkey, decreases in the frequency of occupational accidents have been observed as a result of improvements in Occupational Health and Safety regulations. However, both overall accident frequencies and the number of accidents that result in death are still high in the country. Therefore, the measures taken with legal regulations in the sector are not sufficient alone; in this situation workers' attitudes towards occupational health and safety should also be evaluated. In this study it was aimed to determine the perceptions of employees in the construction projects in Istanbul, Van and Malatya cities toward occupational health and safety, and to present some suggestions based on research findings. In this context, results are expected to shed light on workers' health and safety for companies in the construction industry.

Keywords: Turkish Wry, Occupational health and safety, Attitudes of employees

1. Giriş

İnşaat sektörü, dünyada ve Türkiye’de ekonomi üzerinde oldukça önemli etkileri olan sektörlerden biridir. Gelişen teknoloji ve artan nüfus ile beraber bireylerin barınma/konut, sosyal, teknik, altyapı tesisleri gibi gereksinimlerine olan ihtiyaçlarda da değişiklikler meydana gelmektedir. Arz/talep açısından ele alındığında inşaatın diğer sektörlerle güçlü ilişkileri olduğu, dolayısıyla diğer sektörlerin büyümeleri üzerinde de etkili olduğu söylenebilir [1]. Sektör aynı zamanda emek yoğun sanayi olarak da bilinmektedir. Bahsedilen tüm bu özelliklerinden dolayı istihdama katkı sağlamak açısından da önemli bir işleve sahiptir [2].

Gelişmekte olan ülkelerde inşaat sektörünün yoğun emek gerektirmesi ve kalifiyesiz işçi istihdam oranını yüksek seviyede sağlaması nedeniyle sektör diğer sanayilerden daha çok riskleri bünyesinde barındırmaktadır [3]. Türkiye’de inşaat sektöründe aktif rol oynayan işletmelerde meydana gelen iş kazaları sonucu ölümler, sakatlanmalar, geçici ya da kalıcı iş göremezlikler ile karşı karşıya kalınmaktadır. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Meclisi verilerine göre, 2013 yılından itibaren iş kazaları ve işçi ölümlerinde sürekli bir artış yaşandığı ve kazaların en fazla gerçekleştiği işkolunun ise inşaat olduğu belirtilmiştir [4]. Bu duruma bağlı olarak sektörde karşılaşılan iş kazalarının hem çalışanlar, hem işverenler, hem de ülke ekonomisi üzerinde olumsuz etkiler yaratacağı açık bir şekilde görülmektedir. Dolayısıyla sektörde oluşabilecek kazalar ve zararlı etkilerinin azaltılmasını mümkün kılan önlemlerin alınması elzemdir.

Günümüzde Türk inşaat sektöründe işçi sağlığı ve güvenliğine ilişkin konuların gün geçtikçe artarak daha da önemli bir hale geldiği görülmektedir [5]. Özellikle Türkiye’nin Avrupa Birliği uyum çalışmaları kapsamında Türk inşaat sektörünün uluslararası düzeyde çeşitli projelerde yer alması işçi sağlığı ve güvenliği konusundaki araştırmaları ön plana çıkartmaktadır [6]. Bu çalışmada, Türkiye’de inşaat sektörünün yapısı, İstanbul, Van ve Malatya illerinde yapımı süren inşaat projelerinde alt kademedeki çalışanların iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili algılarının hangi düzeyde olduğunun tespiti ve elde edilen bulguların değerlendirilerek birtakım önerilerin sunulması amaçlanmıştır.

2. Kavramsal Çerçeve

2.1. Türk inşaat sektörünün genel yapısı

İnşaat sektörü temel inşaat malzemeleri olan demir, çimento, çelik, beton, cam, plastik inşaat ürünleri, doğal taş, seramik gibi ürünleri içermesi ve diğer alt sektörleri de besleyerek bir ülkenin makroekonomik gelişimi üzerinde oldukça önemli katkılar sağlamaktadır [7]. Sektörün nihai çıktıları olan konutlar, barajlar, enerji üretim tesisleri, yollar,

hastaneler, okullar, alışveriş merkezleri vb. yapıların hepsi birer yatırım malı olarak tanımlanmakta; inşa edilen bu yapılar diğer mal ve hizmetlerin üretilmesi için gerekli altyapıyı sağlayarak katma değer yaratılmasında da kullanılmaktadır [8]. Bahsedilen tüm bu özelliklerden dolayı inşaat sektörü günümüzde geniş kitleler tarafından lokomotif sektör olarak tanımlanmaktadır [9].

Son yıllarda global piyasadaki belirsizlikler, talep eksiklikleri ve Türkiye’de yaşanan jeopolitik riskler ülke ekonomisinde sıkıntılara neden olmaktadır. Ancak yaşanan tüm bu olumsuz durumlara rağmen sektördeki büyüme oranları, ülke ekonomisinin genel büyüme oranlarından daha yüksek bir düzeydedir [10]. Sektöre girdi sağlayan ve üretim faaliyetlerini inşaat sektöründeki ilerlemelere paralel olarak sürdüren diğer yan sektörlerin katkıları da göz önünde bulundurulduğunda gayri safi milli hasıla (GSMH) içerisindeki payının oldukça önemli bir seviyede olduğunu söylemek mümkündür. Aynı zamanda sektör diğer 200’den fazla alt sektörün kalkınmasında da önemli bir yere sahip olup doğrudan 1.478.000 kişiye istihdam sağlamaktadır [11]. Ancak Türkiye’de sektörde yakalanan gelişme aynı şekilde işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda maalesef yakalanamamıştır. Yatırımların artması ve inşaat iş hacminin genişlemesi ile beraber iş kazalarında da ciddi oranlarda yükseliş gerçekleşmiştir. İnşaat sektörünün, Türkiye’de öteki sektörler içinde ölümle sonuçlanan iş kazalarında büyük bir payı bulunmaktadır [12]. Dolayısıyla sektördeki çalışma şartlarının iyileştirilmesi ve işçi sağlığı güvenliği bakımından araştırılması gerekmektedir.

2.2. Türkiye’de inşaat sektöründe işçi sağlığı ve güvenliği

İş sağlığı ve güvenliğinin temel hedefi, meydana gelebilecek iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı işçileri korumak ve daha güvenli bir çalışma ortamı sağlamaktır. Sanayileşme ile birlikte ortaya çıkan üretim sistemleri ve yöntemleri, her yıl binlerce kişinin iş kazaları ile karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. İş kazaları çoğunlukla

yaralanmalara ve ölümlere sebep olmaktadır. İş kazaları ve meslek hastalıkları ile karşı karşıya kalan bireyler çalışma kuvvetlerinin tamamını ya da bir kısmını sürekli olarak ya da belirli bir sürede yitirmektedirler. Böyle bir zayıflık ise ücret gelirinin düşmesine neden olmakta; hatta işinden olan çalışanın bu geliri tamamen yitirmesine sebep olmaktadır. Bu durum iş görenler ile birlikte ailesini de olumsuz yönde etkilemektedir [13].

2.3. Türkiye’de inşaat sektöründe karşılaşılan kazalar ve nedenleri

İnşaat sektörü ülkemizde iş kazalarının yaygın olarak yaşandığı bir sektördür. İnşaat alanında iş kazalarının fazla yaşanmasının en önemli nedeni, bu sektörün kendine has çalışma koşullarıdır. İnşaat sektöründe genellikle açık havada çalışma zorunluluğu pek çok tehlikeyi de beraberinde getirmektedir. Çalışma alanı çoğunlukla dışarıdan gelebilecek her çeşit riske açık olup, hava koşullarından olumsuz etkilenmektedir [6]. İnşaat sahası hayati tehlikesi yüksek bir ortamdır, bu ortamda faaliyet gösterebilmek için deneyimli olmak gerekmektedir. Bunların yanında bir inşaat sahasında çok miktarda iş gören çalışmaktadır. Ayrıca iş görenlerin çoğu geçici olup, bu iş görenler sıkça değişmektedir. Dolayısıyla inşaat sektöründe iş gören sirkülasyonu çok olmakta bu da işçi eğitimini sektöre ugratmaktadır. Genellikle iş görenlerin mesai süreleri gereğinden fazla uzun ya da çalışma zamanları çok düzensizdir. Teknik çalışanlar iş sağlığı ve güvenliği hususunda yeterli ölçüde bilgiye sahip değildirler. Yapı işleri ile alakalı düzenlemelerde iş sağlığı ve güvenliği hususu yer alsa da uygulamada gereken önem verilmemektedir [14].

Ülkemiz inşaat sektöründe 2010-2017 yılları arasında 189.650 iş kazası meydana gelmiş ve bu iş kazaları sonucunda 5307 kişi hayatını kaybetmiştir [15]. Sektörde insan düşmesi, malzeme düşmesi, malzeme sıçraması, kazı kenarının göçmesi, yapı kısmının çökmesi, elektrik çarpması, yapı makinesi kazaları, şantiye içi trafik kazaları, uzuv

kaptırma ve sıkışması başlıca karşılaşılan kazalardır [16]. İş kazalarının önlenmesi için kazayı ortaya çıkarabilecek durumların saptanması ve engellenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda iş gücü, ekipman performansının ve fiziki çevre koşullarının kontrol altında tutulması ile iş kazalarının önüne geçilmesi mümkündür [17]. İş kazalarının engellenmesi için çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiş ve farklı yöntemler ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmalardan birinde, güvenli olmayan durumların ortadan kaldırılması, güvenli olmayan davranışların önüne geçilmesi, çalışmada iyi yöntemlerin uygulanması, kişisel koruyucuların kullanılmasının iş kazalarının engellemesinde faydalı olduğu sonucuna varılmıştır [18].

Türkiye’de iş kazaları devamlı olarak inşaat faaliyetlerinin gündeminde olan sorunlardandır. Ülkemizde yıllık yaklaşık 74000 kaza yaşanmakta; bunun sonucunda 1152 iş gören hayatını kaybetmekte, 1888 iş gören ise hayatı boyunca sakat kalmaktadır. İş kazalarının Türkiye’ye senelik maliyeti ise 40 Milyar TL dolaylarındadır [19]. Sektörde iş kazalarının artmasında işçilerin eğitim seviyelerinin düşük olması, işverenlerin işçi sağlığı ve iş güvenliği önlemlerine yeterince önem vermemesi, alınan tedbirlerin yetersiz olması gibi sebepler neden olmaktadır [20]. İş kazalarının en önemli sebeplerinden biri ise çalışanların iş güvenliği konusunda yeterli bilgi ve donanıma sahip olmamalarıdır. Ayrıca tüm bu sebeplerin yanında, iş görenlerin bir bölümünün de “*benim başıma gelmez*” düşüncesiyle sorumsuzca hareket etmeleri onların ciddi tehlikelerle karşı karşıya kalmasına neden olmakta ve bu iş kazalarının çoğunun da ölümle sonuçlanmasına sebep olmaktadır [21]. Tüm bu olumsuzlukların önlenmesi amacıyla Türkiye’de bazı yönetmelikler yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliklerden biri 15 Mayıs 2013 yılında yürürlüğe giren “Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik”tir [18]. Bu yönetmelik işverenin yükümlülüğü ile ilgili çalışanlara yönelik iş sağlığı ve güvenliği konusunda eğitimleri kapsamaktadır.

Son senelerde Türkiye’de İşçi Sağlığı ve Güvenliği konusunda gerçekleşen düzenlemelere bağlı olarak iş kazalarının yaşanma sıklığında

düzeltilmelerin olduğu dikkat çekmektedir. Fakat Türkiye hâlâ hem genel kaza sıklığı hem de ölümle neticelenen kaza sıklığı bakımından Avrupa’da en kötü performansı sergilemektedir. Hukuksal, teknik ve yönetsel bazı önlemlerle iş kazaları belirli miktarlarda düşürülmektedir. Ancak iş kazası sıklığını asgari seviyeye düşürmek amacıyla yalnızca bu önlemlerin yeterli gelmeyeceği de ortadadır. Emniyetli bir iş ortamının oluşturulmasında eğitim son derece önemlidir [6]. İş kazalarının ve meslek hastalıklarını azaltma için İş Sağlığı ve Güvenliği alanında iyi eğitim almış, kalifiyeli çalışanlara gereksinim duyulmaktadır. İş Sağlığı ve Güvenliği inşaat, elektrik, gibi birçok mühendislik koluyla birlikte, tıp, hukuk gibi değişik bilim kollarından faydalanan çok disiplinli bir branştır. Bu durum İş Sağlığı ve Güvenliği hususunu öğrenilmesi zor bir duruma sokmaktadır [22]. Bununla birlikte, daha sıkı ve uygulamalı bir eğitim gerektirmekte, esas konuların öğrenilmesi açısından çok daha fazla bir süreye ihtiyaç duymaktadır. Dolayısıyla, Türkiye’de mevcut olan ön lisans, lisans ve yüksek lisans eğitiminin, gerek vakit gerekse içerik bakımından kâfi gelmediğini söylemek mümkündür [19].

3. Materyal ve Metot

Bu çalışma, nicel araştırma yöntemlerinden biri olan betimsel tarama modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Model geçmişte ya da nihai durumu var olduğu şekliyle nitelendirmeyi amaçlayan; ele alınan konunun kendi koşulları içerisinde olduğu gibi tanımlanmasına çalışılan bilimsel bir araştırma yaklaşımıdır [18; 23]. Çalışmaya konu olan olaylara müdahale etmeksizin kendi koşulları içerisinde ve olduğu gibi tanımlanırlar [18].

3.1. Örneklem

Bu çalışmada, İstanbul, Malatya ve Van’da yapımları devam eden ve inşaat projelerinde aktif görev alan kişilere anket yapılarak;

çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konusundaki algılarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Mayıs - Haziran 2019 döneminde İstanbul, Van ve Malatya illerinde Türkiye Mühendisler Birliği'ne kayıtlı olan 20 inşaat firmasında İstanbul'da 45, Van'da 43 ve Malatya'da 42 çalışan olmak üzere toplam 130 kişiye ulaşılmış ve çalışmanın evrenini bu 130 işçi oluşturmuştur.

