

ISSN : 2667-8764

IJEASED

ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN
MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ

IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN
ANATOLIA SCIENCE ENGINEERING AND
DESIGN

YIL/YEAR : 2022 CİLT/VOLUME : 4 SAYI/ISSUE: 1



Genel Yayın Yönetmeni /Editor-in-Chief
Selim TAŞKAYA

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



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım
Dergisi
15 (Temmuz 2022)

ISSN: 2667-8764

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

**Uluslararası Doğu Anadolu
Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi**

*International Journal of Eastern Anatolia Science
Engineering and Design (IJEASED)*

15

(Temmuz / July 2022)

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

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design
(IJEASED)

ISSN: 2667-8764

Sayı / Issue: 1
Cilt / Volume: 4
Temmuz / July 2022

Altı ayda bir yayımlanır (elektronik) / Published every six months (electronic)

Genel Yayın Yönetmeni ve Dergi Editörü / Editor-in-Chief and Journal Editor

Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR

Dergi Müdürü / Journal Manager

Yük. Müh. / MSc. Semih Taşkaya, Fırat University, TR

Baş Editör / Lead Editor

Yük. Müh. / MSc. Semih Taşkaya, Fırat University, TR

Uluslararası Editör / International Editor

Prof. Dr. Subramaniam SHANKAR, Kongu Engineering College, EN
Assoc. Prof. Dr. Firas ALMAHMOUD, University of Lorraine, EN
Assoc. Prof. Dr. George WARDEH, Université de Cergy-Pontoise, EN
Assist. Prof. Dr. Belal ALMASSRI, Palestine Polytechnic University, EN
Assist. Prof. Dr. Abdulsamee HALAHLA, Fahad Bin Sultan University, EN
Dr. Wei ZHOU, Deputy Director, Digital Engineering Centre – DEC, EN
Dr. Mahdi HOSSEINI, Jawaharlal Nehru Technological University, EN
Dr. Thangamuthu MOHANRAJ, Amrita Vishwa Vidyapeetham University, EN
Dr. Alokesh PRAMANİK, Curtin University, EN
Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN
Specialist Clarissa WRİGHT, University of Birmingham, EN

Yabancı Dil Editörleri / Foreign Language Editors

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN, Suleyman Demirel University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, Istanbul Aydin University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR
Dr. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR
Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN

Editör Yardımcısı / Associate Editor

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik University, TR

Editör-Yayın ve Bilim Kurulu / Editor-Publications and Scientific Committee

Prof. Dr. / Professor Dr. Niyazi ÖZDEMİR, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Mustafa TAŞKIN, Mersin University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL, Karabuk University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Yasin VAROL, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Mahmut DOĞAN, Erciyes University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Hakan Fehmi ÖZTOP, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Murat Yavuz SOLMAZ, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Vedat Veli ÇAY, Dicle University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Cafer EKEN, Aydin Adnan Menderes University, TR

Prof. Dr. / Professor Dr. Yahya Hışman ÇELİK, Batman University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Çetin ÖZAY, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Canan BAŞLAK, Selcuk University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ömer GÜLER, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Asif YOKUŞ, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İhsan KIRIK, Bingöl University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Soner BUYTOZ, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, İskenderun Teknik University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Fethi DAĞDELEN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İlyas SOMUNKIRAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Halil DİKBAŞ, Fırat University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN, Erciyes University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Azize DEMİRPOLAT, Bingöl University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Gülşah KARYAĞDI, Beykent University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Ali GÜRBÜZ, Recep Tayyip Erdoğan University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Lutfiye SİRKA, Çankiri Karatekin University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Saliha KARADAYI USTA, İstinye University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN, Suleyman Demirel University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Merve TUNA KAYILI, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Beyza ONUR IŞIKOĞLU, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, Istanbul Aydin University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Dicle University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Abdullah ELEN, Bandirma Onyedi Eylül University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Tayfun ÇETİN, Hakkari University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Pelin YILMAZ SANCAR, Fırat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR
Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN
Araş. Gör. / Research Assist. Burcu SARI, Orta Doğu Teknik University, TR
Araş. Gör. / Research Assist. Mine DOĞAN, Fırat University, TR
Araş. Gör. / Research Assist. Mehmet Akif KARAGÖL, Ordu University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Elif Işıl ÜNLÜ, Fırat University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Süleyman Emre DAĞTEKE, Fırat University, TR
Yük. Müh. / MSc. Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR
Yük. Müh. / MSc. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR
Yük. Müh. / MSc. Muhammed Fatih CAN, Gazi University, TR
Yük. Müh. / MSc. Samet GÜL, Yıldız Technical University, TR
Yük. Müh. / MSc. Tansu YEŞİLKAYA, Bülent Ecevit University, TR
Yük. Müh. / MSc. Neslişah ULUTAŞ, Selcuk University, TR

**Dergi Yazı İşleri Müdürü ve Mizanpaj Editörü / Editorial Jobs Journal Manager
and Layout Editor**

Yük. Müh. / MSc. Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR

Yayın Türü / Publication Type

Elektronik (çevrimiçi) ve hakemli / Electronic (online) and refereed

Yayın Tarihi / Publication Date

15 / 07 / 2022

Hakemli bir dergi olan Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi altı ayda bir çevrimiçi olarak yayımlanmaktadır. Akademik usullere uygun atıf yapmak suretiyle dergide yapılan çalışmalardan yararlanılabilir. Her hakkı saklıdır. Yazıların her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir. Dergiye yayımlanmak üzere gönderilen yazılar yayımlansın veya yayımlanmasın iade edilmez.

Haberleşme / Communication

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, Elazığ/ Türkiye
International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design (IJEASED), Elazığ / Turkey
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased> (ISSN: 2667-8764)



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
15 (Temmuz 2022)

ISSN: 2667-8764

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

Sayı / Issue: 1

Cilt / Volume: 4

Temmuz / July 2022

Altı ayda bir yayımlanır (elektronik) / Published every six months (electronic)

Alan Editörleri / Expert Editors

Prof. Dr. / Professor Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL, Karabuk University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Mahmut DOĞAN, Erciyes University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Arzu ERENER, Kocaeli University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Ali Kaya GÜR, Fırat University, TR
Prof. Dr. / Professor Dr. Cafer EKEN, Aydın Adnan Menderes University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Hare KILIÇASLAN, Karadeniz Teknik University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ayhan ORHAN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Cihat AYDIN, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Asıf YOKUŞ, Fırat University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Munise Didem DEMİRBAŞ, Erciyes University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Canan BAŞLAK, Selcuk University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ömer GÜLER, Mersin University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent Cenk KUMRUOĞLU, İskenderun Teknik University, TR
Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKKAŞ, Kastamonu University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN, Erciyes University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Azize DEMİRPOLAT, Bingöl University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Şehriban ERASLAN, Suleyman Demirel University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Merve TUNA KAYILI, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Beyza ONUR IŞIKOĞLU, Karabuk University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Gülşah KARYAĞDI, Beykent University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Ali GÜRBÜZ, Recep Tayyip Erdoğan University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK, Istanbul Aydın University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Dicle University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Abdullah ELEN, Bandırma Onyedi Eylül University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Tayfun ÇETİN, Hakkari University, TR

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Lütfiye SİRKA, Çankiri Karatekin University, TR
Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Saliha KARADAYI USTA, İstinye University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Gamze AYDIN ERYILMAZ, Ondokuz Mayıs University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Pelin YILMAZ SANCAR, Fırat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Esra TUĞRUL TUNÇ, Fırat University, TR
Araş. Gör. Dr. / Dr. Research Assist. Mustafa TUNÇ, Fırat University, TR
Öğr. Gör. (Dr.) / Dr. Instructor Murat YEŞİLKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Dr. Imène HEBBAR, University of Sidi-Bel-Abbes, EN
Araş. Gör. / Research Assist. Burcu SARI, Orta Doğu Teknik University, TR
Araş. Gör. / Research Assist. Mine DOĞAN, Fırat University, TR
Araş. Gör. / Research Assist. Mehmet Akif KARAGÖL, Ordu University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Selim TAŞKAYA, Artvin Coruh University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Elif Işıluy ÜNLÜ, Fırat University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Sümeyye ERDEM, Karamanoğlu Mehmetbey University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Umut SARAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TR
Öğr. Gör. / Instructor Süleyman Emre DAĞTEKE, Fırat University, TR
Yük. Müh. / MSc. Semih TAŞKAYA, Fırat University, TR
Yük. Müh. / MSc. Fulya ERDEMİR, Gazi University, TR
Yük. Müh. / MSc. Muhammed Fatih CAN, Gazi University, TR
Yük. Müh. / MSc. Samet GÜL, Yıldız Technical University, TR
Yük. Müh. / MSc. Tansu YEŞİLKAYA, Bülent Ecevit University, TR
Yük. Müh. / MSc. Neslişah ULUTAŞ, Selcuk University, TR



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
15 (Temmuz 2022)

ISSN: 2667-8764

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

Sayı / Issue: 1

Cilt / Volume: 4

Temmuz / July 2022

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

Araştırma Makalesi / Research Article

Makine Mühendisliği / Mechanical Engineering

Asiye ASLAN **Change of Heating and Cooling Degree-Hours for Different Base Temperatures: A Case Study of Bandırma** 1
Farklı Denge Sıcaklıkları İçin Isıtma ve Soğutma Derece-Saatlerinin Değişimi: Bandırma Örneği

Bilgisayar Mühendisliği / Computer Engineering

Utkay DÖNMEZ **Geri Dönüştürülmüş Polipropilen Nonwoven Teleflerin Spunbond Kumaşlarda Kullanılabilirliğinin İncelenmesi** 15
Duhan Soyşan KEBELİ *Investigation of Usability of Recycled Polypropylene Nonwoven Waste in Spunbond Fabrics*

Mimarlık / Architecture

Seza ŞİMŞEK **Ulusal Mermer İşletmesi Temsilcilerinin Mermer Atığı Oluşumuna Yönelik Gözlemleri ve Atık Değerlendirme Konusundaki Düşünceleri Üzerine Bir Araştırma** 32
Z. Sevgen PERKER *A Research On The Observations Of The National Marble Enterprise Representatives On The Formation Of Marble Waste And Their Opinions On Waste Evaluation*

Derleme Makalesi / Review Article

Mimarlık / Architecture

Tuğrul HOCAOĞLU Bora BİNGÖL	Futbol Sahalarında Hibrit Çim Kullanımının İrdelenmesi <i>Investigation of Hybrid Grass Use in Football Fields</i>	53
--------------------------------	--	-----------

Araştırma Makalesi / Research Article

Kimya Mühendisliği / Chemical Engineering

Ayşe BİÇER	Thermal and Mechanical Properties of Certain Building Stones Located at Mediterranean Region <i>Akdeniz Bölgesi'nde Yer Alan Bazı Yapı Taşlarının Isıl ve Mekanik Özellikleri</i>	67
------------	---	-----------



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi

ISSN: 2667-8764 , 4(1), 1-14, 2022

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




Araştırma Makalesi / *Research Article*

Doi: [10.47898/ijeased.1021497](https://doi.org/10.47898/ijeased.1021497)

Change of Heating and Cooling Degree-Hours for Different Base Temperatures: A Case Study of Bandırma

Asiye ASLAN *

Bandırma Onyedli Eylül University, Department of Electricity and Energy, Gönen, 10900, Turkey.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : aaslan@bandirma.edu.tr  https://orcid.org/0000-0002-1173-5008 , A. Aslan	Geliş Tarihi / Received Date : 10.11.2021 Revizyon Tarihi / Revision Date : 04.12.2021 Kabul Tarihi / Accepted Date : 19.12.2021 Yayın Tarihi / Published Date : 15.07.2022
Alıntı / Cite : Aslan, A. (2022). Change of Heating and Cooling Degree-Hours for Different Base Temperatures: A Case Study of Bandırma, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 4(1), 1-14.	

Abstract

Data on exterior temperature constitute one of the most important parameters in the calculation of energy needs in buildings. This study obtained the temperature distribution curves by analyzing the outdoor air temperature in Bandırma. Heating Degree Hour (HDH) and Cooling Degree Hour (CDH) for three different base temperatures were calculated. A 21-year data set between 2000-2020 obtained from the General Directorate of Meteorology was used. The incidence (%) of outdoor air temperature according to months was determined. In the calculation of the HDH and CDH values, base temperatures of (15, 18 and 20 °C) and (20, 22 and 24 °C) were considered respectively. The results of the analysis showed that the number of HDH changed between 31357 and 53037, while CDH numbers ranged between 10433 and 2669. The increase in the average outdoor air temperature with the effects of global warming was determined for heating and cooling season in a 21-year period according to year. It was determined that there was an increase of 1.68 °C in the heating season in the 21-year period and 1.80 °C in the cooling season in the 21-year period. In this study, the necessity of determining energy needs for heating and cooling purposes in a clear and up-to-date manner was emphasized once again. This is highly important to not only achieve energy savings but also reduce the air pollution effects of energy consumption. It is believed that this study will make a contribution to the literature in this sense.

Keywords: Heating degree hours, Cooling degree hours, Energy.

Farklı Denge Sıcaklıkları İçin Isıtma ve Soğutma Derece-Saatlerinin Değişimi: Bandırma Örneği

Özet

Dış sıcaklık verisi binalarda enerji ihtiyacının hesaplanmasında en önemli parametrelerden biridir. Bu çalışmada Bandırma'da dış hava sıcaklık verileri analiz edilerek sıcaklık dağılım eğrileri elde edilmiştir. Üç farklı denge sıcaklığı için Isıtma Derece Saat (IDS) ve Soğutma Derece Saat (SDS) değerleri hesaplanmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilen 2000-2020 yılları arası 21 yıllık veri seti kullanılmıştır. Dış hava sıcaklığının aylara göre görülme sıklığı (%) belirlenmiştir. IDS ve SDS değerlerinin hesaplanmasında sırasıyla (15, 18 ve 20 °C) ve (20, 22 ve 24 °C) denge sıcaklıkları dikkate alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre IDS sayısı 31357 ile 53037 arasında değişirken, SDS sayısı ise 10433 ile 2669 arasında değişmektedir. Bununla birlikte 21 yıllık periyotta ısıtma ve soğutma sezonu için küresel ısınma etkileriyle ortalama dış hava sıcaklığında yıllara göre artış miktarları belirlenmiştir. Isıtma sezonunda 21 yıllık periyotta 1.68 °C ve soğutma sezonunda 21 yıllık periyotta 1.80 °C artış olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma ile ısıtma ve soğutma amaçlı enerji ihtiyacının net ve güncel olarak belirlenmesinin gerekliliği bir kez daha vurgulanmıştır. Hem enerji tasarrufu sağlamak hem de enerji tüketiminin hava kirliliği etkisini azaltmak için bu oldukça önemlidir. Çalışmanın bu anlamda literatüre katkı sağlaması düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Isıtma derece-saatler, Soğutma derece-saatler, Enerji.

1. Introduction

Energy is one of the most important factors in the development of countries and increasing the wealth level of the society from past to the present. It is extremely important to use energy as efficiently as to obtain it in a clean, reliable, continuous, and economical way.

The prediction of energy needs in buildings is important in terms of calculating the heating and cooling load. Additionally, energy demand is changing constantly with the change in climate conditions. A further increase or decrease in temperature over time also leads to a change in the need for heating and cooling. Although there are many methods used in energy analysis in buildings, one of the simplest and most common of them is the degree-time (degree-day and degree-time) method. The energy need calculated by degree-time values depends on the selected base point temperature. Base point temperature may vary among buildings. Differences can be determined according to the designed indoor temperature and the way of use depending on the thermal properties of the building (Büyükalaca et al., 1999; Şen, 2020).

There are many studies related to the degree-time method in the literature. An et al., 2018 studied the change in heating and cooling day degrees depending on the climate change in Turkey. The temperature degrees obtained by using the RegCM model and calculated heating and cooling day degree values were compared. The comparison was based on the 1981-2000 reference period for the 2016-2035 and 2046-2065 periods. It was stated in the results that there would be a decrease in the heating day degree number and an increase in the cooling day degree numbers across the

entire country. The study by Altun et al., 2020 examined the impact of outer temperature data on the building heating energy need and the validity of degree day regions formed in standard. The heating energy need of a sample building was calculated according to different outer temperature data of cities and degree day regions in force and the suggested version and compared for 81 provinces. In some between degree day region transitions, it was concluded that the Q year values of provinces that are in different degree day regions were very close to each other. The study by Dombaycı and Bayrakçı, 2017 calculated the monthly heating degree-day numbers for 16 provinces in Turkey with the coldest air conditions (Ağrı, Ardahan, Artvin, Bayburt, Bitlis, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Hakkari, Kars, Kastamonu, Kayseri, Muş, Sivas, Van, and Yozgat). Calculations were repeated for five different control temperatures ($T_c = 14, 16, 18, 20, \text{ and } 22 \text{ }^\circ\text{C}$) The highest degree-day number was obtained in Ardahan, while the lowest degree-day number was obtained in Artvin. The energy consumption for Ardahan was 47% higher than Artvin in January. The study by Coşkun et al., 2016 examined the temperature changes over $22 \text{ }^\circ\text{C}$ for cooling and under $15 \text{ }^\circ\text{C}$ for heating by using HadGEM2-ES global climate model. As a result, they stated that the energy consumption would increase with the increase in the need for cooling in summer, while energy consumption would decrease with the decrease in energy need in winter. Pusat et al., 2015 prepared the degree-time (degree-time and degree day) data to use in energy prediction and heat load calculations for Karabük. The obtained measurement data were examined in detail, and missing and problematic parts were separated. They made degree-time calculations and detailed analyses for base temperatures of 5, 10, and $15 \text{ }^\circ\text{C}$. The results were presented as tables and compared.

Bandırma is a district of Balıkesir province, on the coast of the Marmara Sea. This study obtained the temperature distribution curves and HDH and CDH values by analyzing the outdoor temperature data specific to Bandırma. Outdoor dry thermometer temperature data set was used for each month in 21 years, 24 hours a day. Base temperature is usually calculated for the equilibrium temperature of $22 \text{ }^\circ\text{C}$ at cooling, $18 \text{ }^\circ\text{C}$ at heating for buildings (Bulut et al., 2002; Büyükalaca et al., 2001; Papakostas et al., 2005). According to the comfort diagram drawn by Şen and Kadioğlu, it was stated that the comfort temperature range in residences would be between $15 \text{ }^\circ\text{C}$ and $24 \text{ }^\circ\text{C}$; the need for heating would arise under $15 \text{ }^\circ\text{C}$, the need for cooling would arise above $24 \text{ }^\circ\text{C}$ (Şen, 1997). Additionally, the cooling threshold value is known to be above $22 \text{ }^\circ\text{C}$, and the heating threshold value is known to be under $15 \text{ }^\circ\text{C}$, according to HadGEM2-ES global climate model. This study considered all these criteria and both heating ($15, 18 \text{ and } 20 \text{ }^\circ\text{C}$) and cooling ($20, 22 \text{ and } 24 \text{ }^\circ\text{C}$) base temperatures were taken into account.

In the literature, the annual or monthly degree-day numbers are generally used in the prediction of energy consumption. However, this study aimed to obtain more sensitive predictions by calculating degree-hour values for each month both in the heating and cooling period in terms of contribution to the literature. The results were compared to see the change that may occur based on different base temperatures. The increase in the temperature change based on years was determined by calculating the average temperatures in heating and cooling seasons.

2. Materials and Methods

2.1. Data Analysis

This study analyzed the outdoor temperature data measured hourly between 2000-2020 for 21 years and obtained from the meteorological station active in Bandırma district. All data were obtained from the Ankara General Directorate of Meteorology. Bandırma station is located at 40° 19' 52" latitude, 27° 59' 45" longitude.

2.2. Heating and Cooling Degree Hours

The seasonal energy need for heating and cooling residences and the fuel consumption value associated with this need can be determined based on predetermined architectural designs, the material characteristics of buildings, meteorological temperature measurements and the population of the area. One of the methods for predicting the energy requirement for the heating and cooling of a residence within a period is the degree-time method. Regarding the degree-time method, there are static methods (degree-days, degree-hours etc.), while there are also dynamic methods that are used in calculations made based on the dynamic behavior of the building. In this study, degree-hours is taken into account for energy calculation during heating and cooling buildings. Degree-hours are characterized with the sum of temperature differences between the average outdoor air temperature over a given period of time and a known reference temperature. The number of heating degree hours (HDH) and cooling degree hours (CDH) were determined using equations (1) and (2) (Küçüktopçu and Cemek, 2018; De Rosa et al., 2014; Christenson et al., 2006).

For $T_{out} < T_{base}$,

$$HDH = \sum_1^n (T_{base} - T_{out}) \tag{1}$$

For $T_{base} < T_{out}$,

$$CDH = \sum_1^n (T_{out} - T_{base}) \tag{2}$$

where n is the days total number during the period. T_{base} and T_{out} are base temperature and the mean temperature of outside air, respectively.

3. Results and Discussion

This study obtained the temperature distribution curves and HDH and CDH values by analyzing the outdoor temperature data specific to Bandırma. Figure 1 shows a 24-hour temperature change by taking a 21-year average. The highest temperature average in August was 28.37 °C, while the lowest temperature average in January was 3.61 °C. The figure shows that the maximum temperature values were obtained at 15:00 in all months.

In Figure 2, daily change is given on an annual basis by taking the 21-year average. On the 205th-231st days of the years, temperatures above 25 °C were seen. Table 1 shows the incidence of temperatures. The table shows the distribution (%) for all months. The highest rate in the heating season was obtained for 4-5 °C, while it was seen at 22-23 °C in the cooling season.

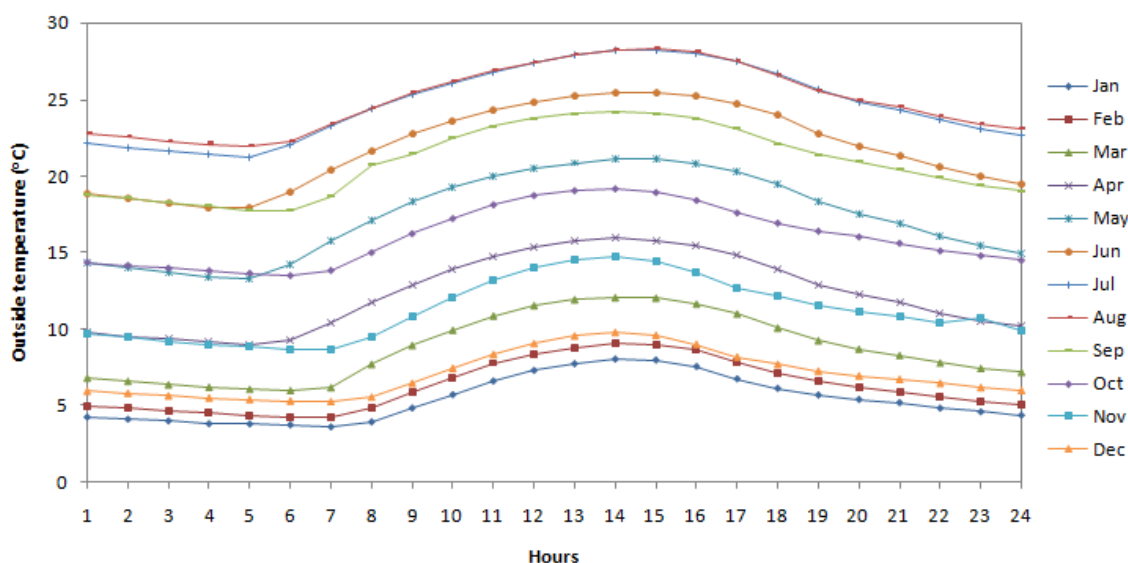


Figure 1. Daily temperature change for each month.

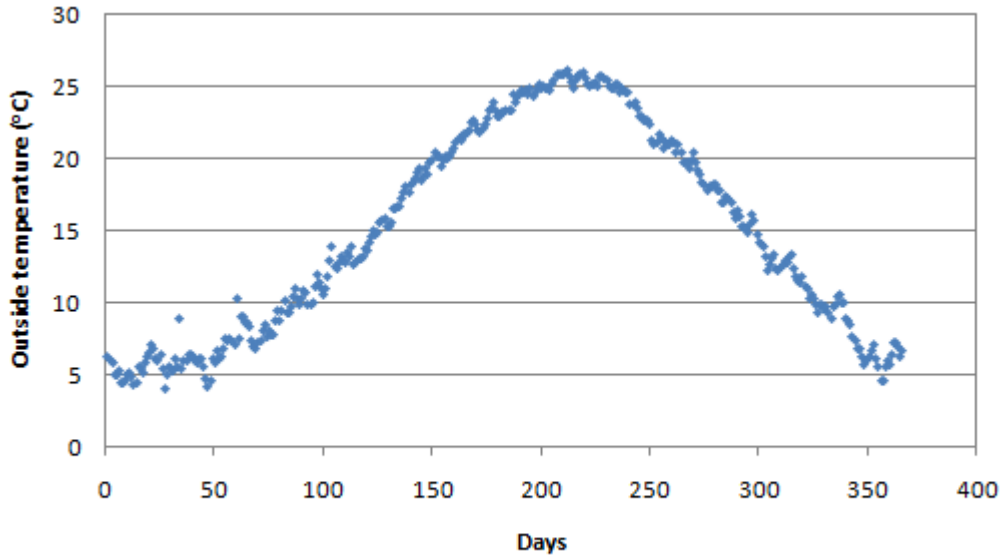


Figure 2. Annual outside temperature distribution.

Table 1. Frequency of temperature values (%)

Temperature (°C)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aus	Sep	Oct	Nov	Dec
0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.26	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	4.83	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8
3	17.7	10.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.7
4	23.1	20.1	2.9	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
5	19.6	19.7	11.8	0	0	0	0	0	0	0	0	18.8
6	15.3	14.8	13.4	1.3	0	0	0	0	0	0	3	19.2
7	10.3	10.6	14.3	4.4	0	0	0	0	0	0	7.5	15.4
8	6.1	11.5	13.8	6.3	0	0	0	0	0	0	10.8	13.5
9	1.4	8.4	12.5	9.8	0	0	0	0	0	0.4	11.6	8.3
10	0.9	1.2	8.7	13.3	0.5	0	0	0	0	1.6	15.4	3.7
11	0.1	0.4	8.7	13	3.6	0	0	0	0	3.7	15.1	2
12	0	0.1	6.8	10.1	5.9	0	0	0	0	7.5	12	1.7
13	0	0.2	5.2	9.4	8	0	0	0	0	8.6	9.5	1.3
14	0	0.2	1.3	10.2	8.4	0	0	0	0.1	13.7	7.2	0.2
15	0	0.2	0	8.3	10	1.2	0	0	0.9	15.9	4.1	0
16	0	0	0	2.6	9.9	3.4	0	0	4	14.6	2.5	0
17	0	0	0	0.5	10.3	4.5	0	0	8.8	9	0.8	0
18	0	0	0	0	11.2	10.8	0	0	14	9.1	0	0
19	0	0	0	0	6.9	11.1	0.9	0.4	12.7	7.2	0	0
20	0	0	0	0	7.6	10.8	5.6	1.7	12.2	5.6	0	0
21	0	0	0	0	6.8	8.4	9.8	5.3	11.6	2.6	0	0
22	0	0	0	0	6.3	11.1	12.5	16.8	10.5	0	0	0
23	0	0	0	0	3.3	12	12.2	15.3	10.9	0	0	0
24	0	0	0	0	0.5	9.8	11.2	12.3	8.3	0	0	0
25	0	0	0	0	0	8.4	11.8	11.2	3.3	0	0	0
26	0	0	0	0	0	6.2	11	10.3	2	0	0	0
27	0	0	0	0	0	1.5	11.6	13.8	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0.1	9.4	10	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	3.6	2.4	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 2-4 shows the HDH values in the heating season, and Table 5-7 shows the CDH values in the cooling season. The heating seasons consist of (January, February, March, April, October, November, December) months; the cooling season consists of (May, June, July, August, September, October) months. The number of HDH changed between 31357 and 53037, while CDH numbers ranged between 10433 and 2669. When heating and cooling degree hours were compared, it was seen that the heating values were much higher. A 26% reduction in the number of HDH was observed when the heating base temperature dropped from 18 °C to 15 °C, and a 24% increase was observed when it rose from 18 °C to 20 °C. When the cooling base temperature decreased from 22°C to 20°C, a 78% increase in the CDH number was observed, when it increased from 22°C to 24°C, a 55% decrease was observed. CDH values changed significantly when the base temperature changed compared to HDH values.

Table 2. HDH at base temperature of 15 °C

Time	Jan	Feb	Mar	Apr	Oct	Nov	Dec	Total
00:00-01:00	333.1	292.9	253.5	156	32.4	160.4	279.7	1508
01:00-02:00	337.6	296.2	260	163.9	36.1	165.9	283.9	1543.6
02:00-03:00	340.9	301.9	267.2	169.3	39.6	175.6	289.3	1583.8
03:00-04:00	346.7	305.1	272	175	42.4	179.7	293	1613.9
04:00-05:00	346.7	309.2	276.4	180.6	45.4	184.9	296.5	1639.7
05:00-06:00	348.9	313.5	278.9	172.6	48.6	188.9	299.2	1650.6
06:00-07:00	352.9	313.3	272.8	138.2	41.8	190	300.9	1609.9
07:00-08:00	342.8	296.3	225.9	98	22.5	164.4	291.8	1441.7
08:00-09:00	314.4	265.9	187.8	62.2	10.5	125	264.2	1230
09:00-10:00	287.8	238.3	157.1	34.6	4.8	87.7	233.7	1044
10:00-11:00	259.7	120.9	128.1	20.2	1	56.1	206.6	792.6
11:00-12:00	237.9	191.8	107.1	11	0.3	37.2	184.8	770.1
12:00-13:00	224.3	180.2	95.1	7.9	0	27	169.5	704
13:00-14:00	215	170.7	91	6.8	0	23	162.2	668.7
14:00-15:00	217	173.5	92.1	6.6	0	28	168	685.2
15:00-16:00	230.1	183.4	104.1	10.4	0.5	42.8	186.2	757.5
16:00-17:00	255.3	207	124.2	18.9	3.2	68.7	211.6	888.9
17:00-18:00	274.6	228.7	152.5	36.7	5.3	86.3	226.2	1010.3
18:00-19:00	288.2	244.8	177.8	64.7	8.3	103.1	240	1126.9
19:00-20:00	297	264.8	195.1	82.4	11.1	115	249.4	1214.8
20:00-21:00	303.8	255.9	207.8	97.8	14.9	124.9	256.1	1261.2
21:00-22:00	314.9	2664.6	222.9	117.8	21.5	137.8	264	3743.5
22:00-23:00	322.3	273.8	234.2	133.1	25.8	147.7	272.5	1409.4
23:00-24:00	328.9	282.3	241.8	144.1	30.3	154.1	278.1	1459.6
Total	7120.8	8375	4625.4	2108.8	446.3	2774.2	5907.4	31357.9

Table 3. HDH at base temperature of 18 °C

Time	Jan	Feb	Mar	Apr	Oct	Nov	Dec	Total
00:00-01:00	426.1	379.9	346.5	246	113.1	250.4	372.7	2134.7
01:00-02:00	430.6	383.2	353	253.9	119.7	255.9	376.9	2173.2
02:00-03:00	434	388.9	360.2	259.3	125.2	265.6	382.3	2215.5
03:00-04:00	439.7	392.1	65	265	130.4	269.7	386	1947.9
04:00-05:00	439.7	396.2	69.4	270.6	135.6	274.9	389.5	1975.9
05:00-06:00	442	400.5	371.9	262.6	140.2	278.9	392.2	2288.3
06:00-07:00	445.9	400.3	365.8	228.2	129.9	280	393.9	2244
07:00-08:00	435.8	383.3	318.9	188	93.5	254.4	384.9	2058.8
08:00-09:00	407.4	352.9	380.8	152.2	57.7	215	357.2	1923.2
09:00-10:00	380.8	352.3	250.1	121.2	36.9	177.7	326.7	1645.7
10:00-11:00	352.7	207.9	221.1	97.2	21.1	144.6	299.6	1344.2
11:00-12:00	330.8	278.8	200.1	78.3	15.2	119.3	277.8	1300.3
12:00-13:00	317.3	267.2	188.1	66.9	12.6	103.2	262.5	1217.8
13:00-14:00	308	257.7	184	61.4	12.4	97.7	255.2	1176.4
14:00-15:00	310	260.5	185.1	65.9	13.8	107.3	261	1203.6
15:00-16:00	323.1	270.4	197.1	74.6	18.3	127.3	279.2	1290
16:00-17:00	348.3	294	217.2	93	30.9	158.3	304.6	1446.3
17:00-18:00	367.5	315.7	245.5	123.1	43.1	176.3	319.2	1590.4
18:00-19:00	381.2	331.8	270.8	154.8	54.4	193.1	333	1719.1
19:00-20:00	390	342.9	288.1	172.5	62.8	205	342.4	1803.7
20:00-21:00	396.8	351.6	300.8	187.8	74.4	214.9	349.1	1875.4
21:00-22:00	407.8	360.8	315.9	207.8	90	227.8	357	1967.1
22:00-23:00	415.2	369.3	327.2	223.1	101.1	237.7	356.5	2030.1
23:00-24:00	421.9	374.9	334.8	234.1	109	244.1	371.1	2089.9
Total	9352.6	8113.1	6293	4087.5	1441.3	4879.1	8130.5	42661.5

Table 4. HDH at base temperature of 20 °C

Time	Jan	Feb	Mar	Apr	Oct	Nov	Dec	Total
00:00-01:00	488.1	437.9	408.5	306	173.1	310.4	343.7	2467.7
01:00-02:00	492.5	441.2	415	313.9	181.7	315.9	438.9	2599.1
02:00-03:00	495.9	446.9	422.2	319.3	187.2	325.6	444.3	2641.4
03:00-04:00	501.7	450.1	427	325	192.4	329.7	448	2673.9
04:00-05:00	501.7	454.2	431.4	330.6	197.6	334.9	451.5	2701.9
05:00-06:00	503.9	458.5	433.9	322.6	202.2	338.9	454.2	2714.2
06:00-07:00	507.9	458.3	427.8	288.2	191.9	340	455.9	2670
07:00-08:00	497.8	441.3	380.9	248	155.5	314.4	446.8	2484.7
08:00-09:00	469.4	410.9	342.8	212.2	116.9	275	419.2	2246.4
09:00-10:00	442.8	383.3	312.1	181.3	86	237.7	388.7	2031.9
10:00-11:00	414.7	265.9	283.1	157.2	60.4	204.6	361.6	1747.5
11:00-12:00	393	336.8	262.1	138.3	45.7	179.3	339.8	1695
12:00-13:00	379.3	325.2	250.1	126.6	39.7	163.2	324.5	1608.6
13:00-14:00	370.1	315.7	246	120.6	37.5	157.3	317.2	1564.4
14:00-15:00	372	318.5	247.1	125.7	41.6	167.3	323	1595.2
15:00-16:00	385.1	328.4	259.1	134.6	54.6	187.3	341.2	1690.3
16:00-17:00	410.3	352	279.2	153	74.6	218.3	366.6	1854
17:00-18:00	429.6	373.7	307.5	183.1	95.2	236.3	381.2	2006.6
18:00-19:00	443.2	389.8	332.8	214.8	111.9	253.1	395	2140.6
19:00-20:00	452.1	400.9	350.1	232.5	123.6	265	404.4	2228.6
20:00-21:00	458.8	409.6	362.8	247.8	136.4	274.9	411.1	2301.4
21:00-22:00	469.9	418.8	377.9	267.8	152	287.8	419	2393.2
22:00-23:00	477.3	427.3	389.2	283.1	162.1	297.7	427.5	2464.2
23:00-24:00	483.9	432.9	396.8	294.1	171.3	304.1	433.1	2516.2
Total	10841	9478.1	8345.4	5526.3	2991.1	6318.7	9536.4	53037

