

ULUSLARARASI *Yapı Malzemeleri, Mühendislik ve Mimarlık Kongresi*

ICONSTRUCTION MATERIALS
ENGINEERING AND
ARCHITECTURE CONGRESS

12-14 Haziran 2020

Ankara, TÜRKİYE

KONGRE KİTABI



ULUSLARARASI
Yapı Malzemeleri,
Mühendislik ve Mimarlık
Kongresi
12-14 Haziran 2020
Ankara, TÜRKİYE

ICON||TECH||
JOURNAL
ISSN 2717-7270



KONGRE KİTABI

Editör: Dr. Yıldırım İsmail TOSUN

**All rights of this book belongs to ISPEC. Without
permission can't be
duplicate or copied.*

*Authors of chapters are responsible both ethically
and juridically.*

Yayın tarihi: 28.06.2020
ISBN: 978-625-7139-11-3

ULUSLARARASI
Yapı Malzemeleri, Mühendislik
ve Mimarlık Kongresi

Tarih ve Yeri
12-14 Haziran 2020
Ankara, TÜRKİYE

Düzenleyen Kurumlar
ICONTECH INTERNATIONAL JOURNAL
ISPEC Yayınevi

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Ali BİLGİLİ- Ankara University

Dr. Yıldırım İsmail TOSUN -Sirnak University

Doç. Dr. Dinara FARDEEVA- Rusya Bilimler Akademisi

Doç. Dr. Ümit H. KAYNAR- Bakırçay Üniversitesi

Doç. Dr. Rıza POLAT- Atatürk Üniversitesi

Dr. Malik YILMAZ-Üye- Atatürk Üniversitesi

Dr. Serhat DEMİRHAN- Batman Üniversitesi

Dr. Sibel POLAT- Kafkas Üniversitesi

Dr. Esra LAKOT ALEMDAĞ- Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Kongre Dilleri
Türkçe, İngilizce, Rusça

BİLİM KURULU

- Dr. Shaukat Aref Mohammed - University of Zakho
Dr. Adem AKPINAR - Uludağ University
Dr. Ahmet Hanifi ERTAŞ - Bursa Technical University
Dr. Almaz AHMEDOV - Bakü State University
Dr. Ali BİLGİLİ -Ankara University
Dr. Selçuk KAYA - Katip Çelebi University
Dr. Naim DEREBAŞI- Bursa Uludağ Üniversitesi
Dr. Banu KOZ - Karamanoglu Mehmet Bey University
Dr. Deniz ATALAYER - Sabancı University
Dr. Fedâ REHIMOV - Bakü State University
Dr. Hamza Yaşar OCAK - Dumlupınar University
Dr. Hilale CAFEROVA - AMEA Institute of Management Systems
Dr. Kenes JUSUPOV - M. Tinisbaev Kazakh Communication Academy
Dr. Lille TANDIVALA- Shota Rustavelli State University
Dr. Guguli DUMBADZE- Batumi Shota Rustaveli State University
Dr. Maha Hamdan ALANAZI - Riyad King Abdulaziz Technology University
Dr. N.N. KERMANOVA - Al – Farabi Kazakh National University
Dr. Sudabe SALİHOVA - Azerbaijan State University
Dr. Rovshan ALİYEV - Bakü State University
Dr. Ayetül GELEN- Bursa Technical University
Dr. Muharrem Kemal ÖZFİRAT -Dokuz Eylül University
Dr. Mustafa Kemal BİLİCİ -Marmara University
Dr. Rahşan KOLUTEK -Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
Dr. Hilal KİLİNÇ- Dokuz Eylül University
Dr. Esra LAKOT ALEMDAĞ -Recep Tayyip Erdoğan University
Dr. Özlem ÖZDEMİR -Gazi University
Dr. Alpay Tamer ERTÜRK- Kocaeli University
Dr. Gül den ELEYAN - Avrasya University
Dr. Derya ÜNLÜ - Bursa Technical University
Dr. Murat EYVAZ -Gebze Technical University
Dr. Cengiz MORDENİZ - Tekirdağ Namık Kemal University
Dr. Öğr. Üyesi Aslı KÖSE- Gümüşhane University
Dr. Başak HANEDAN- Atatürk University
Neslihan AYDIN - Uludağ University
Tülay ÖNCÜ ÖNER - Manisa Celal Bayar University
Mert GULUM - Karadeniz Technical University

ULUSLARARASI
Yapı Malzemeleri, Mühendislik ve Mimarlık Kongresi
12-14 Haziran 2020 / Ankara, TÜRKİYE

CONSTRUCTION MATERIALS ENGINEERING AND
ARCHITECTURE CONGRESS
June 12-14, 2020 / Ankara, TURKEY



Kongre Programı / Program
Online (Video Konferans ile) Sunum

Online (with ZOOM Conference) Presentation Link

<https://us02web.zoom.us/j/85076166546?pwd=Mmtqd3pPMXJjNkh0aWxZUjVnKzFXdz09>

Meeting ID: 850 7616 6546
Password: 324115

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session.

The Zoom application is free and no need to create an account.

The Zoom application can be used without registration.

The application works on tablets, phones and PCs.

The options in each session must be connected to the session 5 minutes from the presentation time.

All congress participants can connect live and listen to all sessions.

Moderator - responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

Make sure your computer has a microphone and is working.

You should be able to use screen sharing feature in Zoom.

Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.

Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

If you think there are any deficiencies / spelling mistakes in the program, please inform by e-mail until 12 June 2020 (17:00) at the latest.

(All speakers required to be connected to the session 5 min before the session starts)
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.
Before you login to Zoom please indicate your name_surname and session number, exp. Assoc. Prof. Dr. Yunus Emre TANSÜ-Session 1

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ❖ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ❖ Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak “Meeting ID or Personal Link Name” yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ❖ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ❖ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ❖ Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışıyor.
- ❖ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 5 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ❖ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ❖ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ◆ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ◆ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ◆ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ◆ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir
- ◆ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

Tarih: 14 Haziran 2020

Saat: 9³⁰-11³⁰
Saat: 12⁰⁰-14⁰⁰

Oturum Başkanı:
Doç. Dr. Orhan DOĞAN

Evaluation of Some Industrial Wastes and Volcanic
Pumice as Building Materials in the Cement Sector

Dr. Abdul Vahap Korkmaz
Afyon Kocatepe University

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MERKEZ
YERLEŞKESİNİN ORTAK KULLANIM
MEKANLARININ MEKAN DİZİMİ YÖNTEMİ
İLE İNCELENMESİ

Mimar Beyzanur ÇALIŞKAN
Prof. Dr. Sare SAHİL
Doç. Dr. Çiğdem Belgin DİKMEN
Gazi Üniversitesi

APPLICATIONS OF THE BIOCHAR AT LESS
FERTILE SOIL:
A REVIEW OF THE PRESENT STATUS AND
FORTHCOMING PROSPECTS

Uzma Ayaz
*Molecular Genetics University of Poonch
Rawalakot Azad Jammu & Kashmir,
Pakistan*

MANTAR TAHRİBATINA UĞRAMIŞ İHLAMUR
VE KAVAK ODUNLARININ Shore-D SERTLİK
DEĞERLERİNİN
BELİRLENMESİ

Dr. Çağlar AKÇAY
Düzce Üniversitesi

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THERMAL
PROPERTIES OF LIGHT WEIGHT
CONCRETE USING STONE SLURRY WASTE

Athar Hussain
Rajani Lakhani
Vikas Prabhakar
Rashid Shams

AVRUPA BİRLİĞİ'NİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK,
ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE AKILLI
ŞEHİRLERE BAKIŞ AÇISI

Duygu ÇINAR UMDU
(Doktora Öğrencisi)
Dr. Öğr. Üyesi Ebru ALAKAVUK
Yaşar Üniversitesi

4. DERECE GÜN İKLİM BÖLGESİNDE
BULUNAN ÖRNEK BİR MİMARİNİN ISI
YALITIM GERİ ÖDEME SÜRESİNİN
HESAPLANMASI

Faruk YEŞİLDAL
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi

BOLU İLİNDE ÖRNEK BİR MİMARİ İÇİN ISI
YALITIM GERİ ÖDEME
SÜRESİNİN HESAPLANMASI

Dr. Öğr. Üyesi Kadir GELİŞ
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

BETONA ANKRAJLANMIŞ ÇELİK
BULONLARIN KESME PERFORMANSININ
DENEYSEL İTME-KESME TESTİ İLE
BELİRLENMESİ

Doç. Dr. Orhan DOĞAN
Zülfiye ARIÖZ
(Yüksek Lisans Öğrencisi)
Fulya HAMİDİYE
(Doktora Öğrencisi)
Dr., Burhan UZBAŞ
Kırıkkale Üniversitesi

MEVCUT YIĞMA DUVARLARA YAPILAN
KİMYASAL ANKRAJLARIN ÇEKME
PERFORMANSININ TAM VE KISMİ
SİYİRMALİ YÖNTEMLERLE DENEYSEL
OLARAK BELİRLENMESİ

Doç. Dr. Orhan DOĞAN
Yük. İnş Müh. Fatih ÇELİK
Arş. Gör. Kadir Can ERKMEN
Bassirou BANDE
(Doktora Öğrencisi)
Öğr. Gör. Melek AKGÜL
Kırıkkale Üniversitesi

<p>SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK YAPILARI VE YEŞİL HASTANE TASARIMINDA SU VERİMLİLİĞİ</p> <p>Gökçen Tuba ERİN (Yüksek Lisans Öğrencisi) Doç. Dr., Semra ARSLAN SELÇUK <i>Gazi Üniversitesi</i></p>	<p>SODYUM KARBONATLA AKTİVE EDİLMİŞ YÜKSEK FIRIN CÜRUFU HARC VE HAMURLARDA YÜKSEK SICAKLIĞIN BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİ</p> <p>Musa YILDIRM (Doktora Öğrencisi) (Sorumlu Yazar) Dr. Öğr. Üyesi ,Hacer BİLİR ÖZHAN <i>Bursa Teknik Üniversitesi</i></p>
<p>YATAY DELİKLİ TUĞLALARIN YÜKLEME DOĞRULTUSUNA BAĞLI DAYANIM VE DAVRANIŞI</p> <p>DR. ÖĞR. ÜYESİ ,ERAY ÖZBEK GAZİ ÜNİVERSİTESİ</p>	<p>BETON KİREMİTLERİN MUKAVEMETİNE RENK PİGMENTİ DOZAJININ ETKİSİ</p> <p>Çaglar Yalcinkaya, PhD (Asst. Prof.) <i>Dokuz Eylül Üniversitesi</i></p>
<p>KİMYASAL BİYOLOJİK RADYOLOJİK NÜKLEER TEHDİTLERE KARŞI ZIRHLAMADA KULLANILAN MALZEMELER</p> <p>Dr. Öğr. Üyesi Halit Coza Ahmet Koluman <i>Pamukkale Üniversitesi</i></p>	<p>İÇ MEKÂNDAN TEKSTİL TABANLI MALZEMELERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ</p> <p>Öğr. Gör.Nuray Öz CEVİZ Umay Yılmaz ARER (Doktora Öğrencisi) <i>Marmara Üniversitesi</i></p>
<p>MALZEME VE MİMARLIĞIN TARİHSEL GELİŞİMİ</p> <p>Öğr. Gör. Arzu ÇAKMAK TEKİN Doç.Dr. Öğr. Üyesi, Hilal Tuğba ÖRMECİOĞLU <i>Akdeniz Üniversitesi</i></p>	

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

MALZEME VE MİMARLIĞIN TARİHSEL GELİŞİMİ

Öğr. Gör. Arzu ÇAKMAK TEKİN
Doç.Dr. Öğr. Üyesi, Hilal Tuğba ÖRMECİOĞLU.....1

BÖLÜM 2

MANTAR TAHRİBATINA UĞRAMIŞ IHLAMUR VE KAVAK ODUNLARININ Shore-D SERTLİK DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Dr. Çağlar AKÇAY.....19

BÖLÜM 3

AVRUPA BİRLİĞİ'NİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK, ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE AKILLI ŞEHİRLERE BAKIŞ AÇISI

Duygu ÇINAR UMDU
Dr. Öğr. Üyesi Ebru ALAKAVUK..... 26

BÖLÜM 4

SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK YAPILARI VE YEŞİL HASTANE TASARIMINDA SU VERİMLİLİĞİ

Gökçen Tuba ERİN
Doç. Dr., Semra ARSLAN SELÇUK..... 47

BÖLÜM 5

BOLU İLİNDE ÖRNEK BİR MİMARİ İÇİN ISI YALITIM GERİ ÖDEME SÜRESİNİN HESAPLANMASI

Dr. Öğr. Üyesi Kadir GELİŞ.....65

BÖLÜM 6

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THERMAL PROPERTIES OF LIGHT WEIGHT CONCRETE USING STONE SLURRY WASTE

Athar Hussain&Rajani Lakhani&Vikas
Prabhakar&Rashid&Shams.....76

BÖLÜM 7

SODYUM KARBONATLA AKTİVE EDİLMİŞ YÜKSEK FIRIN CÜRUFU HARÇ VE HAMURLARDA YÜKSEK SICAKLIĞIN BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİ

Musa YILDIRIM
(Doktora Öğrencisi) (Sorumlu Yazar)
Dr. Öğr. Üyesi ,Hacer BİLİR ÖZHAN.....86

BÖLÜM 8

İÇ MEKÂNDAN TEKSTİL TABANLI MALZEMELERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Öğr. Gör.Nuray Öz CEVİZ
Umay Yılmaz ARER.....95

BÖLÜM 9

BETONA ANKRAJLANMIŞ ÇELİK BULONLARIN KESME PERFORMANSININ DENEYSEL İTME-KESME TESTİ İLE BELİRLENMESİ

Doç. Dr., Orhan DOĞAN
Zülfiye ARIÖZ
Fulya HAMİDİYE
Dr., Burhan UZBAŞ.....112

BÖLÜM 10

MEVCUT YIĞMA DUVARLARA YAPILAN KİMYASAL ANKRAJLARIN ÇEKME PERFORMANSININ TAM VE KISMİ SİYİRMALİ YÖNTEMLERLE DENEYSEL OLARAK BELİRLENMESİ

Doç. Dr.Orhan DOĞAN
Yük. İnş Müh. Fatih ÇELİK
Arş. Gör. Kadir Can ERKMEN
Bassirou BANDE
Öğr. Gör. Melek AKGÜL.....126

BÖLÜM 11

EFFECTS OF USING NATURAL STONE WASTES AND CAPPADOCIA PERLİTE ON ADDITIVE CEMENT PERFORMANCE

Dr. Orhun Burak SÖZEN.....143

BÖLÜM 12

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MERKEZ YERLEŞKESİNİN ORTAK KULLANIM MEKANLARININ MEKAN DİZİMİ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Mimar Beyzanur ÇALIŞKAN
Prof. Dr. Sare SAHİL
Doç. Dr. Çiğdem Belgin DİKMEN.....144

<u>BÖLÜM 13</u>	
BETON KİREMİTLERİN MUKAVEMETİNE RENK PİGMENTİ DOZAJININ ETKİSİ	
Caglar YALCINKAYA, PhD (Asst.Prof.).....	147
<u>BÖLÜM 14</u>	
YATAY DELİKLİ TUĞLALARIN YÜKLEME DOĞRULTUSUNA BAĞLI DAYANIM VE DAVRANIŞI	
Dr. Öğr. Üyesi ,Eray ÖZBEK.....	149
<u>BÖLÜM 15</u>	
KİMYASAL BİYOLOJİK RADYOLOJİK NÜKLEER TEHDİTLERE KARŞI ZIRHLAMADA KULLANILAN MALZEMELER	
Dr. Öğr. Üyesi Halit Coza Ahmet Koluman.....	151
<u>BÖLÜM 16</u>	
4. DERECE GÜN İKLİM BÖLGESİNDE BULUNAN ÖRNEK BİR MİMARİNİN ISI YALITIM GERİ ÖDEME SÜRESİNİN HESAPLANMASI	
Faruk YEŞİLDAL.....	154
<u>BÖLÜM 17</u>	
APPLICATIONS OF THE BIOCHAR AT LESS FERTILE SOIL: A REVIEW OF THE PRESENT STATUS AND FORTHCOMING PROSPECTS	
Uzma AYAZ.....	155

MALZEME VE MİMARLIĞIN TARİHSEL GELİŞİMİ
THE HISTORICAL DEVELOPMENT OF ARCHITECTURE AND MATERIALS

Arzu ÇAKMAK TEKİN

Öğr. Gör., Antalya Bilim Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Hilal Tuğba ÖRMECİOĞLU

Doç.Dr. Öğr. Üyesi, Akdeniz Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

ÖZET

Eşyalar malzemelerden, malzemeler de atomlardan oluşmaktadır. Bir ihtiyaç için oluşturulan her malzeme atomların bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Bu atomların şekil değiştirmesi ise farklı malzeme oluşumlarına neden olmaktadır. Geçmişten günümüze kadar olan süreç incelendiğinde insanlar en temel ihtiyaçları olan barınma eylemini karşılayabilmek için malzemeyi kullanmışlardır. İlk çağlarda insanoğlunun malzemesi çevrede bulduğu doğal oluşumlarken, gün geçtikçe artan ihtiyaç ve yeniye ulaşma arzusu ile birlikte malzeme atomları ile oynanabilen ve istenilebilen şekilde üretilebilen bir olgu durumuna gelmiştir.

Oyuk taşlarda yaşamaya başlayan insanoğlu, süreç içerisinde taşı yapı malzemesi olarak kullanmaya, kil ve topraktan kerpiç oluşturmaya, ahşapları işlemeye, ateşin bulunması ile topraktan tuğla, kiremit, seramik üretmeye, ilerleyen yüzyıllarda metalleri geliştirip yapı malzemesi haline getirmeye, malzemenin kullanımı ve üretimi için kullanılan aletlerin teknoloji sayesinde gelişmesi ile birlikte istenilen malzeme özelliklerinin ve şekillerinin üretimine kadar devam eden gelişim göstermektedir. Bu süreçte insanlar malzeme ile olan ilişkilerini artırmışlar ve daha konforlu alanlar inşa edebilmişlerdir. Bu gelişim insanların yaşam tarzlarında büyük değişimlere neden olmuştur. Konfor düzeyinin artması ile birlikte çevresel etkilerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Yapı malzemelerindeki ve teknolojideki gelişim, insanların yeniye arama ve ulaşma kaygılarını hızlandırarak, farklı malzeme çeşitlerinin yapılarda uygulanabilirliğini

arttırmıştır. Malzeme alanındaki bu hızlı değişim süreci ve devamlılığı, yapıların tasarımı ve uygulamasında bulunan mühendis ve mimarların öncelikli ve temel sorunları haline gelmiştir.

Modern öncesi dönemlerde malzemenin bilinen kapasitesi birbirine benzer tasarımlara yön verirken, özellikle 19. yüzyıl Sanayi Devrimi'nden sonra başlayan ve günümüzde de hızla devam eden teknolojik ilerleme ile değişen malzeme özellikleri, mimari tasarımın en önemli kritik bileşeni haline gelmiştir. Malzemedeki değişimler 19. yüzyıldan itibaren yeni mimari stillerin tetikleyicisi olmuştur. Bu çalışmada yapı malzemelerindeki hızlı gelişim ile mimari ürün arasındaki etkileşimi tarihi bir süreç içinde ele alınmaktadır. Böylelikle, malzemenin ve dolayısıyla malzemedeki gelişimi tetikleyen teknolojik gelişmelerin mimarlık üzerindeki yön verici etkisine dikkat çekmek amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Malzeme, Teknoloji, Tarihsel Süreç, Sanayi Devrimi*

ABSTRACT

Things are made up of materials and materials are made up of atoms. Every material created for a function is formed by the combination of atoms. The deformation of these atoms causes different material formations. When the process from the past to the present is examined, people have used materials to meet their most basic needs, especially habitation. In the early ages, when materials used by humankind were natural formations found in the environment, materials has become a phenomenon that can be reshaped with atoms and produced in every desired way with the ever-increasing needs and the desire to reach the new.