3.2. Verilerin toplanması ve analizi

Çalışmada veri toplama aracı olarak anket yöntemi kullanılmıştır. Güler [25] tarafından oluşturulan anketten yararlanılmıştır. Çalışmada yapılan anket formu 18 soruyu içeren iki ana bölümden oluşmaktadır. Anketin ilk bölümünde katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin 7 soru bulunmaktadır. İkinci bölümde ise çalışanların iş güvenliği ile ilgili algılarının değerlendirilmesine yönelik 12 soru yer almakta ve katılımcılardan 5'li Likert ölçeğinde (Kesinlikle Katılmıyorum, Katılmıyorum, Kararsızım, Katılıyorum, Kesinlikle Katılıyorum,) değerlendirmeleri istenmiştir. Elde edilen verilere göre tablolar oluşturulup gerekli açıklamalar ve değerlendirmeler yapılmıştır. Anket verilerinin analizinde yüzde (%) değerler hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Analizde temel amaç elde edilen sonuçların okuyucuya özetlenerek ve yorumlanarak sunulmasıdır [26].

4. Bulgular

Araştırmada katılımcılara ait demografik özelliklerin belirlenmesi için tamamlayıcı özellikte analizler yapılmıştır. Yapılan bu analizler sonucunda çalışanların yaşı, öğrenim durumu, çalışma süresi, cinsiyeti ve iş sağlığı güvenliği konusunda herhangi bir eğitim programına katılıp katılmadığı, şirketteki gör evi ve çalıştığı il ile ilgili demografik özellikleri saptanmıştır.

Ankete katılan katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin veriler Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler

Değişkenler	Kategoriler	Frekans (n)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Erkek	130	100,00 %
	Kadın	0	0,00 %
Toplam		130	100,00 %
Yaş	20-30	48	37,0%
	31-40	70	53,80%
	41 Yaş ve Üzeri	12	9,20%
Toplam		130	100,00 %
Öğrenim Durumu	İlköğretim	71	54,60 %
	Lise	36	27,70 %
	Ön Lisans	13	10,00 %
	Lisans	10	7,70 %
	Yüksek Lisans	0	0,0 %
	Doktora	0	0,0 %
Toplam		130	100,00 %
Çalışma Süresi	0-5 Yıl	68	52,30 %
	6-10 Yıl	47	36,20 %
	11-15 Yıl	9	6,90 %
	16 Yıl ve Üzeri	6	4,60 %
Toplam		130	100,00 %
Şirketteki Görevi	Şirketteki Görevi	27	20,80 %
	Ustabaşı	42	32,30 %
	Kalfa	16	12,30 %
	İşçi	45	34,60 %
Toplam		130	100,00 %
Çalışanların Çalıştıkları İller	İstanbul	45	34,60 %
	Van	43	33,10 %
	Malatya	42	32,30 %
Toplam		130	100,00 %
İSG Eğitim Programına Katılma Durumu	Katıldım	80	61,50 %
	Katılmadım	50	38,50 %
Toplam		130	100,00 %

Araştırmaya katılan çalışanların %36,9'u 20-30 yaş, %53,8'i 31-40 yaş ve %9,2'nin ise 41 yaş ve üzerinde olduğu görülmüştür. Tablodan katılımcıların yarısından fazlasının 31-40 yaş aralığında olduğu görülmektedir. Katılımcıların bu yaş dağılımları dikkate alındığında çalışanların çalışma hayatlarının verimli dönemlerinde oldukları söylenebilir. Katılımcıların eğitim düzeyleri değerlendirildiğinde çalışanların yarısından fazlası ilköğretim mezunudur (Tablo 1). Bu eğitim düzeylerine bakıldığında katılımcıların eğitim seviyelerinin günümüz şartları bakımından oldukça düşük bir düzeyde olduğunu söylemek mümkündür. Araştırmaya katılanların %61,5'inin en az bir işçi sağlığı güvenliği programına (İSG) programına katılmış olduğu, %38,5'inin

ise herhangi bir İSG programına katılmamış olduğu görülmüştür. Buna göre katılımcıların büyük bir bölümünün iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bir eğitim programına katıldığı saptanmıştır. Çalışmada çalışanların işçi sağlığı ve güvenliği ile ilgili görüşlerine yönelik elde edilen sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışanların İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği İle İlgili Algılarının Değerlendirilmesine Yönelik Anket Çalışması Sonuçları

NO	Sorular	İller	Değ.	Çalışanların Fikir Skalası				
				Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	İş Güvenliği Öncelikli Önem Taşıdığını Düşünüyorum	İstanbul	n	3	0	0	10	32
			%	6,7	0,0	0,0	22,2	71,1
		Van	n	5	0	0	8	30
			%	11,6	0,0	0,0	18,6	69,8
		Malatya	n	4	0	0	9	29
			%	9,6	0,0	0,0	21,4	69,0
2	İş Güvenliği Konusunda Aşırı Tedbirlerin Alınması, İşlerin Uzamasına Neden Olmaktadır	İstanbul	n	25	15	0	5	0
			%	55,6	33,3	0,0	11,1	0,0
		Van	n	18	14	8	3	0
			%	41,9	32,5	18,6	7,0	0,0
		Malatya	n	15	13	7	7	0
			%	35,7	30,9	16,7	16,7	0,0
3	İş Güvenliği Konusunda Yeterli Bilgiye Sahip Değilim	İstanbul	n	16	23	6	0	0
			%	35,6	51,1	13,3	0,0	0,0
		Van	n	12	10	5	12	4
			%	27,9	23,3	11,6	27,9	9,3
		Malatya	n	13	11	5	7	6
			%	30,9	26,2	11,9	16,7	14,3
4	İş Güvenliği Kurallarına Uyulması İş Kazalarını Önler	İstanbul	n	0	0	0	18	27
			%	0,0	0,0	0,0	40,0	60,0
		Van	n	0	0	0	24	19
			%	0,0	0,0	0,0	55,8	44,2
		Malatya	n	0	0	0	20	22
			%	0,0	0,0	0,0	47,6	52,4
5	İş Güvenliğine Uyulması Çalışma Ortamını Daha Huzurlu Hale Getirir	İstanbul	n	0	0	0	15	30
			%	0,0	0,0	0,0	33,3	66,7
		Van	n	0	0	0	20	23
			%	0,0	0,0	0,0	46,5	53,5
		Malatya	n	0	0	0	20	22
			%	0,0	0,0	0,0	47,6	52,4

6	İş Güvenliği Konusunda Eğitim Verilmesini Önemserim	İstanbul	n	0	0	0	24	21
			%	0,0	0,0	0,0	53,3	46,7
		Van	n	0	0	0	19	24
			%	0,0	0,0	0,0	44,2	55,8
		Malatya	n	0	0	0	17	25
			%	0,0	0,0	0,0	40,5	59,5
7	Çalıştığım Firmanın İş Güvenliği Konusunda yeterli ekipman sağladığını Düşünüyorum	İstanbul	n	5	6	4	18	12
			%	11,1	13,3	8,9	40,0	26,7
		Van	n	4	4	6	10	19
			%	9,3	9,3	14,0	23,2	44,2
		Malatya	n	7	2	2	18	13
			%	16,6	4,8	4,8	42,8	31,0
8	İş Arkadaşlarımla Güvenlik Kurallarına Uyduğunu Düşünüyorum	İstanbul	n	5	6	4	18	12
			%	11,1	13,3	8,9	40,0	26,7
		Van	n	4	4	6	10	19
			%	9,3	9,3	13,9	23,3	44,2
		Malatya	n	7	2	2	18	13
			%	16,6	4,8	4,8	42,8	31,9
9	Çalıştığım Firma Yönetiminin İş Güvenliği Kurallarını Önemsemediğini Düşünüyorum	İstanbul	n	6	0	9	18	12
			%	13,3	0,0	20,0	40,0	26,7
		Van	n	5	0	13	10	15
			%	11,6	0,0	30,2	23,3	34,9
		Malatya	n	8	0	11	10	13
			%	19,0	0,0	26,2	23,8	31,0
10	İş Güvenliği ve Sağlığı Eğitimlerinin Belirli Periyotlarda Devam Ettirilmesi Bu konudaki Farkındalığın Arttıracağını Düşünüyorum	İstanbul	n	6	0	0	17	22
			%	13,3	0,0	0,0	37,8	48,9
		Van	n	5	0	0	14	24
			%	11,6	0,0	0,0	32,6	55,8
		Malatya	n	8	0	0	16	18
			%	19,0	0,0	0,0	38,1	42,9
11	Çalıştığım Firmanın İş Güvenliği ve Sağlığı Konusunda Yeterli Tedbirleri Aldığını Düşünüyorum	İstanbul	n	6	0	9	18	12
			%	13,3	0,0	20,0	40,0	26,7
		Van	n	5	0	13	10	15
			%	11,6	0,0	30,2	23,3	34,9
		Malatya	n	8	0	11	10	13
			%	19,0	0,0	26,2	23,8	31,0
12	Çalıştığım Sektörde İş Güvenliği ve Sağlığı ile İlgili Alınan Tedbirlerin Riskleri Tamamen Ortadan Kaldıracağını Düşünüyorum	İstanbul	n	6	0	0	24	15
			%	13,3	0,0	0,0	53,3	33,3
		Van	n	4	0	0	28	11
			%	9,3	0,0	0,0	65,1	25,6
		Malatya	n	7	0	0	25	10
			%	16,7	0,0	0,0	59,5	23,8

İnşaat sektörü birbirinden farklı ve oldukça geniş çalışma alanlarına sahiptir. Sektörde yapılan işler çoğunlukla açık havada gerçekleştirildiğinden dolayı bünyesinde birçok risk barındırmaktadır. Çalışma alanları genellikle dışarıdan gelebilecek her türlü tehlikeye açıktır [6]. Bu nedenle sektörde iş güvenliği konusu diğer sektörlerle oranla daha fazla önem teşkil etmektedir. Sektördeki çalışanların da güvenlik kapsamında alınan tedbirlerin yapılan işlerin uzaması yönünde olmadığını, alınan tedbirlerin tamamen meydana gelebilecek iş kazalarının engellenmesine yönelik olduğu ve bunlara uymaları gerektiği bilincinde olmaları gerekmektedir. Yapılan bu çalışma kapsamında İstanbul, Van ve Malatya'daki çalışanların iş güvenliği ile ilgili olarak yukarıda bahsedilen bilincin değerlendirilmesine yönelik "İş güvenliğinin öncelikli önem taşıdığını düşünüyorum" sorusuna yönelik her üç ilde de "Katılıyorum + Kesinlikle Katılıyorum", cevaplarının sayısal değerlerinin "Katılmıyorum + Kesinlikle Katılmıyorum" cevaplarından bir hayli büyük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2, madde 1). Bu sonuca bağlı olarak her üç ildeki çalışanların iş güvenliğinin öncelikli önem taşıdığı görüşüne sahip olduğunu söylemek mümkündür. "İş güvenliği konusunda aşırı tedbirlerin alınması, işlerimin uzamasına sebep olmaktadır" sorusuna yönelik "Kesinlikle Katılmıyorum + Katılmıyorum" cevaplarının yüzdesel oranları illere göre İstanbul'da %88,9, Van'da %74,4, Malatya'da ise %66,6 olarak elde edilmiştir (Tablo 2, madde 2). Elde edilen bu verilerle çalışanların önemli bir bölümünün tehlikelere karşı alınacak tedbirlerin işin süresini uzatmadığı yönünde tutumlarını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda katılımcılar arasında iş güvenliği konusunda aşırı tedbirlerin alınmasının inşaat işlerinin uzamasına sebep olmadığı görüşünün hâkim olduğu görülmektedir.

Türkiye'de teknik elemanların iş güvenliği ve sağlığı konusunda yeterince bilgiye sahip olmadıkları gözlemlenmekte ve bu durum sebebiyle her gün 172 iş kazası meydana gelmekte olup; kazalarda 4 çalışan hayatını kaybederken, 6 kişi de sürekli iş göremez duruma gelmektedir [27]. Dolayısıyla ülkemizde çalışanların iş güvenliği

konusunda yeterli bilgiye sahip olmaları ve iş güvenliği kapsamında alınan kurallara uymalarının gerek iş kazaları gerek çalışma ortamının huzurlu olması bakımından oldukça önemli olduğu ortadadır. Bu çalışma kapsamında çalışanların iş güvenliğine yönelik bilgilerinin değerlendirilmesine yönelik “İş güvenliği konusunda yeterli bilgiye sahip değilim” ifadesine; her üç ildeki katılımcıların % 36,8’i kararsız iken, “Kesinlikle Katılıyorum + Katılıyorum” cevaplarının yüzdesel oranları il bazında Van ve Malatya’da sırasıyla %37,2 ve %31 olarak belirlenmiştir (Tablo 2, madde 3). İl bazında bir değerlendirme yapmak gerekirse İstanbul ilinde çalışanların diğer illere oranla iş güvenliği konusunda daha fazla yeterli bilgiye sahip olduğu sonucu çıkarılabilir. Ankete katılan çalışanlar, “İş güvenliği kurallarına uyulması iş kazalarını önler” ifadesine “Katılıyorum + Kesinlikle Katılıyorum” cevaplarının yüzde oranlarından (%100) her üç ildeki çalışanlar açısından iş güvenliği kurallarına uymanın oldukça önemli olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 2, madde 4). Bu sonuç ile birlikte iş güvenliği kurallarına uyulmasının iş kazalarının önlenmesindeki öneminin, tüm paydaşlar arasında net bir şekilde kabul gördüğü anlaşılmaktadır. Çalışanların, “İş güvenliğine uyulması çalışma ortamını daha huzurlu hale getirir” sorusuna verdikleri cevaplardan tüm illerde iş güvenliği kurallarına uyulduğu takdirde çalışma ortamının daha huzurlu olacağı kanısına varılmaktadır (Tablo 2, madde 5).