Table 5. CDH at base temperature of 20 °C

Time	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Total
00:00-01:00	0	3.2	67.9	88.5	2.6	0	162.2
01:00-02:00	0	1.3	57.9	80.4	1.1	0	140.7
02:00-03:00	0	0	50.8	71.5	0.5	0	122.8
03:00-04:00	0	0	43.9	66.1	0	0	110
04:00-05:00	0	0	38.9	61.4	0	0	100.3
05:00-06:00	0	3.8	63.6	70	0	0	137.4
06:00-07:00	0	22.8	102.9	104.7	3.9	0	234.3
07:00-08:00	0	50.8	138.2	139.5	19.9	0	348.4
08:00-09:00	5.3	81	167.2	169.6	45.9	0	469
09:00-10:00	15.8	106.5	190.7	193	74.8	0	580.8
10:00-11:00	27.1	127.8	212.6	213.6	97.6	2.1	680.8
11:00-12:00	34.9	143	230.6	232.2	114.1	7.1	761.9
12:00-13:00	42.8	155	245.5	246.5	123.4	10.9	824.1
13:00-14:00	47.6	162.3	255.2	256.7	125.4	13	860.2
14:00-15:00	47.5	161.9	256.5	256.6	123.1	9.9	855.5
15:00-16:00	40.2	155	249.6	253	112.7	5.4	815.9
16:00-17:00	33.6	140.4	233.9	204	92.7	0.4	705
17:00-18:00	18.8	118.9	209.3	204	64.3	0	615.3
18:00-19:00	5.4	83.6	175	172	45.6	0	481.6
19:00-20:00	1.1	57.5	149.6	153.3	34.1	0	395.6
20:00-21:00	0	40.8	134	139.8	24.3	0	338.9
21:00-22:00	0	24.8	114	122.5	12.8	0	274.1
22:00-23:00	0	14.4	97.7	107.1	7.2	0	226.4
23:00-24:00	0	7.7	84.5	96	3.9	0	192.1
Total	320.1	1662.5	3570	3702	1129.9	48.8	10433.3

Table 6. CDH at base temperature of 22 °C

Time	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Total
00:00-01:00	0	0	15.06	28.91	0	0	43.97
01:00-02:00	0	0	10.35	22.22	0	0	32.57
02:00-03:00	0	0	7.47	15.76	0	0	23.23
03:00-04:00	0	0	5.5	11.67	0	0	17.17
04:00-05:00	0	0	3.84	9	0	0	12.84
05:00-06:00	0	0	11.12	15.49	0	0	26.61
06:00-07:00	0	0.33	40.96	43.91	0	0	85.2
07:00-08:00	0	10.08	76.21	77.53	1.17	0	164.99
08:00-09:00	0	27.81	105.29	107.65	9.6	0	250.35
09:00-10:00	0.45	47.2	128.79	131.05	24.02	0	331.51
10:00-11:00	2.91	67.87	150.64	151.61	41.09	0	414.12
11:00-12:00	6.94	83.04	168.62	170	55.59	0	484.19
12:00-13:00	11.04	95.06	183.55	184	64.64	0	538.29
13:00-14:00	14.72	102.32	193.27	194.76	66.55	0	571.62
14:00-15:00	13.47	101.92	194.5	197.63	64.01	0	571.53
15:00-16:00	8.18	95.02	187.63	191.02	55	0	536.85
16:00-17:00	5.65	80.47	171.99	171.03	39.22	0	468.36
17:00-18:00	1.91	59.29	147.31	142.03	19.59	0	370.13
18:00-19:00	0	31.19	113.07	110.02	8.71	0	262.99
19:00-20:00	0	14.25	87.65	91.34	5.16	0	198.4
20:00-21:00	0	5.77	72.1	77.84	2.34	0	158.05
21:00-22:00	0	0.74	52.11	60.57	0.34	0	113.76
22:00-23:00	0	0	37.46	45.67	0	0	83.13
23:00-24:00	0	0	26.65	36.11	0	0	62.76
Total	65.31	822.44	2191.15	2288.59	467	0	5834.49

Table 7. CDH at base temperature of 24 °C

Time	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Total
00:00-01:00	0	0	0	0	0	0	0
01:00-02:00	0	0	0	0	0	0	0
02:00-03:00	0	0	0	0	0	0	0
03:00-04:00	0	0	0	0	0	0	0
04:00-05:00	0	0	0	0	0	0	0
05:00-06:00	0	0	0	0	0	0	0
06:00-07:00	0	0	2.3	0.63	0	0	2.9
07:00-08:00	0	0	18.5	17.8	0	0	36.3
08:00-09:00	0	1.4	43.9	45.6	2.6	0	93.5
09:00-10:00	0	7.9	66.7	69	6.2	0	149.8
10:00-11:00	0	18.5	88.6	89.6	11.4	0	208.1
11:00-12:00	0	28.8	106.6	108.2	16.8	0	260.4
12:00-13:00	0	39.4	121.5	122.5	18.9	0	302.3
13:00-14:00	0	45.6	131.2	132.7	17.9	0	327.4
14:00-15:00	0	45.3	132.5	135.6	13.5	0	326.9
15:00-16:00	0	39.6	125.6	129	8	0	302.2
16:00-17:00	0	29	109.9	109.8	1.8	0	250.5
17:00-18:00	0	15.6	85.3	80	0	0	180.9
18:00-19:00	0	2.9	51	48	0	0	101.9
19:00-20:00	0	0	27.1	30.6	0	0	57.7
20:00-21:00	0	0	15.9	19.2	0	0	35.1
21:00-22:00	0	0	6.3	7.2	0	0	13.5
22:00-23:00	0	0	18	1.4	0	0	19.4
23:00-24:00	0	0	0.5	0.1	0	0	0.6
Total	0	274	1151.4	1146.9	97.1	0	2669

Additionally, it was seen that energy consumption would be higher in high base temperature in heating, while it would be less in high base temperature in cooling. Therefore, it is very important to take the necessary actions such as thermal insulation in terms of energy consumption.

Considering the 18 °C base temperature, the highest monthly HDH total was observed in January with 9352, and the lowest monthly HDS total was observed in October with 1441. When considering the 22 °C base temperature, the highest monthly CDH total was observed in August with 2288, and the lowest monthly CDH total was observed in October with 0. Looking at hourly values, the highest HDH was observed between the hours of 06:00-07:00 with 445.9, while the highest CDH was observed between the hours of 14:00-15:00 with 197.63 and the lowest CDH was observed in all hours in October.

Figure 3 shows the HDH and CDH values together as a graphic, considering the 18 °C heating and 22 °C cooling base temperature. HDH values were seen to be much higher compared to CDH values.

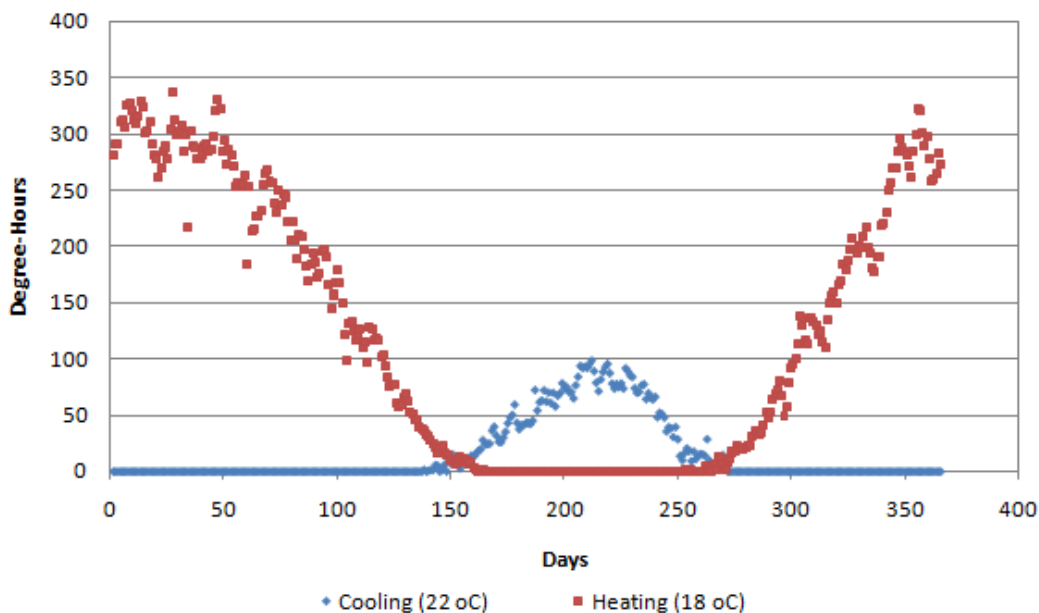


Figure 3. HDH and CDH values at 18 °C and 22 °C base temperatures.

Figure 4,5 shows temperature changes according to years for the heating and cooling season. Figure 4 shows the average outdoor air temperature of the heating season, and Figure 5 shows the average outdoor air temperature of the cooling season. As can be seen from the figures, there is a trend of increasing temperature values. Between 2000-2020, a temperature increases of 1.68 °C occurred during the heating season, while a temperature increases of 1.80 °C occurred during the cooling season. When all months were averaged, an increase of 1.60 °C occurred. The effects of global warming are clearly visible.

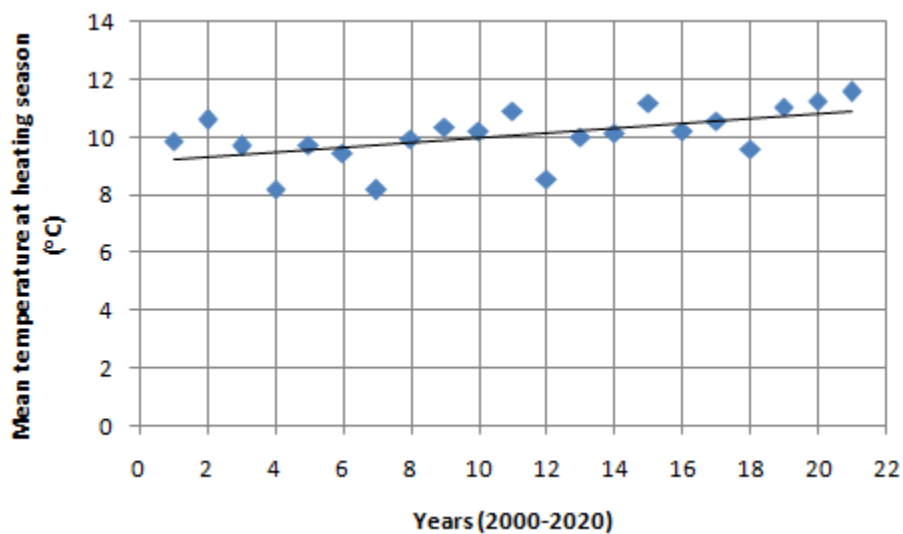


Figure 4. Temperature change over the years in the heating season.

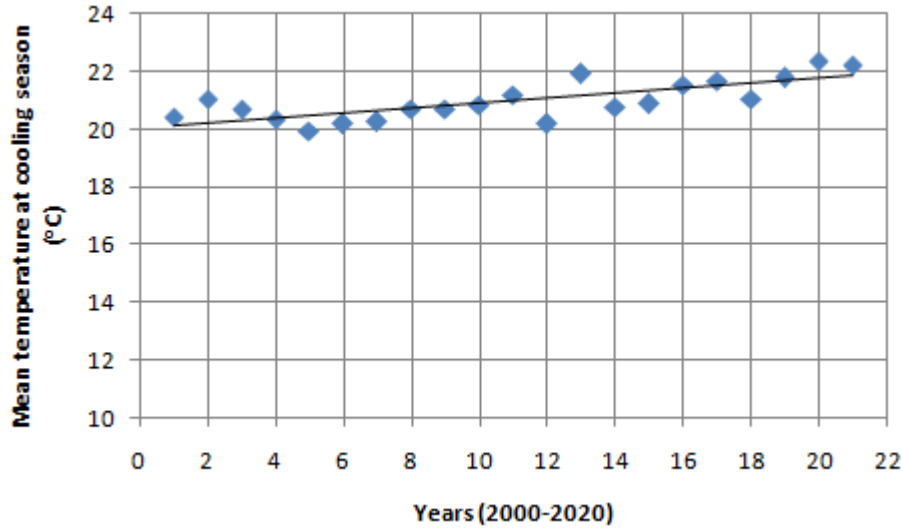


Figure 5. Temperature change over the years in the cooling season.

In this section, the results from this study and the previous literature are compared. In a study conducted for Düzce province in Turkey, when the 32-year heating period was evaluated, it was determined that there was a tendency to increase outdoor air temperature by years, and the average temperature increased from 8.93 °C to 9.13 °C with an increase of 0.2 °C in the 32-year period (Ertürk et al., 2018). In Bandırma, this increase was achieved as 1.68 °C in a 21-year period. The difference in values is more due to the difference in calculated processes than to the regional difference. For Düzce province, a longer process was considered by joining the average of previous years, and for Bandırma, following years were examined compared to Düzce. This reveals that an even greater increase in temperature has occurred from the past to the present. In another study conducted for Sakarya province (Ertürk and Çay, 2021), the CDH value was determined as 10265.1 when the base temperature of 20°C was considered, and for Bandırma, this value was 10433. Considering the base temperature of 24°C, the CDH value in Sakarya is 2923.3, and in Bandırma it is 2669. It was observed that there was a greater decrease in CDH value in Bandırma when the base temperature increased. Here, regional differences come forward between provinces. Another study involving overall Turkey stated that in the period of 2016-2035, a decrease in heating day degrees is expected throughout the country and a reverse upward trend is expected in cooling degrees. It is predicted that values may differ in different parts of the country, and that values will be much greater, especially in later years (An et al., 2018). Therefore, it can be stated that similar results were obtained in the previous literature with the results obtained in this study.

As a result, using hourly values both in the heating and cooling energy consumption in buildings give more precise results than annual degree-day numbers. Heating and cooling degree

values are very different from each other in different months and at different times of the day; therefore, using hourly values will ensure a more sensitive energy consumption prediction. A clear definition of energy consumption; therefore, the use of energy in its most efficient form is very important both in terms of saving and in terms of contributing to the environment.

4. Conclusion

This study obtained the temperature distribution curves and HDH and CDH values by analyzing the outdoor temperature data specific to Bandırma. Outdoor dry thermometer temperature data set was used for each month in 21 years, 24 hours a day. Base temperatures were taken into account in heating (15, 18 and 20 °C) and cooling (20, 22 and 24 °C). CDH values changed significantly when the basic temperature changed compared to HDH values. Additionally, it was determined that there was an upward trend in temperature values between the years 2000-2020; this increase was determined as 1.68 °C in the heating season and 1.80°C in the cooling season. On average, an increase of 1.60 °C occurred annually. Today, it is necessary to use energy more efficiently or decrease the level of the energy amount used and save energy to eliminate important problems such as global warming. Otherwise, troubled processes may inevitably occur for future generations.

Author Contibution

I hereby declare that the planning, execution and writing of the article was done by me as the sole author of the article.

Conflict of Interest

I declare that there is no conflict of interest during the planning, execution and writing of the article.

Statement of Research and Publication Ethic

In the study, research and publication ethics were complied with.

Acknowledgments

I would like to thank the Turkish State Meteorological Service for providing the meteorological data from Bandırma meteorological stations.

References

- Altun, M., Akçamete, A., Akgül, ÇM. (2020) Investigation of the effect of outdoor temperature data on the building heating energy requirement and validity of the TS 825 degree-day region clustering. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 26(6), 1062-1075.
- An, N., Turp, MT., Akbaş, A., Öztürk, Ö., Kurnaz, ML. (2018) Future Projections of Heating and Cooling Degree Days in a Changing Climate of Turkey. *Marmara Journal of Science*, 3: 227-240.
- Bulut, H., Büyükalaca, O., Yılmaz, T., Aktacir, MA. (2002) GAP bölgesi için detaylı iklim verileri. *Harran Üniversitesi GAP IV. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı*, Şanlıurfa, 183-191.
- Büyükalaca, O., Bulut, H., Yılmaz, T. (2001) Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey. *Applied Energy*, 69(4): 269-283.
- Büyükalaca, O., Bulut, H., Yılmaz, T. (1999) Türkiye'nin Bazı İlleri İçin Derece Gün Değerleri. *ULIBTK'99-023 12. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi*, Sakarya, 8-10 Eylül 1999.
- Christenson, M., Manz, H., Gyalistras, D. (2006) Climate warming impact on degree-days and building energy demand in Switzerland. *Energy Convers Manag* 47(6):671-86.
- Coşkun, M., Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskioğlu, O., Şensoy, S., Yazıcı, B. (2016) İklim Değişikliğinin Enerji Tüketimine Etkisi. *10. Uluslararası Temiz Enerji Sempozyumu (UTES)*, 24-26 Ekim 2016, İstanbul.
- De Rosa, M., Bianco, V., Scarpa, F., Tagliafico, LA. (2014) Heating and cooling building energy demand evaluation; a simplified model and a modified degree days approach. *Appl energy*128:217-29.
- Dombaycı, ÖA., Bayrakçı, HC. (2017) The Calculation Of Monthly Heating Degree-Day Numbers Used To Prediction Of Heating Energy Consumption Of Buildings For In Cold Climate Provinces Of Turkey. *SDU Journal Of Technical Sciences*, 7;2;18-25.
- Ertürk, M., Oktay, Z., Çoşgun, C., Keçebaş, A., Çay, Y., Daşdemir, A. (2018) Investigation of energy and emission change for house heating with context of global warming in Düzce/Turkey. *Journal of Polytechnic* ISSN: 2147-9429.
- Ertürk, M., Çay, Y. (2021) Calculation of building cooling loads using the cooling degree-hour method, *Politeknik Dergisi*, 24(2): 723-732.
- Küçüktopçu, E., Cemek, B. (2018) A study on environmental impact of insulation thickness of poultry building walls. *Energy* 150, 583-590.
- Papakostas, K., Kyriakis, N. (2005) Heating and cooling degree-hours for Athens and Thessaloniki, Greece. *Renewable Energy*, 30: 1873-1880.
- Pusat, Ş., Tunç, N., Ekmekçi, İ., Yetişken, Y. (2015) Karabük İçin Derece-Zaman Hesaplamaları. *ISITES2015* Valencia-Spain.
- Şen, Y. (2020) Design Methodology Of Insulation Material For Buildings In Duzce Province According To Degree-Time And Temperature Analysis. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8 1676-1694.
- Şen, Z., Kadioglu, M. (1997) Heating Degree-days for Arid Regions, *Energy* 23: 1089-1094.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi

ISSN: 2667-8764 , 4(1), 15-31, 2022

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



Araştırma Makalesi / *Research Article*



Doi: [10.47898/ijeased.1018220](https://doi.org/10.47898/ijeased.1018220)

Geri Dönüştürülmüş Polipropilen Nonwoven Teleflerin Spunbond Kumaşlarda Kullanılabilirliğinin İncelenmesi

Utkay DÖNMEZ ^{1*}, Duhan Soyşan KEBELİ ²

¹ Microfiber Gıda Tekstil San ve Tic. Ltd. Şti., OSB 26 Nolu Cad., No:15/1 Merkez, 79000, Kilis, Türkiye.

² Teknomelt Arge Merkezi, Teknomelt T.M. San ve Tic. A.Ş., OSB 1.Cad, No:12, Onikişubat, 46100 K.Maraş, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : utilers@gmail.com  https://orcid.org/0000-0003-3847-4773 , U. Dönmez  https://orcid.org/0000-0001-5347-1314 , D.S. Kebeli	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 03.11.2021 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 10.01.2022 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 19.01.2022 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.07.2022
Alıntı / <i>Cite</i> : Dönmez, U., Soyşan Kebeli, D. (2022). Geri Dönüştürülmüş Polipropilen Nonwoven Teleflerin Spunbond Kumaşlarda Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi , 4(1), 15-31.	

Özet

Hızla kullanım alanları ve kullanım miktarları artan polipropilen (PP) esaslı nonwoven (spunbond ve meltblown) kumaş teleflerinin, granül haline dönüştürülerek orijinal PP hammadde ile belirli oranlarda karıştırılarak yeniden üretime dâhil edilmesi sonucu elde edilen spunbond kumaşın mukavemet değerleri incelenmiştir. Öncelikle kırpıntı haline getirilen Spunbond-Meltblown kumaş telefleri, belirli oranlarda karıştırılarak granül elde edilmiştir. Recycle-PP1 telefinin eriyik akış indeksi (MFI) değeri 38 MFI olarak, Recycle-PP5 %50-%50 Spunbond-Meltblown telefi karışımının eriyik akış indeksi (MFI) değeri ise 137 MFI olarak tespit edilmiştir. Recycle-PP1 granülü, %0-5 oranlarında orijinal hammadde ile karıştırılarak Spunbond kumaş elde edilmiştir. Kalite problemi görülmeden ve en verimli şekilde çalışılan en yüksek oran, %5 olarak tespit edilmiştir. Daha fazla miktarda geri dönüştürülmüş granül kullanımı kumaş hatalarına sebebiyet vermiştir. %5 katkı olarak üretilen spunbond kumaşların mukavemeti, hiç katkılanmayan kumaşın mukavemet değerine göre yaklaşık %24,5 oranında düştüğü görülmüştür. Çalışma ile birlikte, tespit edilen mukavemet değerlerine göre uygun sektörlere, geri dönüştürülmüş granül katkılı spunbond kumaşların kullanılabilirliği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen, Nonwoven, Spunbond, Geri Dönüşüm, Mukavemet Değerindeki Değişim.

Investigation of Usability of Recycled Polypropylene Nonwoven Waste in Spunbond Fabrics

Abstract

Some properties of the spunbond fabric, which is obtained as a result of polypropylene (PP) based nonwoven (spunbond and meltblown) fabric wastes, whose usage areas and usage amounts are increasing rapidly, are converted into granules and mixed with the original PP raw material at certain rates and included in the production, have been examined. First of all, Spunbond-Meltblown fabric wastes, which were turned into scraps, were mixed in certain proportions to obtain granules. The melt flow index value of Recycle-PP1 waste was determined as 38 MFI, and the melt flow index value of Recycle-PP5 50%-50% Spunbond-Meltblown waste mixture was determined as 137 MFI. Spunbond fabric was obtained by mixing 0-5% Recycle-PP1 granule with the original raw material. The highest rate of working without any quality problem and in the most efficient way was determined as 5%. The use of larger amounts of recycled granules caused fabric defects. It was observed that the strength of spunbond fabrics produced with 5% doping decreased by approximately 24.5% compared to the strength value of the fabric that was not added at all. With the study, the usability of recycled granule-added spunbond fabrics for suitable sectors according to the determined strength values has been revealed.

Keywords: *Polypropylene, Nonwoven, Spunbond, Recycling, Change of Strength Value.*

1. Giriş

Polipropilen, kolay temin edilmesi ve diğer polimerlere göre barındırdığı maliyet avantajları ile plastik ve teknik tekstil sektöründe kullanımı hızla artmaktadır. Özellikle Covid19 pandemisi ile birlikte tek kullanımlık ürünlerin kullanımı müthiş bir artış göstermiştir (Chua ve ark., 2020; Pandit ve ark., 2021). Tek kullanımlık ürünlerden kaşık, tabak, bardak gibi plastik sektörü ürünlerin dışında, medikal tekstillerin imalatında kullanılan spunbond ve meltblown kumaşlar tarihinde görülmemiş bir tüketime şahit olmuştur (Montagna ve ark., 2013).

Tek kullanımlık ürünlerin kullanımının bir bakıma zorunluluk olduğu bu dönemde iki problem ortaya çıkmıştır. Bu ürünlerin oluşturduğu atıklar ve bunların imal edilmesi için gerekli hammaddenin temininde yaşanan zorluklar. Ülkemizde 2020 tarihi itibarıyla Petkim firması dışında spunbond kumaşlarda kullanılacak PP üretimi gerçekleşmemektedir. Nonwoven üreticileri ihtiyaçlarının çok büyük oranını ithal ederek karşılamaktadır. Nonwoven kumaşların telefleri iki şekilde kullanılabilir. Bunlardan ilki termoplastik PP polimerinden imal edilen nonwoven kumaşların, plastik sektöründe yeniden işlenebilmesidir. Diğeri ise sadece spunbond kumaşların, spunbond kumaş üretim makinesinde geri besleme şeklinde çok düşük oranda beslenebilmesidir.

Pandemi ile birlikte PP polimer kullanan başta plastik ve nonwoven sektörü bazı sorunlar yaşamıştır. İlk yaşanan sorun pandemideki yüksek arza karşı hammadde bulunamaması, diğer yaşanan sorun ise yine pandemi kaynaklı konteyner krizinde hammaddenin kıtalar arası sevk edilememesi ve üretim zincirine katılamamasıdır. Bu tedarik problemleri sonucunda PP polimer ve

bu polimerden üretilen ürünlerin fiyatları tavan yapmıştır. Bu dönemde sorunu çözemeyen firmalar kapasitesinin çok altında çalışmak zorunda kalmış, hem ekonomik hem de istihdam sorunları yaşanmıştır.

Nonwoven üretiminde çok hızlı ve kapasiteli üretime sahip olan spunbond kumaşların proses şartları çok zordur (Gramsch ve ark., 2020; Lim, 2010). Ekstruderde eritilen termoplastik PP, pompa vesilesi ile sabit basınç ile kalıba basılması ile binlerce filament oluşturulma esasına dayanmaktadır (Dönmez ve ark., 2019a; Fedorova, 2006). Sonrasında belirli bir debide soğuk hava verilmesi ve belt fanı arasındaki aerodinamik güç ile filamentlerin oriyante edilmesi ve uygulanan bu çekim işlemi ile birlikte filamentlerin inceltilecek üst üste yığılması çok hassas bir süreçtir (Lim, 2010; Nanjundappa ve Bhat, 2005). Bu aşamada beltin hava geçirgenliğinden, quench (filament fan) eleklerindeki gözeneklerin sıklığı/büyüklüğüne, kalıp ile belt arasındaki kule ve kanalların mesafelerinden mikron boyuttaki kalıp deliklerinin büyüklüğü ve sayısına kadar birçok parametre ile müthiş bir denge içerisinde üretim gerçekleştirilmektedir (Geus, 2016; Chua ve ark., 2020; Gramsch ve ark., 2020). Bahsi geçen termodinamik, aerodinamik ve mekanik işlemlerden en başarılı şekilde filament oluşturmak için kullanılan PP polimerin eriyik akış indeksi (MFI) değeri ve polimerin molekül ağırlığı dağılımı önem arz etmektedir. Genel olarak şöyle tanımlama yapılabilir; molekül ağırlık dağılımını gösteren çan eğrisinin tabanı ne kadar dar ise termal olarak işlenebilmesi bir o kadar kolaydır. Eğer çan eğrisinin tabanı çok geniş ise molekül ağırlık dağılımı düşük/dar olan polimerlerde, termal işlem sırasında bozunma, yanma ve hatta karbonlaşma meydana gelerek filtrenin ve kalıbın tıkanma riskini yükseltecektir. Bu durumda çok sık filtre ve kalıp değişimi gerçekleştirilebilirken aynı zamanda filamentlerde kopuşların gerçekleşmesi ile birlikte kumaşa kalite problemleri oluşacaktır. Spunbond kumaş üretiminde, saf (katkısız) hammaddenin kullanılması ve ne kadar kenar besleme, ne kadar katkı maddesi ya da ne kadar kullanılmış (geri dönüştürülmüş) PP granül beslenmiş olması üretimin kaliteli ve sürekliliği açısından çok önemlidir. Şekil 1’de tek kafalı (beam) spunbond üretim makinesi görülmektedir.



Şekil 1. Spunbond Kumaş Üretim Makinesi

Yukarıda sayılan sebeplerden dolayı nonwoven kumaşların geri dönüştürülüp yeniden üretime dahil edilmesi için araştırmalar gerçekleştirilmiştir (Bertin and Robin, 2002; Gregor-Svetec ve ark., 2009; Montagna ve ark., 2013; Şengül ve Şengül, 2016) Genellikle laboratuvar şartlarında ve plastik sektöründe gerçekleştirilen çalışmaların dışında spunbond üretim hattında geri dönüştürülmüş PP kullanımına dair çok az çalışma bulunmaktadır (Ahmedzade ve ark., 2016; Erem ve Gökkurt, 2021; Öztürk, 2005; Strapasson ve ark., 2005; Şentürk, 2014)

Bu çalışmada spunbond ve meltblown kumaşlar belirli oranlar ile karıştırılarak yeniden granül elde edilmeye çalışılmıştır. En başarılı olan örneklem ise yine belirlenen oranlarda spunbond üretim hattına dâhil edilerek spunbond kumaşın mukavemet değerlerindeki değişim takip edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Geri dönüştürülmek üzere 1000 MFI PP ile üretilmiş meltblown kumaşlar ile 35 MFI PP ile üretilmiş spunbond kumaşlar, kırpma/kırpıntı makinesinde, ekstruder makinesinde işlenebilecek küçük parçalara bölünmüştür. Kırpıntı kumaşlar Teknomelt Teknik Mensucat San. ve Tic. A.Ş. firmasından temin edilmiştir. Geri dönüştürülen granüller ile 25 MFI PP orijinal hammadde, Microfiber Gıda Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti. firmasında spunbond kumaşın elde için kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Polipropilen Polimerinin Geri Dönüştürülmesi

Geri dönüşüm sistemleri, ekstruder, filtre, kalıp, koagülasyon banyosu ve şekil verici şeklinde 5 ana ekipmandan oluşur (Gregor-Svetec ve ark., 2009; Erem ve Gökkurt, 2021). Ekstruder ile eritme ve karıştırma, filtre ile temizlik ve karıştırma, kalıp ile form verme ve filament oluşturma, koagülasyon banyosu ile soğutma ve çekim işlemleri ve son olarak da bıçak ile granül haline getirme işlemleri gerçekleşir (Şentürk, 2014; Tzoganakis, 1988). Üretimdeki en önemli aşamalar filtreleme ve olgunlaştırma işlemleridir. Tabii önem verilmesi gereken bir diğer husus ise girdi olarak seçilen hammaddenin saflığıdır (Montagna ve ark., 2013). Geri dönüştürülmek istenen kumaşların 25 MFI, 35 MFI spunbond (Geus, 2016) ya da 800 MFI, 1000 MFI, 1200 MFI veya da 1500 MFI meltblown olması ve bunların karışım miktarları çok önem arz etmektedir.

Çalışmada 35 MFI polimerlerden üretilen Spunbond kenar telefleri ile 1000 MFI polimerden üretilen meltblown kenar telefleri kullanılmıştır. 25 MFI ile 35 MFI teleflerin performanslarını karşılaştırmak amacıyla %100 oranda 25 MFI telef kullanılmıştır. Sö z konusu telefler Tablo 1’de verilen oranlarda karıştırılmıştır.

Tablo 1. Spunbond ve meltblown karışım oranları

Numune Kodları	25 MFI SS Oranı	35 MFI SS Oranı	1000 MFI MB Oranı
Recycle-PP1	% 100	-	-
Recycle-PP2	-	% 100	-
Recycle-PP3	-	% 90	% 10
Recycle-PP4	-	% 75	% 25
Recycle-PP5	-	% 50	% 50
Recycle-PP6	-	% 25	% 75
Recycle-PP7	-	-	% 100

Ger i dönüşüm işleminde seçilen hammaddenin (teleflerin) saflığı ile kullanılacak filtre (mesh) birbiri ile uyumlu olmalıdır. Daha akışkan olan meltblown ağırlıklı geri dönüşüm işlemleri için gözenek boyutu daha küçük (sıklığı daha yüksek) filtre kullanılmalıdır. Spunbond ağırlıklı işlemlerde ise daha geniş gözenekli filtreler kullanılmalıdır (Bertin and Robin, 2002; Montagna ve ark., 2013; Rosa ve ark., 2009). Bu çalışmada, 3 katmanlı 30*150*30 gözeneklilik (mesh) değeri olan filtre kullanılmış ve karışımlardan granül elde edilecek şekilde ekstruder sıcaklıkları ayarlanmıştır. Üretim detayları Tablo 2’de verilmiştir.

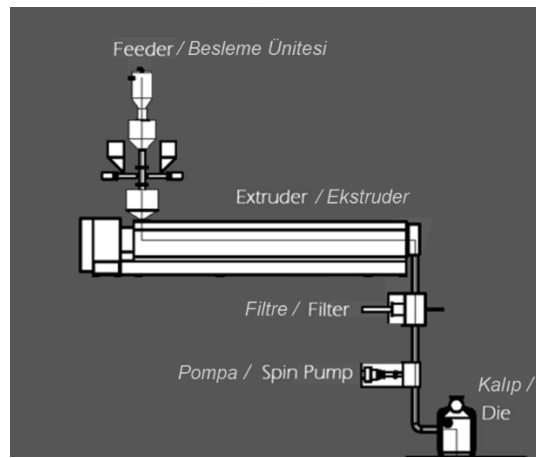
Tablo 2. Ger i dönüşüm ekstruder bölgesel sıcaklıkları

Malzeme Tipi	1.Bölge °C	2.Bölge °C	3.Bölge °C	4.Bölge °C	5.Bölge °C	6.Bölge °C	7.Bölge °C
Spunbond (S)	170	175	180	180	185	195	190
Karışım (S+M)	190	195	195	200	200	205	205
Meltblown (M)	190	195	200	200	210	220	215

Saflık konusunda da herhangi bir katkı (hidrofilik, antistatik, FR, stabilizatörler, süper hidrofob, UV gibi) maddesi eklenmiş nonwoven kumaşlar, çalışma parametrelerini olumsuz etkileyebilmekte, hatta filament oluşumunu engelleyebilmektedir. Bu sebepten teleflerin sınıflandırma yapılarak biriktirilmesi ve bu tür karışımların kullanımını kontrollü şekilde yapılması gerekmektedir. Çalışmada spunbond kumaş üretimi dışında kullanılan mavi ve beyaz boya dışında, hiçbir katkı maddesi kullanılmamıştır.