Humankind, who started to live in caves, uses the stone as a building material, and in time creates mudbricks from clay and soil, processes woods, produces bricks, tiles, ceramics from the soil with the presence of fire, develops metals into construction materials with the development of the tools used for the use and production of the material in the former centuries. Thanks to technology, it keeps developing until the production of the desired material properties and shapes. In this process, people advanced their relations with the materials and were able to build more comfortable spaces. This development caused great changes in everyday lifestyles. It has been observed that the environmental effects developed with the increase in the level of comfort.

The development in building materials and technology has accelerated people's anxiety to seek and reach the new, increasing the applicability of different types of materials in buildings. This rapid change process and continuity in the field of materials have become the primary and fundamental problems of engineers and architects involved in the design and implementation of structures.

While the capacity of the classical materials led to analogous designs in pre-modern times, the material properties, that was developed with the technological advancement after the 19th century Industrial Revolution and continue rapidly today, have become the most important critical component of architectural design. Advancement in the materials have been the trigger of new architectural styles since the 19th century. In this study, the interaction between the rapid development of building materials and the architectural product is discussed in a historical process. Thus, it is aimed to draw attention to the guiding effect of the material and the technological developments that trigger the development of the material on architecture.

Keywords: *Material, Technology, Historical Process, Industrial Revolution*

1. GİRİŞ

Yapı malzemelerinin tarih boyunca çok fazla değişime uğradığı gözlemlenmiştir. Bu değişimle birlikte malzeme kullanımının ve malzemeye bakış açısının da değiştiği gözlemlenmiştir. Malzeme alanındaki ilk büyük değişimi yaratan buluşun neolitik çağdan önce ateşin bulunması olarak kabul edilmektedir. Ateşin bulunması ile birlikte metalurji alanında büyük gelişmeler olmuş ve bu gelişmeler ile birlikte malzeme alanındaki buluşlar insanlara adeta çağ atlatmıştır [1].

Fizik ve kimya bilimlerindeki gelişimler ile birlikte, savunma sanayii, otomotiv ve uzay endüstrisi gibi diğer endüstrilerdeki gelişmelerin artması malzeme biliminin de gelişimini büyük oranda etkilemiştir. 19. yüzyılda Sanayi Devrimi ile birlikte yaşanan değişimler malzemenin gelişimini başka bir boyuta taşımış ve artık malzemenin endüstrileşmesi başlamıştır. 20. yüzyılda ise fizik ve kimyanın daha da gelişmesi ile malzemenin atomlarına ve nötronlarına

ayrıştırılabilmesi sağlanarak malzemenin kimyasal değişikliği sağlanmış olup istenilen özelliklerde malzeme üretimi gerçekleştirilmeye başlanmıştır [2].

Bilgisayar ve iletişimin hayatımıza girmesi ile birlikte geleneksel malzemelerin geliştirilmesi ve yeni malzemelerin oluşturulması da hızlı bir sürece girmiştir. Bu gelişimin yapılarda kullanılmaya başlanması ile disiplinler arası çalışmalar başlamış ve her malzemenin kullanılabilirliği analiz edilmeye başlanmıştır. Yapılardaki birçok detayın önceden çözümünün sağlanması ile birlikte yeni olanın deneme süreci de hızlanmıştır. Bilgisayarlar da yapıların strüktürleri de oluşturulmaya başlanmıştır [3].

Endüstri dönemine kadar malzemeler ve biçimler hemen hemen aynı iken 21. yüzyıla kadar olan süreçte ciddi bir değişim göstermiştir [4]. 21. yüzyılda gelişen teknoloji ile mimaride sınırların kalktığı, tanımların ve üslupların değişmeye başladığı gözlemlenmiştir. Geleceğe yönelik tasarımların yapıldığı bir sürece girilmiştir. Önceden ayda yaşam bir hayal olmaktadır şu anda ayda yaşam için malzeme problemlerine çözüm bulunmaya başlanmıştır [5].

Paleolitik çağdan beri insanoğlunun geliştirerek sürdürdüğü yapı malzemesi konusundaki arayış ve araştırmalar, uygarlığın vazgeçilmez ve ayrılmaz bir parçası olarak tüm zamanlarda vardır. Gelecekte de insanoğlunun malzeme alanındaki araştırmalarının ve uygulamalarının ilgi çekerek devam edeceği açık bir şekilde gözlemlenmektedir [1].

2. PROBLEMİN TANIMI VE ÇALIŞMANIN AMACI

Hızlı gelişen teknoloji ile çeşitli malzeme olanakları artmıştır. Bu artış ile birlikte mimaride farklı arayışlar doğmuştur. 19.yüzyıla kadar birbirini tekrarlayan mimari stiller var olan malzemelerin sürekli benzerlerinin kullanılmasıyla birlikte oluşmuştur. Endüstri Devrimi ile yeni malzemelerin üretimi ve kullanımı artmıştır. Bu yeni endüstriyel malzemeler ile de özgün mimari stiller ve yeni yapım teknikleri ortaya çıkmıştır. Modern mimarlığın bu yeni düşünüş tarzı daha sonra yapı malzemelerindeki dönüşümlerden etkilenmiştir. Tasarımlarda ilk zamanlar malzemenin bilinen kapasitesi yön verirken; günümüzde ise malzeme gelişen özellikleri ve

gelişen teknoloji ile tasarımların görünen yada görünmeyen en önemli bir bileşeni haline gelmiştir.

Bir yapının kaliteli ve uzun ömürlü olması için projenin doğru yapılması, işçiliğinin düzgün yapılması ve en önemlisi de kullanılan malzemenin doğru seçilmesi ve bunun içinde özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Kullanılacak yanlış malzeme seçimi büyük zararlar ile sonuçlanabilir.

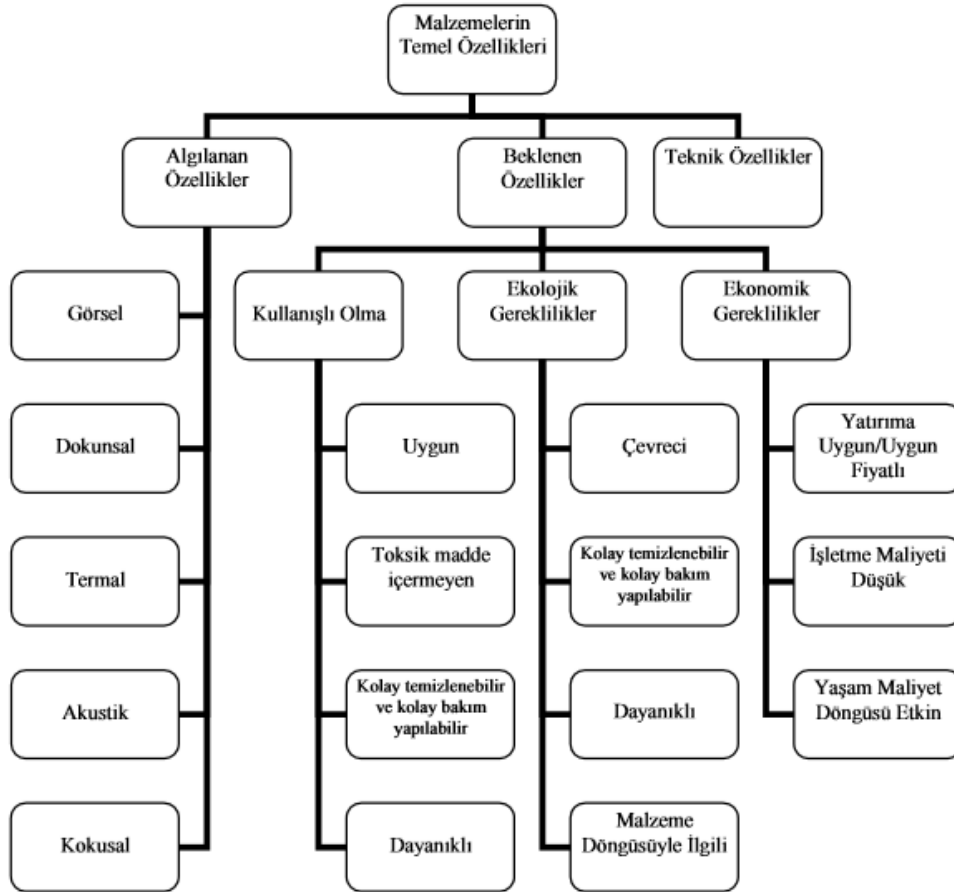
Bu çalışmada yapı malzemelerinin kullanımının mimari tasarımlar için çok önemli olmasından dolayı yapı malzemelerindeki teknolojik gelişim ve mimari ürün arasındaki etkileşimlerin incelenmesi çıkış noktası olmuştur. Fizik ve organik kimya bilimlerindeki gelişmelerle sürekli kendisini yenileyen malzeme, bilgi akışı ve bilgisayarların yapıya girmesi ile sorgulanmaya başlanmıştır. Bu bağlamda bu çalışma ile geçmişten günümüze kadar olan süreç incelenerek gelecekte bizi nelerin beklediğine yol göstermesi amaçlanmaktadır.

3. YAPI MALZEMESİNİN TANIMI ve ÖZELLİKLERİ

Malzeme tanımı ilk çağlarda insanların doğada bulduğu herşey olarak tanımlanırken günümüzde ise insanların gereksinimlerini karşılamak, belli bir amacı gerçekleştirmek için kullanılan, ön işlemlerden geçen veya geçmeyen her maddeye denilmektedir[6,7]. Eşya ve nesne gibi bir çok şeyin meydana gelmesini malzemelerin işlenmesi sağlarken, maddelerin işlenmesi de yeni malzemelerin oluşturulabilmesini sağlamaktadır. Maddeleri oluşturan ana etken ise atomların bir araya gelme şeklidir. Seramikte kullanılan kil, yüzeylerde kullanılan şap gibi bir amaç için üretilen malzeme örnekleri çoğaltılabilir [7].

Fiziko-kimyasal özelliği (asit-baz karakteri,korozyon dayanımı v.b.), ısısal özelliği (genleşme, iletkenlik v.b.), rötre ve genleşme özelliği (su geçirimsizliği, donma v.b.), akustik özellikliği (ses geçirgenliği, yansıtma, yutma v.b.), ışık yansıtma özelliği (yansıtma,şeffaflık v.b.), dışsal özelliği (çevresel performans,ekonomik v.b) gibi her malzemenin kendine özgü özellikleri vardır. Bu özelliklerin de çeşitli etkenler ile dereceleri değiştirilebilir. “Hegger, Drexler ve

Zeumer (2007), malzemelerin temel özelliklerini; algılanan özellikler, beklenen/gereken özellikler ve teknik özellikler olmak üzere 3 grupta toplamıştır” (Şekil 1) [7].



Şekil 1. Hegger, Drexler ve Zeumer (2007), Malzemelerin Temel Özellikleri [7].

4. YAPI MALZEMESİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Yapı malzemesi ilk zamanlarda insanoğlunun doğada bulduğu yerel ve doğal malzemelerdir. Zamanla bu malzemeleri şekillendirme ve geliştirme ihtiyacı gündeme gelmesiyle malzeme teknolojisindeki gelişim başlamıştır[8]. Bu gelişim ile birlikte çeşitli malzemeler zaman içerisinde üretilmeye başlanmıştır. Malzemelerin keşifleri ve önemli dönemler Tablo 1’ de gösterilmiştir.

Tablo 1. Yapı Malzemesinin Gelişim Cetveli

-Paleolitik Çağ		-Paleolitik Çağ -Mezolitik Çağ		-Mezolitik Çağ -Neolitik Çağ		-Mezolitik Çağ -Neolitik Çağ		-Neolitik Çağ -Ateşi Verimli Yakma		-Neolitik Çağ												-Malzeme Üstüne İlk Deneysel Çalışma		-Endüstri Devri -Çimento İlk Çalışma		-Endüstri Devri -Besleme Yöntemi		-1. ve 2. Dünya Savaşı	
M.Ö.												M.S.																	
2,5 milyon	120. yy	90. yy	75. yy	70. yy	55. yy	50. yy	33. yy	27. yy	25. yy	4. yy	3. yy	0	17. yy	18. yy	19. yy	20. yy	21. yy												
-Doğal Taş -Doğal Ahişap	-Kil	-Çamur+Taş Duvar	-Kerpiç			-Bakır	-Tunç	-Demir	-Cam	-Tuğla -Kiremit	-Roma Betonu	-Horosan Harcı		-Font Dövme Demir	-Portland Çim -Betonarme -Cam	-Plastikler -Alüminyum -Titanyum	-Polimerler -Kompozitler	-Nano Malzemeler											

Paleolitik çağda (Eski Taş Devri'nde) insanlar barınma ihtiyacını taş mağaralar ve oyukluklarda sağlarken; bu dönemlerde taşı yapı malzemesi olarak kullanmadıkları gözlemlenmiştir. Taş o zamanlarda avlanmayı ve hayvanlardan korunmayı sağlamak için üretilen araçların malzemesidir. Göçebe şeklinde yaşayan insanoglu mağaraları terkettikten sonra barınak ihtiyacı duymuşlardır. Bu ihtiyaçla birlikte taşı yapı malzemesi olarak kullanmaya başlamış ve barınaklarını oluşturmaya başlamışlardır [9-10].

Mezolitik çağ (Orta Taş Devri) olan M.Ö. 90. yüzyıl – M.Ö. 12. yüzyıl aralığında ve neolitik çağda (cılalı taş devri) sayılan M.Ö. 90. yüzyıl - M.Ö. 55. yüzyıl aralığında insanlar barınaklarını etraflarından buldukları taşları çamuru bağlayıcı olarak kullanarak oluşturdukları duvarlar ile yapmışlardır. Zamanla bu taşları işlemeye başlamaları ile birlikte estetik ve düzgün duvarlar inşa etmeye başlamışlardır. Bu bağlamda günümüzde de moloz taş duvar üretimleri görülmektedir [9-10].

Göçebe halinde yaşayan insanlar, yerleştikleri alanlarda taş toplama sıkıntısına girince kendi taşlarını oluşturmak zorunda kalmışlardır. Kerpiçi kullanarak ilk yapay taşlarını icat etmeye başlamışlardır. M.Ö. 75. yüzyılda çamuru dikdörtgen şekline getirip kurutarak kerpiç bloklar elde etmişlerdir. Bu blokları üst üste yerleştirerek duvarlarını oluşturmuşlardır [11]. Bu tekniğe de “pise tekniği” demişlerdir. Pise tekniği ile yapılmış en eski örnek Irak'ta Musul

vilayetinde Temrik ve Tell M'lefaat kentlerinde bulunmuş olup Anadolu'daki en eski örnek ise Diyarbakır il sınırları içinde bulunan Çayönü' ndedir (Şekil 2) [12]. Kerpiç malzemesinin büyük boyutlarda hatıl olarak kullanıldığı Çayönü' ndeki kalıntılarda da gözlemlenmiştir[11].



Şekil 2. Çayönü M.Ö. 75.yüzyıl [13].

MÖ 40. yüzyıl - MÖ 20. yüzyıl aralığında Kaldeliler ve Sümerler'in de yapılarında kerpiç kullanıldığı gözlemlenmiştir. Kerpiçleri ziftle yapıştırarak ve evlerin üzerini de çamur, kireç veya zift tabakalarıyla örtterek kerpiç yapının daha sağlam bir şekilde yapılmasını sağlamışlardır. Günümüzde de Anadolu'nun bazı köylerinde yapıların kerpiçten yapıldığı gözlemlenmektedir. Kerpiç ekonomikliği, rutubeti önlemesinden dolayı romatizma hastalığına iyi gelmesi ve yapının yazın sıcak, kışın soğuk bir şekilde kalmasını sağlaması nedeniyle hala yapı malzemesi olarak tercih edilmektedir [14].

M.Ö 70. yüzyılda malzeme biliminde büyük değişiklikler yaşanmıştır. Bu yüzyılda ateşi verimli yakma tekniği bulunmuş ve metalurji alanında büyük değişimler yaşanmış;. ısı kullanılarak birçok yerel malzemenin değişimi ve gelişimi sağlanmıştır. Bu dönemde elde edilen gelişmeler kilin tuğlaya dönüşümü, bakır oksit cevherlerinin ergitilmesiyle bakırın oluşumu, bakır ve kalayın ergitilmesiyle tunçun elde edilmesi, demirin işlenmesi ve ısıtılması ile çelik malzemelerin önününün açılması gibi birçok örnek verilebilir[9].

M.Ö. 27. yüzyılda Mezopotamya’da demir teknolojisi başlamıştır. Demir kütüğünün süngerimsi ve saf içeriğinden dolayı ısıtılıp, dövülerek işlenebilirliği sağlanmıştır. Hititlerin M.Ö. 2000 yıllarında çeşitli aletlerini demir cevherlerinden yaptığı gözlemlenmiştir. Bunun yanında yapılarında harçsız kesme duvarlarını, demir kenetlerle bağladığı, ahşap kapılarının ahşaplarının birbirlerine montesini demir ve bronz çivilerle sağladığı da gözlemlenmiştir [15]. Ancak; demirin inşaat sektörüne girmesi esas olarak Yunan ve Roma uygarlıklarında demir kökenli malzemeleri ankraj ve taş bağlama elemanı olarak yaygın bir şekilde kullanmaları ile başlamıştır [15].

M.Ö. 25. yüzyılda kum, soda ve kirecin belirli bir ısı altında reaksiyonu sayesinde camın oluşturulduğu gözlemlenmiştir [16]. Yapılarda pencere olarak kullanımı ise M.Ö. 25. yüzyıla uzanır. Mimarlıkta cam gelişiminin en önemli adımı ise M.Ö. 1 yüzyılda Suriye/Filistin bölgelerindeki camın üfleme yöntemiyle elde edilmesi olarak kabul edilir. Tekniklerin daha da artması ile birlikte 15. yüzyılda Venedik’te ilk düz cam kullanımı gerçekleştirilmiştir. Bu gelişimle birlikte Avrupa’nın Gotik Mimarlığın sembolü olan vitraylı camların üretimi gerçekleştirilmiş ve cam mimarlığının ilk örneklerinin çıkmaya başladığı gözlemlenmiştir. Daha sonraları gelişen teknolojiler ile birlikte de demir ve çeliğin kullanılması ile geniş açıklıklar cam ile geçilebilmiştir [17].

Kil, su ve ateşin reaksiyonu ile oluşan pişmiş tuğla, yaklaşık M.Ö. 4 yüzyıl da endüstriyel anlamda ilk defa üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu dönem Babil kulesinin yapımına denk düşmektedir. Şekil 2’de gösterilen Babil Kule’sinde kullanılan tuğla miktarından dolayı da tuğla üretimi ve endüstrisi açısından önemli bir simge taşımaktadır [18].



Şekil 2. Babil Kulesi -M.Ö. 4 y.y- Sümerliler [19].

Tuğla hamurunun tokmakla dövülüp yaygın hale getirilmesi ile çatılarına örtü malzemesi olarak kiremiti kullanmaları M.Ö. 4 yüzyılda Korintler tarafından bulunduğu kabul edilmektedir. Günümüzde kullanılan iç bükey kiremitlerinin de aynı şekilde üretimi sağlanmaktadır. İlk zamanlarda üretilen kiremitlerin günümüz kiremitlerinden daha kalın ve büyük olarak üretimi gerçekleştirilmiştir [18].

Yerel malzemelerden taş, kerpiç ve tuğla gibi malzemelerin duvar yapımında bağlayıcı harcı çamur olmuştur. İlk çağlardan beri yapı malzemelerinin bağlayıcı maddesi hep sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Prehistorik dönemde ise bağlayıcı malzeme olarak alçı, bitüm ve bir oranda kireç denenmiştir. Romalılar ise kirecin içerisine Pozzuoli toprağı katarak hidrolik bağlayıcıyı bulmuşlardır. Daha sonra da bağlayıcı içerisine kum ve çakıl karıştırarak betonu elde etmişlerdir. Bu buluş Dünya uygarlık tarihinde çimento ve betonun mucitleri olarak Romalılar ve kısmen de Yunanlılar olarak kabul edilmesini sağlamıştır [15].