İnşaat sektöründe yapılan faaliyetler nedeniyle yüksek oranda risk içeren bir sektördür. Dolayısıyla sektörde çalışanların yaptıkları işlerin bilincinde olmalarını sağlamak için belirli aralıklarla meslek içi eğitimler verilmelidir [6]. Bu bağlamda bu çalışma kapsamında işçi sağlığı ve güvenliği konusunda verilecek eğitimlerin çalışanlar tarafından ne kadar önemsendiğinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Ankete katılan çalışanların, “İş güvenliği konusunda eğitim verilmesini önemserim” ifadesine; “Katılıyorum + Kesinlikle Katılıyorum” cevaplarının yüzde oranlarından (%100) her üç ildeki çalışanlar açısından iş güvenliği konusunda verilen eğitimlerin çalışanlar tarafından önemsendiği sonucu çıkarılabilir (Tablo2, madde 6). Bu sonuç ile birlikte

iş güvenliği ile ilgili verilen eğitimlerin katılımcılar açısından önem teşkil ettiği görülmektedir. Benzer sonuçlar iş güvenliği kurallarına uyma konusunda da elde edilmiştir. Dolayısıyla iş güvenliği eğitimleri ve iş güvenliği kurallarına uyma konularının diğer sorulara göre daha ön planda tutulduğu görülmüştür. Öte yandan firmaların da işçi sağlığı ve güvenliğini sağlayabilmek adına iş güvenliği konusunda yeterli ekipman sağlaması ve iş güvenliği kurallarını önemsemesi gerekmektedir [14]. Çalışma kapsamında “Çalıştığım firmanın iş güvenliği konusunda yeterli ekipman sağladığını düşünüyorum” sorusuna İstanbul’daki çalışanlar %66,7 oranında, Van’dakiler %67,4 oranında, Malatya’dakiler ise %73,8 oranında cevap vermişlerdir (Tablo 2, madde 7). Elde edilen sonuçlar il bazında değerlendirildiğinde diğer illere kıyasla Malatya ilinde çalışan katılımcıların, çalıştıkları firmaların iş güvenliği konusunda yeterli ekipman sağladığını düşündükleri görülmektedir. Aynı sonuçların, katılanların “İş arkadaşımın güvenlik kurallarına uyduğunu düşünüyorum” sorusuna ilişkin verdikleri cevaplarda da elde edildiği görülmektedir (Tablo 2, madde 8). Sonuçlar, il bazında değerlendirildiğinde ise Malatya ilinde çalışan katılımcıların diğer illere kıyasla daha çok iş arkadaşlarının güvenlik kurallarına uyduğunu düşündüklerini ortaya koymaktadır. Araştırmaya katılanların “Çalıştığım firma yönetiminin iş güvenliği kurallarını önemsendiğini düşünüyorum” sorusuna verdikleri oranlar (İstanbul %66,7; Van %58,2; Malatya %54,4) il bazında değerlendirildiğinde, diğer illere kıyasla İstanbul’daki katılımcıların iş güvenliği kurallarının çalıştıkları firmalar tarafından daha çok önemsendiğini düşündükleri görülmektedir. Fakat her üç ilde de ankete verilen cevapların yüzde oranları dikkate alındığında her üç ildeki firmaların iş güvenliği kurallarını önemsedikleri sonucu çıkarılabilir. Ankete katılan çalışanların “İş güvenliği ve sağlığı konusunda eğitimlerin belirli periyotlarla devam ettirilmesinin bu konudaki farkındalığımı arttıracaklarını düşünüyorum” sorusuna; İstanbul’daki katılımcıların %86,7’si, Van’daki katılımcıların %88,4’ü, Malatya’daki katılımcıların %81’i “Katılıyorum + Kesinlikle Katılıyorum” cevaplarını vermişlerdir (Tablo 2, madde 10).

Burada tüm illerde çalışan katılımcıların eğitimin belirli aralıklarla tekrarlanması iş güvenliği ve sağlığı konusunda kendilerine daha yararlı olacağını düşündükleri görülmektedir.

Şantiye alanlarında çalışanlar tarafından kullanılan ekipmanlar en ufak bir dikkatsizlikte oldukça ciddi sorunları beraberinde getirmektedir. Bu nedenle inşaat sektöründe yer alan firmaların meydana gelebilecek iş kazalarını en aza indirebilmek için yeterli tedbirleri alması gerekmektedir [28]. Katılımcıların “Çalıştığım firmanın iş güvenliği ve sağlığı konusunda yeterli tedbirleri aldığını düşünüyorum” sorusuna verdikleri cevapların il bazında bir değerlendirmesi yapıldığında İstanbul ilinde çalışan örneklem grubunun “Katılıyorum + Kesinlikle Katılıyorum” yüzde cevap oranının %66,7, Van’daki çalışanların %58,2 ve Malatya’daki çalışanların ise %54,8 olduğu görülmektedir (Tablo 2, madde 11). Elde edilen bu veriler kapsamında firmaların iş güvenliği ve sağlığı konusunda yeterli tedbirleri aldıkları söylenebilir. Çalışanlar, “Çalıştığım sektörde iş güvenliği ve sağlığı ile ilgili alınan tedbirlerin riskleri tamamen ortadan kaldıracağını düşünüyorum” ifadesini ise İstanbul’daki katılımcılar %86,6; Van’daki katılımcılar %90,7 ve Malatya’daki katılımcılar ise %83,3 oranında desteklemektedirler. Elde edilen bu verilerin il bazında bir değerlendirmesi yapıldığında Van’daki çalışanların büyük bir çoğunluğunun inşaat sektörüne yönelik iş güvenliği ve sağlığı için alınan tedbirlerin, riskleri tamamen ortadan kaldıracağını düşündükleri görülmektedir (Tablo 2, madde 13).

5. Tartışma

İnşaatlar, iş güvenliği bakımından her zaman en fazla riski barındıran faaliyet alanlarından biri olmuştur [24]. Yoğun ve kalabalık çalışma ortamı sebebiyle de riskli ortamlardan oluşur. Yüksekte yapılan işler, yapı işleri içinde hayati tehlikesi en fazla olan faaliyetlerin başında gelmektedir. Bilhassa yapıların yükseklikleri fazlalaştıkça, iş görenler daha yüksek alanlarda faaliyet yürütmek zorunda kalmaktadırlar.

Yüksekte iş yapmanın beraberinde getirdiği düşme tehlikesini asgari seviyeye çekmek amacıyla bireysel koruyucu donanım kullanımına gereken önemin verilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte yüksek yerlerde platform kenarlarına kesinlikle parmaklık konulmalı ve uygun biçimde işaretlenmesi yapılmalıdır. Yapı işleri, alev alıcı ve yakıcı malzemelerin bir arada olduğu yerlerdir. Ahşap iskele ve kalıplar, kaynak makineleri, çabuk tutuşan çatı ve izolasyon malzemeleri, aşınmış elektrik tesisatı gibi basit bir şekilde yangın çıkmasına neden olabilecek malzemeler her tarafta yan yana bulunmaktadır. Daha kaçış yollarının inşa edilmemiş olması ve yangın söndürme sisteminin bulunmaması sebebiyle inşaatlarda çıkan yangınlar, inşaatın tamamlanmasından sonra çıkan yangınlardan daha büyük bir tehlike teşkil etmektedir. Yapı işlerinde oluşan yangınları engellemek amacıyla ilk önce yanıcı ve yakıcı malzemelerin saklanması büyük bir özen gösterilmelidir. Bununla birlikte çalışmaların yapıldığı alanlara yangın söndürme tüplerinin konulması büyük önem taşımaktadır.

Çalışmada Türk inşaat sektöründe İstanbul, Van ve Malatya illelerinde devam eden büyük ölçekli inşaat projelerinde çalışanların risk azaltıcı önlemler karşısında iş sağlığı ve güvenliği yönündeki tutumları tespit edilmek istenmiştir. Araştırmada katılımcılara ait demografik özelliklerin belirlenmesi için tamamlayıcı özellikte analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda çalışanların yaşı, öğrenim durumu, çalışma süresi, cinsiyeti ve işçi sağlığı ve güvenliği konusunda herhangi bir eğitim programına katılıp katılmadığı, şirketteki görevi ve çalıştığı il olmak üzere demografik özellikleri saptanmıştır. Buna göre anket çalışmasından elde edilen bulgulara göre katılımcıların %100 erkek olduğu ve katılımcılar arasında kadın çalışan bulunmadığı görülmüştür. Benzer şekilde Güler [25] tarafından yapılan çalışmada da çalışanların % 100'ünün erkek olduğu ve inşaat projesinde kadın çalışanın bulunmadığı görülmektedir. Bu durumun belki de en önemli sebebi inşaat sektörünün kendine has olan çalışma koşulları olarak çoğunlukla erkek çalışanlar tarafından tercih edilmesi olabilir. Öte yandan araştırmada çalışanların yarısından fazlasının (%54,60) eğitim düzeylerinin

ilköğretim seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar işçi sağlığı ve güvenliği üzerine yapılan çalışmalarda da tespit edilmiş ve inşaat sektöründe iş kazalarının görülme sebeplerinden en önemlilerinden birisinin eğitim olduğu vurgulanmıştır [6; 16; 24]. Bu bağlamda sektörde iş kazalarının önlenmesi bakımından çalışanların eğitim düzeylerinin iyi seviyede olmasının yanı sıra, çalışanlara konu ile ilgili olarak belirli aralıklarda eğitimler verilmesinin de oldukça önem arz ettiğini söylemek mümkündür.

6. Sonuçlar

Ülke ekonomisine büyük katkısı olan inşaat sektörü, kendine özgü çalışma koşulları nedeniyle iş kazalarının ve işçi ölümlerinin en fazla yaşandığı sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun nedeni; sektörde birbirinden farklı çok sayıda faaliyetin birlikte yürütülüyor olması, çalışanların sürekli değişiyor olması, taşeron sayısının yüksek olması ve çalışma alanının birçok riski barındırıyor olması gibi faktörlerin iş sağlığı ve güvenliği açısından birtakım sorunları beraberinde getirmesidir. İnşaat projelerinde çalışma alanlarında meydana gelen kazalar sonucunda birçok çalışan hayatını kaybetmekte, ya da yaralanarak geçici ya da sürekli iş göremezlik almaktadır. Bu durum, inşaat sektöründe meydana gelebilecek kazaların ve kaza sonrasında ortaya çıkan kötü tablonun minimize edilebilmesi için iş sağlığı ve güvenliği alanında gerekli tedbirlerin alınmasını önemli kılmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği hususunda gerekli seviyeye ulaşamayan toplumların ekonomik açıdan büyük zarara uğradığını söylemek mümkündür. Bu nedenle toplumun iş kazalarının önlenmesi yönünde bilinçlendirilmesi de oldukça önemlidir. Toplumun iş sağlığı ve güvenliği hususunda yeterli seviyeye ulaşmasında ve ekonomik açıdan belirlenen hedeflere erişmesinde hem işverenin, hem de çalışanın büyük bir önemi vardır. İşveren açısından bakıldığında sektörde üstünlük sağlamak adına iyi bir rekabet ortamının oluşması, üretimin artması ve maliyetlerin düşürülmesi gibi maddi kazançlar getireceği ortadadır.

Çalışanlar bakımından ele alındığında ise çalışma ortamının daha iyi olması, çalışanın bedensel ve ruhsal açıdan korunması ve işin sürekliliği sağlandığından gelir kaybının önlenmesi gibi kazançlar getirmektedir.

Bu çalışma Türkiye’de İstanbul, Van ve Malatya illerindeki inşaat projelerinde çalışanların işçi sağlığı ve güvenliği konusundaki algılarının değerlendirilmesi üzerine yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda; inşaat projelerinde firmaların iş sağlığı ve güvenliği konusunda gerekli olan kriterleri sağlama yönünde ilerleme kaydettikleri?, iş sağlığı ve güvenliği hususunda istenilen kültürün yavaş da olsa Türkiye’de de benimsenmeye başlamış olduğu sonucuna varılabilir. Öte yandan inşaat sektöründe yaşanan iş kazalarını en düşük seviyeye getirebilmek için çalışanlara verilecek olan iş güvenliği ve sağlığı eğitimlerinin en etkili yöntemlerin başında geldiği görülmüştür. Eğitimler başta çalışanlara ve toplumun tüm kesimlerine anlatılarak sektörde karşılaşılabilecek iş kazaları konusunda farkındalıklar oluşturulmalıdır. Devlete ve tüm kuruluşlara bu noktada önemli görevler düşmektedir. Bu noktada işveren ve çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini sağlamaya yönelik alınan tedbirlerin maddi ya da manevi bir yük oluşturacağı düşüncesinden uzaklaştırılması önemlidir. Bu kültürün toplum tarafından benimsenebilmesi için öncelikle mevzuat çerçevesinde yasal yaptırımların uygulanması ve denetimlerin sıklaştırılması önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- [1] Gündeş, S., 2011, Exploring the dynamics of Turkish construction industry using input-output analysis, Construction Management and Economics, 29 (1), 59-68
- [2] Khan, M. W., Ali, Y., Felice, F., Petrillo, A., 2019, Occupational Health and Safety in Construction Industry in Pakistan Using Modified-SIRA Method, Safety Science, 118:109-118