2.2.2. Polipropilen Spunbond Üretim Tekniği

Spunbond kumaş üretimi kolay olduğu kadar hassas bir üretim tekniğidir. Erime sıcaklığı 160 °C olan PP polimer, ekstruder, filtre, iletim borusu ve kalıp (beam-die) güzergahı (Şekil 2) boyunca stabil (dengeli) sıcaklıkta bozunmadan ilerlemesi gerekmektedir (Aipma, 2009; Chua ve ark., 2020). Bu yüzden sıcaklıklar bu şartlar altında ayarlanmalıdır. Başlangıç sıcaklığı 185-195 °C sıcaklıkta başlayıp 230-250 °C sıcaklıkta bitirilmelidir (Gramsch ve ark., 2020; Nanjundappa ve Bhat, 2005).

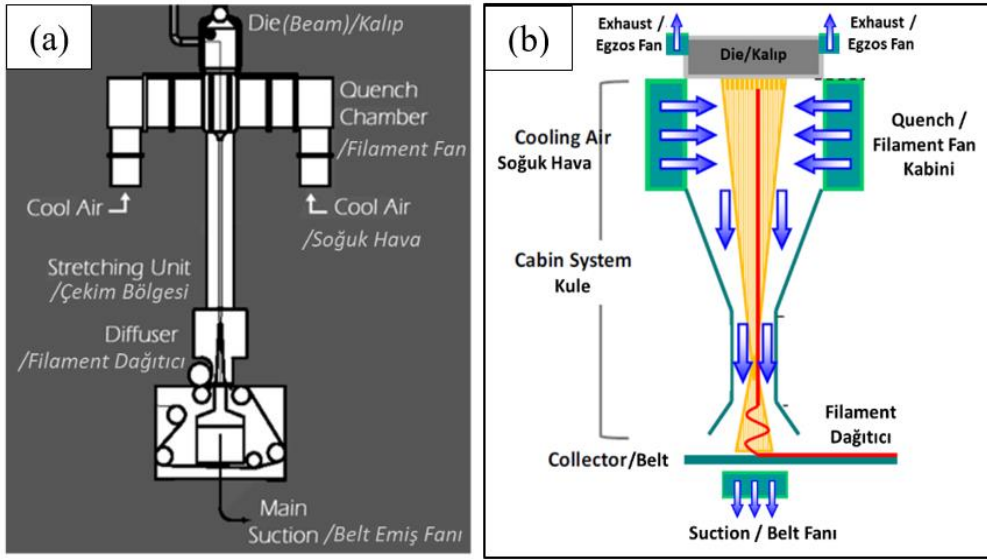


Şekil 2. Polimere ısı verilen ekipmanlar

Polimer eriği, kalıptan çıktıktan sonra toplayıcıya (belt) düşene kadar (Şekil 3a) filament fanlardan gelen soğuk havanın sıcaklığı ve debisi (enerji miktarı) ile birlikte olgunlaşmaktadır. Polimerin belte varış süresini 3 ana parametre belirlemektedir. İlki filament fan hava debisi, ikincisi suction (belt emiş fanı) devri ve üçüncüsü ise egzoz fan devridir (Chua ve ark., 2020; Kanai ve ark., 2017; Lim, 2010). Bu üç etkili kuvvet (Şekil 3b) havanın akış hızına etki etmektedir. Filament fan, eleklerden sabit ve eşit havanın beslenmesini sağlar ki filamentin sağlıklı olgunlaşması için, bütün polimer eriyiklerine eşit/aynı miktarda etki etmelidir. Söz konusu elekler kulenin 1. bölgesinde ve kalıbın hemen sonrasında yer almaktadır. Belt emiş fanı, merkezlenmiş şekilde kulenin altında yer almaktadır. Egzoz fan ise kalıba çok yakın kanallardan emiş sağlamaktadır ve polimeri erimesi ile ortaya çıkan yağlı buharların dışarı atılmasını sağlar (Chen ve ark., 2019; Dönmez ve ark., 2019b; Gramsch ve ark., 2020).

Kalıptan çıkan erimiş polimer, soğuk hava ile karşılaştığı andan itibaren dış çeperden içe doğru olgunlaşmaya/katılaşmaya başlar (Kanai ve ark., 2017; Russell, 2007). Oluşan filament, belte ulaşana kadar bu 3 kuvvetin oluşturduğu aerodinamik etkiyle çekime uğramaktadır (Rodraks and

Tharmaphornphilas, 2013). Filament fanın oluşturduğu pozitif yönlü hava debisi ile belt fanının oluşturduğu pozitif yönlü hava debisi, yer çekiminin oluşturduğu pozitif yöndeki kuvvet ile birlikte egzoz fanın oluşturduğu negatif yönlü havanın debisi filamentin kopuş oluşturmada yüzey oluşturma işlemini gerçekleştirmesi gerekmektedir (Chen ve ark., 2019; Geus, 2016; Lim, 2010). Kopuşsuz üretim gerçekleşen çekim sisteminde, belt fanı devri sabit tutulup filament fan devri arttırıldığında çekim miktarı azalacaktır. Benzer şekilde filament fan devri sabit iken belt fan devri arttırıldığında filamentte uygulanan çekim artacaktır. Bu denklem içerisinde egzoz fan devri ve yer çekimi etkisi var olmakla birlikte çok düşük bir etkiye sahip olmaları sebebiyle filamentlerin kopuş olmadan üretilmesi için düşük hassasiyet ile ayarlanmaktadır.



Şekil 3. Filament çekim ünitesi (a), Polimere etki eden kuvvetler (b). (Kanai ve ark., 2017)

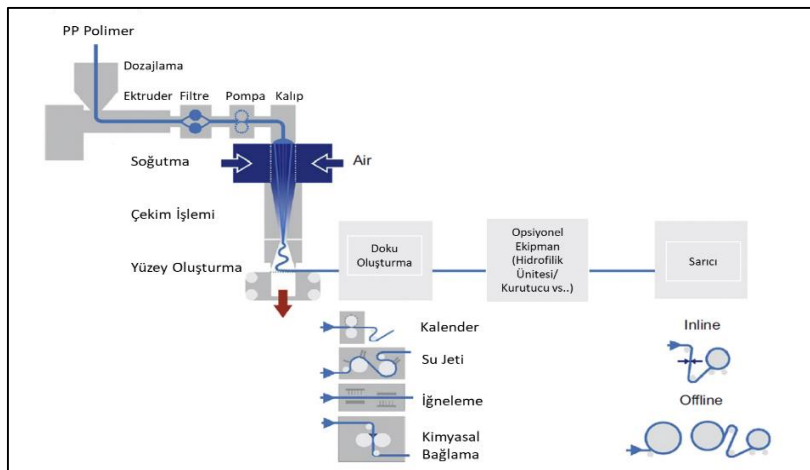
Çekim sırasında bahsedilen kuvvetlerin ayarlanmasında temel unsur filamentin kopmadan mümkün olduğunca inceltilmesidir. Bu kuvvetlere dayanabilmek için ise polimerin molekül zincir uzunluğunun yeterli seviyede olması gerekmektedir (Aumnate ve ark., 2019). Spunbond için bu ifade iki değer ile takip edilebilir. İlki, PP polimerin 25 MFI ile 35 MFI arasındaki farktır. 35 MFI polimer 25 MFI polimerlere göre daha düşük sıcaklık ve basınçlarda çalışabilir ve nihai ürün çok daha yumuşak tuşeli elde edilebilir (Chen ve ark., 2019; Geus, 2016). Bir diğeri ise, polimeri (25 yada 35 MFI olduğu önemli değil) oluşturan polimer zincir uzunluğunun polimer içeriğindeki dağılımıdır (Aumnate ve ark., 2019). Eğer bu dağılım ne kadar düşük (dar) ise polimeri işlemek, parametreleri ayarlamak o kadar kolaydır. Daha sorunsuz üretimler gerçekleştirilebilir. Ancak dağılım geniş ise termal ve aerodinamik kuvvetlerde daha geniş bir aralıkta tepki verecektir. Ancak bu geniş aralık bazı polimerleri olgunlaştırmak için yeterli iken bazı polimerler için aşırı fazla

gelecektir. Bunun sonucunda iki durum oluşabilir. İlki yüksek sıcaklıklarda polimerlerde yanma/karbonizasyon oluşabilir, diğesinde ise istenilen çekim miktarına ulaşmadan olgunlaşamayan filamentlerde kopuşlar gerçekleşebilir. Kopuş oluşturmadan üretim yapılmaya devam edildiğinde ise yeterli mukavemete ulaşamayan filamentler doğal olarak düşük mukavemetli kumaşlar oluşabilir (Rodraks ve Tharmmaphornphilas, 2013).

Hammaddeye eklenebilecek geri dönüştürülmüş PP granüller, polimerin moleküler yapısı içerisindeki zincir uzunluklarına negatif etki yaptığı bilinmektedir. Ancak bunun her üretim makinesi ve kullanılan hammaddeye göre değişiklik gösterebileceği sebebiyle bu çalışmada yüzdesel olarak ne kadar geri dönüştürülmüş PP polimerin kullanılacağı belirlenecektir. Tablo 3'te belirtilen parametreler ile üretim gerçekleştirilmiştir. Eriyik akış indeksi (MFI) değeri 25 MFI saf maddeye %0, %1, %2, %3, %4, ve %5 oranlarında geri dönüştürülmüş PP eklenecektir. Spunbond makinesinde (Şekil 4) kopuşsuz/sorunsuz çalışabilecek en yüksek oran belirlenip mukavemetleri incelenecektir.

Tablo 3. 30 g/m² Spunbond kumaş üretim parametreleri

Parametreler	Değerleri	Parametreler	Değerleri
Ekstruder Sıcaklığı	185-245 °C	Kalender Sıcaklıları	148-154°C
Filtre Sıcaklığı	230-250 °C	Kalender Baskı	90-94 N/mm
Pompa Sıcaklığı	230-250 °C	Kalıp Delik Sayısı	20.000 adet
Pompa Devri	24-27 rpm	Kalıp Delik Çapı	45-50 micron
Kalıp Sıcaklıkları	210-240 °C	Hammadde PP	25 MFI
Egzoz Fan Devri	600-900 rpm	Renk	Beyaz (%40 TiO ₂)
Filament Fan Devri	650-880 rpm	Belt Fan Devri	500-825
Filament Fan Hava Sıcaklığı	10-13°C	Belt Devri	118-135 m/dk



Şekil 4. Spunbond üretimi akış şeması ve doku oluşturma seçenekleri (Geus, 2016)

2.2.3. Testler ve Analizler

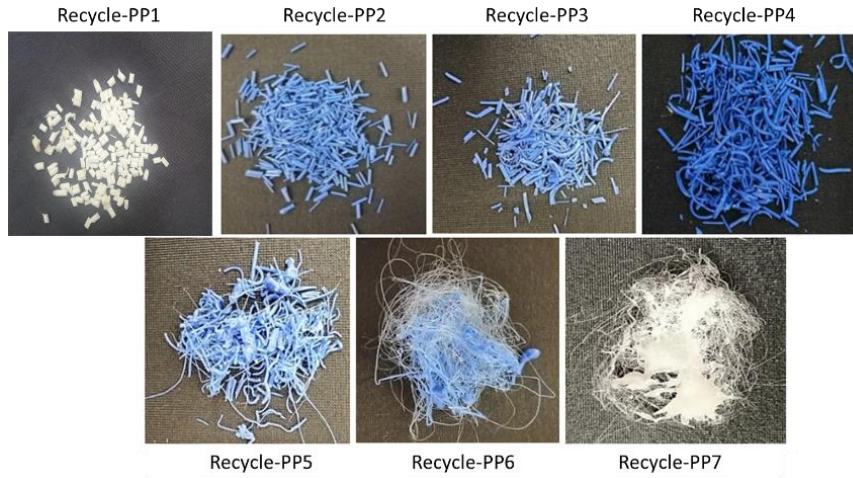
Nonwoven teleflerinden elde edilen geri dönüştürülmüş granüller, erime kütle akış hızı (MFR) ve hacim akış hızının belirlenmesi (MVR) için ISO 1133 standardına göre test edilecektir. MFI/MFR testi kısaca, belirli sıcaklık ve yük altında standart nozul içerisinden ergimiş plastiğin 10 dakikada ne kadar (g/10 dk) aktığının bir ölçüsüdür. Her polimer için uygulanan sıcaklık ve ağırlıklar farklı olup, polimerin tanımlandığı standartlarda verilmektedir. PP polimeri standardında sıcaklık 230 °C, ağırlık ise 2,16 kg olarak belirtilmiştir. Testler Zwick Roell Mflow cihazında gerçekleştirilmiştir.

Geri dönüşüm polimerler ile üretilen kumaşların mukavemet cihazları ise Zwick Roell marka universal ZwickiLine 0,5 kN model test cihazı kullanılmıştır. Kopma mukavemet ve kopma anında uzama değerlerinin tespit edildiği test cihazında, çalışma için hem makine (MD) hem de kumaş eni (CD) yönleri boyunca testler Microfiber Kalite Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Geri Dönüştürülmüş PP Granüllerin Eriyik Akış İndeksinin (MFI) Belirlenmesi

Önceki bölümde belirtilen sıcaklık değerlerinde çalışılan geri dönüşüm teleflerden granül (Şekil 5) elde edilmiş olup, MFI testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Eriyik akış indeksi (MFI) değeri 1000 MFI olan polimer kullanılması ile ısı işleme maruz kalan polimerin molekül zincirleri (zincir uzunluğu kısalmakta) kırılmaktadır. Meltblown kumaşların geri dönüştürülmesi/granül hale getirilmesinde tekrardan ısı bozunmaya maruz kalmakta ve polimerin molekül zincirlerinin daha fazla kırılmasına sebep olmaktadır. Bu sebepten dolayı, %100 meltblown kumaşlar, Şekil 5'te görüldüğü üzere (Recycle-PP7) geri dönüştürülemez. Bu sebepten dolayı ölçümler gerçekleştirilememiştir.

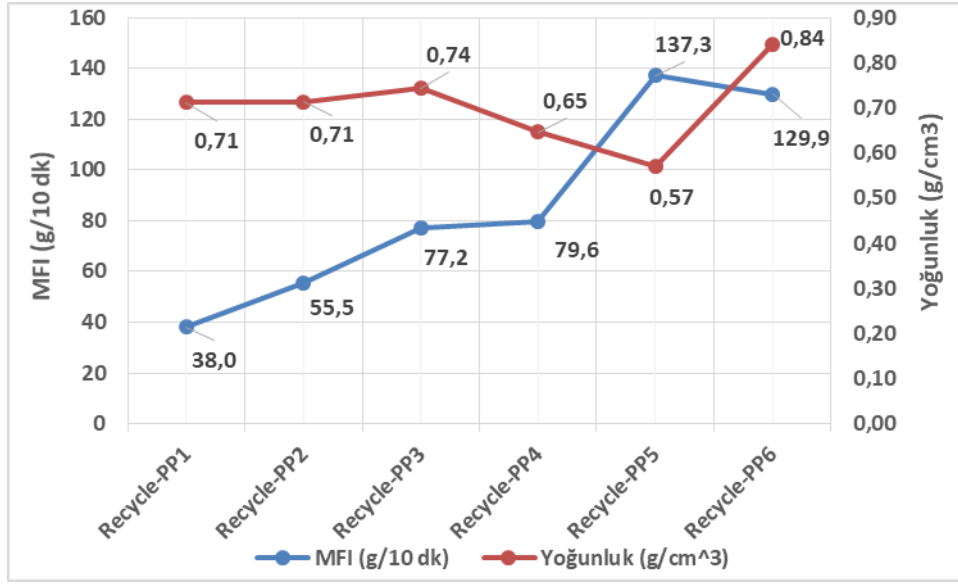


Şekil 5. Geri dönüştürülmüş PP granül numuneleri

Tablo 4. Geri dönüştürülmüş granüllerin MFI test sonuçları

Numunenler	Yoğunluk (g/cm ³)	Ort.	Sta. Sap.	MFI (g/10 dk)	Ort.	Sta. Sap.	MVR (cm ³ /10 dk)	Ort.	Sta. Sap.
Recycle-PP1	0,71	0,71	0,027	35	38	2,64	49,16	53,4	3,94
	0,74			39			56,93		
	0,69			40			54,20		
Recycle-PP2	0,73	0,71	0,015	57	55,5	0,92	77,53	77,3	0,57
	0,70			55			76,86		
	0,71			55			77,90		
Recycle-PP3	0,74	0,74	0,006	77	77,2	0,40	103,4	103,2	0,49
	0,75			78			103,0		
	0,74			77			102,9		
Recycle-PP4	0,68	0,65	0,035	80	79,6	0,45	117,11	124	6,31
	0,61			80			129,63		
	0,65			79			125,21		
Recycle-PP5	0,59	0,57	0,02	138	137,3	0,81	238,91	239,4	9,80
	0,57			136			249,53		
	0,55			138			229,95		
Recycle-PP6	0,59	0,84	0,245	130	129,9	0,51	221,98	170,6	50,9
	0,85			129			169,87		
	1,08			130			120,14		
Recycle-PP7	-	-	-	-	-	-	-	-	-

MFI test sonucunda elde edilen verilerden ortalama MFI değerleri ve yoğunluk arasındaki ilişki Şekil 6'da verilmiştir. Bilindiği üzere PP polimerin yoğunluk değeri 0,91 g/cm³ olup (Montagna, 2013; Tzoganakis ve ark., 1988), yapılan ölçümlerde bu değer altında tespit edilmiştir. Bu farkın sebebi granül oluşumu sırasında granüllerin içerisine havanın hapsolmesinden kaynaklanmaktadır. Bu istenmeyen durum ise kullanılan filtrenin sıklığının uygun olmamasından kaynaklanmaktadır. Daha sık dokunmuş daha düşük gözenekli filtre seçilmesi önerilmektedir.



şekil 6. Gerİ dönüştürülmüş polİmerlerin MFI ve yoğunluk değerleri

Verilerden anlaşıldığı üzere, karışım içeriğindeki meltblown miktarı arttığa MFI değerinin ve doğal olarak da akışkanlığın arttığı gürülmektedir. Recycle-PP7 numunesinde bu trend bozulmuştur, sebebi ise yüksek akışkanlığı sahip meltblown hammaddeler, kumaş olup tekrardan ekstrude edildiklerinde form verilemeyecek kadar akışkan olmaktadır.

Bir diğer tespit edilen durum ise, 25 MFI ile 35 MFI polİmerden elde edilen spunbond teleflerinden üretilen gerİ dönüştürülmüş granüllerin MFI değerleri arasındaki bağıntıdır. 25 MFI spunbond teleflerden elde edilen granüller 38 MFI olarak, 35 MFI spunbond teleflerden elde edilen granüller 55,5 MFI olmasındır. MFI değeri yüksek olan polİmerin gerİ dönüştürülmesi ya da bir kez daha ekstrude edilmesi ile MFI değerinin daha da arttığı gürülmüştür. Söz konusu değişen MFI 25 MFI için %52 iken, 35 MFI için %58 olarak tespit edilmiştir. Bu durum, PP polİmerinin MFI değeri ne kadar yüksek ise gerİ dönüştürülmesi de bir o kadar zorlaşmakta olduğunu göstermektedir.

3.2. Üretilen Spunbond Kumaşların Mukavemet Değerlerinin Tespit Edilmesi

Çalışmanın bu kısmında 25 MFI teleften elde edilen ve 38 MFI olarak tespit edilen granülün orijinal hammaddede belirlenmiş oranlarda eklenerek spunbond kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kumaşlara ait gramaj ve kalınlık değerlerine ait test sonuçları Tablo-5'te verilmiştir.

Tablo 5. Spunbond kumaşların gramaj ve kalınlık değerleri

Numune Kodları	Granül Oranı (%)	Gramaj (g/m ²)	Sta. Sap.	Kalınlık (mm)	Sta. Sap.
Rec-PP1-G0	0%	29,7	1,3	0,27	0,011
Rec-PP1-G1	1%	29,8	0,8	0,26	0,015
Rec-PP1-G2	2%	30,0	1,1	0,26	0,011
Rec-PP1-G3	3%	29,8	0,7	0,27	0,010
Rec-PP1-G4	4%	29,6	0,6	0,25	0,012
Rec-PP1-G5	5%	29,8	1,2	0,26	0,013

Numunelerin ortalama gramaj değerleri % 0,44 standart sapma değeri ile birbirlerine oldukça yakın değerlerde tespit edilmiştir. Bu sonuç spunbond makinesinde üretimi gerçekleştirilen proses parametrelerinden kalıp sıcaklık ayarlarının ne kadar doğru olduğunu göstermektedir. Unutulmamalıdır ki en önemli gözlemimiz üretimde damlama/eriyik hatalarını oluşturan filament kopuşlarının oluşmamasıdır. Geri dönüştürülmüş granül katkılı numunelerin gramajlarına ait standart sapmalarında düşük olması yine proses parametrelerinin sağlıklı seçildiğini gösteren bir diğer etkidir. Benzer sonucu ortalama kalınlık değerleri ve bunların standart sapma değerleri incelendiğinde de görülmektedir. Spunbond kumaşa eklenen granül miktarının kumaş mukavemetine etkisi, Tablo 6 da verilen değerler ile takip edilmiştir.

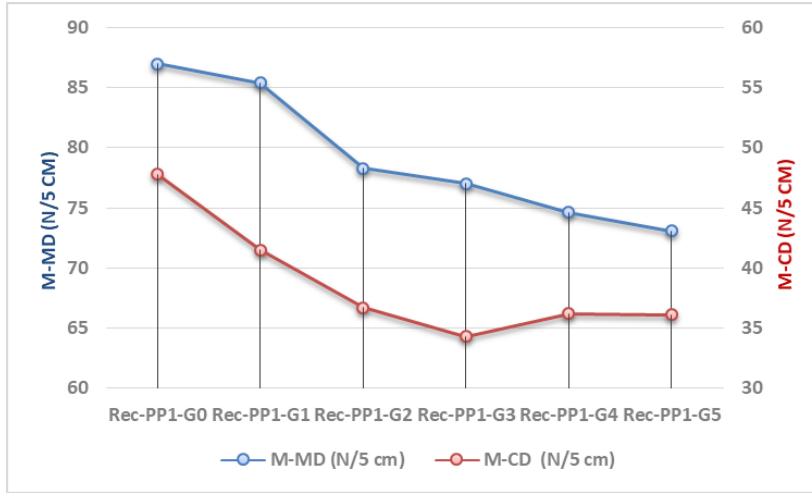
Tablo 6. Spunbond kumaşların mukavemet ve % uzama değerleri

Numune Kodları	M-MD (N/5 cm)	Standart Sapma	U-MD (%)	Standart Sapma	M-CD (N/5 cm)	Standart Sapma	U-CD (%)	Standart Sapma
Rec-PP1-G0	87	2,286	97,5	1,417	47,8	1,011	89,3	4,920
Rec-PP1-G1	85,4	2,058	90,3	6,021	41,5	1,722	99,3	13,794
Rec-PP1-G2	78,3	2,616	85	4,000	36,7	2,829	99,1	4,481
Rec-PP1-G3	77	0,725	83,6	6,592	34,3	2,428	91,2	9,070
Rec-PP1-G4	74,6	2,616	78,2	3,323	36,2	5,303	92,9	4,101
Rec-PP1-G5	73,1	5,262	73,5	3,717	36,1	1,079	90	10,440

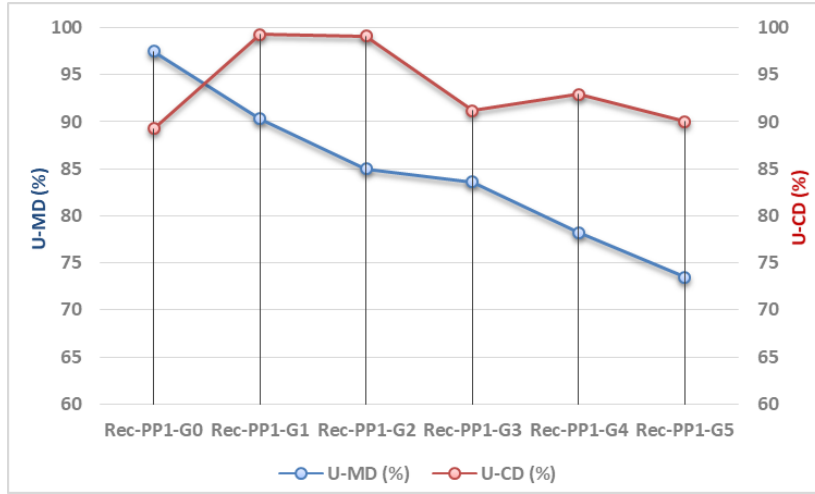
Spunbond kumaşların mukavemet değerleri, kumaşın kullanım yerine göre önem kazanmaktadır. Benzer şekilde %uzama değeri için örnek vermek gerekirse; laminasyon işlemlerinde %uzama değerinin oldukça düşük olması istenirken, elastik nonwoven alanlarında kullanılan Spunbond kumaşlarda %uzamanın oldukça fazla olması istenir.

Geri dönüştürülmüş PP granül katkılı Spunbond kumaşların hem makine yönü (MD) hem de kumaş eni (CD) yönü mukavemet değerleri, granül miktarının artması ile düşüş göstermiştir. Geri

dönüştürülmüş granül kullanılmadan üretilen Spunbond (Rec-PP1-G0) kumaş MD-M değeri 87 N/5 cm iken %5 katkılanmış Spunbond (Rec-PP-G5) kumaşta 73,1 N/5 cm olarak tespit edilmiştir. MD yönündeki mukavemet değeri kaybı %15,9 olarak tespit edilmiştir. Benzer durum CD-M değeri içinde aynı şekilde gerçekleşmiştir. CD yönündeki mukavemet değeri kaybı ise MD yönüne göre %24,5 olarak tespit edilmiştir. Bu durumda 30 g/m² Spunbond kumaşlardan yüksek mukavemet beklentisi olan üretimlerde geri dönüştürülmüş granüllerin kullanımı önerilmemektedir. Örneğin yapı-inşaat tekstillerinde ve jeotekstillerde ve saf hammadde kullanılması önerilmektedir. Ayrıca hijyen-medikal sektöründe standartlar gereği saf hammadde kullanılması gerekmektedir. Ancak mukavemetin önemli olmadığı sektörler için üretilen kumaşlarda %5 oranına kadar geri dönüştürülmüş PP eklenebilir olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin, mobilya sektöründe astar olarak kullanılan ürünlerde mukavemete ihtiyaç duyulmamaktadır. Tarım ve seracılık sektöründe meyve koruyucu ve meyve kasalarında meyve altlığı olarak kullanılan spunbond kumaşlarda mukavemete ihtiyaç duyulmamaktadır. 30 g/m² Spunbond kumaşların mukavemet değerlerinin geri dönüştürülmüş PP granül miktarı ile birlikte değişiminin gösterildiği grafik Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. 30 g/m² Spunbond kumaşların mukavemet değerleri



Şekil 8. 30 g/m² Spunbond kumaşların uzama değerleri

Şekil 8’de geri dönüştürülmüş PP granüllerin belirlenmiş oranlarda katkılanarak elde edilen spunbond kumaşların %-uzama değerlerindeki değişim takip edilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere MD yönü %-uzama değeri (U-MD) eklenen granül miktarı arttıkça düşüş eğilimi göstermiştir. Ancak aynı durum U-CD değeri için geçerli değildir. Katkılanan geri dönüştürülmüş PP granül miktarı arttıkça bir trend görülmemekte olup, inişli çıkışlı bir grafik çizmektedir. Üretimin sorunsuz devam edebilmesi için parametrelerin değişken olması U-CD değerinin inişli çıkışlı bir eğim göstermesi ile izah edilebilir. Şekil 7’de verilen M-CD grafiğinde de belirgin bir trend görülmemiştir. Proses parametrelerinden filament fan devri, belt emiş fanı devri değerleri filamentte kopuş oluşmayacak şekilde ayarlanması sebebiyle, kumaşın filament dağılımı etkileyecek şekilde söz konusu ayarlar değiştirilmiş olabilir. Sonuç olarak, uzama değerinin düşük olması ya da belirli bir değerde sabit kalması laminasyon gibi proseslerde kolaylık sağlayacaktır.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Polipropilen polimeri özellikle Covid-19 pandemisi ile birlikte olağan dışı bir talep görmüş ve üreticiler bu talebi karşılayamamıştır. Ülkemizde yeteri kadar PP üretici firmanın olmayışı, hammadde tedarikinde büyük sorunlar oluşturmuştur. PP polimerin termoplastik yapısı, PP polimerden üretilen ürünlerin, teleflerin yeniden hammadde olarak kullanımına yönelik bu deneysel çalışmanın yapılmasını sağlamıştır.

Öncelikle Nonwoven kumaşlardan spunbond ve meltblown kumaşların belirli oranlarda karışımları ile elde edilebilecek ve üretimde kullanımı sorunsuz sağlayacak geri dönüştürülmüş PP

granülün elde edilmesi ilk aşamayı oluşturmuştur. Eriyik akış indeksi (MFI) ölçümleri sonucu %100 Spunbond kumaşı teleflerinden elde edilen granüllerin spunbond kumaşlara eklenerek üretimde deneme aşamalarına geçilmiştir.

%0-%5 arasında katkılanan geri dönüştürülmüş PP granüllerden elde edilen kumaşların mukavemet değerleri incelenmiştir. Katkılama oranı arttıkça makine (MD) yönü ve kumaş eni (CD) yönü mukavemet değerlerinin %15,6-%24,5 oranında düştüğü, makine yönü uzama değerinin de %24,5 oranında düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak kumaş eni uzama değerinde ise bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Bunun sebebinin de sorunsuz bir şekilde kumaş elde edilebilmesi için girilen proses ayarlarından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Geri dönüştürülmüş PP granül miktarının %5 oranından daha fazla beslenememesinin sebebi ise kumaşta hataların oluşmasıdır. Bu üretimler uzun süreli (8 saatlik) üretimler olup, üretim boyunca hiçbir filament kopuşu olmamıştır. Ancak %6 ve üstü (%10 a kadar) denemelerde kalıp kirlenmesi ya da filamentin olgunlaşması sırasında oluşan kopuşlar neticesinde kumaşta hatalı bölgeler oluşmuştur. Bu sebepten dolayı mukavemet değerlerinin karşılaştırılmasına dâhil edilmemiştir. Ancak bu sınırlama tamamen makine tasarımı, kullanılan hammadde saflığı, proses parametreleri ayarlanırken ki ihtiyaç duyulan alt ve üst limitlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.

Çalışma ile birlikte spunbond kumaş teleflerinin geri dönüştürülerek %5 oranında kullanılabilceği gösterilmiştir. Sonraki çalışmalarda meltblown oranının artırılarak elde edilen geri dönüştürülmüş granüllerin meltblown hattında kullanılabilirliği araştırılmalıdır.

Yazarların Katkısı

Çalışmada her iki yazar da eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma için emek ve zaman harcayan Microfiber Gıda Tekstil San ve Tic. Ltd. Şti. firması ve Teknomelt Arge Merkezi çalışanlarına teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynaklar

- Ahmedzade, P., Fainleib, A., Günay, T., & Grigoryeva, O., (2016). Geri dönüştürülmüş atık polipropilenin bitümlü bağlayıcılarda kullanılması. *Teknik Dergi*, 27(3), 7497-7513.
- Aipma, (2009). *Plastic process*. The All India Plastics Manufactures' Association. Retrieved from <http://www.aipma.net/info/plasticprocess.htm>
- Aumnate, C., Rudolph, N. and Sarmadi, M., (2019). Recycling of polypropylene/polyethylene blends: Effect of chain structure on the crystallization behaviors. *Polymers* 2019, 11, 1456; DOI:10.3390/polym11091456
- Bertin, S. and Robin, J.J., (2002). Study and characterization of virgin and recycled LDPE/PP blends”, *European Polymer Journal*, Vol: 38, pp: 2255-2264.
- Chen, K., Ghosal, A., Yarin, A.L., Pourdeyhimi, B., (2019). Modeling of spunbond formation process of polymer nonwovens, *Polymer* (2019), DOI: 10.1016/j.polymer.2019.121902
- Chua, M.H., Cheng, W., Goh, S.S., Kong, J., Li, B., Lim, J.Y.C., Mao, Lu., Wang, S., Xue, K., Yang, L., Ye, E., Zhang, K., Cheong, V.C.D., Tan, B.H., Li, Z., Tan, B.H., and Loh, X.J., (2020). Face masks in the new COVID-19 normal: materials, testing, and perspectives. *AAAS Research*, Volume 2020, Article ID 7286735, 40 pages, DOI: 10.34133/2020/7286735
- Dönmez U., Kaçmaz E., Kurt H.A., (2019b). Tek Kullanımlık Spunbond Kumaşlarda Hidrofilik Verimliliği Üzerine Bir Çalışma, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(3), 514-521.
- Dönmez U., Kurt H.A., Atıcı A., (2019a). Nonwoven Kumaşların Kalender Yöntemiyle Birleştirilmesinde Kalender Sıcaklığı Ve Kumaş Katman Sayısının Kumaş Performansına Etkisi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C*, 7(3): 765-775.
- Erem, E., Gökkurt, T., (2021). Çekirdeklendirici ajanlar, uyumlaştırıcılar ve antioksidanların geri dönüştürülmüş polipropilen üzerindeki etkilerinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14 (2021) 1-22.
- Fedorova, N., (2006). *Investigation of the utility of island-in-the-sea bicomponent*. Unpublished Doctoral Dissertation, North Carolina State University, Raleigh, NC, USA.
- Geus, H.G., (2016). Developments in manufacturing techniques for technical nonwovens. Reifenhauer Reicofil GmbH & Co. KG, Spicher Straße, Troisdorf, Germany. *Advanced in Technical Nonwovens*.
- Gramsch, S., Sarishvili, A. and Schmeißer, A., (2020). Analysis of the fiber laydown quality in spunbond processes with simulation experiments evaluated by blocked neural networks. *Hindawi-Advances in Polymer Technology*, Volume 2020, Article ID 7648232, 11 pages, DOI: 10.1155/2020/7648232
- Gregor-Svetec, D., Tisler-Korljan, B., Leskovsek, M., & Sluga, F., (2009). Monofilaments produced by blending virgin with recycled polypropylene. *Textile and Apparel*, 19(3), 181-188.
- Kanai T., Kohri Y. And Takebe T., (2017). Theoretical analysis of the spunbond process and its applications for polypropylenes. *Adv Polym Technol*. 2017;1–10. DOI: 10.1002/adv.21866
- Lim, H., (2010). A review of spun bond process. *JTATM-Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, Vol 6 (3), Spring 2010.