Taş ve tuğla kırıklarının kireç harcı veya puzzolana adı verilen volkanik taş ile karışım sağlanıp kalıplara dökülmesi ile elde edilen malzemeye Roma Betonu denilmiştir. Romalılar yapılarında bu beton türünü kullanmışlardır. M.Ö. 3.yüzyılda Latinum ve Campania'da gerçekleştirilen bu duvar biçimi ekonomik oluşundan dolayı ve taş ile gerçekleştirilmesi mümkün olmayan

alanlarda uygulanabilirliğinden dolayı M.S. 5 yüzyıl Orta Çağ'a kadar kullanımı devam etmiştir [20].

Miladı 0'a yakın olarak bilinen Horosan Harcı da kireç ve tuğla tozu ile üretilen bir bağlayıcı türüdür. Çok kuvvetli ve suya dayanıklı bir malzeme olmasından dolayı dikkatleri üzerine çekmektedir. Daha çok hamam yapılarında kullanımı ile bilinen harç Bizans, Osmanlı ve Selçuklu eserlerinin restorasyonunda da önemli ölçüde kullanılmıştır. Özellikle 15. yüzyıldan sonra kullanım alanı oldukça genişlemiştir. Günümüzde de aslına uygun olması açısından birçok yapının restorasyon uygulamalarında da kullanıldığı gözlemlenmiştir [21].

M. S. 17 ve 18. yüzyılda daha çok demir malzemesi üzerine yoğunlaşmaya başlanmıştır. İlk deneysel çalışmayı İngiliz bilim adamı Robert Hooke (1635-1703) tarafından yapıldığı bilinmektedir [7]. Metalurji alanındaki gelişmeler ile birlikte demire alternatif olarak basınç dayanımı yüksek, çekme dayanımı düşük malzeme olan font kullanılmaya başlanmıştır [22]. 1780 yıllarında ise İngiliz Henry Cort tarafından yüksek fırın ve puddling metotları geliştirilerek dövme demir üretimindeki safsızlık azaltılmış ve bu sayede büyük miktarda iyi kalitede çelik üretimi gerçekleştirilmiştir. Bessemer (1855), Siemens-Martin (1864), Thomas (1879) yöntemlerinin bulunmasıyla da dökme demir üretimi sağlanmıştır. Bu yöntem ham demirin sıvı haldeyken arıtılması ile gerçekleştirilmiştir. Bu üretim ile 1800'lü yıllardan sonra dökme demir en çok üretilen demir çeşiti olmuştur [22].

Çelik çağı, Abraham Darby'nin taş kömürünü kullanarak kok kömürü üretebilmeye başlamasıyla ve demiri de kok kömürü ile işleyebilmesiyle başlamıştır. Özellikle de 20 yüzyıl'ın başlarında elektrikli fırınların kullanılmaya başlanması ile de çelik yapı tekniklerinde büyük gelişmeler olmuştur [22].

19 yüzyıl da Portland çimentosu bulunmuştur.1824 yılında İskoçyalı Joaeph Aspdin tarafından bugün kullanılan çimento kil ve kalkerli malzemelerin basit fırınlarda pişirilmesi ile elde edilmiştir. 1825'de de ilk fabrika kurulmuştur. 1885'de Amerika'da Frederic Ransome döner fırınları geliştirilerek çimentonun yaygın bir şekilde kullanımını sağlamıştır. 1890'da letiyeli

çimentosu ve 1908’de Alman Bried tarafından Alüminli çimento bulunmuştur [7]. Bütün bu gelişimlerle birlikte beton ve donatıyı bir arada ilk defa Fransız çiftçi Joseph Louis Lambot kullanmıştır.1848’de beton içerisinde demir bir tel kullanarak ilk teknesini yapması ile 1851’de beton ve çeliği birlikte kullanımı ile patent almıştır[23]. Fransız bahçıvan Monier ise saray bahçesindeki saksılarda beton ve çeliği bir arada kullanarak 1868 yılında betonarme için patent almıştır [7].

19. ve 20 yüzyıl da beton ve çimento teknolojilerinde büyük gelişmeler sağlanmaya başlanılmıştır. Çimento türlerinin artırılmasını sağlamaya çalışmak, endüstriyel atıkları çimento veya beton üretiminde kullanmak, kimyasal takviyeler ile birlikte betonda istenilen özellikleri kazandırmaya çalışmak beton endüstrisindeki gelişmelerdendir. 1960-1970 yılları arasında betona yüksek işlenebilme özelliği katan süperakışkanlaştırıcıların bulunması beton teknolojisinde bir devrim yaratmıştır [9].

Endüstri devriminde sistemlerin değişmesi ile birlikte dini gücün yok olması ve yeni sosyal yaşantıların oluşmaya başlanması ile birlikte kamusal yapı ihtiyaçları artmıştır. Geniş açıklık geçme sorunları ile birlikte çelik ve camın gelişimi ve kullanımı daha çok artmış, çeşitli betonarme malzemeleriyle geliştirilen sistemler sayesinde daha yüksek katlı yapıların yapılma olanağı sağlanmıştır. Malzeme bilimini, fizik, kimya bilimlerinin gelişiminin yanında savunma gibi diğer endüstrilerin gelişimi de önemli ölçüde etkilemiştir. Özellikle 20. yüzyıl da malzemelerin nötronlarının ayrıştırabilmesinin bilinmesi ile birlikte istenilen özelliklerde malzeme üretimi gerçekleştirilmeye başlanmıştır [24]. Malzeme ile bildiklerimiz değişime uğramış birçok malzemelerin bildiğimiz özelliklerin dışında üretimi gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Kompozit ve plastik gibi birçok malzeme de yapı sektörüne girmeye başlamıştır [25].

20. yüzyılın malzemesi olarak bilinen plastikler aslında 19. yüzyıl ortalarında kauçuk gibi doğal malzemelerden üretilmektedir. Daha sonraları çoğu kömür katranı, madeni yağ(petrol) ve doğal gazların türevinden elde edilmeye başlanmıştır. 1960’larda fütürist tasarımların etkisi ile de

mimarlıkta kullanılmaya başlanmıştır. Plastik günümüzde cephe panoları, kapı kasa kanatları ve aydınlatma elemanları gibi yapı ile ilgili birçok alanda kullanılmaktadır [26, 27].

20. yüzyılda diğer önemli buluşlardan biri de polimerlerdir. Günümüzde inşaat alanında neredeyse kullanılmadığı alan yoktur. 1960'lı yıllardan itibaren yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yüksek dayanımı, kolay işlenebilirliği, esnekliği, geçirimsizliği gibi birçok üstün özelliklerinden dolayı yapı ve inşaat sektörlerinde zemin, çatı kaplamalarında, takviye malzemesi olarak, kapı, pencere pervazları gibi birçok alanda uygulanmaktadır [6].

20. yüzyılda artık farklı teknikler ile üretilen farklı yapılardaki malzemelere sıklıkla karşılaşılabilmektedir. Doğal taş malzeme hafifletilerek kaplama malzemesi haline çevrilmiş, cam, mermer, polikarbonat, poliüretan kaplamalar hayatımıza girmiştir. Çelik plakalar, çelik kafes sistemleri, yarı saydam cam bloklar, ETFE kaplamalar, fotovoltaiik paneller gibi birçok malzeme yapıdaolarak kullanılmaya başlanmıştır (Schittich, 2006) [24].

Günümüzde teknolojinin ve diğer bilimlerin ilerlemesi ile birlikte yenilikçi malzemeler ortaya çıkmaya başlamıştır. Mimari de malzeme algısının tamamen değiştiği ve sınırların kalktığı bir dönem oluşmuştur. Bu değişimler ile birlikte mimari üslupların da değişimi gözlemlenmiştir. Geleneksel birçok malzemenin özelliklerinin geliştirebildiği yeni malzemelerin üretilebildiği gözlemlenmiştir [25].

5.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Yapılan araştırmalara göre malzeme insanoğlunun varoluşundan beri sürekli değişim ve gelişim göstermiştir. Varolduğumuz müddetçe de bu değişim devam edecektir. Her geçen gün teknolojinin artması ve gelişmesi ile birlikte yeni malzeme olanakları sunulmaktadır.

Yeni malzemelerin üretimi ile birlikte geçmişte kullanılan malzemeler de ilgi çekmeye başlamıştır. Bazı toplumlarda eski malzemelere geri dönüş başlamış ve onları geliştirmeye

başlamışlardır. Eski malzemelerin birçok yararlı özelliklerinin de farkındalığı yeni malzemelerin kullanımı ile sağlanmıştır.

Teknolojik gelişmeler insanların refah düzeyini artırırken doğal kaynaklarında hızlı bir şekilde tüketimine neden olmuştur. Yapılan araştırmalara göre çevre kirliliğinin %50' sinin son 35 yılda meydana gelmesi korkutucu bir tablo oluşturmaktadır [10].

Geçmişten günümüze kadar olan süreçte malzemenin mimarideki yansımalarına bakacak olursak; ilk zamanlarda doğal taş malzemesinin üst üste konulması ile piramitler oluşturulurken, daha sonrataş yapısı daha düzgün ve estetik bir malzeme haline getirilerek Mardin evleri gibi konaklar üretilmeye başlanmıştır. Hatta bugün, doğal taş görünümünde taklit malzemeler yapılarak modern konutların cephelerinde dış cephe kaplaması olarak kullanılmaya başlanılmıştır. İlk zamanlarda yapılan kerpiç evler şu anda birçok faydasından dolayı suya dayanıklılığı artırılarak günümüzde de ekolojik tasarımlarla inşa edilmeye başlanmıştır. Ahşap ilk zamanlarda yapılarda taşıyıcı kiriş gibi bölgesel kullanılırken günümüzde laminasyonlu üretimi sağlanarak çok büyük ve modern yapıların oluşumunu sağlamıştır. Metal malzeme olarak taşıyıcı şeklinde kullanılırken günümüzde çok inceltirilerek yüzey kaplama malzemesi olarak da kullanılmaktadır. Çelik ve cam malzemelerin geniş açıklıklarda kullanımı sağlanmıştır. Brüt betonun yapılarda kullanımı artmış ve bu malzemenin yeni estetiğini kullanan brütalizm gibi akımlar ortaya çıkmıştır. Bugün ise şeffaf beton yapısıyla betonun opaklığının kırılabileceği anlaşılmıştır. Nanoteknolojik malzemeler ile istenilen özelliklerde malzemelerin üretimi sağlanmıştır. Çevreci malzemeler üretilerek hava kirliliğini azaltabilen dış cephe kaplama malzemeleri gibi çeşitli birçok malzemelerin üretimi gerçekleştirilmiştir.

SONUÇ

Endüstri devrimine kadar malzemeler birbirlerinin tekrarı niteliğindedeyken 18. yüzyıl ve özellikle de 19.yüzyıl endüstri devriminden sonra malzeme ve mimari üslup anlamında büyük değişimler yaşanmıştır. Malzeme ile birlikte bildiğimiz çoğu kavram ve algımız hızlı bir şekilde değişime uğramıştır.İnsanoğlunun varoluşundan günümüze kadar olan süreçte sürekli yeniyi arayış arzusu hızlı bir şekilde malzeme ve mimari anlayışı değişime uğratmıştır. Bu değişimde çok yönlü

özüm ve mekansal algıda zenginliği beraberinde getirmiştir. Buda mimari akım ve kavramların değişimini kaçınılmaz kılmıştır.

Her malzemenin kullanımında önemli unsurlar vardır. Doğru yerde doğru malzemenin kullanımının sağlanması gereklidir. Ekonomik olması, kalitesi, doğaya ve insan sağlığına dost olması, esnek taşınabilir ve değişebilir olması gibi birçok kriterlerinin iyi bilinmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. Bu anlamda bir malzemenin tarihsel gelişimi ve şimdiki hali iyi bilinmelidir.

Teknolojik gelişmelerin sonucunda birçok malzeme türevlerinin oluşması ile refah düzeyinde artış olsa da doğal kaynakların tüketiminde de hızlı artışların gözlemlenmesi çevre ve doğal yaşam koşullarının iyileştirilmesini kaçınılmaz kılmıştır. İnsanlar çevrelerinde ve yaşamlarında doğallığı arar duruma gelmişlerdir. Bu arayışta geleneksel mimari ve malzemeye ilginin artmasını sağlamıştır.

Gelişen teknoloji ile birlikte inovatif yapım teknikleri de malzeme alanında yeni ufuklar açmaya devam etmektedir. Geçmişte malzemeye göre tasarım yapılırken şimdi ve gelecekte tasarıma göre istenilen özellikte malzeme yapımı geliştirilmektedir. Tüm bu gelişimlerin oluşturduğu yeni yapım teknolojileri, yeni malzemelerin çeşitliliğinin artması ve sürdürülebilir çevre kaygıları ile birlikte geleneksel malzemeye ilginin artması bir bütün olarak değerlendirildiğinde yeni bir akımın doğmasına neden olabilir mi?

KAYNAKLAR

Akman, S., M., 2003, Yapı Malzemelerinin Tarihsel Gelişimi, Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 426. Erişim Tarihi: 14.05.2020, <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/241.pdf>

Yıldız, B., Seçkin P., N., 2019, Mimaride Malzemelerin Algısal Farklılıklarının Değerlendirilmesi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt:1, Özel Sayı:1

Eriç, M., 1970, Yapı Malzemesinden Mimariye. Mimarlık Dergisi, 8(11): 31.

Yüksel E., 2008 , Ekolojik Kapsamda Malzeme ve Mobilya Kullanımına Etkileri, M.S.Ü. İç Mimarlık Sanatta Yeterlik Tezi, İstanbul.

Lin, T.D., 1987, “Concrete for Lunar Base Construction”, ACI Concrete International, V.9, N.7, ss.48-53

Karagöz S., 2008, Malzeme Bilgisi. Ders Notu. Adnan Menderes Üniversitesi Aydın Meslek Yüksekokulu. Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2020, <https://docplayer.biz.tr/1842145-T-c-adnan-menderes-universitesi-aydin-meslek-yuksekokulu-degisimin-gelecegi-aymyo-yayinlari-ders-notu-no-00-malzeme-bilgisi.html>

Çorbacı F., 2015, Yapı Malzemelerinin Kullanımında Mimari Faktörler, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Baktır. S., 2006, Yapı Malzemelerindeki Teknolojik Gelişmelerin Mimari Biçimlenmeye Etkileri, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Akman, S., M., 2003, Yapı Malzemelerinin Tarihsel Gelişimi, Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 426. Erişim Tarihi: 14.05.2020, <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/241.pdf>

Çağ, 2020, Vikipedi. Erişim Tarihi: 16 Mayıs 2020, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Çağ>

Kerpiç (Kurutulmuş Tuğla). Erişim Tarihi: 16 Mayıs 2020, <https://www.kimnezamanicatetti.com/kerpic-kuru-tugla/>

Kerpiç ve Tuğlanın (Adobe) Arkeolojisi, 2018, Arkeotekno. Erişim Tarihi: 16 Mayıs 2020, http://www.arkeotekno.com/pg_335_kerpic-ve-tuglanin-adobe-arkeolojisi

Kurugöl, S., Küçük, G., S., Tarihi Eserlerde Demir Malzeme Kullanım ve Uygulama Teknikleri, 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu. Erişim Tarihi: 01.05.2020,

http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17531_10_28.pdf

Kerpiç, 2020, Vikipedi. Erişim Tarihi: 14 Mayıs <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kerpiç>

Kurugöl, S., Küçük, G., S., Tarihi Eserlerde Demir Malzeme Kullanım ve Uygulama Teknikleri, 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu. Erişim Tarihi: 01.05.2020,

http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17531_10_28.pdf

Türkseven, İ., Camın Tarihsel Gelişim Serüveni, teknoloji/malzeme. Erişim Tarihi: 18.05.2020 <http://egemimarlik.org/29/7.pdf>

Turhan, E., 2007, Mimari Tasarımda Cam Kullanımı ve Alışveriş Merkezlerinde Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, İstanbul

İnsan yapımı ilk Yapı Malzemesi: Tuğla, Doğuş Blok, Erişim Tarihi: 20.05.2020 <https://www.dogusblok.com.tr/tugla-hakkinda/tuglanin-tarihi/>

Erişim Tarihi: 20.06.2020 <https://istansanat.wordpress.com/2013/12/15/donus-mehmet-berkay-sulek/>

Roma Betonu, 2020, Vikipedi. Erişim Tarihi: 2 Mayıs 2020, https://tr.wikipedia.org/wiki/Roma_betonu

Horosan Harcı, 2020, Vikipedi, Erişim Tarihi: 18 Mayıs 2020, https://tr.wikipedia.org/wiki/Horasan_harcı

Alternatif Yapı Malzemeleri, Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erişim Tarihi: 01.05.2020, <http://kisi.deu.edu.tr/burak.felekoglu/04.Polipart2.pdf>

Topçu, A., Betonarme, Erişim Tarihi: 16.05.2020, http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu/index_dosyalar/Tarih/BeTarihi.pdf

Baktır. S., 2006, Yapı Malzemelerindeki Teknolojik Gelişmelerin Mimari Biçimlenmeye Etkileri, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Yıldız, B., Seçkin P., N., 2019,Mimaride Malzemelerin Algısal Farklılıklarının Değerlendirilmesi,İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,Cilt:1,Özel Sayı:1

Plastik Malzemeler Hakkında Bilgi, Polin. Erişim Tarihi: 05.05.2020,
<https://www.polinyapi.com.tr/bizden-haberler/plastik-malzemeler-hakkinda-bilgi.html>

Hegger, M., Drexler, H., Zeumer M., 2007, Adım Adım Yapı Malzemeleri, Yem Yayın.İstanbul

**MANTAR TAHRİBATINA UĞRAMIŞ İHLAMUR VE KAVAK ODUNLARININ
Shore-D SERTLİK DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ****Çağlar AKÇAY**Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Biyolojisi ve
Odun Koruma Teknolojisi Anabilim Dalı**ÖZET**

Sertlik, ahşap malzeme aranan önemli özelliklerden biridir. Ahşap malzemenin kullanım yerinde sertliğini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Kullanılan ağaç türü, kimyasal kompozisyon, ekstraktifler ve yoğunluk gibi faktörler bunlardan bazılarıdır. Bu çalışmada ise ahşap malzeme çürüklük meydana getiren beyaz ve esmer çürüklük mantarlarının tahribatları sonrasında ağaç malzemenin sertlik özellikleri nasıl değiştiği araştırılmıştır. İhlamur (*Tilia grandifolia*) ve kavak (*Populus alba*) odunlarının mantar tahribatı öncesi ve sonrasında Shore-D sertlik değerleri ölçülmüştür. Beyaz çürüklük mantarlarından *Trametes versicolor* esmer çürüklük mantarlarından ise *Neolentinus lepideus* mantarı kullanılmıştır. EN 113 standardına göre 8 haftalık bir mantar testi sonrası örneklerin sertlik değerleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda örneklerin mantar çürüklüğü sonrasında kontrol örneklerine göre sertlik değerlerinde azalmalar meydana geldiği görülmüş ve kontrol örnekleri ile çürümeye maruz bırakılmış örneklerin sertlik değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur. Esmer çürüklük (*Neolentinus lepideus*) mantarına maruz bırakılmış odun örneklerinin sertlik değerleri *Trametes versicolor* mantarına maruz bırakılmış örneklerin sertlik değerlerinden daha çok azalmıştır. Bu duruma oduna sertlik değeri kazandıran selülozun çürüklük süresince esmer çürüklük mantarı tarafından degradasyona uğratılması sebep olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Ağaç Malzeme, Shore - D Sertlik, Beyaz Çürüklük, Esmer Çürüklük, *Trametes versicolor*, *Neolentinus lepideus*

Determination of Shore-D hardness values of lime and poplar wood exposed to decay fungi**ABSTRACT**

Hardness is one of the important properties sought in wood material. There are many factors affecting the hardness of the wooden material at the using place. Factors such as tree type, its chemical composition, extractive content and density are some of these. In this study, it was investigated how the hardness properties of wood material changed after the destruction of white and brown rot fungi that cause rotting in wood material. In this study, Shore-D hardness values of lime (*Tilia grandifolia*) and poplar (*Populus alba*) wood were measured before and after fungal destruction. White rot fungus *Trametes versicolor* and Brown rot fungus *Neolentinus lepideus* was used. Hardness values of the samples were measured after an 8-week fungal test according to EN 113 standard. As a result of the study, it was observed that the hardness values the samples decreased compared to the control samples after decay and

the differences between the control samples and the hardness values of the samples exposed to decay were found statistically significant. The hardness values of the wood samples exposed to brown rot fungus (*Neolentinus lepideus*) decreased more than the hardness values of the samples exposed to *Trametes versicolor* fungus. It is believed that cellulose, which gives hardness value to wood, is degraded by brown rot fungus during rot.