- [3] Erginel, N., ve Toptancı, Ş., 2017, İş Kazası Verilerinin Olasılık Dağılımları İle Modellenmesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 5(ÖS: Ergonomi), 201-212
- [4] URL: <https://airclincosgb.com/2017-temmuz-isci-sagligi-is-guvenligi-raporu-sonuclari>, (Erişim tarihi: 20.01.2019)
- [5] Kazaz, A., Ulubeyli, S., Acıkara, T., Türk İnşaat Sektöründe İş Kazaları ve Nedenleri Üzerine Bir Araştırma, 4. Proje Yapım Yönetimi Kongresi (s.1-10), (2016, Kasım) Eskişehir-Türkiye.
- [6] Ercan, A., 2010, Türkiye’de Yapı Sektöründe İşçi Sağlığı ve Güvenliğinin Değerlendirilmesi, Politeknik Dergisi, 13(1), 49-53.
- [7] Çetin, G., ve Doğaner, A., 2017, İnşaat Sektörü Güven Endeksi ve Konut Fiyat Endeksi Arasındaki İlişki: Türkiye için Ampirik Analiz, İktisat Politikaları Araştırma Dergisi 4(2): 155-165
- [8] Kaya, V., Yalçınkaya, Ö., Hüseyini, İ., 2013, Ekonomik Büyümede İnşaat Sektörünün Rolü: Türkiye Örneği (1987-2010), Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 27(4):148-167
- [9] Bayrak, S., 2018, İnsana Yakışır İş Kavramı Bakımından Türkiye’de İnşaat Sektörünün Genel Görünümü, Çalışma ve Toplum, 2018(3): 1531-1554.
- [10] Fındık, H., ve Öztürk, E., 2016, The Examination of the Impact of the Macroeconomic Indicators on the Construction Sector Costs by the Guidance of Symmetric Causality Analysis, Eurasian Business & Economics Journal, S2: 319-329.
- [11] URL: <https://intes.org.tr/wp-content/uploads/2019/01/İNŞAAT-SEKTÖRÜ-RAPORU.pdf>, (Erişim Tarihi 20.01 2017)
- [12] Şen, M., 2015, İş Sağlığı Ve Güvenliği Kavramı, Tarihsel Gelişimi Ve Dayanakları, Melikşah Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 4(1), 117-142
- [13] Bilgin, L., Taşçı D., Kağmcıoğlu, D., Benligiray S., ve Tonus, H. Z., İnsan Kaynakları Yönetimi, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2004.
- [14] Baradan, S., 2006, Türkiye İnşaat Sektöründe İş Güvenliğinin Yeri ve Gelişmiş Ülkelerle Kıyaslanması, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(1): 87-100.
- [15] URL: http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yil_liklari. (Erişim Tarihi: 20.04. 2019)
- [16] Çavuş, A., ve Taçgın, E., 2016, Türkiye’de İnşaat Sektöründeki İş Kazalarının Sınıflandırılarak Nedenlerinin İncelenmesi, APJES IV-II, 13-24.
- [17] Yakut, A., ve Akbıyıklı, R., 2013, İşçi Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi ile Toplam Kalite Yönetimi Sistemleri Veri Analizi İncelemesi, SAÜ. Fen Bil. Der. 17(1):97-13.

- [18] Polat, B., Polat, A., 2017, İnşaat sektöründe Doğu Anadolu Bölgesi için iş güvenliği koşullarının incelenmesi. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 3:24-32
- [19] URL: <http://www.iskteknik.com.tr> (Erişim Tarihi: 20.04. 2019)
- [20] Yılmaz, F., 2009, Küreselleşme sürecinde gelişmekte olan ülkelerde ve Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 6(1): 45-72.
- [21] Gerek, İ.H., Erdiş, E., İnşaat İşlerinde Teknik Personelin İşin Tehlikeleri Konusunda Görüşlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, 3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu (213-221), (2011, Ekim) Çanakkale, Türkiye
- [22] Kürklü, G. ve Görhan, G., Mevzuatta Yapılan Yeni Değişiklikler ile Yüksekte Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği, Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, (s.2-77), (2014, Nisan) Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, YTÜ İstanbul.
- [23] Gedikoğlu, T., ve Tahaoğlu, F., 2010, İlköğretim Okullarının Örgüt İklimi: Gaziantep İli Şahinbey ve Şehitkamil İlçeleri Örneği, *Milli Eğitim*, 186:38-55.
- [24] Selcuk,E. ve Çakır Kıasif, G., İşçi Sağlığı ve İşçi Güvenliğini Etkileyen Fiziksel Faktörlerin Ergonomik Açıdan İncelenmesi, (2012,Kasım)18.Ulusal Ergonomi Kongresi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.
- [25] Güler, G., İnşaat projelerinde çalışanların risk yönetimi ve risk azaltıcı tedbirler karşısındaki tutumları: Antalya örneği, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2017)
- [26] Yıldırım, A., Şimşek, H., Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Seçkin Yayınları, Ankara, 2003
- [27] Özgüler, A. T., ve Koca, T., 2013, Meslek Yüksekokullarında İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminin Gerekliliği, *Electronic Journal of Vocational Colleges- Aralık 2013 UMYOS Özel Sayı*, 15-20.
- [28] Altınöz, H., Uzun, M., Bahadır, Y., Sarmusak, F., Karagöz, Y., Yapı Makinaları Kullanımında Sıklıkla Karşılaşılan İş Kazaları ve Alınması Gereken Önlemler, 3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu (s.61-73), (2011, Ekim), Çanakkale, Türkiye.

Türkiye’de Mobilya Sektörünün Durumu ve 2000’li Yıllardan Sonra Küreselleşme Etkisi ile Değişimi

Zeynep TERECE¹, Jülide EDİRNE ERDİNÇ²,
Fusun SEÇER KARİPTAŞ³

^{1,2}T.C. Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi / Mimarlık Bölümü, İstanbul,
Türkiye

³T.C. Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi / İç Mimarlık Bölümü, İstanbul,
Türkiye

¹ORCID: 0000-0002-7522-8697

²ORCID: 0000-0002-1367-7550

³ORCID: 0000-0003-1594-6061

Geliş Tarihi: 31.01.2020

***Sorumlu Yazar e mail:** julideedirne@halic.edu.tr

Kabul Tarihi: 18.03.2020

Atıf/Citation: Terece, Z., Edirne Erdinç, J. ve Seçer Kariptaş, F. “Türkiye’de Mobilya Sektörünün Durumu ve 2000’li Yıllardan Sonra Küreselleşme Etkisi ile Değişimi” Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2020, 3/1: 159-180.

Araştırma Makalesi/ Research Article

Özet

Küreselleşme ile birlikte teknolojinin tüm dünyadaki etkisi Türkiye’de de yaygın olarak hissedilmiştir. Bu süreç dünyadaki ve Türkiye’deki mobilya tasarımlarında köklü değişimler yaratmıştır. Türkiye’de mobilyanın yaygınlaştığı Cumhuriyetin kuruluşu sonrasındaki dönemde malzeme çeşitliliğindeki azlık ve teknik yetersizliklerden dolayı özgün bir tarz oluşmamıştır. Bunun sonucunda mobilya üretim tekniği kısıtlanmış ve diğer ülkeler tasarım açısından taklit edilmiştir. Cumhuriyetin kuruluşu sonrası devletin oluşturduğu standartlar nedeniyle mobilya sektöründe kullanılan malzemeler yurtdışından getirilmiştir. Apartman dairelerine geçişler modern konut kavramını oluştururken mobilya talebini de artırmıştır. Bunun sonucunda Cumhuriyet Dönemi’nde mobilya sektörü, sosyal değişim ve teknolojik gelişmeleri takip ederek kendini yenilemeye başlamıştır. Batı mobilya ürünlerine yönelimin artması ve bu ürünlerin örnek alınması aynı zamanda özgün tasarımların oluşmasına katkıda bulunmuştur. Türkiye’de 1970’li yıllarda modern tarzda endüstriyel üretim başlamıştır. 2000’li yıllara gelindiğinde ise orta ve büyük ölçekli işletmelerin sayısı giderek artmış ve dünya ölçeğinde mobilya ihracat ve ithalatında sahip olduğu pay

büyümüştür. Çalışmada, Türkiye’de mobilya tasarım ve mobilya üretiminin sahip olduğu özelliklerinin daha doğru analiz edilmesi açısından mobilya sektörünün gelişim süreci tüm yönleriyle ele alınmıştır. Bu doğrultuda mobilya tasarım sürecini etkileyen tasarım kriterleri tespit edilerek, mobilya tasarımının mevcut durumu sektörün dünya pazarındaki yerine yönelik veriler kullanılarak aktarılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mobilya tasarımı, Mobilya sektörü, Modern mobilya, Küreselleşme.

The Status of Furniture Sector in Turkey and Its Change After 2000s by the Effect of Globalization

Abstract

With the globalization, the effect of technology has been felt worldwide including Turkey. This period has created radical changes in furniture design throughout the world and in Turkey. The proliferation of furniture in post-republic era, an original style in the furniture production has not been developed in Turkey because of the material shortage and technical deficiency. As a result of this, the technique of furniture production has been limited and other countries have been followed after due to their furniture design. After the proclamation of the republic, as the state authorities have regulated the standards, the materials for furniture production have been mainly imported from foreign countries. While the move into flats has accelerated the modern housing concept, it has also increased the demand for furniture. As a result of that, the furniture sector has started to renew itself by following social changes and technological developments during the republican period the furniture. The increase in preference for Western-style furniture and their being seen as exemplary have also contributed to the formation of authentic designs. In 1970s, modern industrial production has begun in Turkey. In 2000s, the number of small and big businesses has increased and the part they have taken in the furniture exportation and importation in the world has gotten bigger. In this study, the progress of furniture sector has been tackled in all its parts for a better analysis of the features of furniture design and production in Turkey.. In line with this, having determined the design elements which influence the process of furniture design, the current situation of furniture design has been expressed by using the data for the place of the sector in the global market.

Keywords: Furniture design, Furniture sector, Contemporary furniture, Globalization.

1. Giriş

İnsanoğlu varoluşundan bu yana çeşitli ihtiyaçları için mobilya tasarlamış ve üretmiştir. Mobilya, insanların yaşamlarını kolaylaştırmak ve rahat bir yaşam sürmelerini sağlamak için hep gerekli olmuştur. Mobilya geçmişten günümüze insan yaşamı için vazgeçilmez bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsan yaşamına mobilya kavramı ilk olarak taş ve kum malzemelerinin kullanılması, taşların yontularak oturaklar, ağaç yaprakları veya hayvan derileri kullanılarak yataklar üretilmesi şeklinde girmiştir. Geçmişten günümüze toplumların çok çeşitli ekonomik düzey ve kültürel yaşamları sonucu farklı mobilya kullanımları görülmektedir. Mobilyalar zamanın ve mekânın teknolojik gelişmeleriyle beslenerek geleneksellikten çıkıp modern formuyla günümüze ulaşmıştır. İnsan yaşamında ihtiyaçların çoğalması, teknolojinin hızla büyümesi mobilya çeşitlerinin de artmasını da sağlamıştır. Mobilya seçimlerinde eğitim, kültür, ekonomik ve sosyal alışkanlıklar arasındaki farklılıklar etkili olmaya başlamıştır.

Türkiye'nin çağdaş dünyaya açılımla başlayan değişimler, mobilya sektöründe de kendini hissettirmiştir. Konut talebinin artması, mekân tiplerine uygun, bireylerin zevk ve ihtiyaçlarına göre mobilya üretiminin artmasına neden olmuştur. Değişen dünya koşulları, yeni ürünlerin sosyal yaşama dâhil olması tüketicilerin bilinçlenmesi mobilya sektörünün gelişimine büyük oranda yansımıştır. Bu kapsamda çalışmada, tasarımlara ve tasarımcılara etki eden sektörün bulunduğu durumun irdelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada Türkiye'de mobilya tasarımı ve mobilya sektörünün gelişim süreci içinde taklit edilen ürünlerin yeri araştırılmıştır. Çalışma süresince konu ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Bu alanda yayınlanan tez, dergi, kitap, gazete ve makale çalışmaları incelenmiştir. Mobilya sektörünün Türkiye'de ve dünyadaki durumunu ortaya koymak

adına konu ile ilgili hazırlanan raporlardan yararlanılmıştır. Eldeki veriler ışığında mobilya sektörünün Türkiye ölçeğindeki yeri ve gelişim süreci bir araştırma değerlendirmesi olarak ortaya konmuştur.

3. Mobilya Kavramı

Mobilya, insan anatomik yapısının gereği olarak girdiği çeşitli biçimlere hizmet amacıyla insan ölçüsüne uygun olarak tasarlanmış farklı fonksiyonları karşılayan nesnedir [1]. Mobilya, yaşam şartlarını kolaylaştıran, mekâna düzen vermeyi sağlayan ve bulunduğu çevreyi kullanışlı hale getiren nesnelerin tümüne verilen addır. Dolayısıyla bir mekânı tamamlayan önemli olgulardan biridir. “Mobilya oturlan yerlerin süslenmesi ve her türlü kullanım amaçları için donatılmasına yarayan yeri değiştirilebilen eşya olarak tanımlanmaktadır” [2].

Toplumların yerleşik düzene geçmesi ile birlikte insanlar dört yanı çevrili bir üst örtü altında yaşamaya başlamıştır. Temel barınma ihtiyacının karşılanması yanı sıra, yaşam mekânlarını daha rahat ve kullanışlı bir hale getirmek arzusundan doğan ikincil ihtiyaçların meydana çıkması sonucu farklı alet ve eşyalara duyulan ihtiyaçlar mobilya kavramının farklı biçimlerde şekillenmesini sağlamıştır. İhtiyaçlarla beraber artan gereksinimler mobilyaya yönelik beklentileri de artırmıştır. Mekânların yapılış amaçlarına uygunluğu önemli olmakla beraber, kullanıcıya da gerekli olan konforu sağlaması ön plana çıkmıştır. Bu bağlamda gereksinimlerin çoğalması ve yapım, alet ve makinelerin icadıyla seri üretim mobilya tarzları geliştirilmiştir.

Temel ihtiyaçlardaki değişimin getirdiği farklılıkların yanı sıra tasarımda dönemin kültür yapısı, estetik anlayışı ve o dönemin alışkanlıkları da mobilyaya yansıtılmıştır. Mobilyalar sadece duyulan gereksinimin giderilmesi amaçlı tasarlanmamış, zamanla tasarım ve sanatta etkili olan akımlar mobilyanın da farklılaşmasına sebep olmuştur. Mobilya, sadece beklenen işlevin karşılanması için değil, sosyal ve ekonomik semboller ve sosyolojik mesajlar için de kullanılmıştır. Tarih öncesi devirlerde, zenginlik ve sosyal statü sembolü olarak görülen

mobilyaların daha sonra ortaya çıkan çeşitli sanat akımları ile sadeleştiği ve fonksiyonelliği ön planda tutulduğu görülmektedir. Endüstri devrimi ile seri üretim kavramı doğmuş, bu kavram mobilya tasarımını ve üretimini değiştirmiştir. Modernizm, tasarımda 20.yüzyılda yeni estetik anlayışların ortaya konduğu bir dönem olmuştur. Bauhaus gibi akımlarla mobilya tasarımı bir eğitim konusu ve manifesto haline gelmiştir. Mobilya üretiminde rekabet ortamı artmış, teknolojinin gelişmesiyle ucuz malzemeler üretilmiş ve işçilik kolaylaşmıştır [1].