- Montagna, L.S., Forte M.M.C. and Santana R.M.C., (2013). Induced degradation of polypropylene with an organic pro-degradant additive. *Journal of Materials Science and Engineering-A3* (2)(2013) 123-131
- Nanjundappa,R., Bhat G.S., (2005). Effect of processing conditions on the structure and properties of polypropylene spunbond fabrics. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 98, 2355–2364 (2005)
- Öztürk, O., (2005). *Geri dönüştürülmüş polietilenin ve polipropilenin tekrar kullanılabilirliğinin çekme deneyleri ile irdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Pandit, P., Maity, S., Singha, K., Annu, Uzun, M., Shekh, M., Ahmed, S., (2021). Potential biodegradable face mask to counter environmental impact of Covid-19. *Cleaner Engineering and Technology* 4 (2021) 100218.
- Rodraksa W. and Tharmmaphornphilas W., (2013). Appearance defective reduction in nonwoven process. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2013 Vol II, IMECS 2013*, 13-15 March 2013, Hong Kong
- Rosa, D.S., Grillo, D., Bardi, M.A.G., Calil, M.R., Guedes, C.G.F., Ramires, E.C., et al., (2009). Mechanical, thermal and morphological characterization of polypropylene/ biodegradable polyester blends with additives, *Polymer Testing* 28 (2009) 836-842.
- Russell, S.J., (2007). *Handbook of nonwovens*. Cambridge: Boca Raton, Fla.:CRC Press.
- Strapasson, R., Amico, S.C., Pereira, M.F.R. and Sydenstricker, T.H.D., (2005). Tensile and impact behaviour of polypropylene/low density polyethylene blends. *Polymer Testing*, Vol: 24, pp: 468-473.
- Şengül, Ü. ve Şengül, A.B., (2016). Türkiye’de emici hijyen ürün atıklarının potansiyeli ve çevre ekonomisi açısından değerlendirilmesi. *In International Congress Of Management Economy And Policy Proceedings Volume III* (p. 2788), *ICOMEPEP 2016*, 26-27 October, İstanbul, Turkey.
- Şentürk B., (2014). *Çekirdeklendirici katkıların geri dönüştürülmüş polipropilenin mekanik davranışına etkisinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tzoganakis, C., Vlachopoulos, J. And Hamielec A.E., (1988). Production of controlled-rheology polypropylene resins by peroxide promoted degradation during extrusion. *Polymer Engineering And Science*, Mid-February, Vol. 28, No.3.



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN
ANATOLIA SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi

ISSN: 2667-8764 , 4(1), 32-52, 2022

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



Araştırma Makalesi / *Research Article*



Doi: [10.47898/ijeased.1010079](https://doi.org/10.47898/ijeased.1010079)

Ulusal Mermer İşletmesi Temsilcilerinin Mermer Atığı Oluşumuna Yönelik Gözlemleri ve Atık Değerlendirme Konusundaki Düşünceleri Üzerine Bir Araştırma

Seza ŞİMŞEK ¹, Z. Sevgen PERKER ^{2*}

¹ Konya Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu, 42030, Konya, Türkiye.

² Bursa Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 16059, Bursa, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : zsperker@uludag.edu.tr  https://orcid.org/0000-0003-2055-3967 , S. Şimşek  https://orcid.org/0000-0002-6640-111X , Z. S. Perker	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 15.10.2021 Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 04.12.2021 Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 06.02.2022 Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.07.2022
Alıntı / <i>Cite</i> : Şimşek, S., Perker, Z.S. (2022). Ulusal Mermer İşletmesi Temsilcilerinin Mermer Atığı Oluşumuna Yönelik Gözlemleri ve Atık Değerlendirme Konusundaki Düşünceleri Üzerine Bir Araştırma, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 4(1), 32-52.	

Özet

Mermer üretim faaliyetleri sırasında, önemli miktarlarda mermer atığı ortaya çıkmaktadır. Atığın değerlendirilmesi, doğal kaynakların verimli ve sürdürülebilir kullanımının yanı sıra, çevre sorunlarının azaltılması açısından da gereklidir. Atıkların değerlendirilmesi konusunda, pek çok faktörün yanı sıra, işletmeyi temsil eden kişilerin konuya olan yaklaşımları da önem taşımaktadır. Bu bağlamda araştırmanın başlıca amacı; mermer işletmelerini temsil eden kişilerin, çalıştıkları işletmelerde mermer atığı oluşumuna ilişkin gözlemlerinin ve mermer atığının değerlendirilmesine ilişkin düşüncelerinin tespit edilmesidir. Ayrıca mermer işletmelerinin çeşitli özelliklerinin belirlenmesi, işletme temsilcilerinin mermer atıkları ve değerlendirilmesi konusundaki gözlemleri, düşünceleri ve işletme özellikleri arasında, istatistiksel açıdan anlamlı ilişki olup olmadığının tespit edilmesi de amaçlanmaktadır. Araştırmada, anket formu ile elde edilen veriler üzerinde, frekans analizleri ki kare uyum iyiliği testleri ve ki kare bağımsızlık testleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda mermer atığını değerlendirmeyen işletme sayısının, üretime giren mermerin % 30 - % 70'u arasındaki bir oranda atık haline geldiğini gözlemleyen temsilci sayısının, mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde ve farklı sektörlerde kullanılamayacağını düşünen temsilci sayısının beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca işletme temsilcilerinin, atık satışı, atığın değerlendirilmesi olarak görmedikleri de tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Malzeme, Yapı Malzemesi, Taş, Mermer, Atık.

A Research On The Observations Of The National Marble Enterprise Representatives On The Formation Of Marble Waste And Their Opinions On Waste Evaluation

Abstract

Significant amounts of marble waste are generated during marble production activities. Evaluation of the generated waste is necessary for the efficient and sustainable use of natural resources and reducing environmental problems. In the evaluation of wastes, besides many factors, the approach of the persons representing the enterprise to the subject is also important. In this context, this study aims to determine the observations of the people representing the marble enterprises regarding the formation of marble waste in the enterprises they work for and their thoughts on evaluating the marble waste. In addition, within the research scope, it aims to determine the various characteristics of the marble enterprises to determine whether there is a statistically significant relationship between the observations and thoughts of the business representatives about marble waste and the business characteristics. In the study, frequency analysis, chi-square goodness of fit tests, and chi-square independence tests were performed on the data obtained with the questionnaire. As a result of the research, it has been determined that the number of enterprises that do not evaluate the marble waste, the number of representatives who observe that the marble entering the production turns into at a rate of between 30% and 70% waste, and the number of representatives who think that marble waste cannot be used in the production of building materials or different sectors are significantly higher than the expected value. In addition, it has been determined that the business representatives do not see the waste sale as the evaluation of the waste.

Keywords: *Material, Building Material, Stone, Marble, Waste.*

1. Giriş

Tüm dünyada artan yapı üretimi, pek çok malzemenin yanı sıra mermere olan gereksinimi de arttırmıştır. Mermer, üretimi sırasında önemli oranda atık meydana getiren bir malzemedir. Ocaktan çıkartılan mermerin yapıda kullanılacak ürün haline getirilmesi sürecinde pek çok işlem gerçekleşmekte, çeşitli boyutlarda mermer atığı oluşmaktadır. Onargan'a göre üretime giren mermerin yaklaşık % 30'u net ürüne dönüşmekte, % 70'i ise atık haline gelmektedir (Onargan, 2007). Literatürde atık miktarının üretime giren ürünün % 75'ine kadar ulaştığına dair bilgiler de bulunmaktadır (Sağlam Çitoğlu ve Bayraktar, 2018).

Mermer ocaklarından mermerin çıkartılmasında ve blok haline getirilmesinde farklı teknikler kullanılmaktadır. Ocaklarda atık oluşmasında; mermerin doğal yapısındaki kırık ve çatlaklar, damarlar, boşluklar, kristal doku, foliasyon (tabakalanma / yapraklanma) düzlemleri ve fosillerin yanı sıra ocağın jeolojik yapısına uygun olmayan üretim metodunun seçilmesi gibi nedenler etkili olmaktadır (Dağlı, 2014). Mermerin ocaktan çıkartılması aşamasında, biçimsiz ve büyük boyutlu mermer atıkları olan molozlar meydana gelmektedir. Mermer, ana kütlede ayrıldıktan sonra blok mermer standartlarına ulaşılabilmesi için sayalama işlemine tabi tutulmaktadır. Bu işlemin ardından genellikle kapak adı verilen parça şeklinde mermer atıkları oluşur (Bilensoy, 2010). Mermer ocaklarından getirilen bloklar, işleme tesislerinde; levha üretimi için levha hattında, plaka ve fayans üretimi için plaka ve fayans hattında, belirli boyutlarda kesilirler. Bu sırada düzgün geometrik

şekillerde elde edilemeyen parçalar, paledyen atık oluşturmaktadır. Mermerin ocaktan çıkartılması ve işlenmesi sürecinin her aşamasında oluşan 2 mm'nin altındaki atıklar ise mermer tozu olarak isimlendirilmektedir (Akkoyun ve Ankara, 2007).

Mermer blok üretimi ve mermerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan mermer atıkları;

- Toprağın su emme kapasitesini düşürerek, toprak verimini azaltabilmekte, bitki varlığına zarar verebilmekte,
- Hava kirliliği oluşturarak insan ve çevre sağlığını olumsuz etkileyebilmekte,
- Su kaynaklarına karışarak suyun kalitesini bozabilmekte ve suyun depolanmasını zorlaştırabilmekte,
- Toprakta uzun süre kaldığında, suyun akışını zorlaştırarak yer altı su kaynaklarını olumsuz etkileyebilmekte,
- Görsel kirliliğe neden olabilmektedir (Bilgin ve Koç, 2010).

Başta çevre sorunlarının azaltılması olmak üzere pek çok açıdan, ortaya çıkan mermer atıklarının değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Ersoy vd., 2015). Mermer atıklarının beton, seramik, gazbeton, tuğla, kireç, suni mermer, boya, çelik, cam, derz dolgu malzemesi, parke taşı ve kompozit yapı malzemesi üretiminde kullanılabilirdiğini ortaya koyan çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Ayrıca mermer atıklarının; zemin stabilizasyonunda, plastik malzeme üretim sürecinde, ahşap malzeme yüzeyinin şekillendirilmesinde de kullanılabilirdiğini belirten çeşitli çalışmalar olduğu bilinmektedir (Akın, 2007; Arel, 2016; Bilensoy, 2010; Boztaş, 2009; Ceylan ve Mança, 2013; Dağlı, 2014; Ersoy vd., 2015; Filiz vd., 2010; Günaydın vd., 2016; Keleştemur vd., 2014; Kocabağ, 2018; Sağlam Çitoğlu ve Bayraktar, 2018; Sofuoğlu vd., 2013; Sütçü vd., 2015; Taner, 2012; Taşgın, 2014; Tennich vd., 2015; Topçu vd., 2009; Ulubeyli ve Artır, 2015; Yıldız, 2008; Zhang, 2013).

Mermer atıklarının, mermerin içerdiği kalsit minerali nedeniyle, çeşitli endüstrilerdeki kalsit gereksinimini karşılamakta da kullanılabilirdiğini belirten araştırmalar bulunmaktadır. Bu bağlamda mermer atıkları metalurji, kimya, kâğıt, şeker, kozmetik sektörlerinde, zirai kireçtaşı, zirai toprak ve zemin ayarlama işlerinde, hayvan yemi ve gübre sanayiinde de kullanım alanı bulabilmektedir (Ceylan, 2000; Geçgil, 1988; Kavas ve Kibıcı, 2001).

Mermer atıklarının değerlendirilmesi konusu, pek çok faktörün yanı sıra işletmeyi temsil eden çalışanların çevresel bilinç ve duyarlılıkları ile yakından ilişkilidir. Konu ile ilgili mevzuatın önemli bir parçası olan "Maden Atıkları Yönetmeliği" nin genel hükümler, görev, yetki ve yükümlülükler bölümünde, işletmenin ve dolayısıyla da işletmenin bir parçası olan çalışanların sorumluluklarına

açıkça işaret edilmektedir (Maden Atıkları Yönetmeliği, 2015). Bu bağlamda mermer işletmesini temsil eden çalışanların, mermer atığına ilişkin gözlemleri ve mermer atığının değerlendirilmesi konusundaki düşünceleri önem kazanmaktadır. İlgili literatürde, mermer işletmelerini temsil eden çalışanların, çalıştıkları işletmelerde oluşan mermer atığına ilişkin gözlemlerine ve mermer atığının değerlendirilmesi konusundaki düşüncelerine değinen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda bu araştırmanın başlıca amacı; ulusal mermer işletmelerini temsil eden kişilerin, çalıştıkları işletmelerde mermer atığı oluşumuna ilişkin gözlemlerinin ve mermer atığının değerlendirilmesine ilişkin düşüncelerinin mevcut haliyle betimlenmesidir. Araştırmanın diğer amaçları arasında; ulusal mermer işletmelerinin çeşitli özelliklerinin belirlenmesi, işletme temsilcilerinin atık değerlendirme konusundaki düşünceleri ile işletme özellikleri ve temsilcilerin mermer atığı oluşumuna ilişkin gözlemleri arasında, istatistiksel açıdan anlamlı ilişki olup olmadığının tespit edilmesi de yer almaktadır.

2. Yöntem

Nicel yöntemin benimsendiği araştırma kapsamında; aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- Ulusal mermer işletmelerinin özellikleri nelerdir?
- Ulusal mermer işletmelerinde çalışan işletme temsilcilerinin, işletmelerinde mermer atığı oluşumuna ilişkin gözlemleri nelerdir?
- Ulusal mermer işletmelerinde çalışan işletme temsilcilerinin, işletmelerinde oluşan mermer atığının değerlendirilmesine ilişkin düşünceleri nelerdir?
- Ulusal mermer işletmesi temsilcilerinin, işletmelerinde oluşan mermer atığının değerlendirilmesine ilişkin düşünceleri ile işletme özellikleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişki var mıdır?
- Ulusal mermer işletmesi temsilcilerinin, işletmelerinde oluşan mermer atığının değerlendirilmesine ilişkin düşünceleri ile temsilcilerin mermer atığı oluşumuna ilişkin gözlemleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişki var mıdır?

2.1. Araştırma Evreni

Araştırmanın evrenini TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Blok Mermer Fuarı'na katılan ve konu ile ilgili faaliyet gösteren 77 adet ulusal mermer işletmesinin temsilcisi oluşturmaktadır. Araştırmaya

katılan 77 işletme temsilcisinin % 9'unun 20-29 yaş aralığında, % 47'sinin 30- 39 yaş aralığında, % 42'sinin 40 -49 yaş aralığında; % 2'sinin ise 50-59 yaş ve üzeri bireyler oldukları belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında görüşülen işletme temsilcilerinin mermer sektöründe sahip oldukları deneyim yıl bazında incelendiğinde ise; görüşülen işletme temsilcilerinin % 19'unun 0-5 yıl, % 27'sinin 6 – 10 yıl, % 17'sinin 11 – 15 yıl, % 25'inin 16 – 20 yıl, % 12'sinin ise 21 yıl ve üzeri deneyime sahip oldukları öğrenilmiştir. Verilere göre, görüşülen işletme temsilcilerinin mermer sektöründe 5 yıldan daha fazla deneyime sahip olanlarının toplam oranı % 81'dir.

Araştırma kapsamında görüşülen işletme temsilcilerinin, % 57'si temsil ettiği işletmenin çalışanı, % 34'ü temsil ettiği işletmenin ortağı ya da sahibi, %9'u ise temsil ettiği işletmenin yöneticisi rolü ile görev yapmaktadırlar.

2.2. Veri Toplama Aracı

Literatür taraması sonucunda, araştırma sorularının yanıtlanmasını sağlamak üzere bir anket formu oluşturulmuş ve işletme temsilcileri ile görüşmeler, sözü edilen anket formu aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan anket formunda; TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Blok Mermer Fuarı'na katılan ulusal mermer işletmelerinin özellikleri; işletme temsilcilerinin, işletmelerinde mermer atığı oluşumuna ilişkin gözlemleri ile işletme temsilcilerinin, işletmelerinde oluşan mermer atığının değerlendirilmesine ilişkin düşünceleri hakkında bilgi edinilmesini sağlayacak sorulara yer verilmiştir.

2.3. Veri Analizi

Araştırma kapsamında anket formu ile elde edilen nominal veriler kodlanarak SPSS 23 paket programına girilmiştir. Betimsel analizler kapsamında; frekans analizi ile frekans dağılımlarının anlamlı olup olmadığının tespiti için ki-kare uyum iyiliği testleri yapılmıştır. İlişkisel analizler kapsamında ise, araştırma sorularına yanıt aramak üzere belirlenen değişkenler arasında ki-kare bağımsızlık testleri gerçekleştirilmiştir. Ki-kare bağımsızlık testleri sonucunda ilişkili olduğu tespit edilen değişkenlerin arasındaki ilişkinin gücü Phi ve Cramer V katsayısı dikkate alınarak yorumlanmıştır. Ki-kare test koşullarının sağlanamadığı durumlarda Fisher Exact testi yapılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Tüm testler % 95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir.

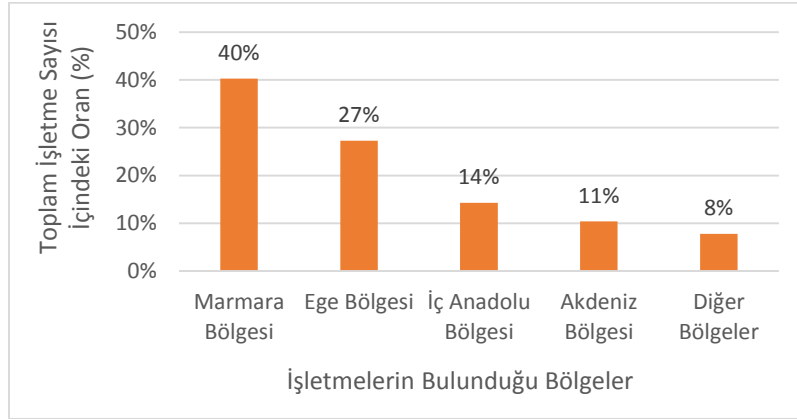
3. Bulgular

Araştırmanın bu bölümü, “Mermer İşletmelerinin Özellikleri Hakkındaki Bulgular”, “İşletme Temsilcilerinin, İşletmelerinde Mermer Atığı Oluşumuna İlişkin Gözlemleri Hakkındaki Bulgular”, “İşletme Temsilcilerinin, İşletmelerinde Oluşan Mermer Atığının Değerlendirilmesine İlişkin

Düşünceleri Hakkındaki Bulgular” ve “İlişkisel Bulgular” olmak üzere dört başlık altında ele alınarak sunulmuştur.

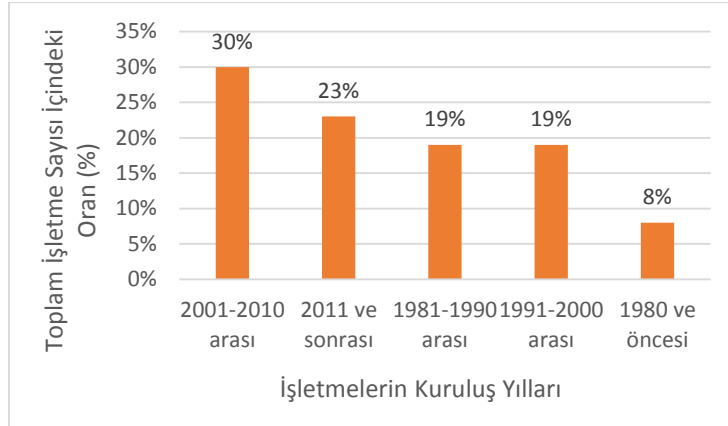
3.1. Mermer İşletmelerinin Özellikleri Hakkındaki Bulgular

Araştırma kapsamında temsilcileri ile görüşme yapılan mermer işletmelerinin % 40’ı Marmara Bölgesi’nde, % 27’si Ege Bölgesi’nde, % 14’ü İç Anadolu Bölgesi’nde, % 11’i Akdeniz Bölgesi’nde, % 8’i ise Karadeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde faaliyet göstermektedir (Şekil 1). Ki-kare uyum iyiliği testi sonucuna göre, temsilcileri ile görüşme yapılan mermer işletmelerinin faaliyet gösterdiği bölgeler arasında gözlenen farklar anlamlıdır ($X^2(4, n=77)=28,390$; $p=0,000$). Marmara Bölgesi’nde faaliyet gösteren işletme sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır.



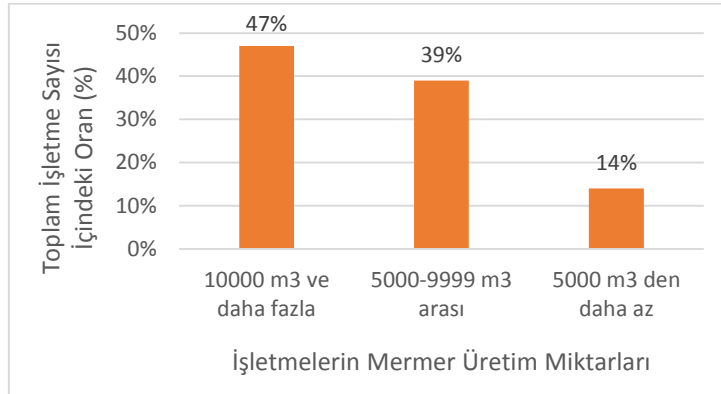
Şekil 1. İşletmelerin bölgelere göre dağılımı

Temsilcisi ile görüşme yapılan işletmelerin % 30’u 2001-2010 yılları arasında, % 23’ü 2011 yılı ve sonrasında, % 19,5’u 1981-1990 yılları arasında, % 19,5’u 1991-2000 yılları arasında, % 8’i ise 1980 yılı ve öncesinde kurulmuştur (Şekil 2). Ki-kare uyum iyiliği testi sonucuna göre, işletmelerin kuruluş yılları arasında gözlenen farklar anlamlıdır ($X^2(4, n=77)=9,948$; $p=0,041$). 2001 yılı ve sonrasında kurulmuş olan işletme sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır.



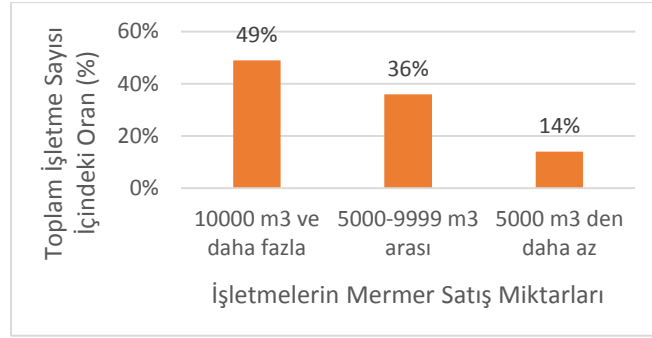
Şekil 2. İşletmelerin kuruluş yıllarına göre dağılımı

Araştırma kapsamına alınan işletmelerin % 47'si yılda 10000 m³ veya üzerinde mermer üretimi yapmaktadır. İşletmelerin % 39'u yılda 5000-9999 m³ arasında, % 14'ü ise yılda 5000 m³'den daha az miktarda mermer üretimi yapmaktadır (Şekil 3). Ki-kare uyum iyiliği testi sonucuna göre, işletmelerin mermer üretim miktarları arasında gözlenen farklar anlamlıdır ($X^2(2, n=77)=13,273$; $p=0,001$). 10000 m³ ve üzerinde mermer üretimi yapan işletme sayısı beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır.



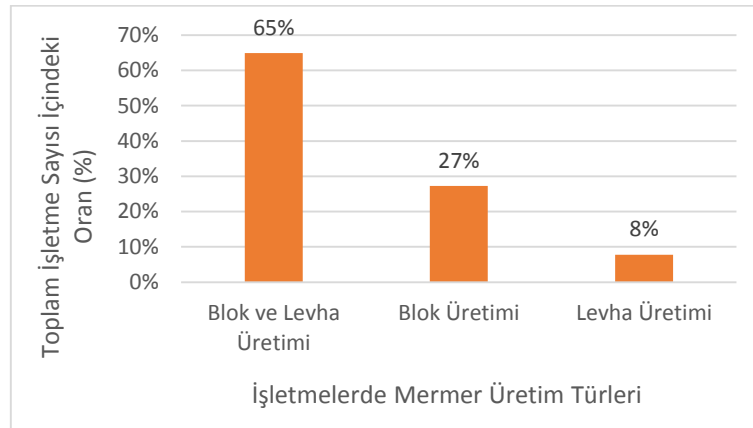
Şekil 3. İşletmelerin mermer üretim miktarlarına göre dağılımı

Temsilcisi ile görüşülen işletmelerin % 49'u yılda 10000 m³ veya üzerinde mermer satışı yapmaktadır. İşletmelerin % 36'sı yılda 5000-9999 m³ arasında, % 14'ü ise yılda 5000 m³'den daha az miktarda mermer satışı yapmaktadır (Şekil 4). Ki-kare uyum iyiliği testi sonucuna göre, işletmelerin mermer satış miktarları arasında gözlenen farklar anlamlıdır ($X^2(2, n=77)=14,519$; $p=0,001$). 10000 m³ ve üzerinde mermer satışı yapan işletme sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır.



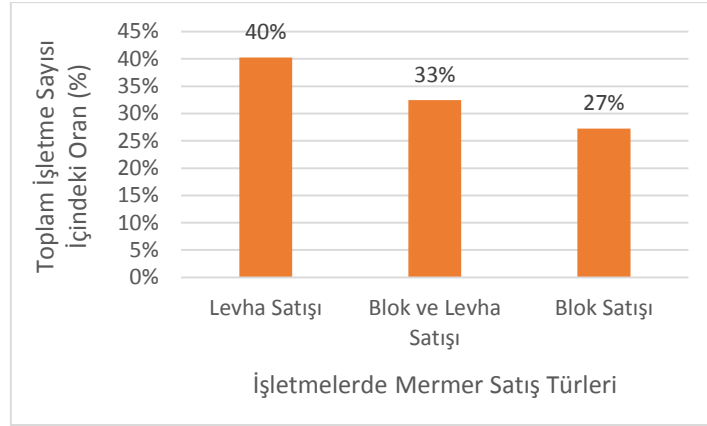
Şekil 4. İşletmelerin mermer satış miktarlarına göre dağılımı

İşletmelerin % 65'i hem blok hem de levha mermer, % 27'si sadece blok mermer, % 8'i ise sadece levha mermer üretimi yapmaktadır (Şekil 5). Ki-kare uyum iyiliği testi sonucuna göre, hem blok hem de levha mermer üretimi yapan işletme sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır ($X^2(2, n=77)=38,987; p=0,000$).



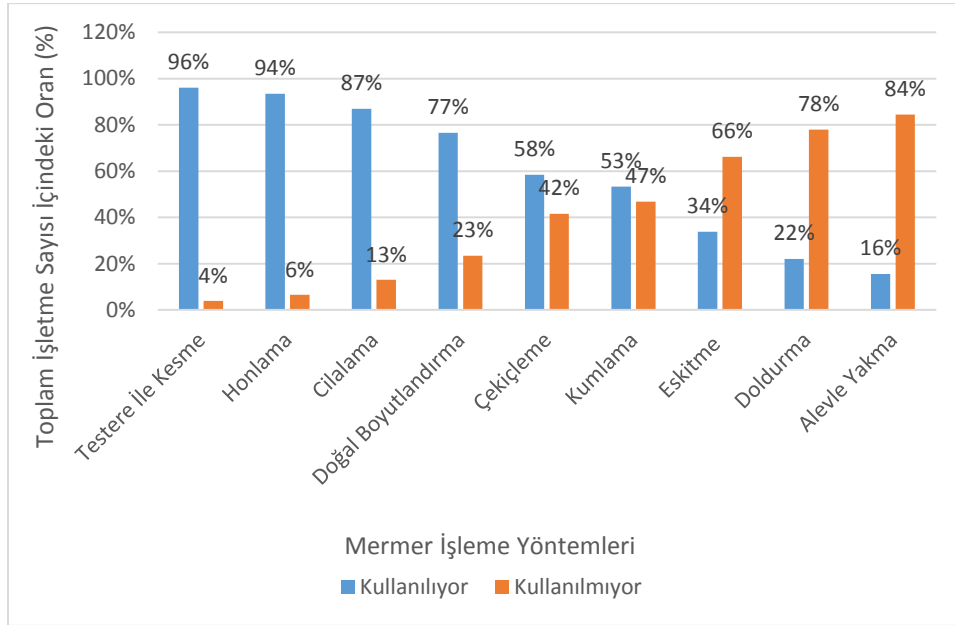
Şekil 5. İşletmelerin ürettikleri mermer türüne göre dağılımı

Temsilcisi ile görüşülen işletmelerin % 40'ı sadece levha mermer, % 33'ü blok ve levha mermer, % 27'si ise sadece blok mermer satışı yapmaktadır (Şekil 6). Ki-kare uyum iyiliği testi sonucuna göre, işletmelerin sattıkları mermer türlerine göre sayıları, beklenen değerden anlamlı bir şekilde farklı değildir ($X^2(2, n=77)=1,974; p=0,373$).



Şekil 6. İşletmelerin sattıkları mermer türüne göre dağılımı

İşletmelerin mermer üretiminde kullandıkları işleme yöntemlerinin kullanımına ilişkin dağılım Şekil 7’de, işleme yöntemlerinin kullanımına ilişkin ki-kare uyum iyiliği testi sonuçları ise Tablo 1’de görülmektedir. Elde edilen verilere göre; testere ile kesme, honlama, cilalama, doğal boyutlandırma, eskitme, doldurma ve alevle yakma yöntemlerini kullanan işletme sayısının beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazla olduğu söylenebilmektedir.



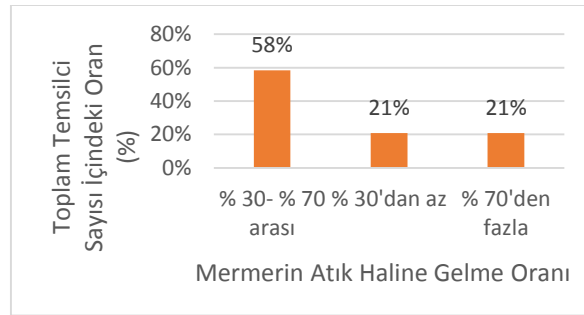
Şekil 7. İşletmelerde mermer işleme yöntemlerinin kullanımına ilişkin dağılım

Tablo 1. İşletmelerde mermer işleme yöntemlerinin kullanımına ilişkin dağılımın ki-kare uyum iyiliği testi sonuçları

Mermer İşleme Yöntemi	İşleme Yöntemini Kullanan İşletmelerin Tüm İşletmelere Oranı (%)	Ki-Kare Uyum İyiliği Test Sonucu
Testere ile kesme	% 96	$X^2(1, n=77)=65,468; p=0,000$
Honlama	% 94	$X^2(1, n=77)=58,299; p=0,000$
Cilalama	% 87	$X^2(1, n=77)=42,195; p=0,000$
Doğal boyutlandırma	% 77	$X^2(1, n=77)=21,831; p=0,000$
Çekiçleme	% 58	$X^2(1, n=77)=2,195; p=0,138$
Kumlama	% 53	$X^2(1, n=77)=0,325; p=0,569$
Eskitme	% 34	$X^2(1, n=77)=8,117; p=0,004$
Doldurma	% 22	$X^2(1, n=77)=24,013; p=0,000$
Alevle yakma	% 16	$X^2(1, n=77)=36,481; p=0,000$

3.2. İşletme Temsilcilerinin, İşletmelerinde Mermer Atığı Oluşumuna İlişkin Gözlemleri Hakkındaki Bulgular

Araştırma kapsamında görüşülen işletme temsilcilerinin % 58'i işletmelerinde işlenen mermerin en az % 30'unun, en fazla ise % 70'inin atık haline geldiğini; % 21'i, işletmelerinde işlenen mermerin % 30'undan daha azının atık haline geldiğini; % 21'i ise işletmelerinde işlenen mermerin % 70'den fazlasının atık haline geldiğini gözlemlediklerini belirtmişlerdir (Şekil 8). Ki-kare uyum iyiliği testi sonucuna göre, işletmelerde işlenen mermerin % 30 - % 70'inin atık haline geldiğine ilişkin görüş sayısı beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır ($X^2(2, n=77)=21,844; p=0,000$).

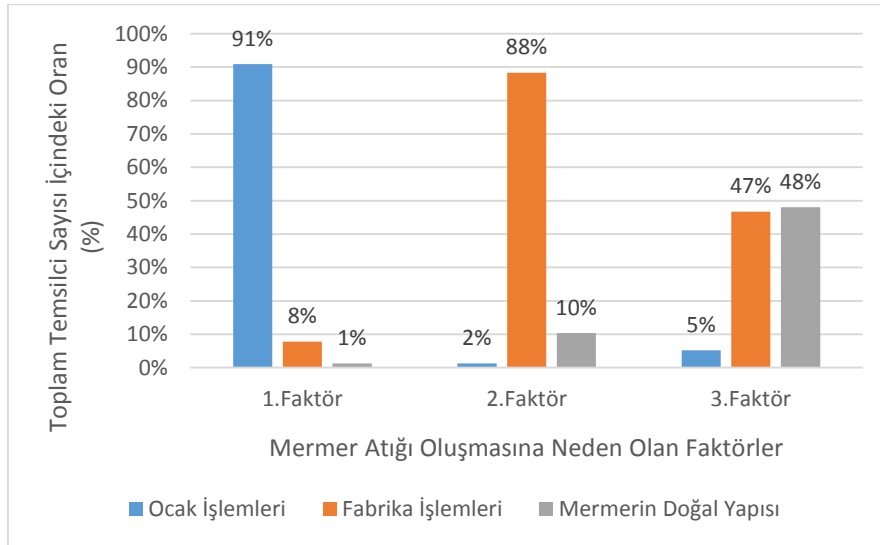


Şekil 8. Mermerin atık haline gelme oranına ilişkin gözlemler

İşletme temsilcilerinin % 91'i mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan ilk faktörün ocak işlemleri olduğunu, % 8'i mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan ilk faktörün fabrika işlemleri olduğunu, % 1'i ise mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan ilk faktörün mermerin doğal yapısı olduğunu gözlemlediklerini belirtmişlerdir (Şekil 9). Ki-kare uyum iyiliği testi sonucuna göre, mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan ilk faktörün ocak işlemleri olduğuna ilişkin görüş sayısı beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır ($X^2(2, n=77)=115,351; p=0,000$).

İşletme temsilcilerinin % 88'i mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan ikinci faktörün fabrika işlemleri olduğunu, % 10'u mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan ikinci faktörün mermerin doğal yapısı olduğunu, % 2'si ise mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan ikinci faktörün ocak işlemleri olduğunu gözlemlediklerini belirtmişlerdir (Şekil 9). Ki-kare uyum iyiliği testi sonucuna göre, mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan ikinci faktörün fabrika işlemleri olduğuna ilişkin görüş sayısı beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır ($X^2(2, n=77)=105,688$; $p=0,000$).