Keywords: Wood material, Shore – D hardness, White Rot, Brown Rot, *Trametes versicolor*, *Neolentinus lepideus*

GİRİŞ

Ahşap malzeme sahip olduğu üstün özellikler ile diğer mühendislik malzemelerine göre daha avantajlı durumdadır. Bu özellikler sıralanacak olursa; yenilenebilir olması, maliyetinin düşük olması, kolay işlenebilmesi ve şekil verilebilmesi, ses ve ısı yalıtımının iyi olması, direnç/yoğunluk oranının diğer mühendislik malzemeleri ile kıyaslandığında yüksek olması ve estetik bir görünüme sahip olması şeklinde sıralamak mümkündür (Bozkurt ve Erdin, 1997). Bu özelliklerinden dolayı, masif ahşap malzeme başta mobilya üretiminde, dekorasyon işlerinde, ahşap yapılarda, park ve bahçelerde olmak üzere birçok alanda tercih edilmektedir (Bal ve Efe, 2016).

Sertlik ahşap malzemede önemli özelliklerden bir tanesidir. Özellikle zemin kaplamalarında aranan bir özelliktir. Ahşap malzemenin sertliğini etkileyen birçok özellik bulunmaktadır. Ahşap türü, uygulanan işlemler, dış hava koşulları ve hatta ölçümün alındığı yöne göre de değişkenlik göstermektedir (Gürleyen ve diğ., 2017). Ağaç malzeme selüloz, hemiselüloz ve lignin bileşenlerinden oluşmaktadır. Bu bileşenlerin miktarları ve özellikleri ağaç malzemede birçok özelliği doğrudan etkilemektedir. Mekanik, fiziksel ve biyolojik özellikler ya da uygulanan işlemler bu bileşenlerden doğrudan etkilenmektedir. Selülozun yapıya katılma durumu direnç özelliklerini önemli derecede etkilemektedir (Tutuş ve diğ. 2010).

Doğal bir materyal olan ahşap malzeme içinde bulunduğu ortam koşullarından zamanla etkilenmektedir. Örneğin sıcaklık ve UV ışınlarının etkisiyle ağaç malzeme renk değiştirmekte veya rüzgâr etkisiyle aşınmaktadır (Kılıç ve Hafızoğlu, 2007). Rutubetli ortamlarda ağaç malzeme çalınmakta ve şekil değiştirmektedir. Ayrıca ahşap malzeme yeteri kadar bünyesinde rutubet tuttuğunda biyolojik faktörlerinde saldırısına maruz kalabilmektedir. Doğal bir materyal olan ahşap malzeme mantarlar tarafından kolayca tahrip edilebilmekte ve mantar sonrasında ahşap malzemenin başta mekanik ve fiziksel özellikleri etkilenmektedir. Çürüklük sonrası ahşap malzeme kullanılmaz hale gelmektedir (Cristoforo, 1976; Auer, 1982; Winterbottom, 2000).

Bu çalışmada mantar çürüklüğü sonrası ahşap malzemede önemli özelliklerden olan sertlik değerlerinin nasıl değiştiği araştırılmıştır. Çalışmada ıhlamur ve kavak odunları beyaz ve esmer çürüklük mantarlarına maruz bırakılarak Shore-D sertlik değerleri ölçülmüştür.

MATERYAL VE METOD

Odun örneklerinin hazırlanması ve mantar tahribatına maruz bırakılması

Odun örnekleri EN 113 (1996) standardına göre 30x15x5 mm (boyuna x teğet x radyal) boyutlarında ıhlamur (*Tilia grandifolia*) ve kavak (*Populus alba*) odunlarından hazırlanmıştır. Örnekler hazırlanırken kusursuz, dalsız ve budaksız olmasına dikkat edilmiştir. Odun örnekleri çürüklük öncesi ve sonrası 103 ° C'de kurutulmuş ve çürüklük öncesi ağırlıkları (G_0) hassas terazide alınmıştır.

Çürüklük testleri Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Laboratuvarında yapılmıştır. Mantar tahribatına bırakılacak örnekler 121 ° C'de 20 dakika boyunca steril edilmiştir. Steril örnekler daha önceden hazırlanan %3,7 malt ekstrakt agar ortamında gelişimini tamamlamış *Trametes versicolor* ve *Neolentinus lepideus* mantarına 8 hafta boyunca maruz bırakıldı. Çürüklük testi 26 ° C sıcaklık %80 nemde yapıldı. Çürüklük sonrası örnekler üzerindeki miseller temizlendi ve 103 ° C'de tekrar kurutularak tam kuru ağırlıkları kaydedildi (G_1). Ardından ağırlık kayıpları (AK) yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplandı. Daha sonra kontrol örnekleri ile beraber sertlik testleri gerçekleştirildi.

$$\% AK = \frac{(G_1 - G_0)}{G_0} \times 100$$

Shore-D Sertlik Değerinin Belirlenmesi

Kontrol ve mantar tasallutuna uğramış kavak ve ıhlamur odunlarına ait deney örnekleri üzerinde Shore-D sertlik değeri 5 kg'lık yük uygulamalı olacak şekilde ASTM D 2240 (2010)'a göre 10 ölçüm alınarak yapılmıştır.



Şekil 1. Shore-D sertlik cihazı

İstatistiksel Analizler

Örnekler arasındaki sertlik değerlerine ilişkin farklılıklar Varyans analizi ile belirlenmiştir. Anova testi sonucunda değişkenler arasındaki farklılıklar ortalamaları ayırma testi Duncan ile $\alpha = 0.05$ düzeyinde uygulandı.

Bulgular ve Tartışma

Mantar tahribatına maruz bırakılmış ıhlamur ve kavak odunlarına ilişkin ağırlık kayıpları Tablo 1'de verilmiştir. Kavak odununda her iki mantar türünde de ağırlık kaybı ıhlamura göre yüksek bulunmuştur. Her iki mantar türünde de ağırlık kaybı yaklaşık olarak aynı

bulunmuştur. Ancak ağırlık kayıpları aynı olmasına rağmen tahrip ettikleri bileşenler farklı olduğundan sertlik değerlerinde farklılıklar tespit edilmiştir.

Tablo 1. Odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Ağaç Türü	Mantar türü	Ortalama Ağırlık kaybı
Ihlamur	<i>Neolentinus lepideus</i>	29.5
	<i>Trametes versicolor</i>	30.1
Kavak	<i>Neolentinus lepideus</i>	41.8
	<i>Trametes versicolor</i>	42.5

Varyans analizi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Belirlenmiş olan bu sonuçlara göre, Shore-D sertlik değerleri için ihlamur ve kavak ağaç türlerinde mantar tahribatı işlemi anlamlı olarak elde edilmiştir.

Tablo 2. Varyans analizi sonuçları

Ağaç Türü	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Ihlamur	İşlem	2486.450	1	2486.450	2419.249	0.000
	Hata	18.500	18	1.028		
	Toplam	41313.000	20			
Kavak	İşlem	2745.800	2	1372.900	436.611	0.000
	Hata	84.900	27	3.144		
	Toplam	19967.000	30			

Ihlamur ve kavak ağaç türlerinde mantar öncesi ve sonrasında belirlenmiş olan Shore-D sertlik değerlerine ait sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Verilen bu sonuçlara göre mantar tahribatı sonrası her iki ağaç türünde de Shore-D sertlik değerlerinin kontrol örneklerine göre yarı yarıya azaldığı görülmektedir. En yüksek sertlik değeri ihlamurda kontrol odununa ait çıkmıştır. En düşük sertlik değeri ise *Neolentinus lepideus* tahribatına uğramış kavak odununda tespit edilmiştir. Mantar türlerinin odundaki sertliğe olan etkisi incelendiğinde *Neolentinus lepideus* mantarının *Trametes versicolor* dan daha fazla odunun sertliğini azalttığı görülmektedir. Bilindiği üzere esmer çürüklük mantarları odunun selüloz bileşenlerini tahrip ederken, beyaz çürüklük mantarları ise teorik olarak odunun bütün bileşenlerini tahrip edebilmektedir. Ancak ilk etapta beyaz çürüklük mantarları odunun lignin bileşenini tahrip etmektedir. Çalışmada odun örnekleri EN 113 (1996) standardına göre 8 haftalık bir tahribata bırakılmıştır. Bu nedenle oduna sertliği veren selüloz bileşeni *Neolentinus lepideus* mantarı

tarafından her iki ağaç türünde de daha fazla sertlik azalmasına neden olmuştur. Kontrol örnekleri ve mantar türleri arasında da görülen farklılıklar istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).

Tablo 3. Ihlamur ve kavak ağaç türlerinde mantar öncesi ve sonrasında belirlenmiş olan shore-D sertlik değerlerine ait sonuçlar

Ağaç Türü	Mantar türü	Ortalama sertlik	Homojenlik Grubu	Standart Sapma
Ihlamur	Kontrol	55.20	A	0.79
	<i>Trametes versicolor</i>	32.90	B	1.20
	<i>Neolentinus lepideus</i>	28.10	C	1.09
Kavak	Kontrol	37.20	A	2.10
	<i>Trametes versicolor</i>	19.40	B	1.90
	<i>Neolentinus lepideus</i>	15.10	C	1.20

SONUÇ

Bu çalışmada mantar tahribatına uğramış ihlamur ve kavak odunlarının Shore-D sertlik değerleri incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre mantar tahribatına uğramış odun örneklerinin Shore-D sertlik değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Mantar türleri kıyaslandığında en fazla sertliğin azalmasına neden olan esmer çürüklük mantarı olan ve selüloz tahripçisi *N. lepideus* bulunmuştur. Mantar türlerinin odunda neden olduğu sertlik değerleri ve kontrol örneklerinin sertlik değerleri arasındaki farklılıklarda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlara göre mantar tahribatının odunun önemli mekanik özelliklerinden sertliği (Shore-D sertlik) azalttığı ortaya konulmuştur.

Teşekkür

Shore-D sertlik testinin belirlenmesinde Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü'nde görev yapan Doçent Dr. Ümit AYATA'ya teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

ASTM D 2240, (2010). Standard test method for rubber property-durometer hardness, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.

European standard EN 113 (1996). Wood preservatives – Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes – Determination of toxic values. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium

Gurleyen, L., Ayata, U., Esteves, B., Cakicier, N. (2017). Effects of heat treatment on the adhesion strength, pendulum hardness, surface roughness, color and glossiness of Scots pine laminated parquet with two different types of UV varnish application. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 19(2), 213-224.

Bozkurt, Y., Erdin, N. (1997). Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın no: 445, S: 1, İstanbul.

Efe, F.T., Bal, B.C. (2016). Yüksek Sıcaklıkta Isıl İşlem Görmüş Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Sertlik Değerlerinde Meydana Gelen Değişmeler. 1. uluslararası mühendislik teknolojileri ve uygulamalı bilimler konferansı, Afyon Kocatepe Üniversitesi. 21-22 Nisan 2016. Afyon.

Kılıç, A., Hafizoğlu, H. (2007). Açık Hava Koşullarının Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısında Meydana Getirdiği Değişimler ve Alınacak Önlemler. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2007, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 175-183.

Auer, M. M. (1982). Wood Finishing and Refinishing, Creative Homeowner Press, New Jersey, USA

De Cristoforo, R.J. (1976). Wood Projects for the Garden, Ortho Books, Chevron Chemical Company, Sanfrancisco, CA, USA. pp.96

Winterbottom, D.M. (2000). Wood in the Landscape, A practical guide to specification and design, John & Wiley Sons, NY

Tutuş, A., Kurt, R., Alma, M. H., & Meriç, H. (2010). Sarıçam odununun kimyasal analizi ve termal özellikleri. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010
Cilt: V Sayfa: 1845-1851

**AVRUPA BİRLİĞİ'NİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK, ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE
AKILLI ŞEHİRLERE BAKIŞ AÇISI**
*THE PERSPECTIVE OF THE EUROPEAN UNION TO SUSTAINABILITY, ENERGY
EFFICIENCY AND SMART CITIES*

Duygu ÇINAR UMDU

Doktora Öğrencisi, Yaşar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı, (Sorumlu Yazar)

Ebru ALAKAVUK

Dr. Öğr. Üyesi, Yaşar Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

ÖZET

Çevresel sorunlar ve iklim değişikliği, siyasi ve ekonomik açıdan yaklaşık 50 yıldır dünyayı etkisi altına alan unsurlardır. Birçok siyasi ve ekonomik otorite, 70'li yıllardan beri sürdürülebilir kalkınma ve enerji verimliliği alanlarında yer almaktadır. Günümüze kadar, bu kavramlar ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır ve halen birçoğu devam etmektedir. Buna ek olarak, fütüristik bir terim olan akıllı şehirler kavramı, 1990'larda ortaya çıkmasına rağmen 2000'li yılların sonunda daha çok üstünde durulan bir kavram olmuştur ve bu konudaki çalışmalar da birçok otorite tarafından desteklenmişlerdir. Özellikle şehirlerdeki nüfus artışı ve kentsel alanlardaki çevre sorunları tartışıldığında, yetkililer bu kavramın iyi bir çözüm olabileceğini düşünmektedir. Bugün, bu üç kavram birbiriyle bütünleşmiş çevre politikaları oluşturan bir gündem haline gelmiştir.

Avrupa Birliği, mevcut politikaları ile çevre sorunlarını izleyen en büyük siyasi güçlerden biridir. 1973 yılında Avrupa Komisyonu Çevre Genel Koordinatörlüğü'nün kurulması, Avrupa Birliği'nin çevreye verdiği önemi vurgulamıştır. Bu kurum, Avrupa'nın çevre sorunları ile başa çıkmak, gelecek nesiller için kıtayı korumak, geliştirmek ve toplumu bilgilendirmek için kurulmuştur. Bu yapının kurulmasıyla Avrupa Birliği'nin çevre konularındaki gelişmelere yönelik çabaları, çalışmaları ve yatırımları artmıştır.

Ayrıca, 2010 yılında kurulan Enerji Genel Direktörlüğü ise çevre, sürdürülebilirlik, enerji yönetimi ve akıllı yaşam alanlarındaki programların desteklenmesinde önemli bir yol oynamıştır. Bununla birlikte 2010 yılından beri Avrupa'nın istikrarlı sürdürülebilir, akıllı ve kapsamlı büyüme modeli, 2019 sonunda ortaya konan Avrupa Yeşil Anlaşması (Green Deal) ve Mart 2020 'de sunulan Avrupa İklim Yasası ile bir üst boyuta taşınmıştır.

Bu çalışmada, Avrupa Birliği'nin, çevre sorunları, sürdürülebilirlik, akıllı şehirler ve enerji ile ilgili çalışmaları incelenmiş, konuya bakış açısına değinilmiştir. Buna ek olarak, birliğin bu konularla ilgili stratejileri ve gündemi açıklanmaktadır. Kısa bir dönemde sonuçlanacak olan Avrupa 2020 Stratejisi ve Covid-19 sonrası Avrupa Birliği'nin gelecekteki politikaları hakkındaki bilgiler sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Avrupa Birliği, Sürdürülebilirlik, Enerji Verimliliği, Akıllı Şehirler*

ABSTRACT

Environmental issues and climate change are elements that have been affecting the world for nearly 50 years, both politically and economically. Many political and economic authorities have been in the areas of sustainable development and energy efficiency since the 70s. Various studies have been done on these concepts and many are still ongoing. In addition, the concept of smart cities, which is a futuristic term, was a concept that was emphasized more in the late 2000s, although it emerged in the 1990s, and studies on this subject were supported by many authorities. Especially the population growth in cities and the environmental problems in these urban areas suggested that there might be a good solution in this concept by the authorities. Today, these three concepts have become an agenda that creates environmental policies integrated with each other.

The European Union is one of the biggest political powers that monitor environmental problems with current policy. The establishment of the Environment Directorate General of the European Commission in 1973 highlighted the importance the European Union attaches to the environment. This directorate was established to deal with the environmental problems of Europe, to protect and improve the continent and to inform the society for future generations. By the establishment of this structure, the efforts, studies and investments of the European Union towards development in environmental issues have increased.

In addition, the Energy General Directorate, established in 2010, has played an important way in supporting programs in the environment, sustainability, energy management and smart living areas. In addition, since 2010, Europe's stable sustainable, smart and comprehensive growth model has been moved to the next level with the European Green Deal (Green Deal) introduced at the end of 2019 and the European Climate Law presented in March 2020.

In this study, the European Union's environmental problems, sustainability, smart cities and energy related studies are examined and the point of view of the subject is mentioned. In addition, the Union's strategies and agenda for these issues are described. Information on the Europe 2020 Strategy that will be completed in a short period and the future goals and policies of the European Union after Covid-19 is presented.

Keywords: *European Union, Sustainability, Energy Efficiency, Smart Cities*

1.GİRİŞ

Sürdürülebilirlik, akıllı şehirler, ekoloji, yeşil tasarım, enerji verimliliği, sıfır enerji, etkin kaynak kullanımı... Tüm bu terimler insanların her gün duydukları ve kullandıkları kelimelerdir. Bazılarının anlamları çok yakın olsa da bazıları farklı anlamlar içermektedir ama aralarındaki ilişki çok kuvvetlidir. Bu terimler, küresel ısınma, iklim değişikliği ve çevre kirliliğinden kaynaklanan, küresel sorunların çözümü için tanımlanmıştır (Baker, 2012; Çınar, 2013). Dünya Çevre ve Geliştirme Komisyonu'nun hazırladığı Brundtland (Ortak Geleceğimiz) Raporu'nda da belirtildiği gibi çevresel sorunların sadece bölgesel ya da küçük ölçekli değil küresel olmasıdır ve sürdürülebilirlik kavramı bu raporda ciddi bir şekilde ele alınmıştır (StrategicImperatives, 1987).

Çevresel sorunlar, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlikle ilgili çalışmalar çeşitli konferans ve zirvede siyasi, ekonomik ve sosyal otoritenin ele aldığı yaklaşık 50 yıldır hayatımızda olan konulardır. 1972 yılında Stockholm'de çevresel sorunların varlığı ve alınacak önemler tartışılmış, 1987'de Brundtland Rapor'unda konun büyüklüğü ve sürdürülebilirlik kavramı ortaya konmuş, 1992'de Rio Zirve'sinde otoriteler, üretici ve tüketicilerin yanı sıra 3. bir tarafın gönüllü bir şekilde sürdürülebilirlik çalışmalarının ve araştırmalarının içinde yer alabileceğinin vurgulanması üzerine eko-etiketler ve sertifikasyon sistemleri hayatımıza dahil

olmuştur. Ülkemizin 2002’de imzaladığı, 1997’de oluşturulmuş, Kyoto Protokolü’nde ise sera gazı emisyonlarının azaltılması ile ilgili kararlar alınmıştır. 2015 yılında ise, Paris Anlaşması ile iklim değişikliği ve küresel ısınmanın önüne bir set çekilmesi konusunda hem fikir olunmuş, anlaşmayı imzalayan devletlerin 2020 yılından sonrası için belirlenen ir çevre hareketi olarak, küresel ısınma artışının 2°C altı ya da 1.5°C’ye kadar zorlanması için kararlaştırılacak yol haritaları üzerinde çalışılması hedeflenmiştir (Türkeş, 2006; Rogelj ve ark. 2016; Öztürk ve ark; 2017). Bu tarihler çevresel sorunlar ve iklim değişikliği ile ilgili konular için mihenk taşı olsa da, 1988 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 1995 Kahire Birleşmiş Milletler Uluslararası Nüfus ve Kalkınma Konferansı, 1996’da İstanbul’da yapılan Habitat II, 1997 Rio+5 Forumu ve 2002 yılında Johannesburg’ta gerçekleştirilen Dünya Sürdürülebilir Gelişme Konferansı gibi birçok uluslararası ve küresel boyutlu görüşme ve çalışma yapılmıştır (Türkeş, 2006; Bozlağan, 2010).