Mobilya tasarımındaki bu tarihsel değişim tasarım ve teknoloji-deki değişimlerin değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Tarihsel değişimlerin irdelenmesi mobilya sektörünün gelişiminde önemli ipuçlarının elde edilmesini sağlayacaktır.

3.1. Günümüzde mobilya tasarım sürecini etkileyen tasarım kriterleri

Modern mobilyada en önem verilen hususlar, malzeme kullanımı, hafiflik, hijyen, malzemedeki sağlamlık, sürdürülebilirlik, strüktür, ergonomi, ölçü, detaylarda basitliktir. Çağımızın değişmesi yeni malzemelerin mobilya tasarımında kullanılmasını gerektirmiştir. Teknolojinin her geçen gün gelişmesi ile birlikte mobilya tasarımında yararlanılabilecek olanaklar da artmıştır. Cam, çelik, alüminyum ve tekstil günümüzde endüstriyel mobilya tasarımında yaygın olmakla birlikte plastik malzemelerin kullanımı da yaygınlaşmıştır. Hafiflik, modern mobilya tasarımında 20. yüzyılın başından bu yana endüstride ele alınan önemli bir kriterdir. Mobilyadaki hafiflik arayışı açısından malzeme kullanım yöntemleri 21. yüzyılın başından itibaren oldukça gelişmiştir. Teknolojinin ilerlemesi, daha hafif malzemelerin geliştirilmesini sağlamıştır. Hafif mobilya üretimi nakliyye ve kullanımda kolaylık, hız ve verim sağladığı için günümüzde tercih edilmektedir. 20. yüzyılda olduğu kadar çağımızda da hijyen modern mobilya tasarımında aranan özellikler arasındadır. Mobilyanın toza ve kire karşı dayanımı geliştirilen teknoloji ile artırılmaktadır. Kullanılacak tekstil

ürünlerinin rahat temizlenebilir olması bu ürünlerin kullanıcılar tarafından tercih edilme sebepleri arasında yer almaktadır. Malzeme kullanımında sağlamlık kullanıcıya güven verebilecek şekilde ele alınmaktadır. 20. yüzyılda başlayan sanayileşmenin getirdiği kirlenmeyi ve doğal kaynakların tükenmesini önlemek amacıyla endüstriyel kirlilik oluşturan ve işlenmesi için fazla enerji gerektiren malzemeler yerine geri dönüştürülebilir ve sürdürülebilir malzemelere yönelim başlamıştır. Tasarımcılar, mobilya sektöründe de geri dönüştürülebilir malzemelerin mukavim kullanımlarını sağlayacak şekilde yeni ürünler geliştirmektedir.

Teknoloji, malzeme, üretim ve dönüşüm uygulamaları günümüzde modern mobilyalarda çeşitli form ve dayanımda pekçok strüktürün gelişmesini sağlamıştır. Kaliteli tasarım anlayışı, günümüz mobilyalarında aranılan bir kriterdir. Yapay strüktürler kullanmaksızın strüktürün ve detayların görünür kılınması, mobilyanın ortaya çıkmasını sağladığı gibi bakım ve üretim kolaylığı da sağlamaktadır. Sade tasarım, üretimde verimlilik ve sağlamlık ilkeleriyle modern tasarım oluşmaktadır.

Ekonomik ve mütevazı tasarım anlayışı, mobilyanın geniş kitlelere ulaşabilmesi amacı ile doğmuştur. Günümüzde sosyal değerlere olan duyarlılık ticari kaygılarla azalsa da endüstriyel verimlilik için ekonomik tasarımlar üretilmektedir. İşlevsellik, denge, hafiflik, kolay taşınabilirlik, bakım kolaylığı, uzun ömürlü olma, hareketlilik, kolay sökölüp monte edilebilirlik, ergonomi, kullanımda esneklik gibi kriterler modern mobilya tasarımının olmazsa olmaz özellikleridir. Günümüzde de mobilya tasarım sürecine bu özellikler dikkate alınarak yön verilmektedir.

4. Türkiye’de Mobilya Tasarımı ve Üretim Sektörüne Etkisi

Türkiye’de Cumhuriyet Dönemi sonrası mobilya sektöründe, hızla ilerleyen teknolojik gelişmeler doğrultusunda tasarım, üretim, tüketim süreçleri birbirini takip ederek büyümüştür. Böylece Türkiye’de

küreselleşme süreciyle birlikte önem kazanan mobilya tasarımı, birçok mobilya firmasının sektöre girmesini sağlamıştır. Teknolojik yeniliklerin ülkemize girmesi, dışa açılma durumu, batılı yaşam tarzının benimsenmesi ve dış ticaretin artması, mobilya firmaları arasında rekabeti sağlamıştır. Bu rekabet duygusu sektörde özgün tasarım olgusunu oluşturmuştur. Marka olma isteği girişimcilerin sektör tarafından algılanmasını ve önemsenmesini sağlamıştır.

Türk mobilya sektöründe tasarımın önemi sektördeki imalatçılar tarafından tam olarak anlaşılabilmiş değildir. Birçok firma, yabancı firmaların ürünlerini taklit ederek, kendi bünyelerinde tasarımcı bulundurmaktan üretim yapmaya çalışmaktadır. Çoğu firma aynı yolu izlediği için piyasada, birbirine benzeyen çok fazla modelle karşılaşmaktadır. Bu da kullanıcılarda farklı ve özgün ürün görme isteği oluşturmuştur. Bunun üzerine son yıllarda firmalar, üretim süreçlerinde tasarımcı bulundurma ihtiyacı duymuştur.

Mobilyada trendler, fonksiyonellik ve estetik bakış açısına paralel olarak önemli bir değişim yaşanmaktadır. Bu değişime bakıldığında mobilya sektörünün çağdaş dünyadaki üreticilerle rekabet edecek düzeyde sürekli gelişim göstermesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Ev mobilyalarının yanı sıra ofis ve bahçe mobilyaları da bu değişime ayak uydurmaktadır. Yıllarca Batı mobilyasını örnek alarak ilerleyen tasarımcıların ufku açılmış ve tasarımcılar mobilyaya farklı bir bakış açısıyla yaklaşmaya başlamışlardır. Örnek alınan çalışmalar Türkiye'nin kültürüne, ekonomik koşullarına, coğrafi konumuna göre şekillendirilerek yeni tasarımlar oluşturulmaktadır. Her eski ürün yeni yapılan diğer ürünün üzerine yeni fonksiyonlar ekleyerek başka türlerde karşımıza çıkmaktadır. Bu da günümüz tasarımcılarının özgün tasarım yapmasının önünü açmıştır. Özgün tasarım ve markalaşma son dönemlerde mobilya sektörünü ilgilendiren önemli kavramlar olmuştur. Tasarımcıların tasarımlarında kimlik oluşturmasını, dış piyasada isim yapmasını, çok önemli fuar ve sergilerde yer almasını ve Türkiye'nin ürünlerinin ön plana çıkmasını sağlamıştır.

5. Türkiye’de Mobilya Sektörü ve 2000’li Yıllardan Sonra Küreselleşme Etkisi ile Değişimi

Türkiye’de mobilya sektörü diğer sektörlerle göre daha hızlı ilerleyen en eski imalat sektörlerinden biridir. Ülkemizde 1970’li yıllar öncesinde küçük yerlerde varlığını devam ettiren mobilya sektörü, belirli bir süre sınırlı üretim yapmak durumunda kalmıştır. Mobilya atölyelerinin birbirinden habersiz ve küçük olması aralarındaki ilişkiyi kısıtlamıştır. Bu durum da teknolojik gelişmeleri yavaşlatmış ve el emeğinin yoğun olarak yer aldığı bir sektör olmasına neden olmuştur. İhtiyaç için üretilen küçük ev eşyaları ve iç piyasada bulunan mobilyalar sektörün büyük çoğunluğunu oluşturmuştur. Dolayısıyla da Türk mobilya endüstrisi, çoğunluğun geleneksel yöntemlerle çalıştığı atölye tipi ve küçük ölçekli işletmelerin ağırlıkta olduğu bir konumda kalmıştır.

2000’li yılların başından itibaren, orta ve büyük ölçekli işletmelerin sayısı giderek artmaya başlamıştır. “Türkiye’de mobilya sektörü, pazarın yoğunlaştığı ve orman ürünlerinin yoğun olduğu belirli bölgelerde toplanmıştır. 2014 yılı SGK verilerine göre mobilya sektörü imalat sanayi içinde 20.867 işletme ile dördüncü, yarattığı 165.118 kişilik istihdam ile yedinci sırada yer almaktadır. Mobilya sektörünün Türkiye’de yoğunlaştığı iller incelendiğinde; en fazla Kayseri, Bursa, Ankara, İstanbul ve İzmir’de mobilya üretiminin yapıldığı dikkat çekmektedir. Bunun dışında Eskişehir, Sakarya, Bolu, Trabzon, Zonguldak, Balıkesir, Antalya ve Burdur’da da mobilya üretimi yapılmaktadır” [3]. Mobilya sektöründe faaliyet gösteren işletmeler çoğunlukla pazara yakın ve hammaddenin kolay temin edildiği bölgelere yerleşmişlerdir. Büyük ormanlık alanlara sahip olan, bunun sonucu olarak da ağaç sanayisinin hızlı bir şekilde geliştiği Bursa (İnegöl) bölgesi de yüksek bir gelişim göstermiştir. Hammade kaynaklarına yakın olmasının avantajını iyi değerlendirmiştir. Bölgenin ihracatta yakaladığı başarı, Bursa, İnegöl’ün mobilyada önemli bir uluslararası merkez olma yolunda olduğunu göstermektedir.

“İstanbul’da mobilya sektörü muhtelif yerlere dağılmış olmakla beraber, en önemli iki merkez İkitelli Organize Sanayi Bölgesi’ndeki Masko (778 mağaza) ve küçük sanayi sitesindeki Modoko (350 mağaza)’dur. Ankara mobilya üretiminde her zaman için önemli bir merkez olmuştur. Ankara’da mobilya sektörü Siteler semtiyle özdeşleşmiştir. Siteler 1960’lı yıllarda Marangozlar Odası’nın önderliğinde kurulmuş olup, bugün 5.000 dönüm arazi üzerinde faaliyet gösteren büyük bir organize sanayi bölgesidir. Bölge küçük ve orta ölçekli mobilya üretimi yapan birçok işletmeyi barındırmaktadır. Sitelerdeki kayıtlı firma sayısının 10.000’i aştığı sanılmaktadır” [3].

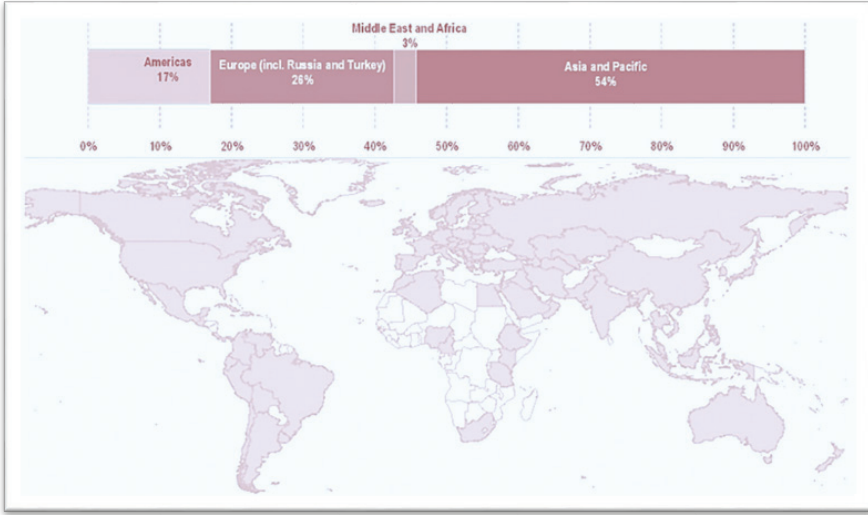
Kanepe, koltuk ve yatak üretimiyle başlayan Kayseri, mobilya sektöründe teknolojik gelişmeler ve yeni yatırımlar sonucunda bugün mobilyanın her dalında üretim yapan firmaları içinde bulundurarak Türkiye’nin önemli mobilya merkezi haline gelmiştir. Kayseri daha çok ev mobilyası ihracatı yapmaktadır.

İzmir bölgesi istihdam düzeyine göre Kayseri’nin ardından 5. sırada gelmektedir. İzmir’de, Karabağlar ve Kısıkköy sektörün yoğunlaştığı bölgelerdir. Sahip olduğu liman ve ulaşım kolaylığı sayesinde sektör ihracatta önemli atılımlar içerisindedir. Firma başına düşen çalışan sayısı açısından Türkiye ortalamasının altında istihdam düzeyine sahip olan İzmir bölgesinde daha çok küçük firmalar bulunmaktadır.

Kentsel dönüşümün hız kazandığı yıllar itibariyle, mobilya üretimi büyük ölçüde yeni konut inşaatlarına ve gelir artışına paralel bir seyir izlemektedir. Ofis mobilyaları gibi daha özellikli konulardaki mobilya üretimi, bu nedenle talep esnekliği yüksek bir tüketim malı olması nedeniyle talep ve kapasite kullanım oranları ekonomik dalgalanmalara paralel olarak inişli çıkışlı olmaktadır. İç pazardaki talep daralması kapasite kullanımının artırılamaması yanı sıra dış talep yetersizliğinin de getirdiği finansman, çalışanlarla ilgili sorunlar, yerli ve ithal hammadde yetersizliği gibi üretimin ve sektörün yaşadığı başlıca sorunlara neden olmaktadır (TC Ticaret Bakanlığı).