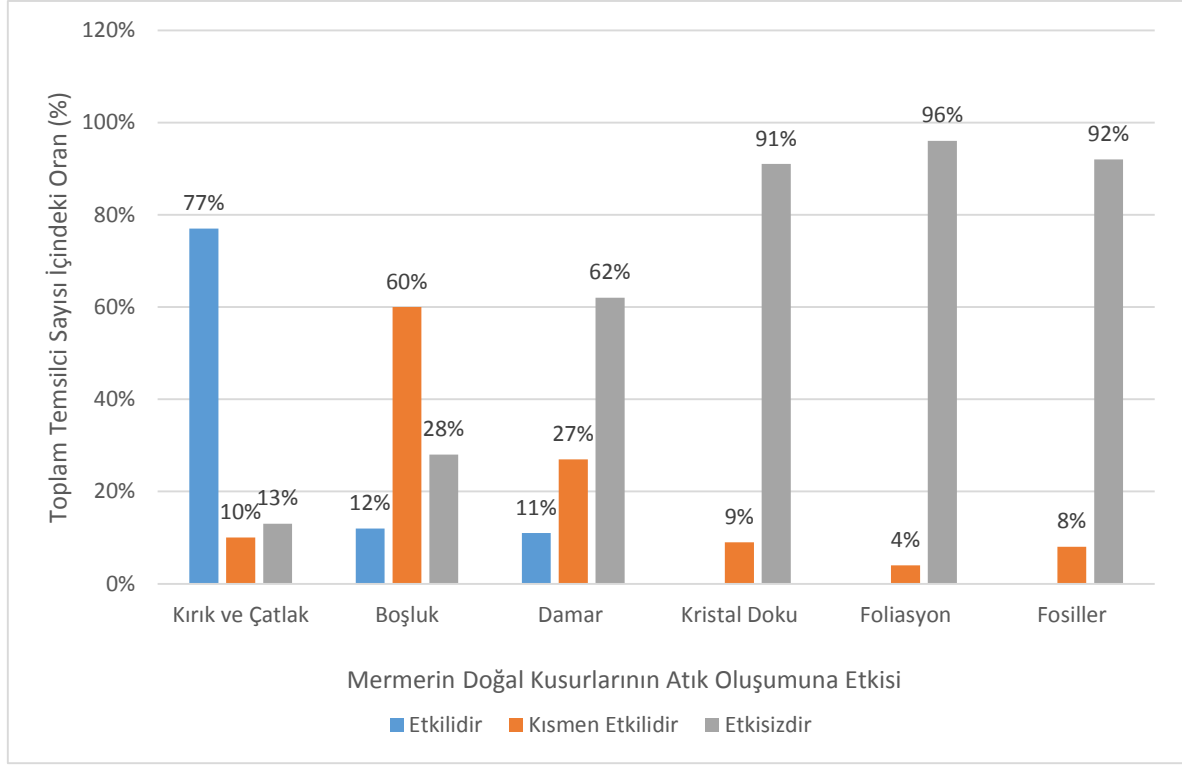
İşletme temsilcilerinin % 48'i mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan üçüncü faktörün mermerin doğal yapısı olduğunu, % 47'si mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan üçüncü faktörün fabrika işlemleri olduğunu, % 5'i ise mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan üçüncü faktörün mermerin doğal yapısı olduğunu gözlemlediklerini belirtmişlerdir (Şekil 9). Ki-kare uyum iyiliği testi sonucuna göre, mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan üçüncü faktörün ocak işlemleri olduğuna ilişkin görüş sayısı beklenen değerden anlamlı bir şekilde azdır ($X^2(2, n=77)=27,455$; $p=0,000$).



Şekil 9. Mermer atığı oluşmasına neden olan faktörlere ilişkin gözlemler

Araştırma kapsamında işletme temsilcilerinden, mermerin doğal kusurlarının mermer atığı oluşumuna etkisi hakkındaki gözlemlerini belirtmeleri istenmiştir. İşletme temsilcilerinin konuya ilişkin gözlemlerinin dağılımı Şekil 10'da, gözlemlere ilişkin ki-kare uyum iyiliği testi sonuçları ise Tablo 2'de görülmektedir. Elde edilen verilere göre; kırık ve çatlakların mermer atığı oluşmasında etkili; mermerdeki boşluk kusurunun mermer atığı oluşmasında kısmen etkili; damar, kristal doku,

foliasyon ve fosiller gibi kusurların ise mermer atığı oluşmasında etkisiz olduğunu gözlemleyen işletme temsilcilerinin sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır.



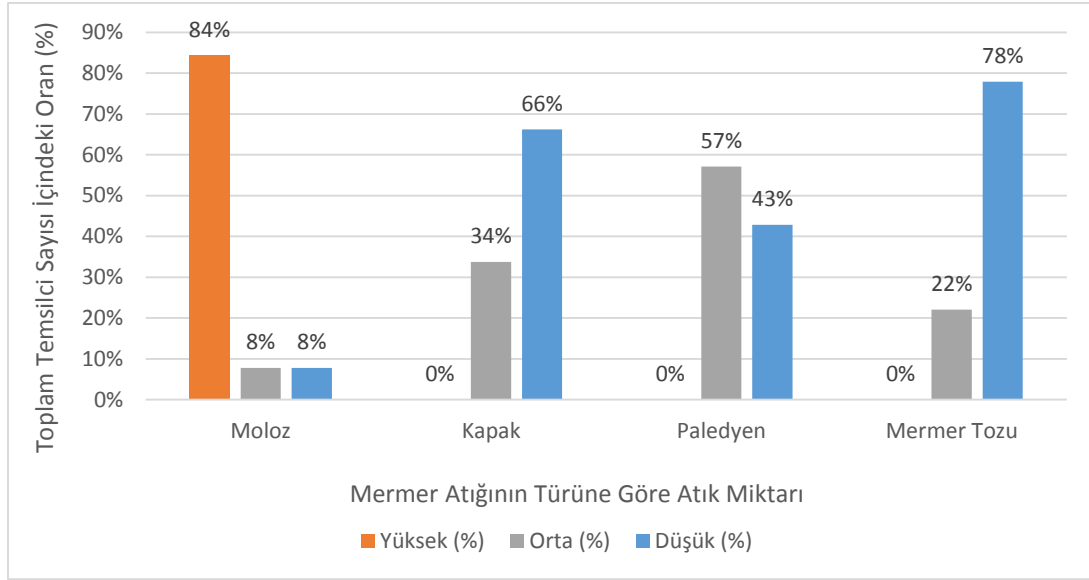
Şekil 10. Mermerin doğal kusurlarının mermer atığı oluşumuna etkisi konusundaki gözlemler

Tablo 2. Mermerin doğal kusurlarının mermer atığı oluşumuna etkisi konusundaki gözlemlerin ki-kare uyum iyiliği testi sonuçları

Mermerin Doğal Kusuru	Ki-Kare Uyum İyiliği Test Sonucu
Kırık ve Çatlak	$X^2(2, n=77)=65,013; p=0,000$
Boşluk	$X^2(2, n=77)=27,455; p=0,000$
Damar	$X^2(2, n=77)=32,442; p=0,000$
Kristal Doku	$X^2(1, n=77)=51,545; p=0,000$
Foliasyon	$X^2(1, n=77)=65,468; p=0,000$
Fosiller	$X^2(1, n=77)=54,870; p=0,000$

Araştırma kapsamında işletme temsilcilerinden, işletmelerinde çıkan mermer atığı türüne göre atık miktarına ilişkin gözlemlerini belirtmeleri istenmiştir. İşletme temsilcilerinin konuya ilişkin gözlemlerinin dağılımı Şekil 11’de, gözlemlere ilişkin ki-kare uyum iyiliği testi sonuçları ise Tablo 3’te görülmektedir. Elde edilen verilere göre; moloz atığın yüksek düzeyde; kapak atığın düşük düzeyde; mermer tozu türündeki atığın düşük düzeyde olduğunu gözlemleyen işletme temsilcilerinin

sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır. Paledyen atığın orta düzeyde olduğunu gözlemleyen işletme temsilcilerinin sayısı ise beklenen değerden anlamlı bir fark göstermemiştir.



Şekil 11. Mermer atığının türüne göre atık miktarına ilişkin gözlemler

Tablo 3. Mermer atığının türüne göre atık miktarına ilişkin gözlemlerin ki-kare uyum iyiliği testi sonuçları

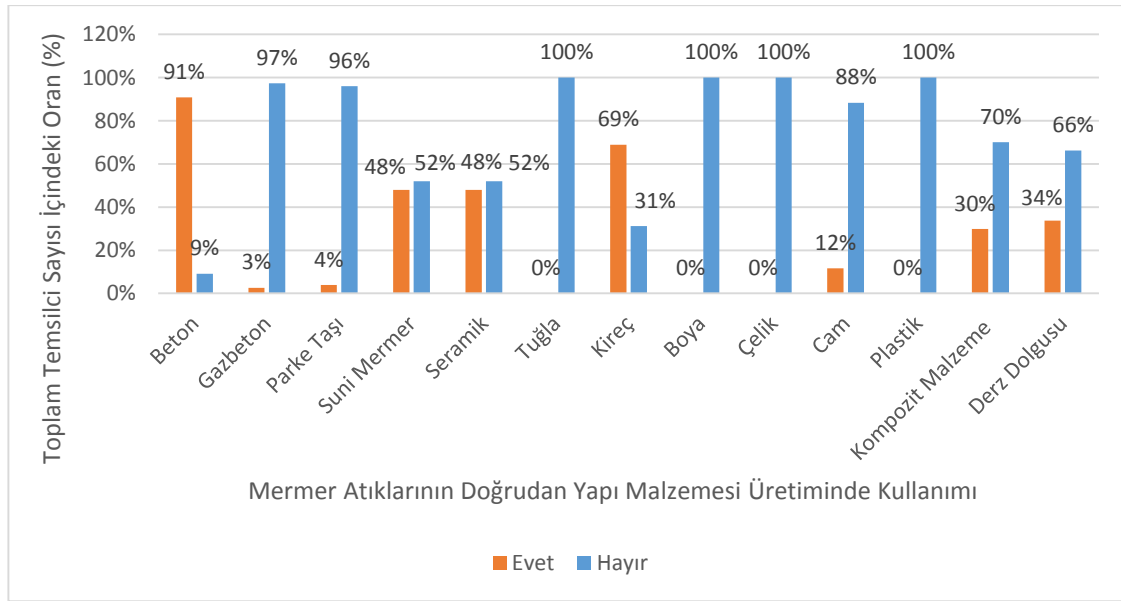
Mermer Atığının Türü	Ki-Kare Uyum İyiliği Test Sonucu
Moloz	$X^2(2, n=77)=90,416; p=0,000$
Kapak	$X^2(1, n=77)=8,117; p=0,004$
Paledyen	$X^2(1, n=77)=1,571; p=0,210$
Mermer Tozu	$X^2(1, n=77)=24,013; p=0,000$

Temsilcisi ile görüşülen işletmelerde ortaya çıkan mermer atıklarının değerlendirilip değerlendirilmediğine ilişkin soruya işletme temsilcilerinin % 82'si hayır, % 18'i ise evet yanıtı vermişlerdir. Ki-kare uyum iyiliği testi sonucuna göre, mermer atığını değerlendirmeyen işletme sayısının, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazla olduğu görülmektedir ($X^2(1, n=77)=31,182; p=0,000$). Temsilcilerin ifade ettiğine göre, mermer atığını değerlendiren 14 firmanın 9'u mermer atıklarının moloz olarak satışından gelir elde etmektedir.

3.3. İşletme Temsilcilerinin, İşletmelerinde Oluşan Mermer Atığının Değerlendirilmesine İlişkin Düşünceleri Hakkındaki Bulgular

Araştırma kapsamında işletme temsilcilerine, mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesi üretiminde kullanım olanakları konusundaki düşüncelerini saptamak amacıyla bir soru yöneltilmiştir.

Literatürde, üretiminde mermer atığı kullanılabilmesi belirtilen yapı malzemesi seçenekleri katılımcılara sunulmuş, katılımcılardan sözü edilen kullanımın olanaklı olup olmadığı konusundaki düşüncelerini “evet” veya “hayır” ifadesi ile belirtmeleri istenmiştir. İşletme temsilcilerinin konuya ilişkin düşüncelerinin dağılımı Şekil 12’de, gözlemlere ilişkin ki-kare uyum iyiliği testi sonuçları ise Tablo 4’te görülmektedir. Elde edilen verilere göre; katılımcılar mermer atıklarının tuğla, boya, çelik ve plastik yapı malzemelerinin üretiminde kullanılmayacağını düşünmektedir. Diğer yandan mermer atıklarının gazbeton, parke taşı, cam, kompozit malzeme ve derz dolgusu üretiminde kullanılmayacağını düşünen temsilci sayısı da, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır. Mermer atıklarının suni mermer ve seramik üretiminde kullanılabilmesini düşünen temsilcilerin sayısı, beklenen değerden anlamlı bir fark göstermemiştir. Mermer atıklarının beton ve kireç üretiminde kullanılabilmesini düşünen temsilci sayısı ise, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır.



Şekil 12. İşletme temsilcilerinin mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesi üretiminde değerlendirilmesi konusundaki düşünceleri

Tablo 4. İşletme temsilcilerinin mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesi üretiminde değerlendirilmesi konusundaki düşüncelerinin ki-kare uyum iyiliği testi sonuçları

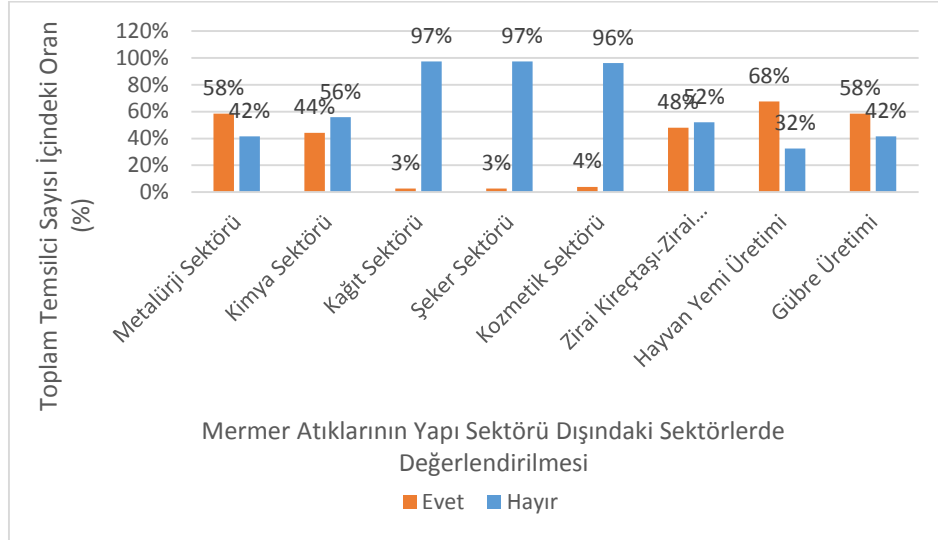
Yapı Malzemesi Üretimine İlişkin Seçenekler	Ki-Kare Uyum İyiliği Test Sonucu
Beton	$X^2(1, n=77)=51,545; p=0,000$
Gazbeton	$X^2(1, n=77)=69,208; p=0,000$
Parke Taşı	$X^2(1, n=77)=65,468; p=0,000$
Suni Mermer	$X^2(1, n=77)=0,117; p=0,732$
Seramik	$X^2(1, n=77)=0,117; p=0,732$
Kireç	$X^2(1, n=77)=10,922; p=0,001$
Cam	$X^2(1, n=77)=45,208; p=0,000$
Kompozit Malzeme	$X^2(1, n=77)=12,481; p=0,000$
Derz Dolgusu	$X^2(1, n=77)=8,117; p=0,004$

Araştırma kapsamında işletme temsilcilerine, mermer atıklarının yapı sektöründe kullanım olanakları konusundaki düşüncelerini saptamak amacıyla da bir soru yöneltilmiştir. Literatürde, yapı sektöründe mermer atığı kullanılabilceği belirtilen uygulama seçenekleri “zemin stabilizasyonu” ve “ahşap yüzey şekillendirmesi” olmak üzere iki başlık halinde sunulmuş, katılımcılardan sözü edilen kullanımın olanaklı olup olmadığı konusundaki düşüncelerini “evet” veya “hayır” ifadesi ile belirtmeleri istenmiştir. Elde edilen verilere göre katılımcıların tümü mermer atıklarının zemin stabilizasyonunda kullanılabilceğini, ahşap yüzey şekillendirmesinde ise kullanılamayacağını düşünmektedir.

Araştırma kapsamında işletme temsilcilerine yöneltilen bir diğer soru ise mermer atıklarının yapı sektörü dışındaki sektörlerde kullanım olanakları konusundaki düşüncelerini saptamak amacıyla yöneltilmiştir. Literatürde, mermer atığı kullanılabilceği belirtilen metalürji, kimya, kağıt, şeker, kozmetik sektörleri, zirai kireçtaşı-zirai toprak ve zemin ayarlayıcı üretimi ile hayvan yemi üretimi ve gübre üretimi gibi sektörler seçenek olarak sunulmuştur. Katılımcılardan sözü edilen kullanımın olanaklı olup olmadığı konusundaki düşüncelerini “evet” veya “hayır” ifadesi ile belirtmeleri istenmiştir. İşletme temsilcilerinin konuya ilişkin düşüncelerinin dağılımı Şekil 13’te, gözlemlere ilişkin ki-kare uyum iyiliği testi sonuçları ise Tablo 5’te görülmektedir. Elde edilen verilere göre; mermer atıklarının metalürji ve kimya sektörleri ile zirai kireçtaşı-zirai toprak, zemin ayarlayıcı ve gübre üretiminde kullanılabilceğini düşünen temsilcilerin sayısı, beklenen değerden anlamlı bir fark göstermemiştir.

Mermer atıklarının kağıt, şeker ve kozmetik sektörlerinde kullanılamayacağını düşünen temsilci sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır. Buna karşın mermer atıklarının hayvan

yemi üretiminde kullanılabileceğini düşünen temsilci sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır.



Şekil 13. İşletme temsilcilerinin mermer atıklarının yapı sektörü dışındaki sektörlerde değerlendirilmesi konusundaki düşünceleri

Tablo 5. İşletme temsilcilerinin mermer atıklarının yapı sektörü dışındaki sektörlerde değerlendirilmesi konusundaki düşüncelerinin ki-kare uyum iyiliği testi sonuçları

Mermer Atığı Kullanılabilecek Sektörlere İlişkin Seçenekler	Ki-Kare Uyum İyiliği Test Sonucu
Metalürji Sektörü	$X^2(1, n=77)=2,195; p=0,138$
Kimya Sektörü	$X^2(1, n=77)=1,052; p=0,305$
Kâğıt Sektörü	$X^2(1, n=77)=69,208; p=0,000$
Şeker Sektörü	$X^2(1, n=77)=69,208; p=0,000$
Kozmetik Sektörü	$X^2(1, n=77)=65,468; p=0,000$
Ziraî Kireçtaşı-Ziraî Toprak ve Zemin Ayarlayıcı	$X^2(1, n=77)=0,117; p=0,732$
Hayvan Yemi Üretimi	$X^2(1, n=77)=9,468; p=0,002$
Gübre Üretimi	$X^2(1, n=77)=2,195; p=0,138$

3.4. İlişkisel Bulgular

Araştırma kapsamında, temsilcisi ile görüşülen ulusal mermer işletmelerinin özellikleri, işletme temsilcilerinin atık oluşumuna ilişkin gözlemleri ve yine işletme temsilcilerinin mermer atıklarının değerlendirilmesi konusundaki düşünceleri arasında ki-kare bağımsızlık testleri yapılmıştır. Aralarında istatistiksel açıdan anlamlılık bulunan değişkenlere ilişkin test sonuçları, ilişkisel bulgular bağlamında, aşağıda sunulmuştur.

Yapılan araştırmada, temsilcisi ile görüşülen işletmelerde mermer atıklarının değerlendirilip değerlendirilmemesi ile işletmede blok mermer satışının olup olmaması arasında pozitif yönde, orta

kuvvette ve istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür ($X^2_{YATES}(1, n=77)=6,210$; $p=0,006$; $\phi =0,318$).

Temsilcisi ile görüşülen işletmelerde mermer atıklarının değerlendirilip değerlendirilmemesi ile işletmede atık satışından gelir elde edilip edilmemesi arasında negatif yönde, kuvvetli ve istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($X^2_{YATES}(1, n=77)=38,844$; $p_{FISHER}=0,000$; $\phi =-0,772$).

Araştırma kapsamında temsilcisi ile görüşülen işletmelerde mermer atıklarının değerlendirilip değerlendirilmemesi ile temsilcilerin mermer atıklarının gazbeton üretiminde kullanılıp kullanılmayacağı konusundaki görüşleri arasında pozitif yönde, orta kuvvette ve istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($X^2_{YATES}(1, n=77)=4,456$; $p_{FISHER}=0,031$; $\phi =0,346$).

Temsilcisi ile görüşülen işletmelerde mermer atıklarının değerlendirilip değerlendirilmemesi ile işletme temsilcilerinin işletmede mermer atığı oluşmasına neden olan 2. faktör olarak değerlendirdikleri unsurlar arasında orta kuvvette ve istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($X^2(2, n=77)=7,059$; $p_{FISHER}=0,028$; $V=0,303$).

4. Sonuç ve Öneriler

TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Blok Mermer Fuarı'na katılan ulusal mermer işletmelerinden 77 adedinin temsilcileri ile görüşülerek gerçekleştirilen bu araştırma sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilerek aşağıdaki sonuç ve önerilere ulaşılmıştır:

- Marmara Bölgesi'nde faaliyet gösteren, 2001 yılı sonrası kurulan, yılda 10000 m³'ün üzerinde üretim ve satış yapan, hem blok hem de levha mermer üretimi yapan; testere ile kesme, honlama, cilalama, doğal boyutlandırma, eskitme, doldurma ve alevle yakma gibi mermer işleme yöntemlerini kullanan işletme sayısı beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır.
- Üretime giren mermerin % 30 - % 70'u arasındaki bir oranda atık haline geldiğini gözlemleyen temsilci sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır. Bu bulgu üretime giren mermerin % 70'inin atık haline geldiğine dair literatür bulgusu ile çelişmektedir. Literatür bulgusu sayısal verilere dayanmaktadır (Onargan, 2007; Sağlam Çitoğlu ve Bayraktar, 2018). İşletme temsilcilerinin atık oranına ilişkin gözlemlerinin, literatürdeki sayısal veriden farklı oluşu, işletmeyi temsil eden çalışanların konu ile ilgili bilgi, dikkat, algı ve duyarlılıkları üzerinde durulmasının faydalı olacağını düşündürmektedir.

- Mermer üretiminde atık oluşmasına neden olan ilk faktörün ocak işlemleri, ikinci faktörün ise fabrika işlemleri olduğunu gözlemleyen temsilci sayısı beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır. Mermerin doğal kusurlarından kırık ve çatlakların mermer atığı oluşmasında etkili; mermerdeki boşluk kusurunun mermer atığı oluşmasında kısmen etkili; damar, kristal doku, foliasyon ve fosiller gibi kusurların ise mermer atığı oluşmasında etkisiz olduğunu gözlemleyen temsilci sayısı da beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır. Moloz atığın yüksek düzeyde; kapak atığın düşük düzeyde; mermer tozu türündeki atığın ise düşük düzeyde olduğunu gözlemleyen işletme temsilcilerinin sayısı beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır. Bulgular literatür verileri ile benzerlik göstermektedir.
- Mermer atığını değerlendirmeyen işletme sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır. Diğer yandan, temsilcisi ile görüşülen işletmelerde mermer atıklarının değerlendirilip değerlendirilmemesi ile işletme temsilcilerinin işletmede mermer atığı oluşmasına neden olan 2. faktör olarak değerlendirdikleri unsurlar arasında orta kuvvette ve istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ankete verilen yanıtlar karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, işletmede mermer atığı oluşmasına neden olan 2. faktörün fabrika işlemleri olduğunu düşünen temsilcilerin çoğunlukta olduğu ve sözü edilen temsilcilerin çoğunluğunun da işletmelerindeki mermer atıklarının değerlendirilmediğini belirttikleri görülmüştür. İşletmede mermer atığı oluşmasına neden olan önemli faktörlerden birinin fabrika işlemleri olduğu gözlemlendiği halde mermer atıklarının değerlendirilmiyor olması da dikkat çekicidir. Atığın değerlendirilmesinin önündeki engeller araştırılmalı ve çözüm önerileri geliştirilmelidir.
- Katılımcıların tamamı mermer atıklarının tuğla, boya, çelik ve plastik yapı malzemelerinin üretiminde kullanılamayacağını düşünmektedir. Diğer yandan mermer atıklarının gazbeton, parke taşı, cam, kompozit malzeme ve derz dolgusu üretiminde kullanılamayacağını düşünen temsilci sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır. Ayrıca mermer atıklarının suni mermer ve seramik üretiminde kullanılabileceğini düşünen temsilcilerin sayısı da beklenen değerden anlamlı bir fark göstermemiştir. Benzer şekilde, mermer atıklarının kağıt, şeker ve kozmetik sektörlerinde kullanılamayacağını düşünen temsilci sayısı, beklenen değerden anlamlı bir şekilde fazladır. Yine mermer atıklarının metalürji ve kimya sektörleri ile zirai kireçtaşı-zirai toprak, zemin ayarlayıcı ve gübre üretiminde kullanılabileceğini düşünen temsilcilerin sayısı da beklenen değerden anlamlı bir fark göstermemiştir. Diğer yandan araştırmada, temsilcisi ile görüşülen işletmelerde mermer atıklarının değerlendirilip

değerlendirilmemesi ile temsilcilerin mermer atıklarının gazbeton üretiminde kullanılıp kullanılmayacağı konusundaki görüşleri arasında pozitif yönde, orta kuvvette ve istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ankete verilen yanıtlar karşılaştırmalı olarak incelendiğinde atık değerlendirmesi yapmayan işletmelerde görev yapan temsilcilerin mermer atıklarının gazbeton üretiminde kullanılmayacağını düşündükleri anlaşılmıştır. Literatürde, anılan tüm yapı malzemelerinin üretiminde ve yapı dışı sektörlerde mermer atıklarının kullanılabileceği belirtildiği halde, araştırmaya katılan işletme temsilcilerinin düşüncelerinin literatür verileri ile örtüşmüyor olması dikkat çekicidir. İşletme temsilcilerinin düşüncelerinin literatür verileri ile neden uyum göstermediği araştırılmalıdır.

- İşletmelerde mermer atıklarının değerlendirilme durumu ile blok mermer satışı olup olmaması arasında pozitif yönde, orta kuvvette anlamlı bir ilişkinin bulunmuş olması, blok mermer satışı yapan işletmelerin atık değerlendirmesi konusuna levha mermer satışı yapan işletmelerden daha fazla önem verdiğini düşündürmektedir. Bu bulgu, ortaya çıkan atığın niteliği ve miktarı açısından irdelendiğinde literatür verileri ile örtüşmektedir.
- Temsilcisi ile görüşülen işletmelerde mermer atıklarının değerlendirilip değerlendirilmeme durumu ile mermer atığı satışından gelir elde edilip edilmeme durumu arasında negatif yönde, kuvvetli ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Ankete verilen yanıtlar karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, işletmelerinde mermer atıklarının değerlendirilmediğini ifade eden işletme temsilcilerinin, işletmelerinin mermer atıklarından gelir elde ettiğini belirttikleri görülmüştür. Elde edilen sonuç, işletme temsilcilerinin mermer atığı satışını, mermer atığının değerlendirilmesi olarak görmediklerini göstermektedir.

Yazarların Katkısı

Çalışmada her iki yazar da eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Akın, E. (2007). *Mermer Tozlarının Uçucu Kül ile Polimer Esaslı Kompozit Malzeme Üretiminin Araştırılması [Yüksek Lisans Tezi]*. [Ankara]: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler Anabilim Dalı Anabilim Dalı.
- Akkoyun, Ö. ve Ankara, H. (2007). Kalite Maliyet Modelleri ve Mermer Fabrikaları İçin Bir Uygulama. *Madencilik*, 46 (1), 3-14.
- Arel, H. Ş., (2016). Recyclability of Waste Marble in Concrete Production. *Journal of Cleaner Production*. 131, 179-188.
- Bilensoy, M. (2010). *Mermer Fabrikaları Toz Atıklarının Değerlendirilmesi [Yüksek Lisans Tezi]*. [Eskişehir]: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Bilgin, Ö., Koç, E. (2013). Mermer Madenciliğinde Çevresel Etkiler. *Madencilik Türkiye*. [Erişim Adresi: www.madencilik-turkiye.com]
- Boztaş, S.C. (2009). *Burdur İli Yeşilova İlçesi Kağılcık Mevkii Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması [Yüksek Lisans Tezi]*. [Adana]: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Anabilim Dalı.
- Ceylan, H. (2000). *Mermer Fabrikalarındaki Mermer Toz Atıklarının Ekonomik Olarak Değerlendirilmesi [Yüksek Lisans Tezi]*. [Isparta]: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Ceylan, H., Mança, S. (2013). Mermer Parça Atıklarının Beton Agregası Olarak Değerlendirilmesi. *SDU Teknik Bilimler Dergisi*, 3(2): 21-25.
- Dağlı, Ç. (2014). *Mermer Toz Atıklarının Derz Dolgu Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması [Yüksek Lisans Tezi]*. [Diyarbakır]: Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Anabilim Dalı.
- Ersoy, B., Sayın, Z.E., Arsoy, Z., Sayın, Ü. (2015). Yeterince Farkında Olmadığımız Atıl Kaynağımız: Doğaltaş Ocak ve Fabrika Atıkları. *Maden Ocak Teknolojileri*, 5(27):92-100.
- Filiz, M., Özel, C., Soykan, O. ve Ekiz, Y. (2010). Atık Mermer Tozunun Parke Taşlarında Kullanılması. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2): 57-72.
- Geçgil, Ş., (1988). Eczacı, İlaç, Gıda ve Kozmetik Konuları ile İlgili Yasa Yönetmelik Kararnamesi ve Bildirgeler. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayını.
- Günaydın, O., Güçlüer, K. ve Ünal, O. (2016). Adıyaman Atık Mermer Tozlarının Gazbeton Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 12(1): 21-29.
- Kavas, T. ve Kibıçcı, Y. (2001). Afyon Bölgesi Mermer Atıklarının Portland Kompoze Çimentosu Üretiminde Katkı Maddesi Olarak Kullanım Olanakları. Y. Kibıçcı ve diğerleri (Ed.), *Türkiye III. Mermer Sempozyumu MERSEM'2001 Afyon*, 328-333.

- Keleştemur, O., Arıcı, E., Yıldız, S. ve Gökçer, B. (2014). Performance Evaluation of Cement Mortars Containing Marble Dust and Glass Fiber Exposed to High Temperature by Using Taguchi Method. *Construction and Building Materials*, 60, 17-24.
- Kocabağ, D. (2018). Sürdürülebilir Madencilik Bağlamında Mermer Sanayi ve Mermer Atıklarının Değerlendirilmesi: Mermer Madenciliğinde Çevresel Yaklaşımlar. T. Güler ve E. Polat (Ed.), *Muğla Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları*, Muğla, 51-92.
- Maden Atıkları Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete. 15.7.2015. Sayı:29417, Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/07/20150715-3.htm>.
- Onargan, T., (2007). Mermer Madenciliğinde Çevre Yönetimi. II. Madencilik ve Çevre Sempozyumu. Ankara, 61-75.
- Sağlam Çitoğlu, G., Bayraktar, O.Y. (2018). Atık Mermer Tozu ve İnşaat Sektöründeki Kullanımı İle İlgili Çalışmalar. *2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies*, Samsun, 1323-1330.
- Sofuoğlu, S. D., Ordu, M., Aykaç, E. ve Çelikbaş, S. (2013). Mermer ve Traverten Tozunun Ahşap Üst Yüzey İşlemlerinde Kullanın Parlaklık ve Pürüzlülüğüne Etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(2013):81-93.
- Sütçü, M., Alptekin, H., Erdoğan, E., Er, Y. ve Gencil, O. (2015). Characteristics of Fired Clay Bricks with Waste Marble Powder Addition as Building Materials. *Construction and Building Materials*, 82, 1-8.
- Taner, A.H. (2012). *Mermer Atıklarının Karşılaştırılmalı Değirmende Mikronize Öğütülebilirliğinin Araştırılması [Yüksek Lisans Tezi]*. [Zonguldak]: Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Taşgın, Y. (2014). *Mermer, Ferrokrom Cürufu ve Cam Atıklarının Asfalt Beton Kaplamalarında Filler Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması [Yüksek Lisans Tezi]*. [Tunceli]: Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Tennich, M., Kallel, A. ve Ouezdou, M.B. (2015). Incorporation of Fillers From Marble and Tile Wastes in the Composition of Self-Compacting Concretes. *Construction and Building Materials*, 91, 65–70.
- Topçu, İ. B., Bilir, T. ve Uygunoğlu, T. (2009). Effect of Waste Marble Dust Content as Filler on Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 23, 1947–1953.
- Ulubeyli, G. C. ve Artır, C. (2015). Properties of Hardened Concrete Produced by Waste Marble Powder. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 2181 – 2190.
- Yıldız, A. H. (2008). *Mermer Toz Atıklarının Yol İnşaatlarında Değerlendirilmesi [Doktora Tezi]*. [Isparta]: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Zhang L. (2013). Production of bricks from waste materials – a review. *Construction and Building Materials*, 47, 643–655.


**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN
ANATOLIA SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN***Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*

ISSN: 2667-8764 , 4(1), 53-66, 2022

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>**Derleme Makalesi / Review Article**Doi: [10.47898/ijeased.1031997](https://doi.org/10.47898/ijeased.1031997)

Futbol Sahalarında Hibrit Çim Kullanımının İrdelenmesi

Tuğrul HOCAOĞLU¹, Bora BİNGÖL^{2*}¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Yalvaç MYO, Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü, Isparta, 32400, Türkiye.² Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Müh. Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Burdur, 15030, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : bbingol@mehmetakif.edu.tr	Geliş Tarihi / Received Date : 03.12.2021
 https://orcid.org/0000-0002-7096-3051 , T. Hocaoğlu	Revizyon Tarihi / Revision Date : 05.02.2022
 https://orcid.org/0000-0001-9644-0921 , B. Bingöl	Kabul Tarihi / Accepted Date : 10.02.2022
	Yayım Tarihi / Published Date : 15.07.2022
Alıntı / Cite : Hocaoğlu, T., Bingöl, B. (2022). Futbol Sahalarında Hibrit Çim Kullanımının İrdelenmesi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 4(1), 53-66.	

Özet

Spor müsabakaları gün geçtikçe daha profesyonel hale gelmiş ve buna bağlı olarak da halk arasında popülaritesini giderek artırmıştır. Spor müsabakaları içerisinde yer alan futbolda her zaman en ilgi çekici spor dallarından biri olmuştur. Artan ilgi, futbol sahalarının sayısını ve kullanım saatlerini de artırmıştır. Futbol sahalarında tercih edilen doğal çim ise artan bu yoğun kullanımı karşılamakta zorlanmıştır. Yoğun kullanımın olduğu futbol sahalarında ve olumsuz hava şartlarının hakim olduğu bölgelerde karşılaşılan sorunlar sektördeki ilgilileri doğal çimden farklı alternatif arayışlarına yönlendirmiştir. Bu sorunlara çözüm bulmaya çalışan sentetik çim üreticileri de 1960'lardan itibaren yeni nesil çimler üreterek bu sorunlara çözüm üretmeye çalışmışlardır. Hibrit çim ya da güçlendirilmiş doğal çim sistemi, 1989 yılından itibaren denemeye başlanmış ve günümüzde doğal çim standartlarına en yakın olduğu düşünülen sistemdir. Oynanabilirlik ve performans standartlarının doğal çim saha standartlarını yansıtmaması, hibrit çimi öne çıkararak sistemin tercih edilebilirliğini artırmaktadır. Avrupa'da yaklaşık 20 yıldan fazladır tercih edilen ve ülkemizde de giderek yaygınlaşan hibrit çim futbol sahaları, doğal çimin yerini tamamen alamasa da gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada da hibrit çimin tanımı, futbol sahalarına tesis edilme yöntemleri ve doğal çim yüzeyli futbol sahaları ile karşılaştırılması yapılarak, hibrit çimin futbol sahalarındaki kullanılabilirliği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hibrit çim, Yapay Çim, Futbol sahaları.