Birçok sosyal, siyasi ve ekonomik otorite, 70’li yıllardan beri sürdürülebilir kalkınma ve enerji verimliliği alanlarında yer almaktadır (Arora, 2019). Avrupa Birliği, bu otoriteler içinde önemli bir konuma sahip olarak her zaman sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği açısından hedef ve politikalar koyan bir yapıda olmuştur (Triandafyllidou & Fotiou, 1998; Bertoldi, 2020) ve bu hedefler doğrultusunda bünyesindeki Çevre ve Enerji Genel Direktörlükleri ile çeşitli uygulama ve programa imza atmıştır (Avrupa Komisyonu, 2014; EuMonitor, t.y.). Bu direktörlükler ile çevreye verdiği önemi vurgulamıştır. Bu kurumlar, Avrupa’nın çevre sorunları ile başa çıkmak, gelecek nesiller için kıtayı korumak, geliştirmek, enerji verimliliği, enerji yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma konularında aktif rol oynamak ve toplumu bilgilendirmek için kurulmuştur. Bu yapıların kurulmasıyla Avrupa Birliği’nin çevre konularındaki gelişmelere yönelik çabaları, çalışmaları ve yatırımları artmıştır.

Bu çalışmada, Avrupa Birliği’nin çevre sorunları, sürdürülebilirlik, akıllı şehirler ve enerji ile ilgili yaptığı çalışmalar ve bu konular hakkındaki bakış açısı incelenmiştir. Buna ek olarak, çalışmada birliğin stratejileri ve gündemi hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca, kısa bir dönemde sonuçlanacak olan Avrupa 2020 Stratejisi ve Covid-19 sonrası Avrupa Birliği’nin gelecekteki politikaları ve iklim hareketi hakkındaki bilgiler sunulmaktadır.

2.AVRUPA KOMİSYONU ÇEVRE VE ENERJİ GENEL DİREKTÖRLÜKLERİ

Avrupa Birliği'nin oluşturduğu stratejilerini, çevresel sorunlar, enerji politikası ve iklim hareketleri ile ilgili programlarını yürüttüğü, Avrupa Komisyon'una bağlı birçok Genel Direktörlük bulunmaktadır. Bunlardan ikisi Avrupa Komisyonu Çevre Genel Direktörlüğü ve Avrupa Komisyonu Enerji Genel Direktörlüğü'dür.

2.1 Avrupa Komisyonu Çevre Genel Direktörlüğü

Avrupa Komisyonu Çevre Genel Direktörlüğü yani DG-Environment, 1973 yılında, Stockholm Konferansı sonrası, kendi neslimiz ve gelecek nesillerin yaşantısını korumak, günümüzde ve gelecekte Avrupa'nın çevresini iyileştirmek için kurulmuştur. AB'nin çevre politikasından sorumlu Avrupa Komisyonu bölümüdür. Mevcut ve gelecek nesiller için çevreyi korumayı, korumayı ve iyileştirmeyi, yüksek düzeyde çevre korumasını sağlayan ve AB vatandaşlarının yaşam kalitesini koruyan politikalar önermeyi ve uygulamayı hedeflemektedir. Aynı zamanda üye devletlerin AB çevre hukukunu doğru şekilde uygulamalarını sağlar ve uluslararası toplantılarda çevre konularında Avrupa Birliği'ni temsil eder (European Commission, 2010 a).

Direktörlüğün misyonu ise biyolojik çeşitliliğin korunduğu, değer verildiği, restore edildiği ve çevre ile ilgili sağlık risklerinin en aza indirildiği yenilikçi, döngüsel bir ekonomiye dayanan, AB vatandaşlarının gezegenin ekolojik sınırları dahilinde iyi yaşamasına olanak tanıyan politika ve mevzuatın geliştirilmesi ve kolaylaştırılması Ab toplumunun direncini artırma yolunda ve büyümenin kaynak kullanımından ayrıldığı yerlerde Avrupa Komisyon'un verdiği görevini sürdürmektir (DG-Environment, 2019).

Direktörlüğün çalışma programları ve çevresi, bu programla ilgili ana başlıkları, 1973 yılından beri dönemsel olarak yapılan, Çevre Hareket Programı'nda alınan kararlar doğrultusunda belirlenmektedir. Şu anki çalışma başlıkları 2013-2019 yılları arasında gerçekleştirilmiş, 7. Çevresel Hareket Programı olan “*Gezegelimizin Sınırlarında İyi Yaşam*” ile belirlenmiştir. 4 çalışma başlığı vardır. Bu başlıklar; Doğal Kaynaklar ve Atık, Çevre ve Sağlık, Doğa ve Biyolojik Çeşitlilik ve İklim Değişikliği olarak belirlenmiştir. Direktörlük ayrıca yıllık 2019 Yönetim Planı ve 5 yıllık 2016-2020 Stratejik Plan doğrultusuna çalışmaktadır (DG-Environment, 2019).

2.2 Avrupa Komisyonu Enerji Genel Direktörlüğü

Avrupa Birliği dünya enerji piyasasının önemli paydaşlarından biridir. Enerji, ekonomik faaliyetlerin hepsinde kullanılan bir girdidir. Enerji alanında birçok topluluk kuran birlik, zaman içinde enerji politikalarını birlik ülkelerine bıraktığı ve belirli bir enerji politikası geliştirmede için çıkan krizlerle ilgilenmek zorunda kalmışlardır. Bununla birlikte 1990'lı yıllardan sonra özellikle 2000'li yıllarda Avrupa'nın enerji konusundaki tutumu değişmiştir. 90'lı yıllar öncesinde çok az sayıda bulunan enerji ile ilgili çalışmalar, 2000'li yıllarda ciddi bir şekilde ivme kazanmış, Avrupa Birliği, enerji sorununu çözmek için çeşitli düzenlemelerde bulunmuştur ve yenilenebilir enerji konusunda kendini geliştirmiştir (Dursun, 2011).

2009 yılında enerji ithalatıyla dünya birincisi, tüketimiyle de ikincisi olan Avrupa Birliği (Yorkan, 2009), 2018 kayıtlarına mevcut olan enerjinin %55'ini dış ülkelere ithal etmiştir (European Union, 2020). 2010 yılında Avrupa 20 Stratejisi ile sürdürülebilirlik çalışmalarına hız vermesine rağmen birlik, 2018 yılı verilerine göre, enerjisini 5 adet kaynaktan elde karşılamıştır. Bunlar; Petrol ürünleri (ham petrol dahil) (% 36), doğal gaz (% 21), katı fosil yakıtlar (% 15), yenilenebilir enerji (% 15) ve nükleer enerji (% 13)'dir (European Union, 2020). Buna rağmen, 2030 yılına kadar birlik, katı fosil yakıt kullanımını önemli ölçüde azaltmak için çalışmalara başlamıştır (İklimHaber, 2019).

Bütün sürdürülebilirlik, etkin kaynak kullanımı ve enerji verimliliği çalışmalarının ışığında, 2010 yılında Enerji ve Ulaştırma Genel Direktörlüğü olarak kurulmuş daha sonra, Enerji Genel Direktörlüğü ve Ulaştırma Genel direktörlüğü olarak ikiye ayrılmışlardır. Görevleri, Avrupa enerji politikasını ve sektörünü geliştirip yönlendirmek, çevre ve enerji hedefleri ile bunlarla ilgili politikaları doğrultusunda sürdürülebilir enerji üretimini, tüketimini teşvik etmek ve sektördeki yenilikçi teknolojik gelişmeler için finansal katkıda bulunmaktır (EuMonitor, t.y.).

Direktörlük, enerji ile ilgili birçok konu üzerinde çalışmaktadır. Bu konular güvenilir bir enerji yönetimi, etkin bir enerji kontrolü ve enerji etkin bir kıta için yürütülmektedir. Bunlar; enerji stratejisi, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, enerji piyasası ve tüketimler, enerji güvenilirliği, enerji sistem entegrasyonu, alt yapı konusu, petrol, gaz ve kömür konuları,

nükleer enerji konusu, araştırma, teknoloji ve inovasyon alanları ve enerji alanında uluslararası işbirliğidir (DG-Energy, 2020). Direktörlüğün üstleneceği çalışmalar kısa ve uzun dönem stratejilerine bağlı olarak belirlenmektedir.

3.AVRUPA BİRLİĞİ'NİN HEDEFLERİ VE POLİTİKALARI

Birlik, temelleri 2000'li yılların başına dayanan bir kalkınma hedefi ve politikasına sahiptir. Bu hedef ve politikalar başlıca, 2000 yılında kararlaştırılmış 2010 Lizbon Stratejisi, 2010 yılında belirlenmiş, aynı zamanda 20-20-20 hedefleri olarak da bilinen, 10 yıllık Avrupa 2020 Stratejisi, şu anda strateji çalışmaları yapılan, 2010'lı yıllarda uzun dönem olarak adlandırılan 2030 hedefleri ve daha önce çerçevesi çizilmiş olup, Avrupa Yeşil Anlaşması ve İklim Yasası ile 2050 uzun dönem hedefleridir (Akses, 2014; European Commission, 2018; European Commission, 2019 a; Avrupa Birliği Kıbrıs Temsilciliği, 2020).

3.1 Lizbon Stratejisi

Lizbon stratejisi 23-24 Mart 2000 tarihlerinde Portekiz'in dönem başkanlığı yaptığı zirvede kabul edilmiştir. ABD ve Japonya'nın yanı sıra, Çin'in büyüyen ekonomisi, Hindistan ve Güney Kore'nin gelişen teknolojisi göz önüne alınınca Avrupa yarıştan geri kalmamak için bu stratejileri belirlemiştir. Stratejinin hedefi ise 2010 yılına kadar sürdürülebilir büyümeye sahip, dünyanın en rekabetçi ve dinamik bilgi temelli ekonomik gücü olmaktır (Çapamoğlu, 2010; Akses, 2014). Stratejinin 5 ana başlığı bulunmaktadır:

- Bilgi toplumunu gerçekleştirmek
- Tek Pazara geçişi tamamlamak
- Kamu ihalelerine ilişkin kuralların güncelleştirilmesi
- Daha çevreci, sürdürülebilir bir gelecek

Stratejinin kapsamı ilk belirlendiğinde, Birliğin ekonomisi ve sosyal yapısı ele alınmış, ancak küresel ısınma ve iklim değişikliği konularının önemi artıp, eylem planlarının aciliyeti gündeme gelince, 5. başlık olarak çevre boyutu eklenmiştir ve Lizbon Stratejisi'nin kapsamı genişlemiştir (Akses, 2014).

2005 ara raporlarında istenilen sonuçların alınmadığı fark edilmiş olup, birlik ülkeleri arasındaki koordinasyon eksikliği ve 2008 yılındaki küresel boyuta yansıyan ekonomik kriz nedeni ile de başarısız bir girişim olarak görüşmüştür (Çapanoğlu, 2010; Akses 2014). Yerine 2010 yılında yürürlüğe giren Avrupa 2020 Stratejisi gelmiştir.

3.2 Avrupa 2020 (20-20-20) Stratejisi

Avrupa 2020 Stratejisi 24 Kasım 2009-15 Ocak 2010 tarihleri arasında kamuoyuna duyurulan bir hedeftir (Çapanoğlu, 2014). “Akıllı, sürdürülebilir ve kapsamlı büyüme için bir Avrupa Stratejisi” sloganı ile hayata geçirilen strateji temel olarak Lizbon Strateji’sine dayansa da sürdürülebilirlik ve akıllılık kavramları üzerinde duran bir kapsamda hazırlanmıştır. (European Commission, 2010 b; Akses, 2014).

Her sektörde ve her yönden sürdürülebilir, akıllı ve kapsamlı bir büyüme modeli benimsenmiştir (Çapanoğlu, 2010). Stratejinin 3 ana başlığı bu benimsenen modele göre şekillenmiştir:

- Bilgiye dayalı büyümeyle değer yaratılması
- Kişilerin sosyal içermeyi sağlayan toplumlarda güçlü hale getirilmesi
- Rekabetçi, koordineli ve daha çevreci bir ekonominin yaratılması

Ana hedeflerinden biri kaynak etkin, enerji verimliliği yüksek ve sürdürülebilir bir kıta olmaktır. Bu çerçevede ön gördüğü hedeflerden dolayı 20-20-20 Strateji olarak da bilinmektedir (European Commission, 2010 b):

- Sera gazlarının ve enerji tüketiminin en az %20 oranında azaltılması (bazı bölgelerde %30 oranına çıkılması);
- Yenilenebilir enerjinin payını en az %20’ye çıkarmak;
- Enerji verimliliğini en az %20 oranında artırmak.

Avrupa Çevre Ajansı 2017 Avrupa’daki Eğilimler ve Tahminler raporuna göre, birlik ülkelerinin hepsi başarılı olmasa da, daha 10 yıllık dönem bitmeden Birlik genel anlamda

çevresel stratejiler ve sürdürülebilir kalkınma konusunda strateji ciddi bir başarı sağlamış, 20-20-20 hedefleri amacına ulaşmıştır. Bununla birlikte 2030 ve 2050 uzun dönem stratejilerinin de olumlu yönde değişmesini sağlamıştır (European Environment Agency, 2017; European Commission, 2018).

3.3 2030 ve 2050 Stratejileri, Avrupa Yeşil Anlaşması (Yeşil Düzen) ve Avrupa İklim Yasası

2030 ve 2050 Hedefleri, Avrupa Birliği'nin uzun dönem hedefleri olarak karşımıza çıkmaktadır. 2020 yılı Eylül ayı itibari ile 2030 hedefleri kısa dönem hedefler dahilinde olmuştur (İklimHaber, 2020). 2010'lu yıllardan beri şekillenen bu hedefler 2019 yılı Aralık ayında yürürlüğe giren, Avrupa'nın dünyanın iklim tarafsız, kendine yetebilen, enerji etkin ve yeşil kıtası yapmak için Avrupa Yeşil Anlaşması (Avrupa Yeşil Düzen – European Green Deal) ve Avrupa İklim Yasası'nın yürürlüğe girmesi (European Commission, 2019 a; İklimHaber, 2020) ile bu hedeflerin uzun vadeli etkileri olumlu anlamda değişmiştir.

2016 yılında, enerji verimliliği ve çevresel konularda uyulması gereken 2030 hedefleri %40 oranında daha az sera gazı emisyonu, %27 oranında daha fazla kaynakların yeniden kullanılması ve geri dönüşüm ve enerji verimliliği (Avrupa Birliği Türkiye Delegasyonu, t.y., TrustEPC, 2016).

2018 yılına gelindiğinde ise emisyon oranı %45'e çekilmiş, ulaşım araçlarının elektrikli, bio-kütleye dayalı yakıt kullanan ya da hibrit enerji sistemli olması gerektiğinin altı çizilmiş ve Paris Anlaşması işaret edilerek, küresel ısınmayı 1.5°C'de tutmak için 2050'de %80 -%90 oranında sera gazı emisyonu ile enerji etkin bir kıta olmanın kararları alınmıştır (European Commission, 2018).

Avrupa Yeşil Anlaşması (Avrupa Yeşil Düzen), Avrupa'yı iklim zararsız ve çevre dostu bir kıta yapmak için Paris Anlaşması ışığında alınan bir politikadır. Politikanın ana başlıkları sürdürülebilir kalkınma ve Avrupa'nın kendine yeter bir kıta haline gelmesi yönünde belirlenmiştir:

- AB'nin 2030 ve 2050 için iklim tutkusunun artırılması

- Temiz, uygun fiyatlı ve güvenli enerji sağlamak
- Temiz ve dairesel bir ekonomi için endüstrinin seferber edilmesi
- Enerji ve kaynak tasarruflu bir şekilde bina ve yenileme
- Sürdürülebilir ve akıllı ulaşım geçişi hızlandırma
- "Çiftlikten Çatala": adil, sağlıklı ve çevre dostu bir gıda sistemi tasarlamak
- Ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin korunması ve geri yüklenmesi
- Zehirsiz ortam için sıfır kirlilik tutkusu

4 Mart 2020 tarihinde kabul edilen İklim yasası ise Avrupa Birliği'nin çevresel konular ve sürdürülebilir kalkınmadan taviz vermeyeceğine yönelik bir işarettir. Avrupa Komisyonu Başkanı Ursula von der Leyen, yasa ile ilgili olarak "Bugün, AB'yi 2050 yılına kadar dünyanın ilk iklim tarafsız kıtası yapmak adına harekete geçiyoruz. İklim Yasası siyasi taahhüdümüzün yasal olarak düzenlenmiş hali ve bizi sürdürülebilir bir gelecek yoluna sokuyor. Bu yasa Avrupa Yeşil Düzeni'nin kalbidir. Avrupa endüstrisine ve yatırımcılara öngörülebilirlik ve şeffaflık sağlıyor. Ayrıca yeşil kalkınma stratejimize yön veriyor ve dönüşümün kademeli ve adil olacağını da garanti ediyor." cümlelerini kullanmıştır (Avrupa Birliği Kıbrıs Temsilciliği, 2020, https://ec.europa.eu/cyprus/news/20200304_1_tr)

Avrupa Yeşil Düzen ve Avrupa İklim Yasası ile birlikte gelinen nokta, 2030 yılı için verilen karar ise emisyon oranının %50-55 dolaylarında azaltılması, kömür temelli yakıtların kullanılmasının bırakılması kara ve deniz yaşamının %30 daha fazla korunması, 2050 yılı itibari ile kıtanın kendine yetebilen, iklim nötr ve yeşil bir kıta olmasıdır (European Commission, 2019 a; IEEP, 2019; İklimHaber, 2019; European Commission, 2020).

Eylül 2019 tarihiyle Avrupa'nın 2030'a kadar kömür çıkış politikası, Türkiye, Balkanlar ve İngiltere dahil olmak üzere kıta ülkelerinin kömüre bakış açıları Şekil 1'de verilmiştir. Belçika kömür rezervi olmasına rağmen 2016'dan beri kömürü ısınma için bir enerji aracı olarak ve termik santrallerde işletmek için kullanamamıştır. Bununla birlikte birçok Avrupa ülkesi kömür madenlerini kapatma kararı alırken, yeşil enerji için çok ciddi bir potansiyele ve sahip olmasına ve Paris Anlaşması gibi ciddi hedefleri olan bir anlaşmayı imzalamasına rağmen, bu madenlerin açılmasına hala teşvik veren Türkiye'nin eylemleri düşündürücüdür (Gençoğlu, 2002, İklimHaber, 2019, TC Dış İşleri Bakanlığı, t.y.).



Şekil 1. Kömürden Çıkış Haritası (İklimHaber, 2019)

Avrupa 2020 stratejilerinde geri kalmış ülkeler için farklılaşmış yaklaşımla hareket ederek 2030 hedefi doğrultusunda bu ülkeleri de enerji etkin hale getirme kararı alan Avrupa Birliği bu ülkelerde kırılganlığı azaltmak dayanaklılığı arttırmak için uyum stratejisi uygulayacak. Ayrıca 2030-2050 yılları arasında bulunulan şartlara ve gelinen noktaya göre 5 yılda bir stratejinin yeniden planlanması yapılacaktır (İklimHaber, 2019; Avrupa Birliği Kıbrıs Temsilciliği, 2020).

4.UYGULAMALAR VE PROGRAMLAR

Avrupa Birliği'ne bağlı Avrupa Komisyonu, birliğin belirlediği hedef ve politikaları hayata geçirirken birçok uygulama ve program başlatmaktadır. Bazı programlar dönemsel bazıları süresiz eylemler olarak gözlenmektedir. Çevresel sorunların çözümünde sürdürülebilirliğin, enerji verimliliğinin ve akıllı şehirlerin gerçekleşmesi gibi hedefler için de hayata geçirdiği uzun dönemli ya da kısa dönemli birçok uygulama ve program bulunmaktadır. Bu programların amaçları birliğin hedef ve stratejilerine bağlı olarak gelişmektedir.