5.1. Türkiye'nin dünya mobilya ihracatındaki yeri

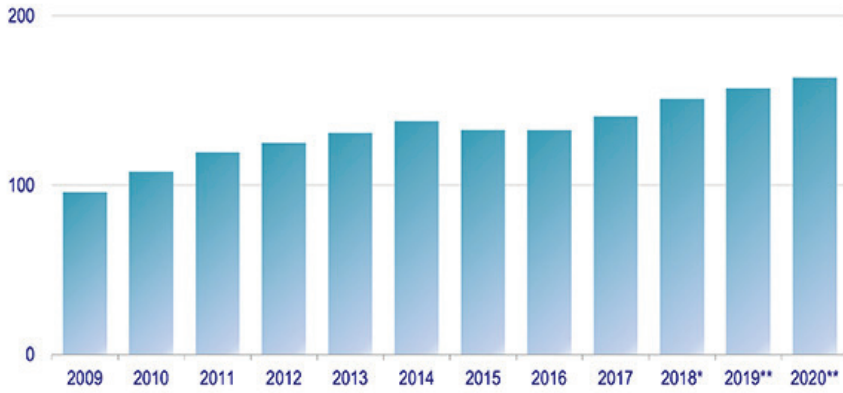
Mobilya sektörü dünyada rekabetin yoğun yaşandığı, bu rekabetin Türkiye ekonomisine de istihdam ve ticaret hacmi yönünden önemli katkılar veren bir sektördür. Genel dünya ihracatı ve dünya mobilya sektörü ihracat rakamları incelendiğinde, 2001-2010-2016-2017 yılları itibariyle dünya mobilya sektörünün genel dünya ihracatı içindeki payı 2001 yılında % 1,01, 2010 yılında % 0,88, 2016 yılında % 1,08 seviyelerinde olduğu görülmektedir. Dünya mobilya sektörü, 2016 yılında ihracat rakamı 171,2 milyar, 2017'de ise 181,5 milyar dolar olarak gerçekleştirirken, 2030 yıllarında mobilya sektörünün ticaret hacminin 1 trilyon doları geçeceği tahmin edilmektedir [4].



Şekil 1. Dünya mobilya üretiminin bölgelere göre yüzde dağılımı [5]

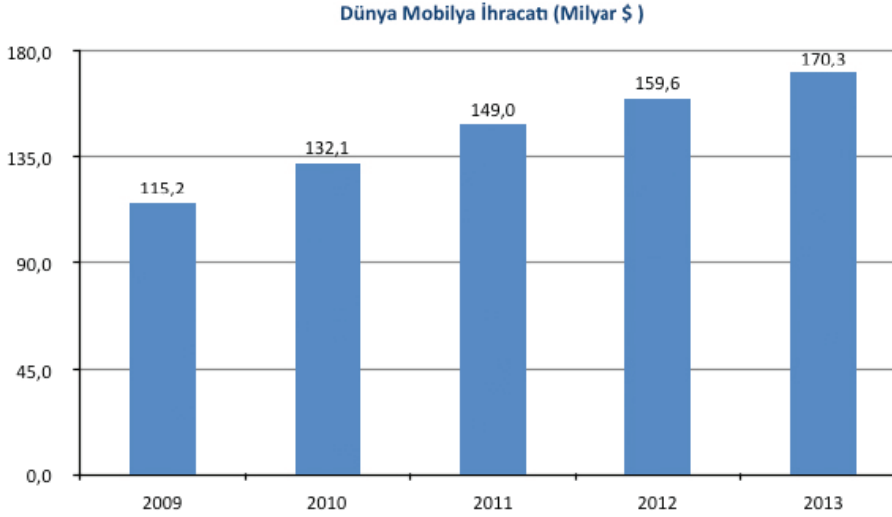
Çin, dünyada mobilya üretiminin % 39'unu gerçekleştirerek lider konumdadır. Diğer büyük mobilya üretim ülkeleri Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, İtalya, Hindistan, Polonya ve Vietnam'dır. 2009'dan 2018'e kadar Asya ve Pasifik ülkeleri de mobilya üretimini iki kattan fazla artırmıştır. 2018'de dünya mobilya üretiminin yarısından fazlası Asya ve Pasifik'te gerçekleşmiştir.

Dünya mobilya ihracatında ise AB ülkelerinin büyük ölçüde söz sahibi olduğu görülmektedir. Birçok AB ülkesinde mobilya imalatı temel bir endüstridir ve dünyada rekabeti kontrol eden bir konuma sahiptir. Almanya ve İtalya Birliğin en büyük üretici ve ihracatçılarıdır. Ardından Polonya, Fransa, Danimarka, Belçika, İsveç, Danimarka, Avusturya, İngiltere ve Hollanda diğer önemli mobilya ihracatçısı ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadırlar.



Şekil 2. Dünya mobilya ticareti 2009-2020 Mevcut milyar ABD doları [5]

Mobilya üretim ve ticaretini elinde bulunduran yaklaşık 100 ülkeden oluşan grubun uluslararası mobilya ticareti 2018 yılında yaklaşık 150 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Bu, dünya üretim ve ticaretinin yaklaşık %1'ine karşılık gelmektedir. 2019'da başlayan büyümenin 2020'de de devam edeceği, artan ticaret gereksinimleri ve korumacı politikalardan kaynaklanan önemli farklılaşmalar olacağı öngörülmektedir. CSIL'nin "Worldfurniture Outlook 2019" raporuna göre, mobilya tüketiminin dünya genelinde artması ile en hızlı büyüyen bölge Asya ve Pasifik olmaya devam edeceği, diğer tüm bölgeler için büyüme hızının reel olarak % 1 ile % 3 arasında olacağı belirtilmektedir [5].



Şekil 3. Dünya Mobilya İhracatı (Milyar \$) [6]

Dünya mobilya ihracatı Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Mobilya Sektör Raporu'na göre, 2009 senesinde 115,2 milyar \$ seviyesindeyken 2013 senesine gelindiğinde bu durum 170,3 milyar \$ seviyesine yükselmiştir (Şekil 1) [6] [7] [8]. Dünya mobilya ihracatında en büyük pay Çin'e ait olmakla mobilya ihracatında 54 milyar dolarlık hacmiyle dünya mobilya pazarında ilk sırada yer alan Çin'in ardından Irak, Almanya, Suudi Arabistan, Libya, Amerika Birleşik Devletleri ve Fransa lider pazarlar durumundadır.

Mobilya dış ticaretinde son yıllarda göze çarpan başlıca gelişim mobilya pazarının dışa açılma oranındaki artıştır. 47 milyar dolara yaklaşan mobilya dış ticaret açığı ile ABD, 70 milyar doları aşan ihracatı ile AB ve yaklaşık 56 milyar doları aşan mobilya dış ticaret fazlası ile Çin sektörün önemli aktörleri olarak dünya mobilya piyasalarını yönlendirmektedirler. Global Market Insights'ın yaptığı araştırmaya göre, mobilya pazarındaki gelişimin neticesinde, Avrupa mobilya pazarının 2024 yılına kadar 178 milyar € 'ya ulaşması öngörülmürken, Almanya, İtalya, Polonya ve Fransa'nın yanı sıra, bölge dışındaki üreticilerin son on yılda üretim kapasitelerini geliştirmeleri bu öngörüde rol oynamaktadır.

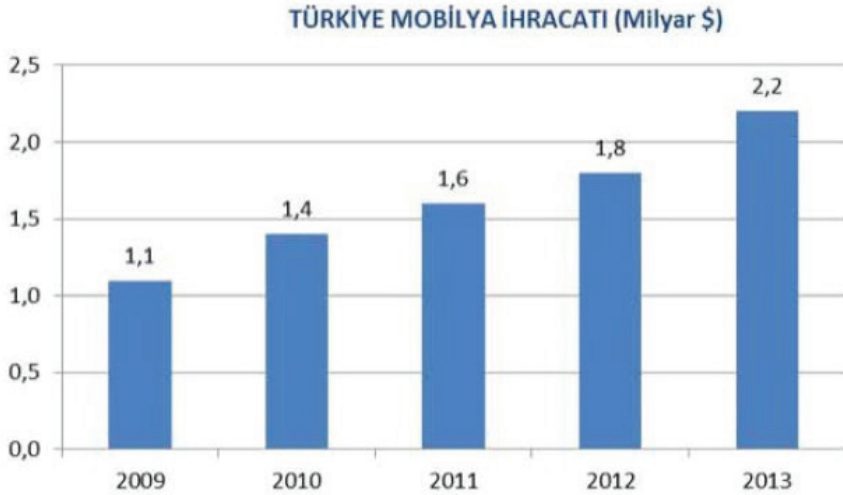
Konut mobilyası pazarının, sosyoekonomik kalkınma ve hükümetler tarafından konut sübvansiyonlarının yanı sıra artan bir nüfusa uyum sağlama ihtiyacı nedeniyle 2024'e kadar % 5'in üzerinde büyüme kaydetmesi aynı raporda belirtilmiştir.

2017 yılında ahşap mobilya dünya pazarında % 60'lık pazar payı ile hakim olmuştur. Yüksek dayanıklılık ve mukavemet ile birlikte düşük fiyat seçeneği önümüzdeki birkaç yıl içinde ahşap malzeme talebini artıracaktır. Yeşil binalarda doğal ürünlerin tercih edilmesi, ahşap mobilyada ürün satışlarını olumlu etkilediği görülmektedir.

Türkiye'nin dünya mobilya ihracatındaki 2016 yılı itibarıyla payı ise % 1,1'dir. İstanbul Mobilya Kâğıt ve Orman Ürünleri İhracatçıları Birliğinin 2020 Ocak-Şubat dönemi ihracat verilerine göre, 2020'nin ilk ayında geçen yılın aynı dönemine göre yüzde 15 artış ile mobilya ihracatı 578 milyon dolardır. Bu rakamlara göre Türkiye mobilya üretiminde 13.sırada yer almaktadır ve üretiminin yüzde 36'sını ihraç etmektedir. Bu rakamlar 179 ülkede Türk üretimi mobilya kullanılması sağlamaktadır [9].

2018 yılında 2.7 milyar dolara yakın mobilya ihracatını ağırlıklı olarak, Irak, Almanya ve Suudi Arabistan ülkelerine gerçekleştirmiştir. Bu ağırlığın coğrafi olarak yakın, ulaşım kolaylığına sahip ülkelerde olduğu görülmektedir [10].

Türkiye'nin mobilya ihracatı 2019 için 3.5 milyar dolar olarak gerçekleşmiş ve 2023 öngörüsü ile 10 milyar dolar ihracat ve 25 milyar dolar üretim hacmine ulaşma hedeflemektedir [10].

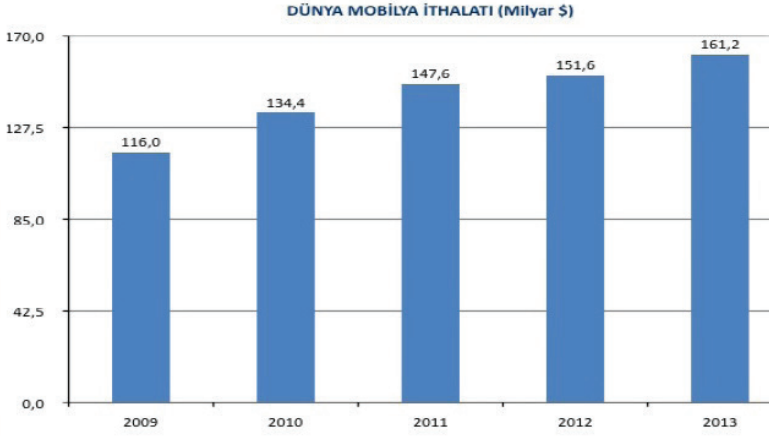


Şekil 4. Türkiye mobilya ihracatı 2009-2013 verilerine göre değişimi (Milyar \$) [6]

5.2. Türkiye'nin dünya mobilya ithalatındaki yeri

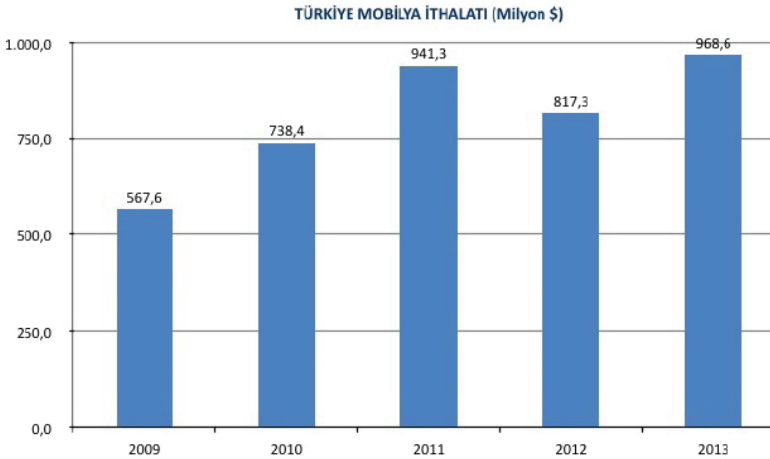
Dünyada mobilya ithalatı Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Mobilya Sektör Raporu'na göre, 2009 senesinde 116 milyar \$ seviyesindeyken, 2013 senesinde 161,2 milyar \$ seviyesine yükselmiştir. İthalat konusunda ABD birinci sırada yer alırken, Almanya ikinci, Fransa üçüncü sıradadır. Bunları İngiltere ve Japonya takip etmektedir. Kanada, Belçika, İsviçre ve Rusya da mobilya ithalatında önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır [7].

Türkiye mobilya sektörü 2016 yılında ihracat rakamı 2,2 milyar \$, ithalat rakamı 605,7 milyon \$'a varmıştır. Dünya mobilya ihracatı içinde Türkiye'nin 2016 yılındaki payı % 1,30 dur.