Investigation of Hybrid Grass Use in Football Fields

Abstract

Sports competitions have become more professional day by day and accordingly, their popularity has increased among the people. Football, which is one of the sports competitions, has always been one of the most interesting sports branches. The increase in popularity has also increased the number of football fields and the hours of use. Natural grass, which is usually preferred in football fields, struggles in meeting this increased usage. Natural grass, which is preferred in football fields, has had difficulty in meeting this increasing use. The problems encountered in football fields with heavy use and in regions with adverse weather conditions have led the people in the sector to seek alternatives other than natural grass. Hybrid grass or reinforced natural grass system has been tried since 1989 and is considered to be the closest to natural grass standards today. The fact that playability and performance standards reflect the natural grass field standards, increases the preferability of the system by making the hybrid grass stand out. Hybrid grass football fields, which have been preferred in Europe for more than 20 years and become increasingly widespread in our country, are becoming more common day by day, although they cannot completely replace natural grass. In this study, the definition of hybrid grass, the methods of its installation on football fields, and the usability of hybrid grass in football fields were examined by comparing it with football fields with natural grass surface.

Keywords: *Hybrid grass, Artificial grass, Football fields.*

1. Giriş

Futbol sahaları gerek oyuncular gerekse de taraftarlar açısından son derece önemli olmasının yanı sıra, yayın haklarını bulunduran medya kuruluşları açısından da önem taşıyan unsurlardır. Futbol sahaları da oyuncular, top ve kale direkleri kadar maçın bir parçasıdır. Taraftarlar açısından stadyuma geldiklerinde önlerine çıkan yeşil halı görünümdeki saha, sahanın ıslak kalması için çalışan fikiyeler ve saha görevlilerinin çalışmaları maçın ritüeli içerisinde yer alan hatıralardır (URL-1).

Spor müsabakaları gün geçtikçe daha profesyonel hale gelmiş ve buna bağlı olarak da halk arasında popülaritesini giderek artırmıştır. Artan bu ilgi yüzünden spor sahalarının da geliştirilmesi gerekmiştir. Spor müsabakaları içerisinde yer alan futbol her zaman en ilgi çekici spor dallarından biri olmuştur. Futbol sahaları zemininde ağırlıklı olarak doğal çim kullanılmaktadır. Sahanın yeşil renkte olması ve sahanın tamamının homojen olarak çim bitkisi ile kaplı olması ise son derece önemlidir. Olumsuz iklim şartlarının etkilediği bölgelerde ise doğal çimin bakımı kolay olmamaktadır. Ayrıca doğal çimin yıpranmaması için üzerinde oynanan futbol müsabakalarının sınırlı sayıda olması ve profesyonel bakım pratiklerinin uygulanması gerekmektedir. Özellikle halka açık, maç yükü fazla olan antrenman ve maç sahalarında bu ciddi bir problemdir.

Bu yüzden gelişen teknoloji sayesinde 1960'lardan itibaren sentetik (yapay) çim geliştirilmeye başlanmıştır. Sentetik çim her ne kadar sahalardaki oyun saatlerini artırmış ve bakım maliyetlerini düşürmüş olsa da sporcularda görülen yaralanmalar, kas ve eklem rahatsızlıkları, sürtünmeden oluşan cilt yanıkları, topun doğal çimde gösterdiği yuvarlanma ve sekme ile ilgili karakteristik özellikleri

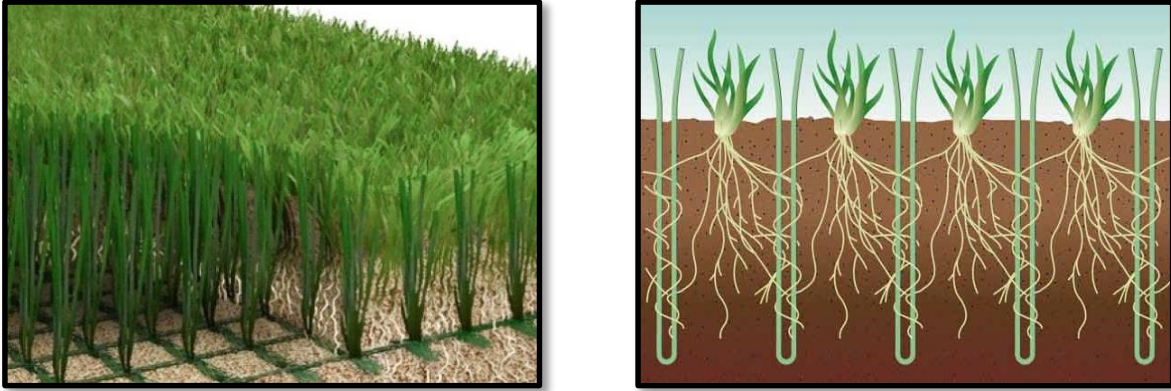
gösterememesi, kullanılan malzemenin sıcaklığı emmesi ve kötü kauçuk kokusu gibi nedenler kullanıcıları etkilemiştir. Kendi içinde bu sorunlara çözüm bulmaya çalışan sentetik çim üreticileri de yeni nesil çimler üreterek bu sorunların önüne geçmeye çalışmışlardır. Fakat 1990'ların sonunda UEFA (Avrupa Futbol Federasyonları Birliği) profesyonel seviyedeki oyunların sentetik çim sahalarda oynanmaması gerektiğine karar vermiş ve FIFA (Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği)'de sentetik futbol sahaları için istenen oynanabilirlik ve performans standartlarının doğal çim saha standartlarını yansıtması gerektiğini açıkça ortaya koymuştur (SCC, 2018).

FIFA ve UEFA standartlarını karşılamaya çalışan üreticiler güçlendirilmiş doğal bir sistem üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Hibrit futbol sahaların gelişimi ise Hollandalı Desso firmasının 1989 yılında doğal çimi stabilize etmek için sahanın alt tabanına enjekte/ankre (kalıcı sistem) edilen liflere sahip bir sistem geliştirmesi ile başlamıştır. GrassMaster adı altında ilk hibrit çim saha, Hollanda'daki Hertogenbosch'ta, De Vliert'te kurulmuştur. İngiltere'deki Huddersfield Town ise GrassMaster hibrit sistemini kuran ilk profesyonel stadyumdur. Wembley Stadyumu'ndaki GrassMaster kurulumları ve 2010 Dünya Kupası için Güney Afrika'daki iki sahanın (Peter Mokaba ve Mbombela) hibrit çim ile yapılması bu tekniği uluslararası düzeye taşımıştır. Brezilya'daki 2014 Dünya Kupası'nda ise Sao Paulo Arena'da gene hibrit çim sistemi uygulanmıştır (URL-2). 2015 yılından itibaren hibrit çimin temel tasarımına dayanan birçok farklı ürün geliştirilmiştir. Bu ürünler aynı zamanda farklı şekillerde de tesis edilebilmektedir. Artan ve tanınan ürünlerin kullanımı gün geçtikçe artış göstermiş, 2015 Rugby Dünya Kupası'nın 13 sahasından 9'unda ve Rusya'daki 2018 FIFA Dünya Kupası'nda kullanılan 12 stadın tamamında da hibrit çim kullanılmıştır (URL-3).

Hibrit çim sistemleri özellikle Avrupa'da yaklaşık 20 yıldan fazladır tercih edilmektedir. Her İngiliz Premier Ligi kulübünün bir hibrit yüzeyi vardır ve bunlar Avrupa takımları tarafından giderek daha fazla kullanılmaktadır. Barcelona, Real Madrid, Borussia Dortmund, Lechia Gdańsk, Club Brugge, Athletic De Bilbao, Derby Country, Feynoord Rotterdam, AFC Ajax, Olympique De Marseille ve Vitesse Arnhem gibi kulüpler hibrit çim devrime katılan takımlar arasındadır. Ülkemizde ise Ankara Eryaman, Atatürk Olimpiyat, Adana Koza, Beşiktaş Vodafone, Eyüp, Fatih Karagümrük Vefa, Fenerbahçe Ülker, Galatasaray Nef, Gaziantep Kalyon, Giresun Çotanak, Hatay Atatürk, Rize Çaykur Didi ve Trabzon Akyazı Medikal Park statlarında hibrit çim kullanılmaktadır.

2. Hibrit Çim Tanımı ve Faydaları

IFAB (Uluslararası Futbol Birliği Kurulu), Futbol Terimleri Sözlüğü'nde (2019) hibrit sistemin tanımı; "Güneş ışığı, su, hava sirkülasyonu ve biçme gerektiren bir oyun yüzeyi oluşturmak için yapay ve doğal malzemelerin bir kombinasyonu" şeklinde açıklanmıştır. UEFA, Saha Kalitesi Kılavuzu'nda (2018) ise çim takviye/güçlendirme sistemleri bölümünde hibrit sistemlerden bahsedilmektedir. Bu bölümde hibrit sistemden, "Doğal çimin oyun kalitesi açısından içerdiği faydaları, yapay malzemelerin pratik takviye edici ve mühendislik avantajlarıyla birleştirmeye çalışmaktadır" şeklinde bahsedilmektedir. Kısaca özetlemek gerekirse hibrit çim, hem doğal hem de yapay çim içeren, doğal çimi güçlendirerek dayanıklılığını artıran ve yıl boyunca yeşil bir görünüme sahip olmasını sağlayan bir üründür.



Şekil 1. Hibrit çim kesit görüntüleri (URL-4, URL-5).

Hibrit çimin temel fikri, çimin gövdesi için korunaklı bir ortam sağlamak ve taban köklerinin uzun süre kullanılabileceği bir zemin yaratarak kökleri güçlendirmektir. Hibrit çim taban, bölgeye güçlendirici bir jeotekstil tabaka etkisi sağlayarak zemine destek oluşturur ve derin kök bölgesi tabakasının daha az sıkışmasını sağlar. Ayrıca hızlı rejenerasyon sağlayan çim kök sistemini de korur. Uzun vadede ise optimum koşulları sağlayarak alt tabakanın geçirgenliğini ve sağlıklı oksijen akışını sağlar (URL-6).

Hibrit çim sistemlerinin birçok faydası vardır. Hibrit çim, üst yüzeyi güçlendirir ve stabiliteyi artırır. Su geçirgenliğinin yüksek olması sebebi ile yüzeyin düzgünlüğünü artırır ve kötü hava koşullarında dahi maçın oynanmasını sağlar. Ayrıca oyun esnasında çimlerde oluşabilecek hasarlardan sahayı koruyarak çim boşluklarının ve sporcu sağlığını etkileyecek derin yırtıkların da oluşmasını engeller.

Hibrit çim sistemin bir başka önemli faydası da doğal çimin yoğun kullanım nedeniyle aşındığı durumlarda dahi doğal çimde oynama hissini vermesi ve estetik olarak kısmen yeşil bir yüzey

sağlamasıdır. Hibrit çim güçlü yapısı nedeni ile yılda 250 saat olan oyun saatini 1.000 saate kadar artırır. Bu sayede sahalarda daha fazla maç/antrenman yapılmasını sağladığı gibi başka aktivitelere de imkan tanıyarak kulüpler için ek gelir imkanı sağlar. Özellikle yeni tesis edilen çok amaçlı kapalı statlarda yetersiz hava akımı ve güneş ışığı nedeniyle kolayca yıpranan doğal çim, birçok bakım maliyetini de beraberinde getirmektedir. Doğal çim bakım maliyetleri düşünüldüğünde, sürdürülebilirliği ve düşük bakım maliyeti ile hibrit çim bir kez daha öne çıkarak sistemin tercih edilebilirliğini de artırmaktadır.

3. Futbol Sahalarında Hibrit Çim Uygulamaları

Hibrit çim sistemleri futbol sahalalarında farklı yöntemlerle tesis edilse de tesis etmeden önce alanla ilgili bazı verilerin bilinmesi sistemin başarısını artıracaktır. Bu veriler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Alanın kullanım sıklığı.
- Alanın bulunduğu iklim kuşağı.
- Alanın güneşlenme süresi.
- Alanın taban toprak tipi.
- Alandaki taban suyu seviyesi ve kalitesi.
- Alanda gölge etkisinin belirlenerek, faydalı ışık periyodunun hesaplanması.
- Alandaki drenaj, sulama, ısıtma sistemi altyapısı.
- Alanda kullanılacak malzeme ve toprak analizleri.
- Alanın seviye ve tesviye tespiti.
- Alana tesis işlemi için gerekli ekipmanların bulunup bulunmadığı.

Futbol sahalalarında hibrit çim tesisi üç yöntemle gerçekleştirilmektedir. Bunlar; Halı tabanlı yöntem, Kalıcı yöntem ve Karışım yöntemidir.

a) Halı tabanlı yöntem (Mat-Carpet based)

Polipropilen sentetik malzeme, doğal çimin derin ve köklü bir şekilde büyümesini sağlamak için geliştirilen, kısmen biyolojik olarak doğada dönüşebilen özel bir destek malzemesi üzerine örme ya da dokuma ile yerleştirilir. Bu arkalık taban bezi (keçe/pamuk lif/polipropilen) içerisinde yer alır ve ızgara şeklindedir. Izgara malzeme ve taban bezi birbirine örülür. Bu arkalık aynı zamanda kolay ve kaliteli kurulum sağlar. Biyobozunur iplikler, iki ay içinde tamamen bozularak, bitki köklerinin

büyüdüğü, nem ve besinlerin aktığı büyük tek tip boşluklardan oluşan bir matris oluşturur (URL-7). Halı tabanlı yöntemde % 90-92 doğal çim kullanılırken, % 10-8 sentetik elyaf kullanılır (URL-8) (Şekil 2). Yöntem yeni saha tesisinde kullanıldığı gibi mevcut sahalarda da yüzeyin kaldırılması ve alt toprağın hazırlanıp tesviye edilmesinden sonra kullanılabilir. Ayrıca halı tabanlı yöntem, hazır çim tesislerinde üretilip, kalın ve uzun rulolar halinde de alana serilebilir (Ser ve oyna/Lay and play).



Şekil 2. Halı tabanlı sistem örneği (XtraGrass hibrit çim)

Ön hazırlık işlemlerinin tamamlanmasından ardından halı tabanlı sistem, uygulanacak alana gerekli ekipmanların yardımı ile halı şeklinde serilir. Serme işlemi tamamlandıktan sonra organik maddeleri de içeren yetiştirme/çimlenme ortamını sağlayacak kumlama işlemine geçilir. Çim bitkisine destek olacak hibrit lifleri dikleştirmek için alana 30 mm kum serilir. Kumlama işleminin ardından homojen dağılımı sağlamak için serilen kum, 3 turdan az olmamak suretiyle değişik yönlerden fırçalama işlemine tabi tutulur. Daha sonra bölgenin iklim şartlarına uygun çim tohumu ile ekim işlemi gerçekleştirilir. Başlangıç gübrelemesi ile ekim işlemi sonlandırılır ve sulama başlatılır. Bu işlemde çim tohumları, halı tabanını geçerek kum alt tabakasına rahatça kök atarken, çim bitkisi de liflere tutunarak büyür. Bu sayede de dayanıklı ve sık dokulu bir saha zemini elde edilir (Şekil 3).



Şekil 3. Halı tabanlı sistem kesit görünümü (URL-9)

Halı tabanlı hibrit yönteminin birçok faydası vardır. Yüzeysel tabakasının geçirgenliği ve oksijen akışını sağlayarak doğal çim için optimum koşulları sağlar ve ideal hava-su toprak dengesini oluşturur. Oyun yükünün ağır olduğu alanlarda düzlük ve stabilite açısından alanın güvenilirliğini artırır ve güçlü yapısı sayesinde boşluklara rastlanmaz. Halı tabanı, jeotekstil görevi görerek alt kök bölgesi katmanında daha az sıkışmaya neden olur ve hızlı rejenerasyon sağlayan çim kök sisteminin korunması sağlar. Ayrıca sentetik liflerin yeşil görünümü ile saha estetiğine renk katkısında bulunur.

Halı tabanlı hibrit çim sisteminde uygulama yapılırken tüm gerekli ekipmanlar mutlaka kullanılmalıdır. Uygulama esnasında ek yerleri mutlaka üst üste bindirilmeli ve dikerek veya yapıştırılarak birbirine sabitlenmelidir. Bu işlemde saha, tesis edilme sezonuna bağlı olarak 9-10 haftalık bir süreç sonrası kullanıma hazır hale gelmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Atatürk Olimpiyat Stadı Halı tabanlı sistem uygulaması (Hatko hibrit çim)

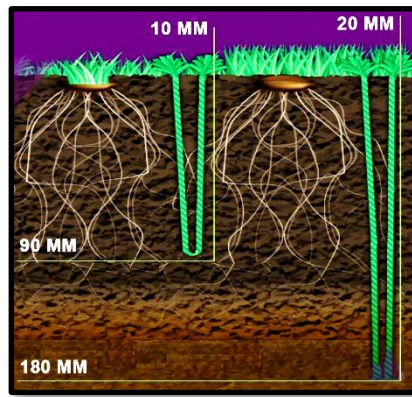
Halı tabanlı yöntemin avantaj ve dezavantajları ise Tablo 1'de belirtildiği gibi özetlenebilir.

Tablo 1. Halı tabanlı yönteminin avantaj ve dezavantajları

<i>Avantajları</i>	<i>Dezavantajları</i>
Yöntem rulo çim olarak uygulanırsa hızlı kurulum.	Uzun süren kurulum.
Yüzey ve kök bölgesinin stabilitesini artırır.	Kök bölgesinin hızlı kuruması.
Oyun saatlerini artırır.	3-5 yıl ömür.
Saha estetiğine renk katkısında bulunur.	Saha yüzeyinde sertlik.
Çim boşluklarına rastlanmaz.	Maç sezonu sonrası yılda bir kez tadilat.
Sahanın çok işlevli kullanımını sağlar.	Onarım maliyetlidir.
Yöntem sadece sahanın yoğun kullanıldığı bölgelerde de kullanılabilir.	Sistemi kaldırmak ve geri dönüşüm maliyetlidir.

b) Kalıcı yöntem (Stitched)

Bu yöntemde, doğal çim ile daha önceden tesis edilmiş ya da yeni yapılmış saha üzerine lazerli hassas kontrol imkanına sahip, bilgisayar ile yönlendirilebilen elektrikli makinaların kullanımı ile polipropilen olarak adlandırılan sentetik malzeme, yüzeyin yaklaşık 9-18 cm. kadar olan kısmına enjekte/ankre edilerek gerçekleştirilmektedir (URL-10) (Şekil 5). Bu yöntemde yüzeye enjekte edilen sentetik elyaflar herhangi bir desteğe bağlanmadan durur ve elyaflar arasında doğal çim büyür. Kalıcı yöntem % 95 doğal çim, % 5 sentetik çim içerir (URL-8).



Şekil 5. Kalıcı yöntem kesit görünümü (URL-10)

Kalıcı yöntemde doğal çimin kökleri yapay malzeme ile iç içedir. Bu yöntem, alan yüzeyinin sabitlenmesine ve eşit oranda bir kaplama elde edilmesine olanak sağlar. Bir futbol sahasında enjeksiyon işlemi ise 2x2 cm. ölçülerinde yapılır ve bu işlemde yaklaşık 20.000.000 sentetik lif kullanılır (URL-11). Günümüzde farklı hibrit çim üreticilerinin bu işlem için farklı makinaları bulunmakla birlikte izlenen yöntem ise aynıdır (Şekil 6, Şekil-7).



Şekil 6. Kalıcı sistem yönteminin futbol sahasına uygulanması (GrassMaster) (URL-12, URL-11)



Şekil 7. Kalıcı sistem yönteminin futbol sahasına uygulanması (XtraGrass) (URL-13)

Sentetik elyafların kum bazlı çim sahaya dikilmesi, suyun yüzeyden hızla boşalmasını sağlar. Bu sayede maç iptallerinin önüne geçilir. Kök yüzeyinin üzerinde yükselen lifler, UEFA veya FIFA tarafından belirtilen standart biçim yüksekliklerinin altında ve sabit kalır. Çimin biçilmesi ise sentetik elyaflara zarar vermez (URL-12). Kalıcı yöntemin avantaj ve dezavantajları ise Tablo 2’de belirtildiği gibi özetlenebilir.

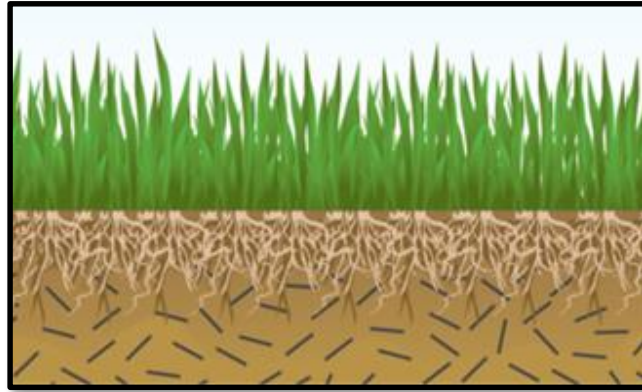
Tablo 2. Kalıcı sistemin avantaj ve dezavantajları

<i>Avantajları</i>	<i>Dezavantajları</i>
Zemini kaldırmadan mevcut alanda kurulum.	Liflerin köklerle sabitlenememesi.
Hızlı kurulum (7 gün).	Kurulum sırasında altyapı sistemlerine olası hasar.
Yüzey ve kök bölgesinin stabilitesini artırır.	Zor onarım.
Oyun saatlerini artırır.	Saha yüzeyinde sertlik.
Saha estetiğine renk katkısında bulunur.	Maç sezonu sonrası yılda bir kez tadilat.
Çim boşluklarına rastlanmaz.	Yüksek yapım maliyeti.
8-10 yıl ömür.	Sistemi kaldırmak ve geri dönüşüm maliyetlidir.

c) Karışım yöntemi (Fibresand, Fiberlastic, AirFibr)

Bu hibrit çim yönteminde ise mikro elyaf karışımı kullanılır. Aslında daha çok görünmeyen kök bölgesinin güçlendirme işlemidir. Çünkü lifler yüzeyde yer almadığından sahanın yeşil görünümüne ve yüzeydeki yıpranmalara katkı sunmaz. Mikro sentetik elyaf, kök bölgesinde kullanılacak malzeme ile homojen olarak karıştırılarak karışım elde edilir. Daha sonra bu karışım yüzeye dağıtılır ve içine bor minerali eklenir (URL-14). Bu işlemi tohum ekimi takip eder. Ekim sonrasında doğal çim sahalar gibi tamamen aynı şekilde yönetilir (Şekil 8).

AirFibr yönteminde de benzer şekilde silika/silis kumu, sentetik mikrofiber ve granül mantar karıştırılarak alt zeminde kullanılır ve diğer yöntemlerle benzer şekilde uygulanır (URL-15).



Şekil 8. Elyaf karışım yöntemi kesit görünümü (URL-16)

Bu yöntemde kullanılacak sentetik elyafların doğru seçimi ve karışımdaki yüzdesi son derece önemlidir. Elyaf ne kadar güçlü ve iyiyse, yüzey ve stabilizasyonu ve oynama özellikleri de o kadar güçlü olur. Kum, kök bölgesine gerekli serbestliği verir. Çürümeye karşı dayanıklı lifler, hava ve suyu daha derinlere ileterek sağlıklı çimlerin büyümesine yardımcı olur ve böylece daha derin ve daha güçlü kök gelişimini teşvik eder. Serbest drenajlı, dengeli ve tutarlı bir oyun yüzeyi sağlar (URL-17).

Çim, ıslak koşullarda yoğun kullanıma maruz kaldığında bile kramponlardan kaynaklanan sıkışmaya ve yüzey hasarına karşı daha dayanıklı hale gelir (URL-17). Yoğun oyun yükünün görüldüğü alanlar için son derece uygun olup % 100 doğal çimde oynama avantajı sağlar (Şekil 9).



Şekil 9. Karışım yönteminin futbol sahalarında uygulanması (URL-18, URL-19)

Karışım yöntemin avantaj ve dezavantajları ise Tablo 3’de belirtildiği gibi özetlenebilir.

Tablo 3. Karışım yönteminin avantaj ve dezavantajları

<i>Avantajları</i>	<i>Dezavantajları</i>
Oyun saatlerini artırır.	Dikey stabilizasyon eksikliği.
Gelişmiş kök sistemi sağlar.	Saha estetiğine renk katkısında bulunmaz.
Drenaj özelliklerini artırır.	Çim boşluklarına rastlanır.
Standart bakım ve onarım.	Özel tesisat, ekipman ve atışman kullanımı nedeniyle artan fiyatlar.
	Sistemi kaldırmak ve geri dönüşüm maliyetlidir.

4. Hibrit Çimin Doğal Çim İle Karşılaştırılması

Sağlık, maliyetler ve oynanabilirlik söz konusu olduğunda hem doğal çimin hem de hibrit çimin kendilerine göre artıları ve eksileri vardır. Bu noktada kulüpler seçim yaparken kendi şartlarını da gözden geçirmeli ve tüm bu hesaplamaları yapmalıdır. Doğal çim yüzeylerin uzun süredir kullanılır olması ve bilinirliği yanında hibrit çimin de getirdiği avantajlar dikkate alınmalı ve sahanın kullanım amaçları da göz önünde bulundurularak seçim yapılmalıdır. Doğal çim ve hibrit çim arasındaki değerlendirme ise Tablo 4’de belirtildiği gibi özetlenebilir.

Tablo 4. Doğal çim ve hibrit çimin karşılaştırılması

<i>Doğal Çim</i>	<i>Hibrit Çim</i>
Alt zemin katmanı önemlidir.	Farklı alt zeminlere uygulanabilir.
Alan yüzeyi daha hızlı deforme olur.	Alan yüzeyi çabuk deforme olmaz.
Rejenerasyon süresi uzundur.	Rejenerasyon süresi kısadır.
Doğal çim kökleri toprak altında daha esnektir.	Doğal çim kökleri toprak altında daha serttir.
Çok bakım ister.	Az bakım ister.
Sürdürülebilirlik süresi kısadır.	Sürdürülebilirlik süresi uzundur.
Yıpranma olduğunda saha estetiğine renk katkısında bulunmaz.	Yıpranma olduğunda saha estetiğine renk katkısında bulunur.
Çim boşlukları ve yırtılma gözlemlenmesi.	Çim boşlukları oluşmaz ve yırtıklar az seviyededir.
Yapım maliyeti düşüktür.	Yapım maliyeti yüksektir.
Bakım maliyeti yüksektir.	Bakım maliyeti düşüktür.
Doğal	Yarı doğal ve yarı yapay liflerden üretilir. Sistemi kaldırmak ve geri dönüşüm maliyetlidir.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Ülkemizde de çokça sevilen futbol, dünyada en fazla ilgi duyulan spordur. Her kıtada, her ülkede ve birçok farklı seviyede oynanır. Müsabakaların gerçekleştirildiği futbol sahalarının zemini ise müsabaka talimatlarının izin verdiği doğal ve yapay malzemelerin bir arada kullanılması (hibrit sistem) ile; tamamen doğal veya eğer müsabaka talimatları izin verirse, tamamen yapay olabilir (IFAB, 2021)

Tüm dünyada olduğu gibi son dönemde ülkemizde de futbol sahalarının zemininde hibrit çim yöntemi sıklıkla tercih edilmektedir. Çalışmada detaylı olarak incelenen bu yöntem, olumsuz iklim koşullarının görüldüğü bölgelerde, özellikle bakım aşamasında ve yoğun oyun yükünün bulunduğu sahalarda doğal çime oranla bir adım öne çıkmaktadır. Ayrıca güçlü yapısı ile çim boşluklarının oluşmasının önüne geçmekte ve saha estetiğine renk katkısında bulunmaktadır. Hibrit çim ekonomik açıdan daha maliyetli olmasına karşın bakım masrafları açısından ise daha düşüktür. Hangi yöntemde tesis edilirse edilsin yerel federasyonun, UEFA ve FIFA talimatlarında bulunan doğal çim yüzeyli futbol saha kalite standartlarına uyması gerekmektedir. Bunun sağlanması için periyodik olarak “çim test aletleri ile kayıtlar tutulmakta ve özellikle büyük organizasyonlardan önce sahalarda takibe alınmaktadır. Dolayısıyla buradaki en önemli nokta hibrit çim yönteminin uzunca bir süredir kullanılan ve tüm yönleriyle bilinen doğal çimin standartlarını karşılayıp karşılayamadığıdır.

Doğal çim yüzeyli sahalarda uzun yıllardır oyun sahalılarında kullanıldığı için tüm karakteristik özellikleri yapımdan bakıma kadar detaylı şekilde bilinmektedir. Oysa hibrit çim yöntemi son yıllarda

yaygınlaştığından sonuçları henüz tam olarak ortaya çıkmamıştır. Bu noktada hibrit çim sahalarının oyun karakteristiklerine, oyun kalitesine ve sporcu sağlığı üzerine etkilerinin bilimsel olarak daha detaylı çalışılması gereklidir. Bu yöntemle tesis edilmiş sahalarda kullanılan bakım makineleri doğal çim bakımı için geliştirilmiş makineler olup hibrit bakımı için makinelerin de geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu uygulamanın tercih edildiği sahalarda yapımdan sonra bakım aşamasında da görev alan kişilerin bu yeni sistemin bakım ve mekanizasyon ihtiyaçları konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Günümüzde hızla gelişen ve değişen teknoloji, artan oyuncu performansı elbette futbol sahalarındaki standartları değiştirecek, geliştirecek ve yeni standartları belirleyecektir. Önemli olan her yeni teknolojinin tüm dünyada sevilen ve izlenen bu spor dalının seyir zevkini, oyun kalitesini ve sporcuların sağlığını olumlu yönde etkilemesidir.

Yazarların Katkısı

Çalışmada her iki yazar da eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- IFAB, (2018). Laws of the game 18/19, International Football Association Board, Zurich, Switzerland.
- IFAB, (2021). Laws of the game 21/22, International Football Association Board, Zurich, Switzerland.
- SCC, (2018). The Smart Guide to Synthetic Football Fields Including Hybrid Technology, Smart Connection Consultancy, South Melbourne, Victoria, Australia.
- UEFA, (2018). Pitch Quality Guidelines, Natural turf pitch management, Union of European Football Associations, Nyon 2, Switzerland.
- URL-1: <https://www.football-stadiums.co.uk/articles/football-pitch-grass-types/>, (Erişim Tarihi: 15 Kasım 2021).
- URL-2: <https://www.grassmastersolutions.com/en/about-us>, (Erişim Tarihi: 10 Kasım 2021).
- URL-3: <https://www.stad-en-groen.nl/article/18366/the-road-to-a-fifa-world-cup-pitch>, (Erişim Tarihi: 09 Kasım 2021).
- URL-4: <https://www.hgturfgroup.com.au/products/hero-hybrid-grass>, (Erişim Tarihi: 07 Kasım 2021).
- URL-5: <https://www.plastix-world.com/milan%E2%80%A2meazza-stadium-hybrid-grass-wins-on-football-field/>, (Erişim Tarihi: 22 Kasım 2021).
- URL-6: <https://avengrass.com/hybrid-grass/>, (Erişim Tarihi: 03 Kasım 2021).
- URL-7: <https://www.xtragrass-hybrid-turf.com/hybrid-turf-system/>, (Erişim Tarihi: 05 Kasım 2021).
- URL-8: <https://www.sispitches.com/hybrid-grass-guide>, (Erişim Tarihi: 06 Kasım 2021).
- URL-9: <https://powergrasshybrid.com/contents/2/group/>, (Erişim Tarihi: 13 Kasım 2021).
- URL-10: <https://www.sispitches.com/products/sisgrass-lite/>, (Erişim Tarihi: 10 Kasım 2021).
- URL-11: <https://www.grassmastersolutions.com/en/grassmaster-overview>, (Erişim Tarihi: 10 Kasım 2021).

- URL-12: <https://www.grassmax.com/hybrid-stitching>, (Erişim Tarihi: 22 Ekim 2021).
URL-13: <https://www.sispitches.com/products/sisgrass-universal/>, (Erişim Tarihi: 12 Kasım 2021).
URL-14: <http://engobel.by/en/blog/gibridnyi-gazon>, (Erişim Tarihi: 12 Kasım 2021).
URL-15: <http://www.airfibr.com/en/>, (Erişim Tarihi: 11 Kasım 2021).
URL-16: <https://countyturf.co.uk/>, (Erişim Tarihi: 13 Kasım 2021).
URL-17: <http://www.fibresand.com/products/fibreturf/>, (Erişim Tarihi: 12 Kasım 2021).
URL-18: <https://www.externalworksindex.co.uk/entry/127181/Fibresand-International/Fibresand-rootzone-reinforcement/>, (Erişim Tarihi: 22 Kasım 2021).
URL-19: <http://www.fibresand.com/sport/>, (Erişim Tarihi: 05 Kasım 2021).



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN
ANATOLIA SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi

ISSN: 2667-8764 , 4(1), 67-76, 2022

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




Araştırma Makalesi / *Research Article*

Doi: [10.47898/ijeased.1087714](https://doi.org/10.47898/ijeased.1087714)

Thermal and Mechanical Properties of Certain Building Stones Located at Mediterranean Region

Ayşe BICER

* Department of Bio Engineering, Turgut Ozal University, Malatya Turkey.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process
*Sorumlu Yazar / Corresponding author : ayse.bicer@ozal.edu.tr  https://orcid.org/0000-0003-4514-5644 , A. Bicer	Geliş Tarihi / Received Date : 14.03.2022 Revizyon Tarihi / Revision Date : 15.05.2022 Kabul Tarihi / Accepted Date : 01.06.2022 Yayın Tarihi / Published Date : 15.07.2022
Alıntı / Cite : Bicer, A.(2022). Thermal and Mechanical Properties of Certain Building Stones Located at Mediterranean Region, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design, 4(1), 67-76.	

Abstract

In this study, certain physical properties of Limra (Antalya), Geyran and Köfke (Isparta) and Toprakkale (İskenderun-Hatay) stones have been investigated. For each stone, samples have been taken from two separate quarries and subjected to thermal conductivity, compressive strength, water absorption, impermeability and abrasion tests following the chemical analysis. As a result of the tests, it has been identified that i) Isparta Köfke stone as having the smallest thermal conductivity value of 0.265 W/mK, ii) Hatay Toprakkale stone as having the highest compressive strength 93 MPa, iii) the water absorption rate of the four stones is below the critical 30% value. The results have been benchmarked with other building materials particularly in terms of energy saving, strength and comfort conditions.