4.1 Çevre Hareket Programı ve İklim Paketi

1973'ten yapılan, çevre sorunlarını çözmek üzerine hareket eden, iklime duyarlı, sürdürülebilirliği hedefleyen bir programdır (European Commission, 2014). Program

doğrultusunda çevresel problemlere karşı durulabilecek önlemler ve stratejiler belirlenerek, programın belirlediği eylem planları gerçekleştirilir. Bu programda alınan kararlar dönemsel olarak, Avrupa Çevre Genel Direktörlüğü'nün çalışma programını belirler (DG-Environment, 2010; European Commission; t.y. a).

2020'ye Doğru Çevre Hareket Programı “*Gezegeneimizin Sınırlarında İyi Yaşam*” isim ile 7.si 2013-2019 yılları arasında tamamlandı. 2030 ve 2050 hedefleri belirlendi (European Commission, 2014; European Commission, 2019 b). Çalışmanın 7 tane ana başlığı bulunmaktadır.

- AB iklim etkin enerji paketi
- Kaynak etkinliği (verimliliği) yol haritası
- Düşük karbon ekonomisi yol haritası
- Bio-çeşitlilik stratejileri
- Yenilikçi AB inisiyatifleri
- Sürdürülebilir kalkınma
- Birlik vatandaşlarına çevre için riskli yerlerde kısıtlamalar, sağlık ve esenlik

8.si Ekim 2019'da “*Trendleri Bir Araya Getirmek*” ismi ile başlayarak, program metninde 2050 hedeflerinin ciddi bir şekilde ele alınacağını vurgulamıştır (8th Environment Action Programme, 2019) .

Avrupa İklim Paketi ise iklim hareketi için oluşturulmuş, komisyondan bağımsız bir AB oluşumdur. Bütün paydaşların birlikte çalışması, halktan alınan geri bildirimlerle hareket edilmesi ve sadece ekonomik değil, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik için her sektörün dönüştürülmesini hedefleyen bir pakt oluşumdur. Bilgi, eğitim ve iklim faaliyetlerini yönlendirip, onlara destek vermektedir. Komisyon ve genel müdürlükler, pakt üyeleri ile birlikte çalışmaktadırlar (Avrupa Birliği Kıbrıs Temsilciliği, 2020).

4.2 AB Eko-Etiketi (EU EcoLabel)

Eko-etiketler gönüllülük esasına dayalı 3. şahısların ürünlere ve üreticilere çevresel duyarlılığı aşılacak için verdiği bir değerdir (Öztürk ve ark. 2017). Bu temele dayalı eko-etiketlerden biri de 1992 yılında Avrupa Komisyonu Çevre Genel Direktörlüğü'ne bağlı kurulmuş olan EU EcoLabel yani AB Eko-Etiketi'dir (Kara, 2011; DG-Environment, t.y.).

Avrupa ve dünya çapında tanınan AB EcoLabel, yaşam döngüsü boyunca yüksek çevresel standartları karşılayan ürün ve hizmetlere verilen hammadde çıkarma, üretim, dağıtım ve bertarafa kadar çevresel mükemmeliyetin simgesidir. Ayrıca, şirketleri dayanıklı, onarımı ve geri dönüşümü kolay ürünler geliştirmesine, üretim sürecinde daha az atık ve CO₂ üretmeye ve dögüsel ekonomi geliştirmeye teşvik etmektedir (Kara, 2011; DG-Environment, t.y.). Etiket dünya çapında her ürüne verilebilir ancak sadece birlik ülkeleri etiketi verme yetkisine sahiptirler. Aday ülke olduğu için Türkiye'nin etiket verme yetkisi yoktur (Kara, 2011).

Kriterleri, çevresel etkilerini azaltmak ve üçüncü taraf kontrolleri aracılığıyla çevresel eylemlerinin verimliliğini garanti etmek isteyen şirketler için kapsamlı yönergeler sunmaktadır. Birçok şirket, ürün hatlarını geliştirirken çevre dostu en iyi uygulamalar konusunda rehberlik için AB Eko-Etiket ölçütlerine başvurmaktadır (DG-Environment, t.y.).

4.3 Avrupa Birliği Bina Enerji Performansı Direktifi (EPBD-nZEB)

Binaların Enerji Performansı Direktifi ilk olarak 19 Mayıs 2010 tarihinde yayınlandı. Avrupa 2020 kapsamında enerji verimliliği iyileştirmeleri için% 20 gösterge hedefi karşılamak üzere binalarda kullanılacak iklim ve enerji paketi olarak tasarlandı. 8 Mayıs 2019 yılında kapsamı yenilenen direktifin prensibi "*Öncelik enerji verimliliğinde*"dir (EUETS., t.y.) . 2020-2030 arasında da devam edecek programın ana hükümleri (EUETS., t.y.) sürdürülebilir mimarlık, ekolojik tasarım ve emlak piyasası açısından da çevre duyarlı bir Avrupa olma isteğinin altını çizmektedir:

- Üye Devletlerin bina satışı veya kiralanmasına ilişkin tüm reklamlara dahil edilmek üzere enerji performans sertifikaları geliştirmeleri şartını içermesi,
- Isıtma ve iklimlendirme sistemleri için denetim şemaları oluşturmak (veya eşdeğer etkili tedbirler almak),

- Yeni binalar, binaların büyük ölçüde yenilenmesi ve bina elemanlarının yenilenmesi veya güçlendirilmesi için minimum enerji performans gerekliliklerinin belirlenmesi
- Binaların enerji verimliliğini artırmak için ulusal finansal önlemlerin listelerini hazırlamak.

EPDB uyarınca, Birlik ülkeleri nZEB (yaklaşık sıfır enerjili binalar) üstünde çeşitli çalışmalar ve yönetmelikler çıkarmıştır. Bununla birlikte Her ülkenin nZEB çalışmaları ülkeler ve bölgeler göre farklılık göstermektedir. Green Deal ve İklim Yasası sonrası nZEB kaldırılmış olup, ZEB (Sıfır enerji binaları) benimsenmiştir, Türkiye'deki nZEB çalışmaları Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca yapılmaktadır (Umdü, 2020; TEEPB., t.y.).

4.4 Horizon (Ufuk) 2020

2014-2020 arasındaki dönem için yenilikçi sürdürülebilir, akıllı bir ekonomi güden çevre dostu projeleri destekler. Mükemmel Bilim - Endüstriyel Liderlik - Toplumsal Zorluklar şeklinde 3 ana hedef içermektedir (Pacheco-Torgal, 2014). Horizon 2020, 3 ana hedefi ile birlikte ve 2 özel öncelik hedefinde olduğu 5 başlığına ayrılmıştır (European Commission, t.y. b):

- Mükemmel Bilim
- Endüstriyel Liderlik
- Toplumsal Zorluklar
- 'Mükemmelliği yaymak ve katılımı genişletmek' özel hedefi
- 'Toplum ile ve toplum için bilim' özel hedefi

Bu hedeflerin ışığında bir çok alanda proje çağrıları açılmakta kazananlara bu alanlarda hibe verilmektedir (Pacheco-Torgal, 2014).

- Sağlık, demografik değişim ve refah.
- Gıda güvenliği, sürdürülebilir tarım, denizcilik araştırmaları.
- Biyo-ekonomi.
- Güvenli, temiz ve verimli enerji.
- Akıllı, yeşil ve entegre taşıma.
- İklim eylemi, kaynak verimliliği ve hammaddeler.

- Kapsayıcı, yenilikçi ve güvenli toplumlar.

Horizon 2020 çağrılarının çoğu konulara ayrılmıştır. Program taraması ve başvurular online (çevrimiçi) olarak yapılmaktadır. Finansman ve İhale Portalı'na bir çağrı sayfası girerken, bu çağrıya ait tüm konuların listesi görülür. Ücretsiz bir şekilde ara yapılabilir ve konular ile ilgili yararlı bilgilere ulaşılabilir. Bununla birlikte her çağrının konuları Etap 1 ve Etap 2 olarak ikiye ayrılmıştır. Bu dönemden sonra devreye girecek çağrıların isimleri Horizon Europe (Ufuk Avrupa) olarak belirlenmiştir (European Commission, t.y. b).

4.5 Akıllı Şehirler ve Yeşil Başkent Ödülleri (European Green Capital Awards)

Avrupa nüfusunun %75'i şehirlerde yaşadığı (Eurostat Statistics, 2019) düşünülürse, Kıtadaki kentsel alanların enerji tüketimine ve iklim değişikliği üzerinde büyük etkisi olan sera gazı emisyonlarına önemli etkisi olduğu düşünülebilir. Aynı zamanda kentler, AB ekonomisinin ana itici güçleri olup, büyüme ve istihdam için etkili yollar açmaktadır. Daha çekici ve rekabetçi kentsel alanları, yaşamak için daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir bir yeri teşvik eden ve aynı zamanda iklim zorluklarıyla mücadele eden çeşitli AB politikaları, teklifleri ve girişimleri mevcuttur (DG-Energy, t.y.).

Bu girişimler ışında bir çok program başlatıldı. Karbon nötr, akıllı Avrupa şehirleri oluşturmak hedeflendi (DG-Energy, 2019). Bunlardan ikisi ise akıllı şehirler kavramını öne çıkarmak ve Avrupa Yeşil Başkenti (European Green Capital) Ödülleri'ni oluşturmaktı.

Birlik için, akıllı şehir kavramı; hareketlilik ve bir şehrin refahı, enerji verimliliği, su ve atık yönetimi ve kent sürdürülebilirliği için gerekli olabilecek diğer hizmetler üzerinde kurulu teknolojik ağ olarak tanımlanabilir. Bunun tanımın doğrultusunda şehirlerde akıllı bir yaşam için 6 tane eylem kümesi oluşturulmuştur (DG-Energy, 2019):

Sürdürülebilir kentsel ulaşım

- İş planları ve finans
- Entegre altyapı ve süreçleri
- Entegre planlama, politika ve yönetmelikler
- Vatandaş odaklı yaklaşım

- Sürdürülebilir bölgeler ve yapılı çevreler

Avrupa Yeşil Başkent ödülleri ise eko-etiket olarak adlandırılacak bir sürdürülebilir kent ödülü. 2010 yılında ilk olarak Stockholm 'e verilen ödül, sadece başkentlere değil, en az 1 yıllık bir çalışma süreci sonunda, Birliğin sürdürülebilir çevre ölçütlerine uyan başvurularını tamamlamış her Avrupa şehrine verilebiliyor. Türkiye 2014 yılı ödülleri için Bursa ve Trabzon ile 2017 için de Bursa ve İstanbul ile aday olmuş ama iki yılda bu ödülü kazanamamıştır. Şu ana kadar ödüle layık görülen Avrupa Yeşil Başkent şehirleri ve finalist şehirleri Şekil 2'de gösterilmiştir (DG-Environment, 2020).



Şekil 2. Avrupa Yeşil Başkent Şehirleri ve Finalist Şehirleri

Ödüllerde geçen “başkent” terimi yeşilin ve sürdürülebilirliğin başkenti olmak, doğa dostu kentlere öncü olmak anlamında kullanılıyor (DG-Environment, 2020).

SONUÇ

Bu çalışma Avrupa Birliği'nin 1973'ten beri üstlenip, özellikle de yeni milenyumun başından beri geliştirdiği çevre duyarlı kimliği üzerinden sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve akıllı şehirlere karşı bakış açısının bir derlemesi olmuştur. Çalışmada geçmişten günümüze Avrupa'nın sürdürdüğü program ve stratejilere değinilmiştir.

Birlik, 2020 yılı sonu ve 2021 itibari ile yeni bir döneme girerek, eski uzun dönem planı olarak geliştirdikleri 2030 planlarını yeni dönem için 10 yıllık kalkınma planına dahil etmeye hazırladıkları bir döneme girmiş bulunuyor. Bununla birlikte 2019 Aralık ayında Çin'in Wuhan Kenti'nde ortaya çıkıp bütün dünyayı tehdit eden Covid-19'un Avrupa ülkelerine verdiği zarar, birliğin hedef ve politik süreçlerine ne kadar etki ettiği ve edeceği önümüzdeki yıllarda belli olabilecek.

Yine de kapanış dönemine girdiği halde European Research Area Corona Platformu'nu kurarak ve Horizon 2020 çağrılarına ek Covid-19 çağrıları eleyerek, kriz ile mücadelenin adımlarını net bir şekilde yapmıştır (ERA corona platform, 2020) . Ayrıca Covid-19 sonrası yakın tarihimizde 2008 yılı ekonomik krizi nedeniyle düşen %1.4 emisyon oranından beri ilk kez CO₂ emisyonu %5'lik bir düşüş yaşamıştır ki bu 2. Dünya Savaşı'ndan beri en büyük emisyon düşüşü olarak gösterilmektedir (Larkin, 2020).

Bu çıktılar, AB'nin belirlenen hedeflerinin her ne kadar sekteye uğrayabileceği düşünülse de, Covid-19 krizini fırsata çevirmek için önemli bir başlangıçtır. Covid-19 pandemisine rağmen parlamento tarafından kabul edilen Avrupa İklim Yasası, Avrupa Yeşil Düzen anlayışının Covid-19 tarafından sekteye uğrasa da durmayacağına bir göstergesidir. Teknoloji'nin Hindistan, Güney Kore ve Japonya'da, üretimin Çin'de, silah lobisinin Amerika'da olduğu bu küresel dünyada Avrupa Birliği çevre dostu, sürdürülebilir bir kalkınmanın ana karası olmayı hedefliyor. Avrupa Birliği aday ülkesi olan Türkiye'nin, Avrupa Yeşil Düzen 'in içinde yer almak istiyorsa, atılan adımlara sessiz kalmayarak, belirlenen hedefler doğrultusunda ülke planını yapmasının, kaçınılmaz olduğu görülüyor.

KAYNAKÇA

- Akses, S. (2014). Avrupa 2020 Stratejisi. İstanbul, Türkiye: İKV.
- Arora, N. K. (2019). Earth: 50 years challenge. *Environmental Sustainability*, 2(1), 1-3.
- Avrupa Birliği Kıbrıs Temsilciliği. (2020). AB, 2050 yılına kadar iklime zararsız olmayı hedefliyor: Komisyon, Avrupa İklim Paketi'na danışarak Avrupa İklim Yasası yapılmasını öneriyor. Erişim Mayıs 6, 2020, https://ec.europa.eu/cyprus/news/20200304_1_tr
- Avrupa Birliği Türkiye Delegasyonu. (t.y.). Enerji - AB'nin Hedefleri. Erişim Haziran 2, 2020, <https://www.avrupa.info.tr/tr/enerji-abnin-hedefleri-58>
- Bertoldi, P. (2020). Overview of the European Union policies to promote more sustainable behaviours in energy end-users. In *Energy and Behaviour*, Academic Press, 451-477.
- Bozlağan, R. (2010). Sürdürülebilir gelişme düşüncesinin tarihsel arka planı. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, (50), 1011-1028.
- Çapanoğlu S. G. (2010) “Geçmişten günümüze Lizbon stratejisi ve 2020 için yeni bir ışığında “AB 2020 ” stratejisi ”. İktisadi Kalkınma Vakfı Değerlendirme Notu 2010, 12.
- DG-Energy. (2019). Smart Cities - Smart Living. Erişim Haziran 6 2020, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/smart-cities>
- DG-Energy (2020). Energy. Erişim Haziran 7, 2020, https://ec.europa.eu/energy/home_en
- DG-Energy. (n.d.). Energy and smart cities | Energy - European Commission. Erişim Haziran 6 2020, https://ec.europa.eu/energy/topics/technology-and-innovation/energy-and-smart-cities_en
- DG-Environment. (2019). Directorate-General for Environment. Erişim Haziran 7, 2020, https://ec.europa.eu/dgs/environment/index_en.htm
- DG-Environment. (2020). European Green Capital. Retrieved Erişim Haziran 7, 2020, <https://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/>
- DG-Environment. (n.d.). Home - Ecolabel - EUROPA. Erişim Haziran 6, 2020, https://ec.europa.eu/environment/ecolabel/index_en.htm
- Dursun, S. (2011). Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- ERA corona platform. (2020). European Research Area corona platform. Retrieved

June 16, 2020, from <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/covid-19>

EUETS. (t.y.). Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). Erişim Mayıs 30, 2020, <https://www.emissions-euets.com/energy-performance-of-buildings-directive-epbd>

EUMonitor. (t.y.) Directorate-General Energy (ENER). Erişim Mayıs 30, 2020, <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/viculdzyszst>

European Commission (EC). (2010, b). EUROPE 2020: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. *Working paper {COM (2010) 2020}*.

European Commission (t.y. a) Environment Action Programme to 2020. Erişim Haziran 6, 2020, from <https://ec.europa.eu/environment/action-programme/>

European Commission. (t.y. b) Research & Innovation - Funding & Tenders Portal H2020 Online Manual. Erişim Haziran 10 2020, https://ec.europa.eu/research/participants/docs/h2020-funding-guide/grants/applying-for-funding/find-a-call/what-you-need-to-know_en.htm

European Commission. (2010, a). DP Environment. Factsheets. Erişim Şubat 15, 2020 https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/dg_environment.pdf

European Commission. (2014). General Union Environment Action Programme to 2020. Living well, within the limits of our planet

European Commission. (2018). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, THE COMMITTEE OF THE REGIONS AND THE EUROPEAN INVESTMENT BANK, COM(2018) 773 final European Commission § A Clean Planet for all A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy

European Commission. (2019 a). The European Green Deal. Annex to the Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.

European Commission. (2019 b). The 8th Environment Action Programme - Turning the Trends Together - Council conclusions, OUTCOME OF PROCEEDINGS European Commission § 12795/19 (2019).

European Commission. (2020). REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing the framework for achieving

climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 (European Climate Law)

European Union (2020). Shedding light on energy in the EU a guided tour of energy statistics.

Gençoğlu, M. T. (2002). Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye açısından önemi. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(2), 57-64.

Imperatives, S. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.

İklimHaber. (2019). Avrupa Ülkeleri Kömürü Bırakıyor. Erişim Haziran 6, 2020, from <https://www.iklimhaber.org/avrupa-ulkeleri-komuru-birakiyor/>

İklimHaber. (2020). AB'nin Taslak İklim Yasası, 2030 Hedefini Havada Bırakıyor. Erişim Mart 5, 2020, <https://www.iklimhaber.org/abnin-taslak-iklim-yasasi-2030-hedefini-havada-birakiyor/>

Kara H. (2011). Eko-Etiket. Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları–III, Ankara.

Larkin, M. (2020). The European Green Deal must be at the heart of the COVID-19 recovery. Erişim Mayıs 12 2020, <https://www.weforum.org/agenda/2020/05/the-european-green-deal-must-be-at-the-heart-of-the-covid-19-recovery/>

Öztürk, S., Yiğit, C. T., & Umdu, D. C. (2017). Sürdürülebilir Turizm Kapsamında Sertifikasyon Ve Eko-Etiketler. Proceedings Book, 374-380

Rogelj, J., Den Elzen, M., Höhne, N., Fransen, T., Fekete, H., Winkler, H., ... & Meinshausen, M. (2016). Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 C. Nature, 534(7609), 631-639.

TC Dış İşleri Bakanlığı. (t.y.) T.C. Dış İşleri Bakanlığı'ndan. Erişim Haziran 6, 2020, <http://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>

TEEPB. (t.y.). Turkey Energy Efficiency in Public Buildings. Erişim Haziran 6, 2020, <https://teepb.csb.gov.tr/project-components-i-96443>

TrustEPC. (2016). European Commission 2030 Energy Strategy. Erişim Haziran 5, 2020, <http://www.trustepc.eu/en/news/european-commission-2030-energy-strategy>

Türkeş, M. (2006). Küresel iklimin geleceği ve Kyoto Protokolü. Jeopolitik, 29, 99-107.

Umdu, E. (2020). *nZEB Dedikleri*. Sunum TMMOB Mimarlar Odası İzmir Şubesi Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi e-seminer programları 25 Mayıs 2020, TMMOB Mimarlar Odası İzmir Şubesi, İzmir.

Yorkan, A. (2009). Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Etkileri. Bilge

Strateji, 1(1), 24-39.

**SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK YAPILARI VE YEŞİL HASTANE TASARIMINDA
SU VERİMLİLİĞİ**

***SUSTAINABLE HEALTHCARE BUILDINGS AND WATER EFFICIENCY IN GREEN
HOSPITAL DESIGN***

Gökçen Tuba ERİN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Gazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı

Semra ARSLAN SELÇUK

Doç. Dr., Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
(ORCID NO: 0000-0002-2128-2858)

ÖZET

Doğal kaynakların hızlı ve plansız bir şekilde tüketilmesi başta çevrenin bozulması ve hava kirliliğinin artması olmak üzere pek çok boyutuyla “gelecek nesiller” için tehdit oluşturmaktadır. İnsanoğlunun çoğu zaman doğal çevreyi hiçe sayarak oluşturduğu ve “sürdürmeye” çalıştığı yapılı çevreler de bu sürecin hızlanmasında rol oynamaktadır. Bu sebeple son yıllarda farklı platformlarda konuşulmaya, tartışılmaya ve uygulanmaya başlanan ve çevre/insan sağlığı üzerindeki etkileri dikkate alınarak tasarlanan “sürdürülebilir” binalar gündemdeki yerlerini korumaktadır. Bu binalar arasında özellikle “sağlık yapıları” hem büyük ve karmaşık yapılar olması sebebiyle yarattıkları fiziksel ayak izi hem de tükettikleri kaynaklar ve ürettikleri büyük miktarlardaki evsel ve tıbbi atıklar nedeniyle oluşturdukları çevresel ayak izi ile sürdürülmesi güç yapılaşmalardır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yapıların sürdürülebilirliği, yeşil bina derecelendirme sistemleri ile ölçülmekte ve sertifikalandırılmaktadır. Bu amaçla tüm dünyada kullanılan en yaygın sertifikalandırma sistemlerinden biri olan ve bu çalışma kapsamında seçilen LEED (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik); konum ve ulaşım, sürdürülebilir araziler, su verimliliği, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynaklar, iç ortam kalitesi, tasarımda yenilik ve bölgesel öncelik kredileri kategorilerinde binaları değerlendirmektedir. Bu çalışmada sağlık yapılarında

sürdürülebilir tasarımının önemi, su verimliliği özelinde, söz konusu sertifikayı almış olan bir sağlık yapısı üzerinden örneklendirilerek tartışılmıştır. Sürdürülebilir sağlık yapılarının artması için tasarımından uygulamasına kadar her aşamada yer alan profesyoneller, yatırımcılar ve işletmecilerin farkındalık düzeylerinin artmasının önemine dikkat çekilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Sürdürülebilirlik, sağlık yapılarında sürdürülebilirlik, yeşil hastane, su verimliliği*

ABSTRACT

Rapid and unplanned consumption of natural resources poses a threat to “future generations” with its many dimensions, especially the deterioration of the environment and the increase of air pollution. The built environments that human beings create and try to “sustain” by ignoring the natural environment, often play a role in accelerating this process. For this reason "sustainable" buildings have been a trendy topic, recently discussed and implemented in various platforms; considering their effects on the environment/human health. Among them especially “healthcare buildings” are difficult to sustain in terms of physical and environmental footprint, as being large and complex structures consuming the resources and producing a large amount of domestic and medical waste. As in the rest of the world, the sustainability of buildings in our country is measured and certified with green building rating systems. For this purpose, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), which is one of the most common certification systems used all over the world and selected within the scope of this study. It evaluates buildings in the categories of location and transportation, sustainable sites, water efficiency, energy and atmosphere, materials and resources, indoor environmental quality, innovation and regional priority credits. In this study, the importance of sustainable design in healthcare buildings was discussed by exemplifying water efficiency in the healthcare buildings that were qualified for the relevant certificate. Attention was drawn to the importance of increasing the awareness levels of professionals, investors and operators at every stage from design to implementation to increase sustainable healthcare buildings.

Keywords: *Sustainability, sustainability in healthcare buildings, green hospital, water efficiency*

1.GİRİŞ

Yaşadığımız çevrenin kirlilik düzeyinin her geçen gün artması, kaynakların hızla tüketilmesi ve sağlıklı gıdaya ulaşmakta karşılaşılan zorluklar sonucunda sağlığını kaybeden insan sayısı artmaktadır. Ülkelerin en temel amaçlarından biri, vatandaşlarının sağlıklı bir hayat sürmesini sağlamak ve sağlıklı nesillere sahip olmaktır. Bu amaçla “insan sağlığı için tehdit oluşturan etmenlerin yok edilmesi, toplumun bu tehdidin etkilerinden korunması, hastalıkların tedavi edilmesi, ruhsal ve bedensel becerileri azalmış olanların iyileştirilmesi” amacıyla sağlık hizmetleri verilmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2005). Hem kamu hem de özel sektörde bu hizmeti veren ilgili kurumlar, günümüzün koşullarına göre inşa edilmiş modern sağlık yapılarını hayata geçirmek için çalışmaktadır.

Hastaneler, en fazla enerji ve kaynak tüketen binalardan olması sebebiyle karbon salımı da dahil olmak üzere birçok tehlikeli ve zararlı atığın üreticisi durumundadır (IFMSA, 2015). Bu sebeple “sürdürülebilir” tasarım yaklaşımları dikkate alınarak tasarlanması, inşa edilmesi ve işletilmesi önem taşımaktadır. Böylelikle söz konusu yapıların kullanıcılarına ve inşa edildiği çevreye vereceği potansiyel zararlar azaltılabilmektedir. Bu bağlamda çalışma kapsamında; sürdürülebilir bina kavramının ne olduğu, sürdürülebilir sağlık yapıları ve sürdürülebilir sağlık yapılarının tasarım kriterlerinin neler olduğuna değinilmiş, “su verimliliği” özelinde geleneksel sağlık yapılarından farklı ne gibi çalışmalar yapılabileceği, sürdürülebilir binaların derecelendirilmesinde kullanılan LEED sertifikasına sahip bir hastane üzerinden tartışılmıştır.

2.SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA KAVRAMI

Sürdürülebilir binalar çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkileri dikkate alınarak, teknolojik gelişmelerle birlikte tasarlanıp inşa edilen gayrimenkullerdir. Literatürde yeşil, ekolojik, çevre dostu gibi farklı biçimlerle de ifade edilebilen sürdürülebilir binalar; arazi seçimiyle başlayan ve işletme aşamasında da değerlendirilen, sosyal ve çevresel sorumlulukları önemseyen, arazi ve iklim koşullarına uygun şekilde tasarlanmış, gereksiz enerji tüketimi olmayan, mümkünse yenilebilir enerji kaynaklarını kullanan, doğal veya geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanıldığı yapılar olarak tarif edilmektedir (Erdede ve Bektaş, 2014). Sürdürülebilir binaları

diğer binalardan ayıran en önemli fark arazi, su, enerji ve malzeme gibi önemli kaynakların kullanımında verimli olmasıdır. Söz konusu binalar bu nedenlerle çevreye daha duyarlı olmanın yanında; kullanıcılarına daha verimli, daha sağlıklı, daha rahat iç ortam kalitesi de sunmaktadırlar (Kubba, 2012).

Ayrıca, yüksek oranda enerji ve su verimliliğine sahip bu binalar, inşaat sonrasında işletme giderlerini azaltarak binalara katma değer kazandırmaktadır. Gayrimenkulün değer artışı, yaşam döngüsü harcamaları ve iç ortam kalitesinin artmasıyla çalışanların üretkenliğinin de arttığı yapılan araştırmalar sonucu görülmüştür. LEED Platin Sertifikası alan binalar, geleneksel standartlara göre inşa edilen binalardan yaklaşık %6,5 ek yatırım maliyetine sahip olmakla birlikte bina yaşam döngüsünde, söz konusu miktardan çok daha fazlası tasarruf edilebilmektedir. Tüm bunlar yeşil binaların yatırımcılar tarafından tercih edilme sebepleri arasındadır (Kats, 2003).

Bir binanın sürdürülebilir/yeşil olup olmadığının tespiti ve ne ölçüde yeşil olduğunun derecelendirilmesinde yapı üretim sürecinde rol alan profesyoneller ve inşaat yatırımcıları gibi yapı sektörü ile ilgili kişiler tarafından “derecelendirme/sertifikalendirme sistemleri” oluşturulmuştur. Bu sistemler, binaların üçüncü şahıs veya kurumlar tarafından standartlaşmış birtakım kriterlere göre değerlendirmek suretiyle belgelenmesini sağlamaktadır. Değerlendirme sonunda sayısal bir sonuç elde edildiği için, binalar arasında karşılaştırmalı çalışmalar yapma olanağını da sunmaktadır (Erten, 2011:18). Belki de en önemlisi, bu sistemlerde yer alan değerlendirme parametrelerinin tüm paydaşlar için “tasarımın erken evrelerinden, son kullanıcıyla bulunduğu ana kadar her aşamasında” sürdürülebilir binalarda uyulması gereken kuralları gösteren bir yol haritası niteliği taşımasıdır.

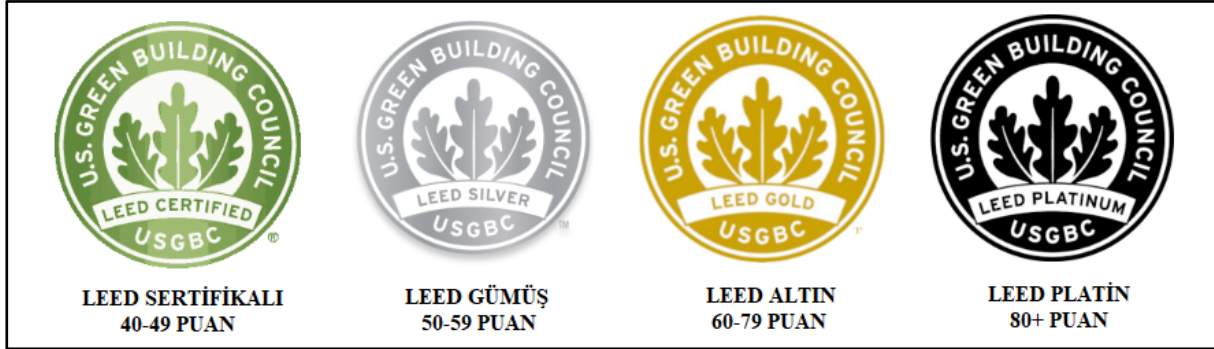
2.1. Bina Derecelendirme Sistemleri

Yeşil bina derecelendirmesinde puanlandırma bulunduğu ülke coğrafyası ve projenin türüne göre değişiklik gösteriyor olsa da kredilerden alınan puanların toplamına göre bir sonuç elde edilmekte ve bu sonuç binanın sürdürülebilirlik seviyesini göstermektedir. Sertifika sistemleri Cole’a göre üç önemli bileşenden oluşmaktadır:

- **Yapı:** Koşullara göre sürdürülebilirliği ölçen kriterler,
- **Puanlama:** Kriterin sağlanmasıyla kazanılacak puanlar,
- **Sonuç:** Binanın sürdürülebilirlik miktarının ifadesi olan gösterge (Cole, 2003).

Her ülkenin kendine has iklim, malzeme, kültür, enerji üretimi, devlet destek fırsatları olduğundan, küresel bir yeşil bina standardı elde etmek mümkün olmamıştır. Bu sebeple, ülkeler kendi sınırlarında kullanmak üzere ülke koşullarını temsil eden sistemler geliştirmiş ve bu sistemlerin bazıları uluslararası platformlarda kabul görmüştür. Sertifika sistemlerinin ilki olan BREEAM, Bina Araştırma Kurulu (BRE) tarafından 1990 yılında İngiltere’de geliştirilmiştir. Sonrasında LEED (ABD), Green Star (Avustralya), CASBEE (Japonya), SBTool (Uluslararası), gibi birçok sertifika programı geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır (Erten, Henderson ve Kobaş, 2009). Kendisine ait değerlendirme sistemi bulunmayan veya kendisine ait sistemi etkin kullanamayan ülkeler, uluslararası platformda kabul görmüş olan LEED ve BREEAM derecelendirme sistemlerini yaygın olarak kullanmaktadır (Saka, 2011). Türkiye’de geliştirilmiş olan sertifikasyon sistemleri henüz aktif olarak kullanılmaya başlanmadığından, LEED yeşil bina sertifika sistemi ülkemizde en yaygın kullanılmakta olan sistemdir. LEED bina derecelendirme sisteminin bu sistemlerin ilki olan BREEAM’e göre daha yaygın kullanılma sebebi zaman içerisinde LEED’in dünya genelinde daha popüler hale gelmiş ve değerlendirme biçiminin sadeleştirilmiş olmasıdır.

LEED sisteminde tasarım, inşa ve işletme kısmını içine alan tek bir sertifika alınmaktadır. Bina puanlaması sonucuna göre 4 farklı seviyede sertifika verilmektedir. Sertifikalı (*Certified*), Gümüş (*Silver*), Altın (*Gold*) veya Platin (*Platinum*) sertifika seviyeleridir. (URL-1). Binaların toplam puana göre alabildiği sertifika seviyeleri Şekil 2.1.’de görülmektedir.



Şekil 2.1. Binaların toplam puana göre alabildiği sertifika seviyeleri (URL-2)'den uyarlanmıştır

LEED sisteminde proje türüne göre kullanılmakta olan değerlendirme; BD+C (*Building Design and Construction*) Bina Tasarımı ve İnşaat, ID+C (*Interior Design and Construction*) İç Ortam Tasarımı ve İnşaat, O+M (*Building Operations and Maintenance*) Operasyon ve Bakım, ND (*Neighborhood Development*) Mahalle Gelişimi, *Homes- Evler, Cities and Communities-* Şehirler ve Topluluklar, LEED Recertification- LEED Yeniden Belgelendirme, LEED Zero- LEED Sıfır olmak üzere 8 gruba ayrılmıştır (URL-1).

LEED BD+C'nin kapsamını oluşturan bina tipleri ise; Yeni İnşaat ve Büyük Yenilemeler (*New Construction and Major Renovation*), Çekirdek ve Kabuk Gelişimi (*Core and Shell Development*), Veri Merkezleri (*Data Centers*), Sağlık Binaları (*Healthcare*), Konaklama Binaları (*Hospitality*), Ticaret (*Retail*), Okullar (*Schools*), Depolar ve Dağıtım Merkezleri (*Warehouses and Distribution Centers*) olmak üzere 8 alt kategoriden oluşmaktadır (URL-3). Bu çalışmanın konusunu oluşturan hastane yapısı, yeni yapılacak olan "Sağlık Yapıları" LEED BD+C kapsamında değerlendirilmiştir.

3. SAĞLIK YAPILARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Hastanelerden hizmet alma zamanının planlanamaz oluşu, hastaneleri içinde hiç durmadan çalışılan bir yapı türü haline getirmiştir. Yatılı tedavilerin ve acil hastaların olması sebebiyle, hastane çalışanları görevlerine vardiyalı olarak devam etmekte; hastaneler hiçbir zaman hem hastalar hem çalışanlar bakımından boş kalmamaktadır. Hastalıkların her geçen gün artması

ve hastalıkların teşhis ve tedavisinde kullanılan ekipmanlara yenilerinin eklenmesiyle oluşan mekân, enerji ve su ihtiyaçları, hastaneleri değişim ve gelişime sürüklemiştir.

Su ve enerji tüketiminin yüksek olması, atık ve tehlikeli madde miktarının fazla olması, çok sayıda sarf malzeme ihtiyacının olması hastanelerin genel özelliklerindedir. Ancak bunların yanında su ve enerji kaynaklarının sınırlı olması, atık depolama ve atık imha alanlarının yok denecek kadar az olması, tehlikeli madde atıklarının olması ve yönetilme sorunu sağlık kurumlarında “yeşil” kavramını gündeme getirmiştir (Terekli ve diğerleri, 2013).

Önceden kirletilmiş bir proje alanı seçerek, sürdürülebilir ve verimli bir bina tasarımı ile doğaya saygılı yapı malzemeleri kullanarak, inşa sürecini çevreye duyarlı şekilde sürdüren ve duyarlılığını işletme aşamasında da devam ettiren hastaneleri tanımlamak için “yeşil hastane” ifadesi kullanılmaktadır. Bu bağlamda yeşil hastaneler yapım ve işletme sırasında atıklarını dönüştürebilen, dönüştürülmüş malzemeleri kullanan, yenilenebilir enerji kaynakları entegre olmuş binalardır (URL-4). Tüm dünyada, söz konusu hastanelerin hangi derecede “yeşil” olduğunu ölçmek ve sertifikalandırmak amacıyla LEED sisteminin kullanımı oldukça yaygındır. Ülkemizde de, Sağlık Bakanlığı’nın başlattığı Sağlıkta Enerji Verimliliği Projesi (SEVER) için Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı 2012 yılında yayınladığı “Mevcut ve Yeni Yapılacak Sağlık Tesislerinde Uyulması Gereken Asgari Teknik Standartlar” adlı Genelge ile 200 yatak ve üzeri kapasiteye sahip hastanelerde LEED sertifikası zorunlu hale getirilmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2012). Bu hamle ülkemizdeki hem kamu hastaneleri hem özel hastanelerin daha yeşil olmaları konusunda atılmış önemli bir adımdır.

Türkiye’de Mayıs 2020 itibariyle yeşil hastane sertifikası almış 10 adet, değerlendirme aşamasında olan 1 adet hastane bulunmaktadır. Söz konusu hastanelerden 1 tanesi LEED Silver, 6 tanesi LEED Gold, 2 tanesi LEED Platinum, 1 tanesi EDGE sertifikası almaya hak kazanmıştır. Bu projelerden 6’sı İstanbul, diğer 5’i Bursa, Yozgat, Çorum, Adana ve Elazığ illerinde bulunmaktadır (URL-5).

LEED puanlama kategorileri LEED v4 versiyonundan önce “sürdürülebilir araziler, su verimliliği, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynaklar, iç ortam kalitesi, tasarımda yenilik, bölgesel öncelik kredileri” olmak üzere 7 gruba ayrılmaktaydı. Bu kategorilere ek olarak “konum ve ulaşım” kategorisi de LEED’in yeni versiyonlarında artık ayrı bir başlık altında değerlendirilmektedir. Tasarım öncesinden başlanılarak, bina yapımıyla ilgili disiplinler arasındaki çalışmayla; yüksek performanslı ve düşük maliyetli proje sonuçlarını destekleyen bütünlük süreci yönetimi şartını sağlayan proje de +1 puanın sahibi olmaktadır (URL-6).

3.1. Leed Puanlama Kategorileri

LEED’in güncel versiyonu olan LEED BD+C Healthcare v4.1.’de hastaneler aşağıdaki kategorilerde yer alan kriterlere göre değerlendirilmektedir;

Konum ve Ulaşım: Kazanılabılır puanı 16 olan bu kategoride amaç, projenin yer alacağı alanın seçiminden kaynaklanan çevre kirliliğinin, daha önceden kirletilmiş alanların kullanılması suretiyle engellenmesi; projenin bulunduğu alana ulaşım sağlanırken havaya salınan karbon miktarının toplu taşımayı, elektrikli araç kullanımını, bisiklet kullanımını teşvik etmek suretiyle azaltılmasıdır (URL-7).

Sürdürülebilir Araziler: Kazanılabılır puanı 10 olan bu kategoride amaç, inşaat faaliyetinden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi, tasarım öncesi proje alanının değerlendirilmesi, habitatın korunması ya da restore edilmesi, açık dinlenme alanların yaratılması, direk dış mekân erişiminin sağlanması, yağmur sularının yönetilerek kullanıma kazandırılması, ışık kirliliği ve ısı adası etkisinin azaltılmasıdır (URL-8).

Su Verimliliği: Kazanılabılır puanı 11 olan bu kategoride amaç, bina içi ve dışındaki su tüketimini azaltılması, mekanik tesisatta kullanılan su miktarının azaltılması ve su tüketiminin takip edilmesi ile ek su tasarruf fırsatlarının belirlenmesidir (URL-9).

Enerji ve Atmosfer: Kazanılabılır puanı 33 olan bu kategoride amaç, bina düzeyinde ve sistem düzeyinde enerji kullanımının izlenmesi suretiyle enerji yönetiminin desteklenmesi ve ek enerji tasarrufu fırsatlarının belirlenmesi, yenilenebilir enerji kullanımının artırılması ve

karbonun azaltılmasıyla sera gazı emisyonunun azaltılması, ozon tabakasının incelmesinin azaltılması, enerji performansının optimize edilmesidir (URL-10).