Şekil 5. Dünya Mobilya İthalatı 2009-2013 verilerine göre değişimi (Milyar \$) [6]

Türkiye mobilya sektöründe, ithalat düzeyi ihracat düzeyinden daha düşüktür [7]. 2009 senesinde 567,6 milyar \$ değerinde gerçekleşen ithalat durumu 2013 senesinde 968,6 milyar \$ değerine yükselmiştir (Şekil 5) [6].



Şekil 6. Türkiye Mobilya İthalatı 2009-2013 verilerine göre değişimi (Milyar \$) [6]

Türkiye'nin mobilya ithalatı 2018 yılında 592 milyon dolar düzeyinde gerçekleşmiştir. İthalat 2017 yılında bir önceki yıla göre artış gösterirken, 2018 yılında düşüşe geçtiği görülmektedir. TÜİK Dış Ticaret İstatistikleri Veri Tabanına göre 2017 de 947 milyon dolar olan ithalat, 2019 da 731 milyon dolara gerilemiştir [10].

Mobilya ithalatı 2018 itibariyle en fazla Çin, Almanya ve İtalya'dan gerçekleştirilmektedir. Son yıllarda Avrupa'nın mobilya üretiminde doğuya doğru bir yöneliş içerisinde olduğu bu durumu desteklediği, 2018 yılında 90 ülkeye mobilya ihracatı içinde en fazla ihracatı Birleşik Arap Emirlikleri, Irak ve Kazakistan'a yapmıştır. Özellikle Körfez Ülkeleri'nin Türk mobilya tasarımında yöneldiği lüks konseptine ilgi gösterdikleri belirlenmiştir.

Global ekonomik trendlerin mobilya taleplerini etkilemesi, nüfusun artışı gibi etkenler ithalatın yönünü etkilemektedir. Toplumun daha varlıklı hale gelmesiyle artan ve değişen talepler yanında çevresel bilinç artışı da mobilya üretimi ve kullanımını etkilemeye devam edecektir. Sürdürülebilir malzemelerin gerek mobilya gerekse paketlenme malzemelerinde kullanılması, malzeme israfını en aza indirme çabaları ve daha verimli lojistik, mobilya üretiminin karbon ayak izinin azaltılması gibi nitelikler mobilya ithalatında önemli konular haline gelecektir.

6. Türkiye’de Mobilya Tasarım ve Üretiminin Sahip Olduğu Özellikler ve Sektörün Gelişimi

Mobilya sektörünün Türkiye’deki başlangıcı çok eskilere dayanmış olsa da, modern tarzda endüstriyel üretim 70’li yıllarda başlamıştır. Globalleşme süreciyle kullanıcıların değişmesi ve gelişmesi, kalite anlayışı ve moda ürün taleplerini de beraberinde getirmiştir. Mobilya, günümüze gelinceye dek birçok süreçten geçmiştir. Farklı akımların, mobilyaların ve firmaların tasarım ve üretimleri ile yön belirleyerek ilerleme göstermiştir. 20. yüzyıl öncesi tarihi stillerin oluşturduğu mobilya tasarımlarına modern mobilya ters düşmüştür. Ancak modern

tasarım mobilyada öz değerlerin ortaya çıkması ve işlevselliğin forma öncülük etmesi gerektiği savunulmuştur [11]. Bu sebeple, modern tasarım her çağda geçici olmadan, devamlı yenilenebilecek bir öze sahip olmuştur. Fiziksel, estetik, kullanım ve üretim özellikleri ile tüm zamanlarda, modern mimari yapılara uygun mekanlarda mobilya kullanılabilmektedir. Günümüzde modern tasarım, tasarımcıların farklı yorum ve uygulamaları ve farklı malzeme kullanımları ile hayat bulmaktadır. Bu açıdan modern mobilya tasarımı fiziksel, estetik, ergonomik, üretim, kullanım ve mekana uygunlukları göz önünde bulundurularak değerlendirilmekte ve bunlara göre tasarlanmaktadır.

İthalatın serbest bırakılmasından önce Türkiye’de tasarım kavramı oluşmamıştır. Büyük işletmeler yabancı tasarımcılarla, küçük işletmeler ise batı mobilyasını kendine model alarak üretimlerini sürdürmüşlerdir. Sektöre giren yabancı firmalar, Türk mobilya sektörüne kaliteli tasarım kavramını ve rekabetçi piyasa koşullarını getirmiştir. Rekabet oluşumu Türkiye sektörünü olumlu etkileyerek pazarlama olanaklarının artmasını sağlamıştır.

Yabancı firmaların alım gücü ve yabancı pazara ilgileri satıştan üretime göre Türk mobilya sektörüne yönelik girişimciliği artırmıştır. Mobilya sektöründeki firmaların tasarım ve tasarımcılara verdiği gecikmiş önem, Türkiye’de üretim kapasitesi ve buna bağlı ekonomik değerin oluşmasını sağlamıştır. Türkiye’de mobilya sektöründe müşteri talebinin artması, sektörde teknik ve tasarım yönünden örnek alınan batı mobilya ürünlerine yönelimi daha da çok artırarak zamanla özgün tasarımların oluşmasına katkıda bulunmuştur.

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak iletişimin kolaylaşması ülkelerin birbirlerinden etkilenmesini sağlamıştır. Farklı ülkelerdeki çeşitli yaşam tarzları mobilyaların biçimini ve kullanımlarını etkileyerek pekçok mobilya çeşidinin doğmasını sağlamıştır. Türkiye’de tasarımcılar dünyadaki gelişmeleri takip ederek ve tasarlanan ürünleri inceleyerek, coğrafi konum ve bölgelere göre iklim koşullarını göz önünde bulundurarak, model olarak aldığı yabancı tasarım ürünlerine kendi yorum ve çizgisini katarak yol almıştır. Böylece ürünlere farklı işlev

ve fonksiyonlar ekleyerek günümüz teknolojik malzemeleri ile ürün tasarlama noktasına gelmiştir.

20. yüzyılın başındaki modern hareketin yansımaları, mobilya tasarımında işlev ve form arasındaki ilişkinin temeli olarak 21. yüzyılın başında da etkisini korumuştur. Teknoloji, malzeme, üretim tekniği, tasarım yaklaşımı, ideoloji, yaşam şekli, sosyal değerlerdeki değişim ve dönüşümler günümüz mobilyasına çok fazla etki etmektedir. Modern mobilya tarzı, mekan içinde esnek kullanım özelliği ve ofis ve konut mobilyalarının farklı karakteristik özellikleri doğrultusunda şekillenmesiyle yaşam alanlarımızda özelleşmiştir. Buna karşılık, günümüzde yaşam mekanı ve çalışma mekanının iç içe olmaya başlaması mobilyaların farklı mekanlar için kullanılabilir olmasını gerektirmiştir. Modern mobilyanın rutin yaşam içerisinde hem ofis ortamında hem de konut mekanında çok amaçlı kullanımını sağlamıştır.

7. Bulgular ve Tartışma

Türkiye mobilya sektöründe ağırlıklı olarak yer alan küçük ve orta ölçekli işletmelerin çoğunluğu teknolojik düzey ve kalifiye teknik eleman yetersizliği sorunu yaşamaktadırlar. ‘Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi’ veren okullarda teknoloji eğitiminin güncelleştirilerek kalitesinin artırılması için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Mobilya endüstrisinin yoğunlaştığı bölgelerde ‘Modern Tasarım’ eğitimi veren okulların açılması, sektörde üniversite ve sanayi işbirliğini sağlayacak mekanizmaların oluşması adına atılabilecek önemli bir adımdır. Ayrıca, hizmet içi eğitim programları ile gelişen teknolojiyi takip etme konuları gündemde yer almalıdır. İşletmelerde, profesyonel yönetici ve kalifiye iş gücü oranı düşüktür. Tasarım, üretim ve işletme konularında uzman kişiler çalıştırılmasına öncelik verilmeli ve istihdam teşviği sağlanmalıdır. Türkiye’de mobilya endüstrisi büyük ölçüde iç pazara yönelik olduğundan, sektör firmaları dış piyasalar hakkında yeterli deneyim ve bilgiye sahip değildir. Geleneksel işletme yöntemleri ile çalışan işletmeler, uluslararası pazarlara açılmaktan ve dış piyasayla rekabet

etmekten kaygı duyduklarından gelişme gösterememektedirler. Bunun önlenmesi amacıyla, dış pazar ile ilgili doğru bilgiye ulaşmak için yapılan araştırmalar desteklenmeli ve dış pazarı takip etmek için sergi ve fuarlara katılım sağlanmalıdır. Türkiye'nin dünya pazarındaki payını artırmak için sektörün ve ürünlerinin tanıtılmasına yönelik faaliyetler yapılmalı ve sektörün gerçek potansiyeli ihracata yansıtılmalıdır. İhracatta sağlanan sürecin gelişerek devam ettirilebilmesi için, firmaların yatırım ve ihracat teşviklerinden yararlanmaları sağlanmalı ve üretim/ihracat kapasiteleri artırılmalıdır.

Mobilya sektöründe, pazarlama ve iletişim konusunda eksiklikler bulunmaktadır. Pazarlama faaliyetleri dış piyasada yetersiz kalmaktadır. Bu durum da üreticilerin rekabet şansını azaltmaktadır. Türkiye'de pazarlama organizasyonu, tüketicinin korunması, pazarlama ahlakı ve teknik koşulların saptanması gibi konular yeterli düzeyde gelişmemiştir. Bu maksatla eğitim ve bilgilendirme çalışmalarının akademik düzeyde uzman kişilerle yapılması yararlı olacaktır.

Türkiye mobilya sektörünün genellikle küçük ölçekli firmalardan oluşması ve zanaat geleneğini devam ettirmesi, fark yaratan bir üstünlük olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle, zanaatkârların bilgi ve tecrübelerini gelecek kuşaklara aktarmaları sağlanmalıdır. Bununla birlikte, seri üretim ve otomasyon teknolojilerine de önem verilmelidir. Seri üretim yapan firmaların belli konularda uzmanlaşmaları sağlanmalı ve yeni üretim teknolojileri kullanmaları teşvik edilmelidir. Kalifiye iş gücü oluşumu bakımından meslek okullarına görev ve sorumluluklar verilmelidir. Ayrıca, üretim teknolojilerinin geliştirilmesi için sanayi kuruluşları tarafından maliyet düşürücü ve kalite yükseltici yeni tekniklerin uygulanması, yeni teknolojilerin geliştirilmesi veya yeni teknolojilerin ülke koşullarına uyarlanması gerekmektedir.

Sektörde ulaşım ağırlıklı olarak karayolu ile yapılmaktadır. Ancak mobilya ulaşım maliyetinden pekçok ürüne kıyasla daha çok etkilenmektedir. Bu sebeple alternatif taşıma yöntemlerinin araştırılması ve gerekirse mobilya sektörüne ayrıcalık tanınarak ihracata destek verilmesi sağlanmalıdır. Özen gösterilmeden yapılan nakliye ve aktarma

işleri mobilyalarda hasara sebep olabilmektedir. Bu olumsuzluğu giderecek iyi organize edilmiş bir dağıtım sistemine ihtiyaç duyulmakla beraber nakliyatçıların da mobilya nakliyatında hassasiyet kazanmaları için eğitim aşamalarından geçmeleri gerekmektedir. Satın alınan mobilyanın alıcıya sağlam ve eksiksiz ulaşabilmesi için kullanılan kolileme sistemi, markalaşmanın gerektirdiği ürün paketi tasarımı ve sağlam ambalajlamanın yapılması sektörün rekabeti ve güvenilirliği için büyük bir önem taşımaktadır. Bu sebeple mobilyanın kullanıcıyı memnun edecek şekilde ulaştırılması için gerekli yöntemler kapsamlı bir şekilde izlenmelidir.

8. Sonuçlar

Endüstri Devrimi ile toplum yaşamındaki değişimler hız kazanmış ve büyük gelişmeler oluşmuştur. Yoğun nüfus ve konut artışı ile meydana gelen hızlı kentleşme sonucu geleneksel yaşam tarzı geride bırakılmış ve yerini modern yaşam almıştır. Mobilya, 21. yüzyılda günlük yaşamın her alanında yer edinmiştir. Toplumun refahını sağlayan, sosyal ve kültürel gereksinimlere hizmette bulunan, insan yaşam kalitesini etkileyen mobilya, insan yaşamı üzerinde en çok etkili olan ürün çeşitlerinden biridir. Kentsel dönüşüm projeleri, nüfus artışı, yükselen hayat standardı ve sektörün ihracat değerinin artması ile mobilyaya olan talep gün geçtikçe artmakta ve bu da doğrudan mobilya sektörüne etki etmektedir.

Türkiye’de mobilya tasarımı ve sektörünün sağlıklı bir çizgiye oturması ve uluslararası platformda yer edinebilmesi için gerekli adımlar atılmalıdır. Bu anlamda, standartlara uygunluk, iş gücü, tüketici talepleri, teknolojik yeniliklerin dikkate alınması küresel dünyayla rekabet edebilme seviyesine gelinmesini sağlayacaktır. Kendi kültürünü okuyup yorumlayabilmek, geçmişten gelen kültürü geleceğe yansıtabilmek özgün tasarımların oluşması için önemlidir. Günümüzde az sayıda tasarımcı uluslararası platformda Türk tasarımı adına ürünler verebilmektedir. Yeni fikirlerin ortaya çıkarılması adına,

bireysel tasarım yapan tasarımcılara destek verilmesi tasarlanan ürünlerin dünyanın pek çok yerinde talep görmesine ve ürünlerin takip edilerek tercih edilmesine imkan tanıyacaktır.