Keywords: Limra stone, Geyran stone, Köfke stone, Toprakkale stone, Natural stones, Building stones.

Akdeniz Bölgesi'nde Yer Alan Bazı Yapı Taşlarının Isıl ve Mekanik Özellikleri

Özet

Bu çalışmada, Limra (Antalya), Geyran ve Köfke (Isparta) ve Toprakkale (İskenderun-Hatay) taşlarının, bazı fiziksel özellikleri araştırılmıştır. Her taş için iki ayrı taş ocağından numuneler alınarak kimyasal analizlerden sonra ısı iletkenlik, basma gerilmesi, su emme, teneffüs kabiliyeti ve aşınma deneylerine tabi tutulmuştur. Yapılan testler sonucu, i) incelenen taşlardan en küçük ısı iletim katsayısı 0.655 W/mK değeri ile Isparta Köfke taşı, ii) en yüksek basma gerilmesi değeri Hatay Toprakkale taşı 93 MPa, iii) dört taşın su emme oranları kritik %30'nin altında olduğu, belirlenmiştir. Sonuçlar özellikle enerji tasarrufu, mukavemet ve konfor şartları açısından diğer yapı malzemeleri ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Limra taşı, Geyran taşı, Köfke taşı, Toprakkale taşı, Doğal taşlar, Yapı taşları.

1. Introduction

The commencement of use of natural stones as construction and decoration materials has led to increase in the world's natural stone production. Turkey has a great potential with its natural stone resources in terms of both reserves and the diversity. Today, both the price increases in construction materials and the increase in the demand for residential buildings introduce the use of natural stones as carrier and filling elements, depending on the geological structure of each region. Recognition of the fact that the natural stones have a substantial place in terms of people's health, ensures that the natural stones are preferred in human life (Kılıç, 2011).

Many studies are available in the literature regarding the building stones. Some of these studies are summarized below.

Taşlıgil and Sahin (2016) examined the properties of natural stones used as building materials in Turkey by identifying them in accordance with the geographical regions. Gevrek & Kazanci (1991) have studied the ignimbrite formation; Kazanci & Gurbuz (2014) have studied the geological formation of the natural stone of Turkey. Pivko (2003) conducted research on the formation of stones. Bakış et al. (2014) investigated the usability of Ahlat Stone in the construction industry. Bicer has made several studies on the mechanical and thermal properties on the building stones. On these studies, it has been advised that building stones of East Anatolia Region Malazgirt (Mus) and Ahlat (Bitlis) stones (0.288 W/mK, 0.342 W/mK), Southeastern Anatolia Region Mardin (Mardin) and Midyat (Batman) stones (0.58 W/mK, 0.60 W/mK), Central Anatolia Region Urgup (Nevsehir) and Derbent (Eskisehir) stones (0.53 W/mK, 0.355 W/mK) have smaller thermal conductivity coefficient and insulation property. On the same studies and regions, it has been shown that East Anatolia Region Korpe (Elazığ) stone (52.6 MPa), Southeastern Anatolia Region Karacadag (Diyarbakir), Hasankeyf (Batman) stones (105 MPa, 42.47 MPa) and Central Anatolia Region Mucur (Kirsehir) stone (88.46 MPa) have more compressive strength values (Bicer, 2019-a, b, c, 2021).

For natural stones to be used as building materials in the best manner, their entire physico-mechanical properties should be well known. In this study, Limra stone (Antalya), Geyran and Köfke stone (Isparta), Toprakkale stone (Hatay-Iskenderun), used extensively in such regions, were examined and some of their properties were investigated. The stones have been preferred by the local people until today and have been used in many buildings. This study reveals the reasons for preference with the features determined as a result of the tests applied to the stones.

2. Material and Methods

2.1. Material

Limra Stone: Limra stone is extracted from the quarries in the Limra region, 5 km away from the district of Finike of Antalya province. It is a light cream-colored homogeneous limestone. It has been used as a natural building material by civilizations in the region for years. This stone has a soft structure and is easy to process which extracted from the quarry. In the past, the Egyptians used Limra stone in the construction of the pyramids in blocks (Fig. 1-a), while the Romans used the concrete-like materials obtained by mixing the Limra stone with volcanic ash in construction [Avsaroglu, 2020]. During the Ottoman period, the constructions of Süleymaniye Mosque and Hagia Sophia Mosque, Beyazit II Mosque, and Çelebi Sultan Mehmet Mosque set examples to the areas of the usage (Fig. 1-b).

Limra stone has been used for both insulation and decorative purposes in the exterior facade coating of buildings in recent years due to its light and insulating properties. In addition, Limra stones of low quality are used as filling material on highways as well as in the production of mortar and cement. The stones are used as marble board with a thickness of 25-30 mm and a length and width of 300-900 mm. The hardness of the stone is 3 Mohs.



Fig. 1. a) Egyptian Pyramids (URL-1), b) Çelebi Sultan Mehmet Mosque (Kepez, Antalya) (URL-2)

Geyran Stone: Geyran stones produced in Isparta region and from Geyran Mountain are tuffs called Rose stone (Fig 2-a). The stone is the product of Gölcük volcanism, and it has been observed that many churches and ancient buildings built with this stone have remained intact despite a period of 1,500 years. Geyran stone was frequently used in pavement and flooring and in Ottoman architecture [13]. The high pore ratio (40%) of andesite stone, which is generally used in construction foundations in Isparta and its surroundings, is preferred in terms of thermal insulation (Fig 2-b). As a result of high porosity, surface hardness and strength are lower. These tuffs, used as trusses in the cement industry, are also used as cement additives. The hardness of the stone is 4 Mohs.



Fig. 2. Some applications of Geyran stone a) decoration (URL-3), b) building cladding practice (URL 4)

Köfke Stone: Köfke stone is one of the local stones of Isparta province and is extracted near the town of Sav at the 11th km of the Isparta-Antalya highway. The welded tuffs, referred to as “Köfke” by the local people, are the product of Gölcük volcanism and are generally gray colored trachy-andesites. This rock is also locally referred to as topknotted stone, castle stone, slap stone. Since they contain cracks in various directions like other igneous stones, they are also used by being removed from the quarries as blocks of certain sizes (Taşlıgil and Şahin, 2016). There are areas of material that has been widely used in the city, especially in monumental architecture, since ancient times. It is a building stone that has been used for a long time in the Aegean and Region of Lakes, especially in Isparta and Burdur (Fig 3). Köfke stone can only be used up to the basement level, and there are also examples applied up to the first-floor level. Its hardness is 2 Mohs. The heat transmission coefficient of Köfke tuffs varies between 0.2 and 0.4 W/m.K. The determined chemical components of the stone are shown in Table 1, and its physico-mechanical properties are shown in Table 2.



Fig. 3. Köfke stone application in Isparta province
a) Garrison building (URL-5), b) Government building (URL-6)

Toprakkale Stone: Toprakkale stone is a basalt type stone and is extracted in the Eastern Mediterranean Region as well as in the region between the district of Toprakkale and Erzin and Iskenderun Bay. It is a sought-after rock especially for laying pedestrians and roads (Fig 4-a) and as a building construction material (Fig 4-b), as it paves smooth fracture surfaces due to its homogeneous

structure. Although there is little or no quartz, it is a very hard rock. Toprakkale basalts can be observed in the field as massive, black-gray colored, large-small and angular blocks. Basalts, in the class of hard stones and the colors of which are usually black, have an intense and homogeneous color. The order in which minerals are formed depends primarily on the initial composition and temperature of the magma. The hardness of the stone is 6-7 Mohs.



Fig. 4. Toprakkale stone applications a) floor covering (URL 7), b) use in construction (URL-8)

Table 1. The chemical composition of the samples, (%)

Material	Compo.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Loss of ignition	Undefined
Limra stone		0.15	0.24	0.13	53.64	0.58	0.79	19.33	1.67
Geyran stone		59.80	-	4.25	4.58	7.81	4.26	9.6	10.5
Köfke stone		56.51	17.12	2.65	5.11	2.28	4.6	6.56	5.28
Toprakkale stone		55.20	13.86	11.63	5.70	7.58	1.85	3.25	1.12

2.2. Methods

The stones taken from the quarries were shaped in 150x60x20 mm and 100x100x100 mm dimensions for thermal and mechanical tests (Fig. 5). The stone samples were subjected to the following tests.

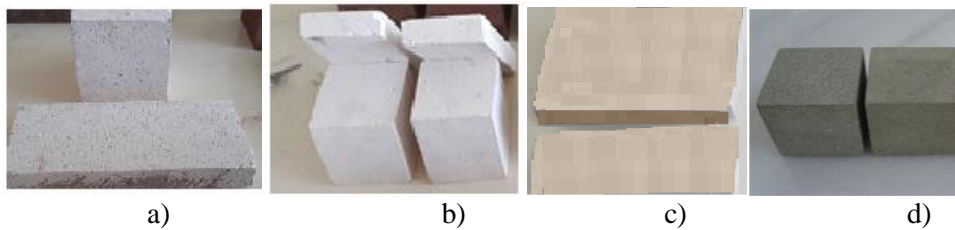


Fig. 5. Pictures of the stones a) Limra stone, b) Geyran stone, c) Köfke stone, d) Toprakkale stone

The “Shotherm-QTM” unit which operates according to the hot wire method of DIN 51046 is used to measure the thermal conductivities of the specimens (Fig. 6-a), (Denko, 1990, Vysniauskas & Zikas, 1988). The measurements on three locations of each sample block are repeated to reflect the average of three values. Measurement results are given in Table 2.

Compressive strength and abrasion tests were performed on the sample according to TS 699 standard (TS 699, 2009), (Fig 6-b, c), the results are shown in Table 2.

Due to the risk of cracking, fragmentation, or dispersion of the building materials in contact with water because of freezing under 0 °C temperatures, the calculated water absorption rates should be below the critical value of 30% (BS 812-109, 1990). Water absorption values were calculated by Equation (1). The change of the samples' weight based on time can be seen in Fig 7.

$$\text{Water absorption percent} = \left\{ \frac{W_d - W_k}{W_k} \right\} \times 100 \quad (1)$$

Here, W_k and W_d are dry weight and the water absorbed weight.

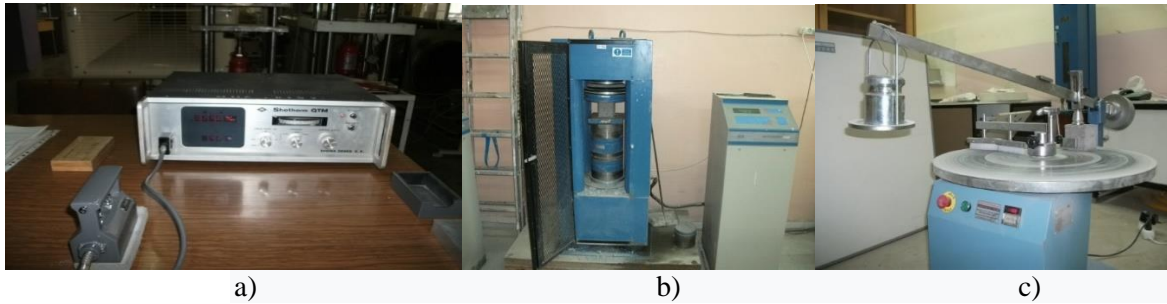


Fig. 6. Test units, a) Shotherm-QTM, b) compressive strength, c) volume abrasion

3. Results and Discussion

In this study, conducted to research the thermal and mechanical properties of some building stones with large reserves and used as building construction materials in Antalya, Isparta and Hatay (Iskenderun) and neighboring provinces in the Mediterranean Region, the following findings were determined.

Limra Stone:

Limra stone is produced as limestone. With its 1.91 g/cm³ density and 0.813 W/mK thermal conductivity values, the stone was preferred to be used for insulation and decorative purposes in the exterior facade coating of buildings (Table 2). Because the stone is light and easy to process, it is easy to manufacture. Limra stones of low quality are used as filling material on highways and used in the production of mortar and cement.

Limra stone, with its thermal conductivity coefficient value, looks better than granite, marble, limestone, and sandstone. Therefore, it will provide heat and sound insulation if it is used as an

exterior coating material in buildings. In addition to these, considering the 22 MPa compressive strength value, although it is lower than high-strength natural building stones, it has approximately equivalent strength to the concrete material. The low water absorption value (4.8 %) indicates that there will be no risk of stone disintegration because of freezing at temperatures below 0 °C.

Geyran Stone:

Geyran is a type of andesite class stone, and its surface has a hard structure. Therefore, it has been used as a construction material in very old historical buildings, ensuring that the buildings remain intact until today. Today, the stone is used extensively in paving, floor coverings and building foundations. With its highly porous structure and 0.345 W/mK thermal conductivity coefficient values, it is preferred by the local people for insulation purposes. Therefore, it is preferred intensely as a building coating material today. On the other hand, with a pressure value of 28 MPa, it seems weaker than similar andesite class building stones. Geyran stone seems suitable to be used as pavement, floor covering and wall coating material with 1.6 % wear loss.

Kofke Stone:

The thermal conductivity coefficient of K fke tuffs is 0.265 W/mK, and it is considered better than granite, limestone, sandstone, common brick, and marble. With its 88 MPa compressive strength, it seems more durable than Limra and Geyran stones. The fact that the water absorption rate is less than 30 % indicates that the stones can be used in humid environments. With both its thermal and mechanical properties, K fke stone shows that it can be used as bridge construction, flooring of parks, building wall coating, briquette, or brick. K fke stone, which is easily available in the region, has been preferred because it is a material with a high insulation level, easy to process and low cost.

Toprakkale Stone:

With a compressive strength of 93 MPa, it is in better condition than other thinned stones and materials other than granite shown in Table 3. In addition, it is a rock that is sought after for paving roads and pedestrians with its 0.7 % volume abrasion value and 0.8% water absorption values. It can be argued that it does not have an insulating property with a thermal conductivity coefficient of 1.761 W/mK, therefore it is not appealing in terms of energy saving.

If the drying rates of the stones seen in Figure 8 are examined, it can be acknowledged that the four local stones examined have little breathing ability.

Table 2. Thermal and mechanical properties of stones

Materials	Density (kg/m ³)	Thermal conductivity (W/mK)	Compressive strength (MPa)	Water absorption (%)	Volume abrasion (%)
Limra stone	1.91	0.813	22	4.8	9.2
Geyran stone	1.65	0.345	28	1.98	1.6
Köfke stone	1.38	0.265	88	18	15.7
Toprakkale stone	2.75	1.761	93	0.80	0.7

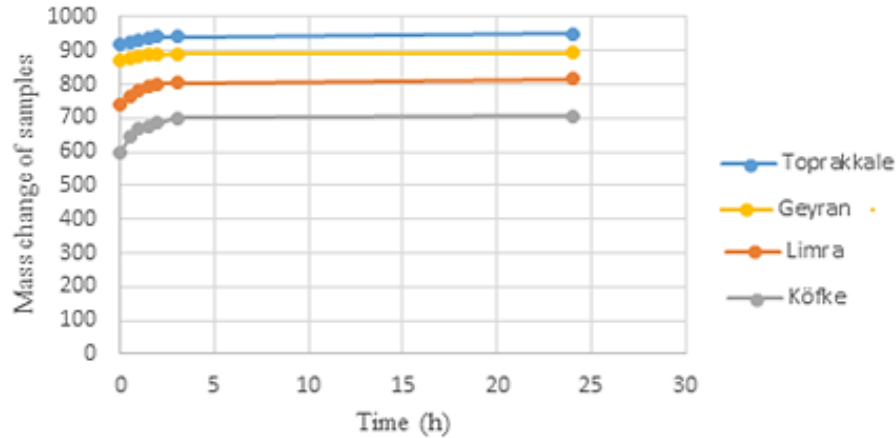


Fig. 7. Mass change of stones according to time in water absorption test

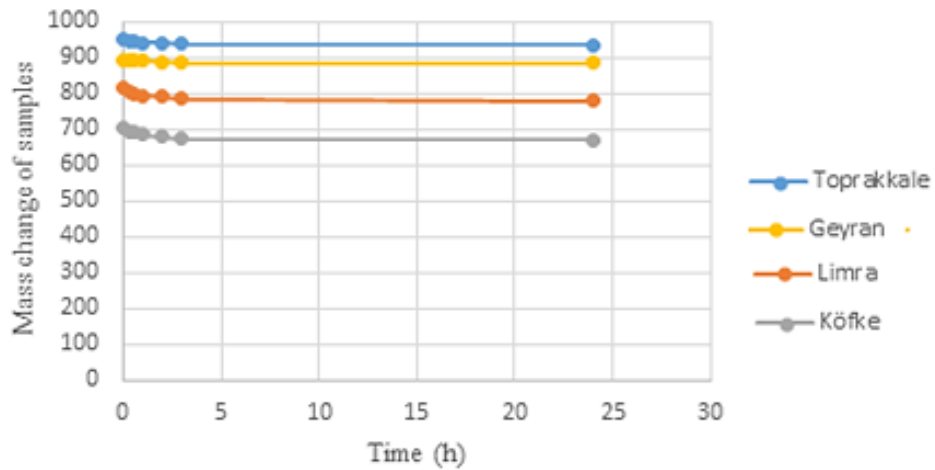


Fig. 8. Mass change of stones according to time in drying test

Table 3. The physical properties of some building materials (Toksoy, 1988).

Materials	Density (kg/m ³)	Thermal conductivity (W/mK)	Compressive strength (MPa)
Concrete	1906	0.814	20
Granite	2643	1.73	120
Limestone	2483	1.16	35
Sandstone	2235	1.85	80
Marble	2603	2.77	50
Common brick	1602	0.692	16

4. Conclusions

The thermal and mechanical properties of Limra stone (Antalya), Geyran and Köfke stones (Isparta) and Toprakkale (Hatay) local stones, which are used as building construction elements, are experimentally examined and the results are presented below.

✓ Limra stone is preferred to be used for both insulation and decorative purposes in exterior coating of buildings, with its easy processability and aesthetic appearance and thermal conductivity coefficient of 0.813 W/mK..

✓ Geyran stone's surface is hard and can be used as road pavement material with a wear rate of 1.6 %. With its porous structure and 0.345 W/mK thermal conductivity coefficient, it is preferred by the local people for heat and sound insulation

✓ Köfke is the stone with the lowest thermal conductivity (0.265 W/mK) among the stones examined and is preferred for heat and sound insulation. On the other hand, its compressive strength of 88 MPa shows that it can be used as a load-bearing wall material and as a coating material for the walls of the buildings.

✓ The high thermal conductivity coefficient of 1.761 W/mK of Toprakkale basalt samples indicates that the insulating property of the stone is not appealing. On the other hand, the compressive strength value of 93 MPa shows that it can be used comfortably in the load-bearing wall material, coating industry, and lightweight concrete production

The richness of the quarry reserves, the easy supply and the low cost can be considered as an important reason for preference in addition to the properties of the stones examined.

Author Contribution

I hereby declare that the planning, execution and writing of the article was done by me as the sole author of the article.

Conflict of Interest

I declare that there is no conflict of interest during the planning, execution and writing of the article.

Statement of Research and Publication Ethic

In the study, research and publication ethics were complied with.

References

- Avşaroğlu N. (2020). Anadolu'nun binlerce yıllık doğal taşları, *MTA Genel Müd.* Ankara
- Bakış, A., Işık, E., Hattatoğlu, F., Akıllı, A. (2014). Jeolojik miras nitelikli Ahlat Taşı'nın inşaat sektöründe kullanımı, *III. Uluslararası Ahlat-Avrasya Bilim, Kültür ve Sanat Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (Editörler Doğru M. ve Aksoy E.), 46-59, 22-24 Eylül Ahlat- Bitlis.
- Bicer, A. (2019-a). Ahlat ve Malazgirt yapı taşlarının bazı fiziksel özellikleri, *Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi*, 31(2), 301-307.
- Bicer, A. (2019-b). Some physical properties of the building stones from southeastern Anatolia region, *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 2(1), 9-15.
- Bicer, A. (2019-c). Some physical properties of the building stones from Elazığ-Nevşehir region, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), 96-102.
- Bicer, A., Çelik, N. (2020). Influence of pine tree resin on thermo-mechanical properties of pumice-cement composites, *Cement and Concrete Composites*, 112, September, 2020, 103668
- Bicer, A. (2021), The thermal and mechanical properties of the building stones in Eskisehir - Kayseri and Kırşehir regions, *MTU Journal of Engineering and Natural Sciences Special* 2(2), 40-48, 2021
- BS 812-109, (1990) Standards, Testing aggregates-part 109: methods for determination of moisture content. *British Standards Institution.*
- Çelik, M.Y. (2003). Dekoratif doğal yapı taşlarının kullanım alanları ve çeşitleri, *Madencilik*, 42 (1), 3-15
- Denko, S. (1990). Shotherm Operation Manual No 125-2. K.K. Instrument products department, 13-9, Shiba Daimon, Tokyo, 105, Japan.
- Gevrek, A.İ., Kazancı, N. (1991). İgnimbrit: oluşumu ve özellikleri, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, Ankara.38, 39-42
- Kazancı, N., Gürbüz, A. (2014). Jeolojik miras nitelikli Türkiye doğal taşları, *Türkiye Jeoloji Bülteni*. 57: 1.
- Kılıç, S. (2011). Tanklarda kullanılan organik ve mineral taşların insan üzerine etkileri. *Karadeniz Araştırmaları Dergisi*, 29, 119-132.
- Kumsar, H., Çelik, B.S., Aydan, Ö., Ulusay, R. (2003). Aphrodisias: Anatolian Antique City of building and sculptural stones. *Proceedings of the International Symposium on Industrial Minerals and Building Stones*, 15-18 September 2003, İstanbul, E. Yüzer, H. Ergin and A. Tuğrul (eds.), 301-309.
- Pivko, D. (2003). Natural stones in earth's history, *Acta Geologica*, 58, 73-86.
- Taşlıgil, N., Şahin, G. (2016). Yapı malzemesi olarak kullanılan Türkiye doğal taşlarının iktisadi coğrafya odağında analizi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 33, 607-640.
- Toksoy, M. (1988). Thermal conductivity coefficients of industrial materials, *Journal of Engineers and Machinery*, 347, 12-15
- TS 699, (2009). The test and experiment methods of natural building stones, *TSE*, Ankara.
- URL-1, <https://tr.euronews.com/2015/07/23/misir-piramitlerinin-gizemi-cozuluyor-mu>
- URL-2, https://www.tripadvisor.com.tr/ShowUserReviews-g297962-d15065433-r697954386-Celebi_Sultan_Mehmet_Camii-Antalya_Turkish_Mediterranean_Coast.html
- URL-3, <https://sugibidergi.com/2021/05/11/tas-anlatir-dinleyene/>
- URL-4, <https://docplayer.biz.tr/158694819-Jeolojik-miras-niteligindeki-dogal-taslarin-peyzaj-tasariminda-kullanim-olanaklari.html>
- URL-5, <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/isparta/kulturenvanteri/garnizon-binas>
- URL-6, <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/isparta/kulturenvanteri/valilik-binasi>
- URL-7, <https://semtasyapi.com/hizmetler/yapisal-peyzaj/sert-zemin-doseme-uygulamalari/>
- URL-8, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/741990>
- Vysniauskas, V.V, Zikas, A.A. (1988). Determination of the thermal conductivity of ceramics by the Hot-Wire Technique. *Heat Transfer Soviet Research*, 20 (1), 137-142.



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764



1. KAPSAM VE GENEL BİLGİ

Dergimiz 2019 yılının Mayıs ayında kurulmuş olup, dergi kapsamı konularında fen bilimleri, mühendislik ve tasarım teknolojisi alanlarında yapılan akademik çalışmalarını kapsamaktadır. Dergimizde Türkçe ve İngilizce dilinde makale yazımı imkanı bulunmaktadır. **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED)**; dergi kapsamı alanlarında hazırlanmış özgün araştırma makalelerin, güncel derlemelerin, konferans bildirilerinin, teknik notların ve editöre mektupların yayımlandığı *uluslararası indeksli hakemli bir bilimsel dergidir*. IJEASED yılda iki kez elektronik ortamda yayımlanan, açık erişimli ve makale kabulünden sonra işlem ücreti olan, makalelerin en az iki hakem tarafından kör hakemlik uygulamasıyla değerlendirilen, yayın dili Türkçe ve İngilizce olan hakemli bir dergidir.

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED); bütün Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Tasarım alanlarında daha önce başka yerlerde yayınlanmamış, özgün araştırma makaleleri, güncel derlemeler, konferans bildirileri, teknik notlar ve editöre mektuplar yayınlanır. Dergi *bilimsel ve hakemli* bir dergi olup, *Temmuz ve Aralık* aylarında olmak üzere yılda *2 kez çevrimiçi* ortamda *elektronik* yayımlanır. Derginin amacı araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin bilimsel yayına dönüştürülmesi, ulusal ve uluslararası indekslere girerek evrensel bilime katkı sağlamaktır.

2. YAYIN DİLİ VE ANLATIM

Dergide yayınlanacak tüm yazılar için yayın dili 2019'dan itibaren olmak üzere Türkçe ve İngilizce'dir. Makale içerisinde yazar tarafından gerçekleştirilen çalışmalara yönelik (Deneysel çalışmalar, analizler vb) anlatımlarda üçüncü şahıs kullanılmaya özen gösterilmelidir.

3. ELEKTRONİK ORTAMDA BAŞVURU

Dergi ile ilgili *tüm yazışmalarda* DergiPark tarafından sağlanan arayüz kullanılmalıdır. Dergi *yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış* makaleler, basılı kopyaya gerek olmaksızın, Ulakbim Dergipark üzerinden <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased> adresi kullanılarak

gönderilmelidir. Dergiye makale göndermek isteyen yazarların yazım kuralları ile birlikte "**Gönderi Kontrol Listesi**"ndeki her maddeyi de kontrol etmeleri gerekmektedir. Makaledeki bilgilerin doğruluğunun sorumluluğu yazar(lar)a aittir. Yayınlanacak makalelerde, araştırma ve yayın etiğine uygunluk esastır. "**Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu**" doldurulup bütün yazarlar tarafından imzalanmalıdır. Yayın ile ilgili işlemler bu formun tesliminden sonra başlar. Bu formun farklı kopyaları başka şehirlerde yaşayan yazar(lar) tarafından ayrı ayrı imzalanıp gönderilebilir. Hayvanların veya zararlı maddelerin kullanıldığı araştırmalarda "**Etik Kurul İzin Belgesi**"nin makaleye eklenmesi gerekir. İnsanların denek olarak kullanıldığı araştırma sonuçlarını içeren makalelerde yazar(lar), "insan denemeleri üzerinde yetkili kurul" etik standartlarına ve gözden geçirilmiş Helsinki bildirgesi 1983'e uygunluğunu belgelemeleri gerekir.

4. DEĞERLENDİRME SÜRECİ

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne iletilen yazılar öncelikle dergi baş editörünün yönlendireceği bölüm editörü tarafından konu başlığı ve anahtar kelimelere dayanılarak biçimsel açıdan değerlendirilir. Bu ön kontrol aşamasında öncelikle intihal tespit yazılımları kullanılarak benzerlik raporları oluşturulur. Aday yayının benzerlik raporu toplamda **%15**, tek bir kaynaktan ise **%5** oranından fazla olmamalıdır. Daha sonra incelenecek yayının dergi formatına uygun olup olmadığına karar verilir. "Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu" olmayan veya eksik olan aday yayınlar ile benzerlik oranı sınırlarını aşan aday yayınlar ön incelemeye alınmaz. Dergi yazım kurallarına uygun hazırlanmayan makaleler düzeltilmek üzere yazara geri gönderilir. Formata uygun olarak hazırlanan yazılar dergi baş editörü tarafından inceleme sürecinin gerçekleştirilmesi için ilgili bölüm editörüne yönlendirilir.

Bölüm editörü bilimsel içerik bakımından değerlendirilmek üzere aday yayını, konusuna uygun olarak en az üç hakeme yönlendirir. Hakem seçiminde öncelikle konu ile ilgili dergi yayın danışma kurulu üyelerinden ya da alanında uzman başka bir bilim insanından yararlanılır. Hakemler değerlendirmeleri sonucunda, uygun, düzeltilerek yayımlanabilir, düzeltildikten sonra tekrar görmek isterim, istediğim düzeltmelerin kontrolünü derginin uzman bilimsel ekibi tarafından yapılması uygundur veya yayımlanamaz şeklinde kararları verebilirler. Düzeltme istenen yazılarla ilgili olarak yazar gerekli düzeltmeleri yapar. Ayrıca katılmadığı hususlarla ilgili olarak gerekçeli yazısını dergiye gönderir. Hakem kurulu tarafından farklı türde değerlendirilen yazılar için bölüm editörü kendi görüşünü de ekleyerek değerlendirmenin sonuçlandırılması için baş editöre iletir. Değerlendirmede son karar baş editöre aittir. Baş editör gerekli görürse yeni bir hakem tayin eder veya yazı ile ilgili kararını sonuçlandırır. Tüm değerlendirmeler sonucunda kabul ya da red kararı gerekçeleri ile birlikte DergiPark üzerinden yazışmadan sorumlu yazara iletilir. Değerlendirme sonucu kabul edilen makaleler dergi sekreteryası tarafından esasa bağlı kalınarak yayına uygun formata dönüştürülür. Dergide yayımlanan makaleler başka hiç bir yerde yayımlanamaz veya bildiri olarak sunulamaz. Kısmen veya tamamen yayımlanan makaleler kaynak gösterilmeden hiçbir yerde kullanılamaz. Dergiye gönderilen makalelerin içerikleri özgün, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır. Değerlendirmeye sunulacak çalışmaların bir başka dergiye gönderilmediği veya basılmadığı ön yazı ile belirtilmelidir. Makale basım için kabul edilmezse "Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu" nun yasal bir önemi kalmaz ve hükümsüz olarak kabul edilir. Bu Form'un

imzalanması ile yazarlar, makalenin “**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ (IJEASED)**” web sayfasında yayınlamasına ilaveten makalenin tamamı veya bir kısmının yasal olarak çoğaltılması ve dağıtılması hakkını Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi’ne devrederek, kendi haklarından feragat etmektedirler.

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne gönderilen çalışmalar aşağıdaki süreçlerden geçmektedir:

Hakem değerlendirme öncesi süreç:

- 1- Yazar(lar) çalışmalarını Dergipark platformu aracılığıyla dergiye gönderirler.
- 2- Editör kurulu 15 gün içerisinde, çalışmanın okunabilir, tamamlanmış, orijinal olup olmadığını, derginin yayın politikası doğrultusunda değerlendirirler.
- 3- Editör kurulu yukarıdaki özelliklere sahip olan çalışmaları **çift kör hakemlik sistemi** doğrultusunda değerlendirme aşamasına alır yada çalışmayı yazar(lar)a gerekçelerini sunarak Dergipark platformu üzerinden geri gönderirler.

Hakem değerlendirme süreci:

- 1- Editör kurulu, hakem değerlendirme sürecine girecek çalışmaları belirledikten sonra, **en az iki hakemin** değerlendirmesine sunulmak üzere çalışmayı hakeme iletirler.
- 2- Hakemlerin gönderilen davete yanıt vermeleri için 15 gün süreleri bulunmaktadır. Hakemlerin davete yanıt vermemeleri durumunda, 7 günlük ek zaman diliminde yanıt verebilmeleri için hakemlere davet yeniden gönderilir.
- 3- Davet hakemlerden biri ya da ikisi tarafından kabul edilmezse, çalışmanın iki hakem tarafından değerlendirilebilmesi için davet yeni hakemlere iletir.
- 4- Davet kabul edildikten sonra hakemlerin çalışmayı değerlendirme süresi 42 gündür. 42 gün içerisinde hakemler çalışmayı değerlendirmezse, 7 gün ek süre verilir. Hakemler değerlendirmelerini **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'**nin yayın kurulu tarafından oluşturulmuş hakem değerlendirme formu üzerinden gerçekleştirirler.
- 5- Çalışma hakemler tarafından değerlendirildikten sonra, çalışma yazar(lar)a hakem adlarını görmeyecekleri biçimde iletir ve yazar(lar) gerekli düzenlemelerini gerçekleştirirler.
- 6- Hakemler arasında kabul-red uyuşmazlığı olması durumunda, çalışma editör kurulunun onayıyla yayınlanabilir, reddedilebilir ya da üçüncü bir hakeme iletilebilir.

Hakem değerlendirme sonrası süreci:

- 1- Editör hakemlerden gelen değerlendirme sonucuna göre, yazardan gerekli değişiklikleri yapmalarını ve revize edilmiş dosyayı yüklemelerini isterler veya değerlendirme sonuçlarının durumuna göre makaleye "**Red**" kararı verilebilir.
- 2- Yazım Kural Kontrolü bu adımda da yapılır.

3- Editör revizyondan sonra hakem değerlendirmesinin olumlu sonuçlanmasının ardından makaleyi kabul eder ve düzenlemeye geçer. Düzenleme işleminden sonra Dergi gelecek sayısında veya sayının Erken görünümünde yazar veya yazarların makalesini yayına alır.

5. ETİK SORUMLULUKLAR VE POLİTİKALAR

Editörlerin Görevleri

- Derginin editörü sunulan makalenin yayınlanma koşullarına, tek başına ve bağımsız olarak karar vermektten sorumludur. Nihai karara varılmadan önce, dergiye yüklenen makalenin geçerliliği, önemi ve yeniliği her zaman dikkate alınmalıdır.

- Editör ve alan editörleri, derginin yayın kurulunun ilkelerini izleyerek telif hakkı ihlali ve intihal gibi konuları bu ilkeler doğrultusunda değerlendirir. Editör, nihai karara varmak için alan editörleri veya hakemlerle de işbirliği yapabilir.

- Editör ve alan editörleri, ilgili alanda uzman hakemler aracılığıyla değerlendirme sürecinin eşit, adil ve zamanında tamamlanmasından sorumludur. Herhangi bir ek hakeme ihtiyaç duyulmadıkça, editör veya alan editörü, dergiye gönderilen makalenin en az iki harici ve bağımsız hakem tarafından değerlendirilmesini sağlar.

- Makaleler, yazarların ırk, cinsiyet, cinsel yönelim, dini inanç, etnik köken, vatandaşlık veya siyaset felsefesi dikkate alınmadan, editör veya alan editörü tarafından içeriklerine ve yeniliklerine göre değerlendirilmelidir.

- Derginin yayın politikaları şeffaf olmalı ve hakemler ve yazarlardan gelen dürüst raporlar içermelidir. Ayrıca, editör ve alan editörleri, herhangi bir teknik problem haricinde, tüm dergi iletişimleri için, dergi standart elektronik sistemini kullanmalıdır.

- Editör, editör kararlarının temyizinde, şeffaf bir açıklama süreci kullanacaktır.

- Editör, derginin sıralamasını etkilemeye çalışmamalı ve bu amaçla mantıklı bilimsel nedenler olmadıkça, yazarları editörün veya alan editörlerinin makalelerini eklemek için zorlamamalıdır.

- Dergiye gönderilen tüm makalelerin gizliliği, ilgili taraflarla iletişim ve hakemlerin kimlik bilgileri editör ve alan editörü tarafından korunmalıdır.

- Henüz basılmamış materyaller, gönderilen makalenin bilgi ve içerdiği fikirler, editör veya alan editörünün kendi araştırmasında, yazarın yazılı rızası olmadan kullanılmamalıdır.

- Yayıncının herhangi bir potansiyel editöriyel çıkar çatışması varlığında bilgilendirilmesi gerekir. Yayıncı, buna ilişkin bildirimleri dergide yayımlayabilir.

- Editör veya alan editörü, kendisi, aile üyesi veya meslektaşları tarafından yazılmış makaleler hakkında herhangi bir karar vermemelidir. Bu tür bir başvuru, derginin genel prosedürlerine tabi olmalı ve bu işlem ilgili yazar / editör ve araştırma grupları dahil edilmeden yapılmalıdır.

- Editör, şüpheli suistimali inceleyerek yayınlanan kaydın bütünlüğünü korumalıdır.

- Şüpheli bir durum varlığında, eğer gerekirse, editör makale yazarıyla bağlantıya geçmeli ve ilgili talepler hakkında kendisini bilgilendirmelidir. Ancak böyle bir durumda editör, ilgili kurumlar ve araştırma merkezleriyle de iletişim kurabilmelidir.

- İntihal durumunda, editör yayıncı ile birlikte hareket etmeli ve bu duruma ilişkin düzeltilme, geri çekilme veya açıklayıcı ifadenin derhal yayınlanmasını sağlamalıdır.

Hakemlerin Görevleri

- Hakem değerlendirmesi sürecinde hakemlerin yukarıda belirtilen etik durumlara dikkat etmesi ve makaleyi nesnel olarak ele alması beklenir.

- Makalenin konusu, hakemlerin alanlarıyla ilgili değilse veya hakem makaleyi zamanında değerlendiremeyecekse, hakemin değerlendirme sürecini reddetmesi ve editörü derhal bilgilendirmesi beklenir.

- Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne (IJEASED) gönderilen tüm makaleler gizlidir. Hakemler ayrıca, makale hakkındaki herhangi bir inceleme veya bilgiyi kimseyle paylaşmamalıdır. Ayrıca hakemler editörden izin almadan yazarlarla iletişim kurmamalıdır.

- Hakem tarafından gözden geçirilen makalede sunulan bilgi veya fikirler, hakemlerin kişisel faydalarına yönelik kullanılmamalıdır.

- İnceleme yapıcı olmalı, intihal gibi etik konular konusunda çok dikkat edilmelidir. Herhangi bir intihal durumunda, hakem editörü derhal uyarmalıdır.

-Yorumlar objektif olmalı ve herhangi bir kişisel eleştiriyi içermeyen argümanlarla desteklenmelidir.

- Herhangi bir potansiyel çıkar çatışması olması durumunda, hakem editörü veya alan editörünü uyarmalı ve makale değerlendirmeyi reddetmelidir.

- Makaleyi değerlendirmek üzere atanan hakemin, hakemlerin (veya ortaklarının) çalışmalarının refere edilmesine ilişkin önerisi, hakemin alıntı sayısının arttırılması niyeti olmadan bilimsel olarak makul olmalıdır.

Yazarların Görevleri

- Dergiye, bir araştırma makalesi veya kısa bir makale (short communication) gönderen yazarlar, makalenin içeriğinde, çalışmanın önemini vurgulayan orijinal sonuçlar ve tartışmaların olmasına dikkat etmelidir. Yüklenen makale derleme veya diğer türde bir makaleyse, içeriklerinin somut ve nesnel olması gerekmektedir.
- Dergiye gönderilen makaleler yeterince referans içermeli ve ayrıntılı bir şekilde yazılmalıdır.
- Çalışmanın destek kaynaklarından tümünün, makalenin teşekkür kısmında belirtilmesi gerekir.
- İntihal ve tartışmalı, yanlış ifadeler gibi etik olmayan konular, bir makale içeriğinde asla kabul edilemez.
- Bir yazar aynı makaleyi kısmen (bir özet veya yayımlanmış bir dersin veya akademik tezin veya elektronik bir basımın dışında) veya tamamen birden fazla dergiye göndermemelidir. Bu tür bir davranış etik değildir ve dergi tarafından kabul edilmez.
- Çalışmanın oluşturulmasında içeriğe entelektüel açıdan katkı sağlamayan kişiler, yazar olarak belirtilmemelidir.
- Yayınlanmak üzere gönderilen tüm çalışmaların varsa çıkar çatışması teşkil edebilecek durumları ve ilişkileri açıklanmalıdır.
- Bir ortak yazar olmak için, makalenin içerik, tasarım ve uygulama alanlarına önemli katkılarda bulunulmalıdır. Dil editörleri veya tıbbi yazarlar, teşekkür bölümünde belirtilmelidir.
- Yazar(lar)ın yayınlanmış, baskıda veya değerlendirme aşamasındaki çalışmasıyla ilgili bir yanlış ya da hatayı fark etmesi durumunda, dergi editörünü veya yayıncıyı bilgilendirme, düzeltme veya geri çekme işlemlerinde editörle işbirliği yapma yükümlülüğü bulunmaktadır.
- Değerlendirme süreci başlamış bir çalışmanın yazar sorumluluklarının değiştirilmesi (Yazar ekleme, yazar sırası değiştirme, yazar çıkartma gibi) teklif edilemez.
- Makalenin İlgili yazarı, uygun ve uygunsuz ortak yazarlardan sorumludur. Ayrıca ilgili yazar, makalenin son hali ve gönderildiği dergi konusunda tüm ortak yazarlardan ilgili onayları almalıdır.
- Tüm yazarlar, makalenin tüm bölümlerinden sorumludur.
- Eğer makale, hayvan veya insan deneklerin kullanımını içeriyorsa, uygun kurumsal komite (ler) in onayı gibi gerekli belgeler ve bununla ilgili bir ifade yazısı, yazar tarafından dergiye sağlanmalıdır.

- Yazarın fark ettiği tüm önemli hataların derhal editöre bildirilmesi gerekir. Herhangi bir düzeltme yapılması durumunda, yazar, editör veya alan editörü tarafından istenen kanıtları sağlamakla yükümlüdür.

- Geliştirme, yer değiştirme, herhangi bir kısmın çıkartılması gibi orijinalliğine zarar verecek karmaşık değişiklikler, makale içinde yer alan görüntüler ve resimler için kabul edilemez. Bu tür değişiklikler etik dışı olarak algılanır ve gerekli önlemler alınır.

- Sorumlu yazar, bütün yazarların adına yetkili kişidir. Yazar(ları) makale sürecinden bilgilendirmesi kendi sorumluluğundadır. Dergi kurulu çalışması kabul edilen yazar(lar) arasında yaşanan çıkar çatışmazlığından sorumluluk kesinlikle kabul etmez.

Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler

Uydurma: Bir bilimsel araştırma yapılmadan yapılmış gibi veriler uydurmak, bunları rapor etmek veya yayınlamak,

Çarpıtma: Araştırma kayıtları ve elde edilen verileri tahrif etmek, araştırmada kullanılmayan yöntem, cihaz ve materyalleri kullanılmış gibi göstermek, araştırma hipotezine uygun olmayan verileri değerlendirmeye almamak, ilgili teori veya varsayımlara uydurmak için veriler ve/veya sonuçlarla oynamak, destek alınan kişi ve kuruluşların çıkarları doğrultusunda araştırma sonuçlarını tahrif etmek veya şekillendirmek,

İntihal (Aşırma): Başkalarının fikirlerini, yöntemlerini, verilerini, uygulamalarını, yazılarını, şekillerini veya eserlerini sahiplerine bilimsel kurallara uygun biçimde atıf yapmadan kısmen veya tamamen kendi eseriymiş gibi sunmak,

Sahtecilik: Araştırmaya dayanmayan veriler üretmek, sunulan veya yayınlanan eseri gerçek olmayan verilere dayandırarak düzenlemek veya değerştirmek, bunları rapor etmek veya yayınlamak, yapılmamış bir araştırmayı yapılmış gibi göstermek,

Tekrar yayım (Dublikasyon): Bir araştırmanın sonuçlarını, ilk yayınlandığı derginin editöründen izin almaksızın başka dergide tekrar yayınlamak,

Dilimleme: Bir araştırmanın sonuçlarını araştırmanın bütünlüğünü bozacak şekilde, uygun olmayan biçimde parçalara ayırarak ve birbirine atıf yapmadan çok sayıda yayım yaparak doçentlik sınavı değerlendirmelerinde ve akademik terfilerde ayrı eserler olarak sunmak,

Haksız yazarlık: Aktif katkısı olmayan kişileri yazarlar arasına dâhil etmek, aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dâhil etmemek, yazar sıralamasını gerekçesiz ve uygun olmayan bir biçimde değerştirmek, aktif katkısı olanların isimlerini yayım sırasında veya sonraki baskılarda eserden çıkarmak, aktif katkısı olmadığı halde nüfuzunu kullanarak ismini yazarlar arasına dâhil ettirmek,

Diğer etik ihlali türleri: Destek alınarak yürütölen araştırmaların yayımlarında destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile onların araştırmadaki katkılarını açık bir biçimde belirtmemek, insan ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda etik kurallara uymamak, yayımlarında hasta haklarına saygı göstermemek, hakem olarak incelemek üzere görevlendirildiği bir eserde yer alan bilgileri yayımlanmadan önce başkalarıyla paylaşmak, bilimsel araştırma için

sağlanan veya ayrılan kaynakları, mekânları, imkânları ve cihazları amaç dışı kullanmak, tamamen dayanaksız, yersiz ve kasıtlı etik ihlali suçlamasında bulunmak.

6. ÜCRETLENDİRME POLİTİKASI

6.1. Açık Erişim (Open Access) Yayın Modeli Nedir?

Günümüzde okuyucular bilimsel içerikli makalelere erişmek amacıyla ya abonelik için ya da bir makaleyi her indirdiklerinde bir ücret ödemek durumundadırlar. Dergi abonelik ücretlerinin artmasıyla birlikte, kütüphaneler daha az dergiye abone olabilir ve bu da okuyuculara sunulan makale çeşitlerini sınırlayabilir. Açık erişimli yayın modeli, ilgili tüm okuyucuların herhangi bir makaleyi abonelik olmadan görüntülemesine, indirmesine, yazdırmasına ve yeniden dağıtmasına izin verir; bu, bir yazarın çalışmasının çok daha fazla dağıtımını sağlayabilir. Açık erişim modeli ile bilim camiası ve ilgili paydaşlar dergilerde yayınlanan tüm içeriklere internette yayınlanır yayınlanmaz ücretsiz olarak anında erişebilmektedir.

6.2. Makale işlem ücreti (article processing charge; APC) nedir?

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'nde (IJEASED); (e-ISSN 2667-8764) dergisi açık erişim modeli kapsamında yayınlanmaktadır. Ancak, açık erişim yayıncılığı maliyetsiz değildir. Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'nde (IJEASED) çevrimiçi abonelik veya makalelere erişim ücretlendirilmediğinden editöryal ve yayım maliyetlerini karşılanması için, hakem değerlendirmesinden sonra yayımlanmak üzere kabul edilen makalelerden "Makale işlem Ücreti" (article processing charge; APC) talep edilmektedir. Bu ücret, bir makaleyi bitmiş bir makaleye dönüştürme maliyetlerini ve bir makaleyi barındırma, dağıtma, tanıtma, dizgi, düzenleme ve görevli personel maliyetlerini kapsar. Bu nedenle hakem değerlendirmesinden sonra 2022 yılının Temmuz 4 (1) sayısından itibaren yayımlanmak üzere kabul edilen makalelerden "Makale işlem Ücreti" (article processing charge; APC) alınacaktır.

6.3. Makale işlem ücreti (article processing charge; APC) süreç açıklaması

Bir makale gönderildiğinde, makalenin kalite kontrolleri, hakem değerlendirmesi, mizanpaj ve tanıtımının zamanında ve yüksek standartta yapılmasını sağlamak için birçok farklı editöryal süreçten geçmektedir.

Bu süreçler şunları içerir:

- Editöryal Tarama - ilk teknik ve etik kontrolleri yapan kişi
- Editöryal İşlemler - derginin editörlerinin inceleme sürecini yönetmesine yardımcı olan
- Makale Mizanpajı - makaleyi profesyonel bir dizgi makalesine dönüştürenler
- Makale Düzeltme - yazarları ve editörleri destekleyen düzeltme sürecini koordine eden
- Editöryal Kalite Güvencesi - makalenin ve inceleme sürecinin derginin yönergelerine ve politikalarına uygun olduğundan emin olmak için son bir kontrol yapan kişi

- Dergi Geliştirme - yazarlarımızı, editörlerimizi ve hakemlerimizi destekleyen, derginin mümkün olduğunca geniş bir şekilde indekslenmesini ve yayınlanan makalelerin hak ettikleri ilgiyi görmesini sağlar.

Makale İşlem Ücreti: 400.00 TL

7. MAKALE GERİ ÇEKME POLİTİKASI

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED) yayım politikaları gereği, bir çalışma veya makalenin geri çekilmesi aşamasında yazar(lar)a ve yayım kuruluna düşen görev ve sorumluluklar aşağıda verilmiştir.

Yazarlar

Yazar(lar)ın yayımlanmış, erken görünüm veya değerlendirme aşamasındaki **çalışmasıyla ilgili bir yanlış ya da hatayı fark etmesi durumunda**, geri çekme işlemlerinde dergi editörüyle işbirliği yapma yükümlülüğü bulunmaktadır. Değerlendirme aşamasındaki çalışmasını geri çekme talebinde bulunmak isteyen yazar(lar), **Makale Geri Çekme Formu- Article Withdrawal Form**'nu doldurarak her bir yazarın ıslak imzası ile imzalanmış ve taratılmış halini **Dergi Baş Editörü'ne muh.semihtaskaya@gmail.com** adresi üzerinden e-posta aracılığıyla yayım kuruluna iletmekle yükümlüdür. Yayım Kurulu geri çekme bildirimini inceleyerek en geç 15 gün içerisinde dönüş sağlar. Yayım kurulu tarafından telif hakları **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım (IJEASED) Dergisi'ne** gönderim aşamasında devredilmiş çalışmaların geri çekme isteği onaylanmadıkça yazarlar çalışmasını başka bir dergiye değerlendirme için gönderemezler.

Önemli Not:

Yazar(lar) çalışmasıyla ilgili haklı bir gerekçe sunmadığı, değerlendirme görevinde bulunan hakemlerimizde kararlarıyla, keyfi sebeplere bağlı yazar(lar)ın isteğine göre makale geri çekme talebi bulunursa, Editör ve Yayın Kurulumuz **kesinlikle bu talebi kabul etmeyecektir**. Ayrıca dergi editörlük ve yayım kurulu yönetimini, hakemlerin değerlendirmelerini, dergi zamanını meşgul etme ve emeğe saygısızlık olarak nitelendirilecek; dergimize bu kasıtlı talepte bulunanlar yazar(lar)ın **2 yıl boyunca** dergimizden **men ettirileceği ve çalışma gönderemeyeceği** bilgilerine sunulacaktır.

Editörler

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED) yayım kurulu; yayınlanmış, erken görünümdeki veya değerlendirme aşamasındaki bir çalışmaya ilişkin telif hakkı ve intihal şüphesi oluşması durumunda çalışmayı ilişkin bir soruşturma başlatma yükümlülüğü taşır. Yayım kurulu yapılan soruşturma sonucunda değerlendirme aşamasındaki çalışmada telif hakkı ve intihal yapıldığını tespit etmesi durumunda çalışmayı değerlendirmeden geri çeker ve tespit edilen durumları detaylı bir şekilde kaynak göstererek yazarlara iade eder. Yayım kurulu, yayımlanmış veya erken görünümdeki bir çalışmada telif hakkı ihlali ve intihal yapıldığını tespit etmesi durumunda, en geç 15 gün içerisinde aşağıdaki geri çekme ve bildiri işlemlerini gerçekleştirir. Etik ihlali tespit edilen çalışmanın;

1. Elektronik gösterimdeki başlığının başına **“Geri Çekildi:”** ibaresi eklenir.

2. Elektronik gösterimdeki *Öz* ve *Tam Metin* içerikleri yerine çalışmanın geri çekilme gerekçeleri, detaylı kanıt kaynakları varsa yazar(lar)ın bağlı olduğu kurum ve kuruluşların konu hakkındaki bildirimleri ile birlikte yayınlanır.

3. Dergi web sitesinin ana sayfasından geri çekme bildirimini ilan edilir.

4. Geri çekme tarihinden itibaren ilk yayınlanacak sayının elektronik ve basılı kopyasının içindekiler listesine “**Geri Çekildi: Çalışma Başlığı**” şeklinde eklenir, birinci sayfasından başlamak koşuluyla geri çekme nedenleri ve buna kaynak gösterilen orijinal alıntıları kamuoyu ve araştırmacılarla paylaşılır.

5. Yazar(lar)ın bağlı olduğu kuruluş(lar)a yukarıdaki geri çekme bildirimleri iletilir.

6. Yukarıda sıralanan geri çekme bildirimleri Derginin dizinlendiği kurum ve kuruluşlar ile Milli Kütüphane Başkanlığı'na izin sistemleri ve kataloglara kaydedilmesi için iletilir.

Ayrıca yayım kurulu etik ihlalde bulunan çalışma yazar(lar)ının daha önce yayınlanmış çalışmalarının yayım evlerine veya yayım kurullarına, yayımlanan çalışmaların geçerlik ve güvenilirliğini güvence altına almalarını veya geri çekmelerini önerebilir.

8. MAKALE TÜRLERİ

Dergide yayınlanan farklı yayın formatları ile ilgili bilgiler ve yazı türlerine göre yazarların dikkat etmeleri gereken hususlar şu şekildedir:

- **Araştırma Makaleleri:** Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Yazarlar, Adresler, Türkçe Öz, Türkçe Anahtar Kelimeler, İngilizce Öz, İngilizce Anahtar Kelimeler, Giriş, Amaç, Gereç ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuçlar, gerekli ise Etik konular, Katkı Belirtme ve Teşekkür, Kaynaklar, Şekil ve Tablolarla ilgili açıklamalar içermelidir. Makale konunun uzmanları tarafından tekrarlanabilecek şekilde yeterli bilgiyi içermelidir. **Bu tür makalelerde ana metin 3500-4000 kelime arası olmalı, kaynak sayısı 40’ı aşmamalıdır.**
- **Derlemeler:** Yazar(lar)ın uzmanlık alanında yapılmış eski araştırmaların derlenip eleştirel bir şekilde yorumlanıp ortaya yeni bir görüş ileri süren çalışmaları kapsmalıdır. Derlemeler, Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Yazarlar, Adresler, Türkçe Öz, Türkçe Anahtar Kelimeler, İngilizce Öz, İngilizce Anahtar Kelimeler, Giriş, Ana Bölümler, Alt Bölümler, Sonuç, Katkı Belirtme, Kaynaklar, Şekil ve Tablolarla ilgili açıklamalar içermelidir. **Ana metin en fazla 5000 kelime olup kaynak sayısında bir kısıtlama yoktur.**
- **Editöre Mektup:** Dergide yayınlanmış makaleler hakkında veya ilgili diğer konularda soru sormak, görüş bildirmek isteyenlerin yazıları bu türde değerlendirilir. Bu tür yazılarda kapsam ve etik kavramlar göz önünde bulundurulur. **Ana metin en fazla 1000 kelime olup kaynak sayısı 10’u geçmemelidir.**

9. MAKALENİN HAZIRLANMASI

Makale Başlığı

Türkçe makaleler için hem Türkçe hem de İngilizce olarak makale konusuna uygun, amacı ve sonucu anlatan kısa ve yalın bir başlık olmalıdır. Makale başlığı koyu, ilk harfleri büyük ve ortalanarak 14 punto Times New Roman fontu ile yazılmalıdır. Türkçe makalelerde İngilizce başlık, İngilizce özetten önce verilmelidir.

Yazar İsimleri ve Adresleri

İsimler kısaltılmadan soy isimler büyük harfle başlığın altına yan yana ortalanarak yazılır. Adreslerde kısaltma kullanılmamalıdır. Farklı adreslere sahip yazarlar için rakamlı üst indis kullanılmalıdır. İsimler Times New Roman 12 punto, düz; adresler ise Times New Roman 10 punto, düz olmalıdır. **İsimlerden önce Ünvan yazılmamalıdır.** Ayrıca sorumlu yazarın telefon ve e-posta adresi 10 punto Times New Roman fontunda Sorumlu Yazar kısmına yazılmalıdır.

Özet

Bu Microsoft Word belgesi Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi'ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimize gönderilmek üzere hazırlanan makalelerin bu şablona bağlı olarak hazırlanması makalenin düzenlenme, değerlendirilme ve yayımlanma aşamalarını hızlandıracaktır. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalıdır ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Özet kısmının yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin en fazla 200 kelime olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi önerilmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

İngilizce Başlık

Makale başlığı koyu, ilk harfleri büyük ve ortalanarak 14 punto Times New Roman fontu ile yazılmalıdır.

Abstract

Bu Microsoft Word belgesi Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisine gönderilecek makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimize gönderilmek üzere hazırlanan makalelerin bu şablona bağlı olarak hazırlanması makalenin düzenlenme, değerlendirilme ve yayımlanma aşamalarını hızlandıracaktır. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalıdır ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Özet kısmının yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin en fazla 200 kelime civarında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi önerilmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

1. Giriş

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi tarafından 6 ayda bir (yılda iki kez) yayınlanan ulusal hakemli bir dergidir. Dergi, Fen Bilimleri Mühendislik ve Tasarım sahasında uluslararası düzeyde yapılan bilimsel çalışmaları bilim adamlarına, uzmanlara ve kamuoyuna duyurmayı amaçlar.

Ana metin, A4 kağıt boyutuna 2 cm kenar boşlukları ile 12 punto yazı büyüklüğünde Times New Roman yazı tipi ile 1,5 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 bir satır boşluk bırakılarak metne geçilmelidir. Başlıkla üst metin arasında da bir satır boşluk bırakılmalıdır. Paragraflar 1 cm içerden başlamalıdır. Paragraflar arasında boşluk bırakılmamalıdır.

Bu bölümde çalışmayla ilgili yeterli literatür taraması verilmeli, çalışmanın amaçları ve literatürdeki yeri vurgulanmalıdır. Detaylı literatür incelemesinden ve sonuçların özetinin verilmesinden kaçınılmalıdır.

2. Materyal ve Metot

Bu bölümde çalışmada kullanılan materyal ve metotlar detaylı ve açık bir şekilde anlatılmalıdır.

2.1. Alt Başlık

Ana başlıklar alt başlıklar içerebilir.

2.2. Şekiller, Tablolar ve Denklemler

Şekiller grafik, diyagram fotoğraf, resim, harita olabilir. Şekil yazısı şeklin alt kısmına yazılmalıdır. Hem şekil hem de şekil yazısı sayfaya ortalanmalıdır. Şekil yazılar 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 yazılmalıdır. Şekil yazılarına atıfta bulunulmalıdır.

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 ya da 10 punto ile yazılmalıdır ve tek satır aralığı seçilmelidir. Tablo yazılarına atıfta bulunulmalıdır.

Denklem ekleme ihtiyacı duyulduğunda denklemler sırasıyla 1'den başlanarak numaralandırılmalıdır. Denklem paragraftan başlanarak yazılır. Denklem numarası sağ kenara yerleştirilmelidir. Denklem ile metin arasında üstten ve alttan bir satır boşluk bırakılır. Denklemler resim formatında olmamalıdır. Word denklem düzenleyicisi tercih edilebilir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular verilmelidir. Elde edilen bulgular ile ilgili literatür çalışmaları yapılarak karşılaştırmalar yapılabilir.

4. Sonuçlar ve neriler

Bu bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar verilmelidir. Okuyucular için öneriler ve görüşler belirtilebilir.

Teşekkür

Bu kısımda çalışmada yardımları ya da destekleri bulunan kişi veya kişilere ya da kurumlara teşekkür edilebilir.

Kaynaklar

Kaynaklar yazar soyadına göre dizini hazırlanmalıdır ve sayfanın sol kenar boşluğu hizasından başlanarak yazılmalıdır. Metin içindeki literatür açıklamaları soyadı ve tarih verilmek suretiyle (Soyadı, 2017), (Soyadı ve Soyadı, 2017) şeklinde düzenlenmelidir. İkidenden fazla yazar olması durumunda birinci yazardan sonra "ark." kısaltılması yapılmalıdır (Soyadı ve ark., 2017). Birden fazla kaynak belirtilmek istendiğinde bunlar noktalı virgl ile ayrılmalıdır (Soyadı, 2017; Soyadı ve Soyadı, 2017). Kaynaklar APA formatından esinlenerek hazırlanmıştır. Aşağıda rnek olabilecek kaynaklar verilmiştir.

Periyodik yayımlar:

Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., (2017). Yayımlanan Makalenin Adı. *Makalenin Yayımlandığı Dergi Adı*, 7(1), 1-12.

Harlow, H. F. (1983). Fundamentals for preparing psychology journal articles. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 893-896.

Kernis, M. H., Cornell, D. P., Sun, C. R., Berry, A., Harlow, T., and Bach, J. S. (1993). There's more to self-esteem than whether it is high or low: The importance of stability of self-esteem. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 1190-1204.

Scruton, R. (1996). The eclipse of listening. *The New Criterion*, 15(3), 5-13.

Henry, W. A., III. (1990, April 9). Making the grade in today's schools. *Time*, 135, 28-31.

Schultz, S. (2005, December 28). Calls made to strengthen state energy policies. *The Country Today*, pp. 1A, 2A.

Moller, G. (2002, August). Ripples versus rumbles [Letter to the editor]. *Scientific American*, 287(2), 12.

Baumeister, R. F. (1993). Exposing the self-knowledge myth [Review of the book *The self-knower: A hero under control*, by R. A. Wicklund and M. Eckert]. *Contemporary Psychology*, 38, 466-467.

Brownlie, D. (2007). Toward effective poster presentations: An annotated bibliography. *European Journal of Marketing*, 41, 1245-1283. doi:10.1108/03090560710821161

Wooldridge, M.B., and Shapka, J. (2012). Playing with technology: Mother-toddler interaction scores lower during play with electronic toys. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 33(5), 211-218. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appdev.2012.05.005>

Kenneth, I. A. (2000). A Buddhist response to the nature of human rights. *Journal of Buddhist Ethics*, 8. Retrieved from <http://www.cac.psu.edu/jbe/twocont.html>

Smyth, A. M., Parker, A. L., and Pease, D. L. (2002). A study of enjoyment of peas. *Journal of Abnormal Eating*, 8(3), 120-125. Retrieved from

<http://www.articlehomepage.com/full/url/>

Kitaplar:

Soyadı, A. A., (2017). *Kitap adı*. Kitabın basıldığı yer: Yayınevi.

Mayer, D. (2010). *Essential evidence-based medicine* (2nd ed.). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Glasgow, N. A., McNary, S. J., and Hicks, C. D. (2006). *What successful teachers do in diverse classrooms*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Calfee, R. C., and Valencia, R. R. (1991). *APA guide to preparing manuscripts for journal publication*. Washington, DC: American Psychological Association.

Duncan, G. J., and Brooks-Gunn, J. (Eds.). (1997). *Consequences of growing up poor*. New York, NY: Russell Sage Foundation.

Plath, S. (2000). *The unabridged journals*. K. V. Kukil (Ed.). New York, NY: Anchor.

Laplace, P. S. (1951). *A philosophical essay on probabilities*. (F. W. Truscott and F. L. Emory, Trans.). New York, NY: Dover. (Original work published 1814)

Helfer, M. E., Kempe, R. S., and Krugman, R. D. (1997). *The battered child* (5th ed.). Chicago, IL: University of Chicago Press.

O'Neil, J. M., and Egan, J. (1992). Men's and women's gender role journeys: A metaphor for healing, transition, and transformation. In B. R. Wainrib (Ed.), *Gender issues across the life cycle* (pp. 107-123). New York, NY: Springer.

Wiener, P. (Ed.). (1973). *Dictionary of the history of ideas* (Vols. 1-4). New York, NY: Scribner's.

Sempozyum, Kongre, Bildiri:

Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., (2017, Ay). Yayımlanan Bildirinin Adı. *Bildirinin Yayınlandığı Sempozyum, Kongre, Toplantı ya da Konferans Adı* (s. 1-12). Şehir: Varsa Üniversite veya Kuruluş.

Schnase, J. L., and Cunnius, E. L. (Eds.). (1995). *Proceedings from CSCL '95: The First International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Armstrong, D. B., Fogarty, G. J., and Dingsdag, D. (2007). Scales measuring characteristics of small business information systems. In W-G. Tan (Ed.), *Proceedings of Research, Relevance and Rigour: Coming of age: 18th Australasian Conference on Information Systems* (pp. 163-171). Toowoomba, Australia: University of Southern Queensland.

Green, D. B. and DeSilva, A. (2015, June). *The toxicity levels of household chemicals*. Paper presented at the National Symposium on Air Pollution, University of Southern California, California.

Taylor, J. A. (2006, November). *Assessment: a tool for development and engagement in the first year of university study*. Paper presented at the Engaging Students: 9th Pacific Rim in Higher Education (FYHE) Conference, Griffith, Australia. Retrieved from http://www.fyhe.com.au/past_papers/2006/Papers/Taylor.pdf

Tez:

Soyadı, A. A., (2017). *Yüksek Lisans veya Doktora Tezinin Adı*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.

Yoshida, Y. (2001). *Essays in urban transportation*. Dissertation Abstracts International, 62, 7741A.

Considine, M. (1986). *Australian insurance politics in the 1970s: Two case studies*. (Unpublished doctoral dissertation). University of Melbourne, Melbourne, Australia.

Kassover, A. (1987). *Treatment of abusive males: Voluntary vs. court-mandated referrals* (Unpublished doctoral dissertation). Nova University, Fort Lauderdale, FL.

Biswas, S. (2008). *Dopamine D3 receptor: A neuroprotective treatment target in Parkinson's disease*. Retrieved from ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3295214)

Cooley, T. (2009). *Design, development, and implementation of a Wireless Local Area Network (WLAN): The Hartford Job Corps Academy case study* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 3344745)

Adams, R. J. (1973). *Building a foundation for evaluation of instruction in higher education and continuing education* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://www.ohiolink.edu/etd/>

Diğer Kaynaklar:

Bergmann, P. G. (1993). Relativity. In *The New Encyclopedia Britannica*. (Vol. 26, pp. 501-508). Chicago, IL: Encyclopedia Britannica.

Bernstein, M. (2002). 10 tips on writing the living Web. A List Apart: For People Who Make Websites, 149. Retrieved from <http://www.alistapart.com/articles/writeliving>

Hallam, A. Duality in consumer theory [PDF document]. Retrieved from Lecture Notes Online Web site: <http://www.econ.iastate.edu/classes/econ501/Hallam/index.html>

URL-1: <http://www.giresun.edu.tr>, (Erişim Tarihi: 22 Mart 2017).

10. İNTİHAL DENETİMİ POLİTİKASI

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi (IJEASED) yayın etiği gereği "**Kör Hakemlik Değerlendirme Süreci**"nden geçmiş her çalışmanın bütünlüğünü korumak adına intihal denetiminden geçirilmesini zorunlu kılar. Bu kapsamda her çalışmanın Türkçe ve İngilizce nüshaları yayın kurulunun uygun bulduğu bir firma tarafından intihal denetiminden geçirilir. Denetim kapsamında oluşan maddi sorumlulular yazar(lar)a aittir.

İntihal denetimi **Turnitin, İntihal.net ve iThenticate** yazılımları aracılığıyla gerçekleştirilir. Her çalışmanın yazılımlar aracılığıyla ortaya çıkan eşleşmeleri derinlemesine incelenerek gönderme ve atıfı doğru olan eşleşmeler ayıklanır. Ayıklama sonucunda kalan eşleşmeler incelenerek hatalar tespit edilir ve yayın kurulu için raporlaştırılır. Yayın kurulu her çalışmanın intihal denetim raporu ışığında çalışma hakkında nihai kararını verir. Raporla yer alan hataların yazarlar tarafından düzeltilmesi istenebilir veya çalışma yazarlara iade edilebilir, "**Red**" kararı verilebilir.

11. SORUMLULUK REDDİ

IJEASED – ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM DERGİSİ kapsamında yayınlanan bütün eserlerin "**Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi**" hükümlerine ve ilgili mevzuata uygunluğu **tamamen yazarın sorumluluğundadır.** Söz konusu yönetmeliğin bütün hükümleri saklı kalmak üzere özellikle:

- Aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dahil etmemek,
- Destek alınarak yürütülen araştırmalar sonucu yapılan yayınlarda destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile bunların katkılarını belirtmemek
- Etiğe aykırı eylemlerin gerçekleşmesi halinde asıl müellif, zarar gören veya hakları olumsuz etkilenen kişi ve kuruluşların rıza göstermesi ilgililerin sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.

hususlarının etik ihlali teşkil etmesi nedeniyle yazarlar lisansüstü tezlerinden yaptıkları yayınlarda, tez çalışmasının yapıldığı kurum ve tez danışmanının bilgilerine eser künyesinde yer vermek zorundadır.

“Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” ve ilgili mevzuatın hükümlerinin ihlalinden doğabilecek bütün yasal yükümlülükler **tamamen yazarlara aittir.**



IJEASED

**ULUSLARARASI DOĞU ANADOLU FEN MÜHENDİSLİK VE TASARIM
DERGİSİ / INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

ISSN: 2667-8764

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
15 (Temmuz 2022)

ISSN: 2667-8764

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

Sayı / Issue: 1

Cilt / Volume: 4

Temmuz / July 2022

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

ASLAN, A.; Change of Heating and Cooling Degree-Hours for Different Base Temperatures: A Case Study of Bandırma / <i>Farklı Denge Sıcaklıkları İçin Isıtma ve Soğutma Derece-Saatlerinin Değişimi: Bandırma Örneği</i>	1-14
DÖNMEZ, U., SOYŞAN KEBELİ, D.; Geri Dönüştürülmüş Polipropilen Nonwoven Teleflerin Spunbond Kumaşlarda Kullanılabilirliğinin İncelenmesi / <i>Investigation of Usability of Recycled Polypropylene Nonwoven Waste in Spunbond Fabrics</i>	15-31
ŞİMŞEK, S., PERKER, Z.S.; Ulusal Mermer İşletmesi Temsilcilerinin Mermer Atığı Oluşumuna Yönelik Gözlemleri ve Atık Değerlendirme Konusundaki Düşünceleri Üzerine Bir Araştırma / <i>A Research On The Observations Of The National Marble Enterprise Representatives On The Formation Of Marble Waste And Their Opinions On Waste Evaluation</i>	32-52
HOCAOĞLU, T., BİNGÖL, B.; Futbol Sahalarında Hibrit Çim Kullanımının İrdelenmesi / <i>Investigation of Hybrid Grass Use in Football Fields</i>	53-66
BICER, A.; Thermal and Mechanical Properties of Certain Building Stones Located at Mediterranean Region / <i>Akdeniz Bölgesi'nde Yer Alan Bazı Yapı Taşlarının Isıl ve Mekanik Özellikleri</i>	67-76