Türkiye’de mobilya imalat sektörünün büyük bir bölümü KOBİ’lerden (Küçük ve Orta Ölçekli İşletme) oluşmaktadır. Sektörün temel sorunu, sermaye yetersizliği ve kredi maliyetinin yüksek olmasıdır. İşletmeler ticari bankalardan uygun koşullarda kredi temininde zorlandıkları için sermaye sıkıntısı çekmektedirler. Türkiye’de KOBİ’lere kaynak sağlayan finans kuruluşları tarafından kredi miktarının artırılması, sektörün önünü açarak yatırımcıların sorunsuz ilerlemesini sağlayacaktır. Küçük ve orta ölçekli sanayi geliştirme ve destekleme fonu kaynakları artırılmalıdır. KOBİ’lerin ortak alım ve satım şirketleri kurmaları, ortak hareket etmeleri ve işbirliğine girmeleri teşvik edilmelidir. Şehir içlerinde düzensiz, dağınık ve uygun olmayan mekanlarda imalat yapan firmalar bulunmaktadır. Bu da onların sıkıntılı üretim yapmalarına sebep olmaktadır. Uygun fiziki şartların sağlanması için planlı proje ve altyapısı tamamlanmış küçük sanayi siteleri ve organize sanayi bölgeleri oluşturulması sektörün gelişimini sağlayacaktır.

Türkiye’nin kendi markalarıyla dış pazara girmesi, rekabet gücünü artırması ve kalitesini yükseltmesi için kısa, orta ve uzun vadedeki üretim stratejilerini oluşturması gerekmektedir. Bu nedenle, ürün tasarımının ilk sürecinden, ürünün geri dönüşüm aşamasına kadar etkili olabilecek bir tasarım oluşturmak adına tüm analiz ve sentezlerin iyi yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1] Terece, Z., 1950 Sonrası Türkiye’de Modern Mobilya Tasarım ve Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2017).
- [2] Guggenbühl, P., Wohnen Einst und Jetzt Möbel Entwurf Fertigung Vertrieb Holzwirtschaftliche, Yn.Nr.12, Stuttgart, (1962).
- [3] Devlet Planlama Teşkilatı, Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013), Ağaç Ürünleri ve Mobilya Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu, (2006).

- [4] T.C. Kalkınma Bakanlığı, Mobilya Çalışma Grubu Raporu, Ankara, (2015).
- [5] World Furniture Outlook 2019, URL: <https://furnitureandfurnishing.com/world-furniture-outlook-2019/>, (Erişim Tarihi: 10.03.2020).
- [6] Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri, Mobilya Sektör Raporu 2014, Ankara, (2014).
- [7] Küçükerman, Ö., Sanayi-i Nefise Mektebi'nden Endüstri Tasarımına Mobilya, Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri, Ankara, (2015).
- [8] Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri, Mobilya Sektör Raporu 2016, Ankara, (2016).
- [9] Mobilya İhracatı İlk İki Ayda 578 Milyon Dolara Yükseldi, URL: <https://www.milliyet.com.tr/ekonomi/mobilya-ihracati-ilk-iki-ayda-578-milyon-dolara-yukseldi-6161641>, (Erişim Tarihi: 10.03.2020).
- [10] Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Türkiye Mobilya Ürünleri Meclisi Sektör Raporu (2017).
- [11] Nergiz, F., Minimalist Mekanların Tasarım Özellikleri ve Görsel Niteliklerinin Mimarlığın Bazı Temel Öğeleri Aracılığıyla Konut Tipolojisi Kapsamında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2005).

YAYIN KOŞULLARI

1. Gönderilecek makalelerde alanında bir boşluğu dolduracak özgün bir araştırma sonuçlarını içermesi şartı aranır.
2. Yayın Kurulu, dergiye gönderilen makaleleri öncelikle yayın ilkelere, dergi kapsamı, bilimsel içerik ve şekil açısından inceler. Ön incelemeden geçen makaleler değerlendirilmek üzere en az 2 hakeme gönderilir. Eserin dergiye kabul edilebilmesi için iki hakemden de olumlu değerlendirme alması gerekir. Gerekli görülmesi durumunda üçüncü hakemden de değerlendirme sürecine katkı sağlaması istenebilir. Son karar editöre aittir.
3. Yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin daha önceden yayımlanmamış olduğu ve intihal içermediği iThenticate programı aracılığıyla teyit edilir. Benzerlik raporu dergi editörleri tarafından kontrol edildikten sonra referanslar hariç benzerlik oranı % 20 ve altında çıkan makaleler değerlendirilmek üzere hakemlere gönderilir. Sonucu referanslar hariç % 20 üzerinde çıkan makaleler için yazardan düzeltme talep edilir. Gerekli düzeltmelerin 30 gün içerisinde yapılması durumunda makale reddedilir.
4. Makale yazarlarından değerlendirme ve yayın işlemleri için herhangi bir ücret talep edilmez.
5. Makalelerin tüm sorumluluğu ilgili yazarlara aittir. Makaleler uluslararası kabul görmüş bilimsel etik kurallarına uygun olarak hazırlanmalıdır. Gerekli olması halinde Etik kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir.
6. Dergide yayınlanan yazılar ayrıca elektronik ortamda (<http://dergipark.gov.tr/hafebid/>) yayımlanır.
7. Bireysel kullanım dışında, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde yayınlanan makaleler, şekiller ve tablolar yazılı izin olmaksızın çoğaltılamaz, bir sistemde arşivlenemez veya reklam ya da tanıtım amaçlı materyallerde kullanılamaz. Bilimsel makalelerde, uygun şekilde kaynak gösterilerek alıntılar yapılabilir.

YAZIM KILAVUZU

Çalışmanın Türkçe İsmi Her Kelimenin İlk Harfi Büyük (Bağlaçlar Hariç) ve “Times New Roman” Fontunda 14 Punto Olacak Şekilde

Birinci YAZAR^{1*}, İkinci YAZAR², Üçüncü YAZAR¹

¹Üniversite, Fakülte ve/veya Bölüm, Şehir, Ülke

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

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

²Üniversite, Fakülte ve/veya Bölüm, Şehir, Ülke

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

Geliş Tarihi: XX.XX.20XX

***Sorumlu Yazar e mail:** xxx@xxx.xxx

Kabul Tarihi: XX.XX.20XX

Atıf/Citation: Yazar, B., Yazar, İ., Yazar, Ü. “Çalışmanın Türkçe İsmi Her Kelimenin İlk Harfi Büyük (Bağlaçlar Hariç) ve “Times New Roman” Fontunda 14 Punto Olacak Şekilde”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2020, 3/1: 183-188

Araştırma/ Derleme Makalesi / Research/ Review Article

Özet

Bu Microsoft Word belgesi Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yayınlanan Fen Bilimleri Dergisi’ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimizde yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin bu şablona göre düzenlenmeleri gerekmektedir. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalı ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Yazım metni iki tarafa yaslanmalıdır. Özet bölümünün yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin 100 ila 200 kelime arasında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi gerekmektedir. Makalenin İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda başlık, özet ve anahtar kelimelerin önce İngilizcelerin sonrak Türkçelerinin verilmesi gerekmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Anahtar kelime 1, Anahtar kelime 2, Anahtar kelime 3.

Çalışmanın İngilizce İsmi Her Kelimenin İlk Harfi Büyük (Bağlaçlar Hariç) ve “Times New Roman” Fontunda 14 Punto Olacak Şekilde

Abstract

Bu Microsoft Word belgesi Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yayınlanan Fen Bilimleri Dergisi'ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimizde yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin bu şablona göre düzenlenmeleri gerekmektedir. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalı ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Yazım metni iki tarafa yaslanmalıdır. Abstract bölümünün yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin 100 ila 200 kelime arasında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi gerekmektedir. Makalenin İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda başlık, özet ve anahtar kelimelerin önce İngilizcelerin sonra Türkçelerin verilmesi gerekmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

Keywords: Keywords 1, Keywords 2, Keywords 3.

1. Giriş

Ana metin, A4 kağıt boyutuna 2 cm kenar boşlukları ile 12 punto yazı büyüklüğünde Times New Roman yazı tipi ile 1 satır aralığı ve her iki yana yaslı şekilde yazılmalıdır. Ana bölüm başlıkları numaralandırılmalı, kelimelerin ilk harfleri büyük olmalı ve **koyu (bold)** karakterde yazılmalıdır. Ana bölüm başlığından sonra 1,5 satır aralıklı boşluk bırakılarak metne geçilmelidir. Başlıkla üst metin arasında da bir satır boşluk bırakılmalıdır. Paragraflar arasında boşluk bırakılmamalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Introduction**” olarak verilmelidir.

Bu bölümde çalışmayla ilgili yeterli literatür bilgisi verilmeli ve çalışmanın gerekçesi belirtildikten sonra amacı vurgulanmalıdır. Ancak konu ile ilgisi olmayan ve gereğinden fazla literatür bilgisi vermekten kaçınılmalıdır.

2. Materyal ve Metot

Bu bölümde, uygulanan yöntemler ve teknikler anlaşılır bir şekilde verilmeli ve metin “Times New Roman” yazı tipinde 12 punto büyüklüğünde ve tek satır aralıkla yazılmalıdır. Metinle ilgili olarak Giriş bölümünde yapılan açıklamalar bu bölüm için de geçerlidir. Başlıkta bağlaç haricindeki tüm kelimelerde ilk harf büyük yazılmalıdır.

Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Material and Method**” olarak verilmelidir. Bölüm içerisinde alt bölüm başlıkları açılması mümkündür.

2.1. Materyal ve metot alt başlığı

Materyal ve metot bölümünde alt başlık altında bilgi verilmek istenmesi durumunda alt başlık “Times New Roman” yazı tipi, 12 punto ve kalın olarak yazılmalıdır. Alt başlığın ilk kelimesinin ilk harfi büyük, geri kalan kısmı ise küçük harflerle yazılmalıdır.

2.2. Şekiller, Tablolar ve Denklemler

Şekiller grafik, diyagram, fotoğraf, resim ve harita şeklinde olabilir. Şekil yazısı şeklin alt kısmına yazılmalıdır. Hem şekil hem de şekil yazısı sayfaya ortalanmalıdır. Şekil yazıları okunaklı olmalıdır. Şekil ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı ile alt metin arasında da 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı 11 punto olarak yazılmalı ve aşağıdaki örnekte (Şekil 1) olduğu gibi verilmelidir. Metin içerisinde şekillere atıfta bulunulmalıdır.

Şekil 1. Örnek Resim (Bağlaçlar Hariç, Her Kelimenin İlk Harfi Büyük)

Tablolar açık çerçeveli tercih edilebilir. Tablo yazısı tablonun üst kısmına yazılmalıdır. Hem tablo hem de tablo yazısı sayfanın soluna

hizalanmalıdır. Tablo yazısı ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo ile alt metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo yazıları tercihen 11 punto ile yazılmalı ve tek satır aralığı seçilmelidir. Metin içerisinde tablolara atıfta bulunulmalıdır.

Tablo 1. Tablo Başlığı (Bağlaçlar Hariç, Her Kelimenin İlk Harfi Büyük).

Sütun Başlığı	Sütun Başlığı	Sütun Başlığı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı

Denklemler sırasıyla 1’den başlanarak numaralandırılmalıdır. Denklem sola yaslanarak yazılmalı ve denklem numarası sağ kenara yerleştirilmelidir. Denklem ile metin arasında üstten ve alttan birer satır boşluk bırakılmalıdır. Denklemler resim formatında olmamalıdır. Word denklem düzenleyicisi tercih edilebilir.

$$E=mc^2 \quad (1)$$

3. Bulgular

Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular çalışma sırasına göre sunulmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Results**” olarak verilmelidir.

4. Tartışma

Bu bölümde, yapılan çalışmadan elde edilen bulgular bilimsel ilkele-
rin ışığı altında önceki verilerle karşılaştırılarak irdelenmelidir. İste-
nilmesi halinde, elde edilen bulgular ve bunların irdelenmesi **Bulgu-
lar ve Tartışma** başlığı altında da verilebilir.

5. Sonuçlar

Bu bölümde çalışmadan elde edilen özgün sonuçlar bir sıra dâhilinde sunulmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı **“Conclusions”** olarak verilmelidir.

Teşekkür

Bu bölümde, çalışmada yardım ya da destekleri bulunan kişi veya kişilere ya da kurum yetkililerine teşekkür edilebilir. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bu bölümün başlığı **“Acknowledgment”** olarak verilmelidir.

Kaynaklar

Çalışmada yararlanılan kaynaklar kullanım sırasına göre numaralandırılarak verilmelidir. Ancak Özet bölümünde kaynak gösterilmez. Kaynak numaraları köşeli parantez içerisinde gösterilmelidir. Kaynakların tamamı çalışmanın son sayfasındaki **“Kaynaklar”** başlığı altında, makale içerisindeki kullanım sırasına göre aşağıdaki örneklere uygun biçimde verilmelidir. Kaynaklar **“Times New Roman”** fontunda 10 punto olarak yazılmalıdır. Kaynak numaraları otomatik numaralandırma ile eklenmelidir ve her referans arasında 6 punto boşluk olmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı **“References”** olarak verilmelidir.

Periyodik yayınlar:

- [1] Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C.,. Yayınlanan makalenin adı, Makalenin yayınlandığı dergi adı, Cilt ve sayı numarası 7(1), (yıl) sayfa numarası aralığı 1-12. Doi:

Kitaplar:

[2] Soyadı, A. A., Kitap adı, Yayınevi, Kitabın basıldığı yer, (yıl).

Sempozyum, Kongre, Bildiri:

[3] Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., Yayınlanan bildirinin adı, Bildirinin yayınlandığı sempozyum kongre, toplantı ya da konferans adı (s. 1-12), (yıl, Ay), Şehir, Varsa üniversite veya kuruluş.

Tez:

[4] Soyadı, A. A., Yüksek Lisans veya Doktora tezinin adı, Tezin türü, Üniversite, Enstitü, (yıl).

Web sitesi:

[5] <http://www.halic.edu.tr>, (Erişim tarihi:).

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Editör

Doç. Dr. Emine Esra KASAPBAŞI

Editör Yardımcısı

e-posta: fbid@halic.edu.tr

<http://dergipark.gov.tr/hafebid>

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi

Sütlüce Mah. İmrahor Cad. No: 82 Beyoğlu – İSTANBUL

Tel: 212 924 24 44