Malzeme ve Kaynaklar: Kazanılabılır puanı 13 olan bu kategoride amaç, geri dönüştürülmüş malzemeden elde edilen ürünlerin kullanılması, tercih edilebilir yaşam döngüsü etkileri olan ürün ve malzemelerin kullanımının teşvik edilmesi, yapı malzemelerinin yaşam döngüsü ile ilişkili toksik kimyasalların salınımını azaltan malzemelerin kullanılması, atık maddelerin azaltılması, insan sağlığına zarar vermeyen tefriş malzemelerinin kullanılması, esnek bir tasarım için malzemelerin yeniden kullanılabilmesi, inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünün sağlanmasıdır (URL-11).

İç Ortam Kalitesi: Kazanılabılır puanı 16 olan bu kategoride amaç, iç mekânda bulunan kanserojen malzeme miktarının azaltılması, iç ortam hava kalitesini artırılması, bina kullanıcılarının gün ışığından ve manzaradan faydalanmasının sağlanması, iç mekân ısı konforunun sağlanması, yüksek kaliteli aydınlatmanın sağlanması, etkili akustik konfor sağlanması suretiyle bina kullanıcılarının refahının, üretkenliğinin ve iletişiminin desteklenmesidir (URL-12).

Tasarımda Yenilik: Kazanılabılır puanı 6 olan bu kategoride amaç, projelerin olağanüstü veya yenilikçi performans elde etmeye teşvik edilmesi, LEED projesinin gerektirdiği ekip entegrasyonunu teşvik edilerek başvuru ve sertifikasyon sürecinin kolaylaştırılmasıdır (URL-13).

Bölgesel Öncelik Kredileri: Kazanılabılır puanı 4 olan bu kategoride amaç, binanın bulunduğu bölgeye göre, USGBC tarafından belirlenmiş alt başlıkların sağlanması ve bu puanların alınmasıdır (URL-14).

Tüm kriterlerin sağlanması halinde alınabilecek en yüksek puan 110 olup; kazanılabilecek en düşük LEED sertifikası için en az 40 puanın sağlanması gerekmektedir.

4. ALAN ÇALIŞMASI

Hastaneler kullanıcı sayısının çok olması, yedi gün yirmi dört saat işleyen bir mekanizma olması, çeşitli mekanik tesisat ve elemanlarının yoğun olarak kullanılması sebebiyle yüksek miktarda su tüketimine neden olmaktadır.

Su, insan hayatının devamı için önemli yaşam gerekliliklerinden biri olan doğal bir kaynaktır. Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte üretimin artması gibi etkenler suya olan ihtiyacı artmasına neden olurken; çevreye verilen zararlar ve iklim değişikliğiyle birlikte su kaynakları azalmaya başlamıştır. Bu durum etkin su kullanımı konusunu önceki yıllara göre daha dikkat edilmesi gereken bir hale getirmiştir (Yılmaz ve Peker, 2013). Bu bağlamda, çalışmanın bundan sonraki kısmında dünyada tam teşekküllü ilk hastane olarak LEED Platin sertifikası alan Bahçelievler Memorial Hastanesi'nin su verimliliği kategorisi için geleneksel hastanelerden farklı olarak ne gibi çalışmalar yaptığı ile ilgili detaylara yer verilerek su kaynaklarının nasıl daha tedbirli ve verimli kullanılabileceği ortaya konmuştur.

Bahçelievler Memorial Hastanesi 110 puan üzerinden 83 puan alarak LEED Platin sertifikası kazanmıştır. Söz konusu hastane LEED'in eski versiyonlarından biri olan LEED v3-2009 ile değerlendirildiğinden su verimliliği kategorisinde kazanılabilir puanı LEED v4.1.'den farklıdır. Değerlendirildiği versiyonda 9 puan olan su verimliliği kategorisinden 8 puan almış olup; puanlamaya dair bilgiler Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Su verimliliği kategorisinde kazanılan puanlar (URL-15)

Kredi	Kazanılan Puan	Kazanılabilir Puan
Su verimli peyzaj- içilebilir su kullanımı yok/sulama yok	0	1
Su kullanımının azaltılması- ölçüm ve doğrulama	2	2
Su kullanımını azaltma	3	3
Su kullanımını azaltma- bina ekipmanları	1	1
Su kullanımını azaltma- soğutma kuleleri	1	1
Su kullanımını azaltma- gıda atık sistemleri	1	1

Çizelgeye göre su verimliliği kategorisinin alt başlıkları üzerinden inceleme yapıldığında; Su verimli peyzaj- içilebilir su kullanımı yok/sulama yok: Peyzaj sulaması için projenin yer aldığı saha içerisinde içme suyu veya mevcut doğal yer altı ve yüzey su kaynaklarının kullanımını ortadan kaldırmak amaçlanmıştır. Bu krediden puan alabilmek için yapılabilecek iki seçenek vardır. Bunlardan birincisi peyzaj sulamasında toplanan yağmur suyu, geri dönüştürülmüş atık su, geri dönüştürülmüş gri su, kamu kurumu tarafından iletilmiş içilemeyen sulama amaçlı ve arıtılmış su kullanılmalıdır. İkincisi ise, kalıcı sulama sistemlerine ihtiyaç duymayan peyzaj tasarımı yapılmalıdır (URL-16). Bahçelievler Memorial Hastanesi'nde yağmur suyu toplanmakta ve peyzaj sulamasında kullanılmaktadır. Ancak bu kullanım tüm peyzajın sulama ihtiyacını karşılayacak oranda olmadığından kazanılabilir puanı "1" olan bu krediden puan alınamamıştır.

Su kullanımının azaltılması- ölçüm ve doğrulama: Bina su tüketim performansının zaman içinde hesap verilebilirliğinin devamlılığını ve optimizasyonunu sağlamak amaçlanmıştır. Bu krediden puan alabilmek için soğutma kulesi hazırlık suyu ve buharlaşan su, projeye gelen su, su arıtma sistemi (ters ozmoz ve/veya iyonu giderilmiş), filtre geri yıkama suyu, beslenme bölümü su kullanımı, çamaşırhane su kullanımı, dış mekân sulama sistemleri, buhar kazanı sistemleri için hazırlama suyu gibi, su kullanımı olan alanlarda kullanılan su miktarını izlemek için ölçüm cihazları kurulmalıdır. Buna ek olarak laboratuvarında su kullanımı, merkezi steril ve işleme bölümünde su kullanımı, fizyoterapi ve hidroterapi tedavi alanlarında su kullanımı, ameliyathanede su kullanımı, kapalı devre hidronik sistemler temizleme suyu, evsel sıcak su sistemleri için soğuk su telafisi gibi, su kullanan alanlarda bir nokta için herhangi ikisinde veya iki nokta için herhangi üçünde su kullanımını izlemek amacıyla ölçüm cihazları takılmalıdır. Ölçüm ve doğrulama süresi, inşaat sonrası bir yıldan az olmamak üzere bir dönemi kapsamaktadır (URL-17). Bahçelievler Memorial Hastanesi'nde su kullanımı olan alanlarda ve cihazlarda kredinin gerekleri doğrultusunda ölçüm cihazları takılarak, su kullanımının izlenmesi ve bunların USGBC'ye kolay bir şekilde rapor edilmesi sağlanmıştır. Böylelikle kazanılabilir puanı "2" olan bu krediden "2" puan alınmıştır.

Su kullanımını azaltma: Belediyelerin su temini ve atık su sistemleri üzerindeki yükü azaltmak için binalarda su verimliliğini en üst düzeye çıkarmak amaçlanmaktadır. Proje

ekipleri bu krediden puan alabilmek amacıyla hem bina suyu kullanımı hem de proses suyu kullanımı için Çizelge 4.2.'de yer alan yüzdelere göre su kullanımını azaltmak suretiyle, yüzdelerin karşılığı olan puanı kazanmaktadırlar (URL-18).

Tablo 4.2. Su kullanımını azaltma yüzdesine göre kazanılabilecek puanlar (URL-18)

% Azaltma Miktarı	Puan
%30	1
%35	2
%40	3

Bahçelievler Memorial Hastanesi'nde vitrifiye, armatür, rezervuarlar ve su kullanımı olan bina içi ekipmanlarda uyulması gereken verimlilik kurallarına uyularak %50 oranında tasarruf sağlanmıştır. Su kullanımı bilgileri otomasyon sayesinde USGBC'ye kolaylıkla rapor edilebilmektedir. Böylelikle kazanılabilir puanı "3" olan bu krediden "3" puan alınmıştır.

Su kullanımını azaltma- bina ekipmanları: Bina ekipman sistemlerinde içilemeyen işlemler için içilebilir su kullanımını azaltmak veya ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır. Bu krediden puan alabilmek için sadece merkezi vakum sistemleri ve sterilize amaçlı vakumla yağlanan sıvı halka pompaları kullanabilen vakum sistemleri hariç diğer tüm sistemler için kuru vakum pompaları takılmalı, sterilizatörler için venturi vakum sistemleri kurulmamalı, hava kompresörleri için, hava soğutma veya soğutma kulesi veya soğutulmuş su sistemi gibi kapalı devre soğutma sistemi kurulmalı, 150mm uzunluk veya genişlikten büyük X-ışını işlemcileri ve/veya geliştiricilerinin film işlemcisi için su geri dönüşüm üniteleri kullanılmalıdır. Diş için kullanılan X-ışını film işlemcisi gibi daha küçük X-ışını cihazları bu gereksinimden muaf tutulmaktadır (URL-19). Söz konusu hastanede MR, X-ışını, sterilizatör gibi medikal cihazların ve bunun yanında hava kompresörü, vakum sistemi gibi yapıyı oluşturan ekipmanların da kapalı devre ya da susuz çalışan türleri kullanılarak projede su verimliliği sağlanmıştır. Böylece kazanılabilir puanı "1" olan bu krediden "1" puan kazanılmıştır.

Su kullanımını azaltma- soğutma kuleleri: Bina ekipman sistemlerinde içilemeyen işlemler için içilebilir su kullanımını azaltmak veya ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır. Bu krediden puan alabilmek için soğutma kulesi veya buharlaşmalı soğutucu olan projelerde soğutma kulesi için ton/saatte 2,3 galondan daha fazla içilebilir su kullanılmamalıdır. Soğutma kulesi

veya buharlaşmalı soğutucu üzerinde çeşitli ölçüm ekipmanları yerleştirilmiş olmalıdır. Soğutma kulesi veya buharlaşmalı soğutucuda tahliye edilen suyun iletkenliği ile, besleme sularının iletkenliği oranlandığında en az beş konsantrasyon döngüsü elde edilmelidir (URL-20). Bahçelievler Memorial Hastanesinde soğutma kulelerinin yoğunlaştırıcı su sisteminde korozyon, mikrop ve birtakım diğer parametrelerin kontrolüyle suyun verimli kullanılması sağlanmıştır. Böylece kazanılabilir puanı “1” olan bu krediden “1” puan kazanılmıştır.

Su kullanımını azaltma- gıda atık sistemleri: Bina ekipman sistemlerinde içilemeyen işlemler için içilebilir su kullanımını azaltmak veya ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır. Bu krediden puan alabilmek için gıda atığı imha sistemleri kullanılıyorsa ortak kod gereksinimi olarak soğuk su kullanılmalıdır. Atık sistemleri yüksüz durumda su kullanımını 1 gpm'ye ve tam yük durumunda 3 ila 8 gpm'ye ayarlayan bir yük algılama cihazı ile donatılmalıdır. Sistemi yeniden etkinleştirmek için basma düğmeli ve on dakikalık bir zaman aşımına sahip olacak şekilde düzenlenmiş olmalıdır. Eğer öğütücüler, presler, hurda sepeti veya süzgeç tipi sistemler kullanılıyorsa, mekanik öğütücüler/presler ve mekanik kazıyıcı sistemleri gün sonu yıkama döngüleri hariç 2 gpm'den fazla içme suyu kullanmamalıdır. Mekanik olmayan süzgeç (sıyırıcı) sepetleri, 2 gpm'den daha yüksek bir oranda içme suyuna bağlanan akan oluk toplama sisteminin bir parçası olmamalıdır. Sistemi yeniden etkinleştirmek için basma düğmeli ve on dakikalık bir zaman aşımına sahip olacak şekilde düzenlenmiş olmalıdır (URL-21). Söz konusu hastanede, atık sistemlerinin ortalama değerine göre daha düşük su kullanımı olan yemek atık sistemi tercih edilmek suretiyle şebeke suyunun kullanımı azaltılmıştır. Böylece kazanılabilir puanı “1” olan bu krediden “1” puan kazanılmıştır.

5. SONUÇLAR

Su verimliliği, çevre ve insan sağlığı açısından son derece önemli olan bir kavramdır. Suyun verimsiz kullanımıyla insanlık; kuraklığın artması, içilebilir temiz suya ulaşmakta güçlük çekilmesi, suyun olmadığı ortamlarda hijyen problemlerinin ortaya çıkması gibi bir takım ciddi problemlerle karşı karşıya kalacaktır. Her ne kadar su israfıyla ilgili devlet tarafından kamu spotları hazırlanıp halk bilinçlendirilmeye çalışılsa da söz konusu problemin boyutu günümüzde yeteri kadar bilinmemektedir. Bu sebeple tasarımcılara binanın tasarım

aşamasında su verimliliğini sağlama konusunda çok büyük görevler düşmektedir. Su israfının ve verimli kullanılması gerektiğinin bilincinde olan tasarımcı, tasarım sürecini yönetirken bina girişimcilerine uygun çözüm önerileri sunarak, onları yönlendirme noktasında önemli bir sorumluluğu yerine getirmiş olacaktır.

Çalışmanın konusunu oluşturan hastanelerin fazla kullanıcı sayısı, karmaşık fonksiyonları ve durmaksızın çalışan bir sistemi vardır. Bu sebeple yoğun enerji ve su tüketiminin olduğu girişimci ve tasarımcılar tarafından bilinmeli ve bu doğrultuda yol haritası çizilmelidir. İşin maliyet boyutu girişimciler için en önemli parametrelerden biri olduğundan, yapılacak olan çalışmaların maliyetli olmadığı ve bina yaşam döngüsünde çok kısa sürede ilk yatırım maliyetinin çıkarılabileceği, bunların yanında yeşil binalarda kullanıcı konforu ve çalışma veriminin yüksek olduğu tasarımcılar tarafından kendilerine aktarılmalıdır. Böylelikle farkındalık düzeyi artan girişimci sürdürülebilir sağlık yapısı inşa etme konusunda tereddüt etmeyecek, diğer girişimcilere de örnek teşkil edecektir. Sürdürülebilir sağlık yapılarının sağladığı çevresel, ekonomik ve konfora dayalı faydaların farkında olan yatırımcıların artmasıyla, yeşil hastane konusunda çalışmalar hız kazanacak ve sağlık yapılarında köklü bir değişim yaşanacaktır.

KAYNAKÇA

- Bakanlığı, S. (2005). *Sağlık Hizmetlerinin Yürütülmesi Hakkında Sağlık Bakanlığı Yönergesi*. Sağlık Bakanlığı.
- Bakanlığı, S. (2012). *Mevcut ve Yeni Yapılacak Sağlık Tesislerinde Uyulması Gereken Asgari Teknik Standartlar*. Sağlık Bakanlığı.
- Cole, R. J. (2003). Building Enviromental Assessment Methods: A Measure of Success. *Special Issue article in: The Future of Sustainable Construction* 1-8.
- Erdede, S. B., Bektaş, S. (2014). Ekolojik Açıdan Sürdürülebilir Taşınmaz Geliştirme ve Yeşil Bina Sertifika Sistemleri. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi* 6(1), 1-12.
- Erten, D. (2011). *Yeşil Binalar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Araştırmaları: Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-V*, Ankara. 18.
- Erten, D., Henderson, K., Kobaş, B. (2009). *A Review of International Green Building Certification Methods: A Roadmap for a Certification System in Turkey* Paper presented at the Fifth International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-V) “Collaboration and Integration in Engineering, Management and Technology” İstanbul.
- IFMSA. (2015). *IFMSA Policy Statement Environmentally Sustainable Healthcare Facilities*
- Kats, G. H. (2003). Green Building Costs and Financial Benefits. *Capital E. The Massachusetts Technology Collaborative, USA*.
- Kubba, S. (2012). *Hand Book of Green Building Design and Construction: LEED, BREEAM and Green Globes* (pp. 22).
- Yılmaz, M. L., Peker, H. S. (2013). Su Kaynaklarının Türkiye Açısından Ekono-Politik Önemi Ekseninde Olası Bir Tehlike: Su Savaşları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 57-74.

Saka, İ. (2011). *Sürdürülebilirlik Açısından İstanbul'da Bir Ofis Binasının LEED Sertifikalandırma Sistemi Kapsamında Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Terekli, G., Özkan, O., Bayın, G. (2013). Çevre Dostu Hastaneler: Hastaneden Yesil Hastaneye. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 12(2), 37-54.

URL-1. <https://www.usgbc.org/leed>.

URL-2. <https://www.semtrio.com/leed-sertifikasi>.

URL-3. <https://www.usgbc.org/leed/rating-systems/new-buildings>.

URL-4. <http://hospital2020.org/Agreenhospital.html>.

URL-5.

https://cedbik.org/tr/sertifikaliprojeler?quick_search=hastane&type=&start_date=&end_date=&city=&district=&project_owner=&project_area_min=&project_area_max=&sort_key=certificate_date.

URL-6.

<https://www.usgbc.org/credits?Version=%22v4.1%22&Rating+System=%22Healthcare%22&Category=%22Integrative+process+credits%22>.

URL-7.

<https://www.usgbc.org/credits?Version=%22v4.1%22&Rating+System=%22Healthcare%22&Category=%22Location+%26+transportation%22>.

URL-8.

<https://www.usgbc.org/credits?Version=%22v4.1%22&Rating+System=%22Healthcare%22&Category=%22Sustainable+sites%22>.

URL-9.

<https://www.usgbc.org/credits?Version=%22v4.1%22&Rating+System=%22Healthcare%22&Category=%22Water+efficiency%22>.

URL-10.

<https://www.usgbc.org/credits?Version=%22v4.1%22&Rating+System=%22Healthcare%22&Category=%22Energy+%26+atmosphere%22>.

URL-11.

<https://www.usgbc.org/credits?Version=%22v4.1%22&Rating+System=%22Healthcare%22&Category=%22Material+%26+resources%22>.

URL-12.

<https://www.usgbc.org/credits?Version=%22v4.1%22&Rating+System=%22Healthcare%22&Category=%22Indoor+environmental+quality%22>.

URL-13.

<https://www.usgbc.org/credits?Version=%22v4.1%22&Rating+System=%22Healthcare%22&Category=%22Innovation%22>.

URL-14.

<https://www.usgbc.org/credits?Version=%22v4.1%22&Rating+System=%22Healthcare%22&Category=%22Regional+priority%22>.

URL-15. <https://www.usgbc.org/projects/memorial-bahcelievler-hospital>.

URL-16.

<https://www.usgbc.org/credits/healthcare/v2009/wec1?return=/credits/Healthcare/v2009/Water%20efficiency>.

URL-17.

<https://www.usgbc.org/credits/healthcare/v2009/wec2?return=/credits/Healthcare/v2009/Water%20efficiency>.

URL-18.

<https://www.usgbc.org/credits/healthcare/v2009/wec3?return=/credits/Healthcare/v2009/Water%20efficiency>.

URL-19.

<https://www.usgbc.org/credits/healthcare/v2009/wec41?return=/credits/Healthcare/v2009/Water%20efficiency>.

URL-20.

<https://www.usgbc.org/credits/healthcare/v2009/wec42?return=/credits/Healthcare/v2009/Water%20efficiency>.

URL-21.

<https://www.usgbc.org/credits/healthcare/v2009/wec43?return=/credits/Healthcare/v2009/Water%20efficiency>.

**BOLU İLİNDE ÖRNEK BİR MİMARİ İÇİN ISI YALITIM GERİ ÖDEME
SÜRESİNİN HESAPLANMASI**
CALCULATION OF REFUND TIME FOR A SAMPLE ARCHITECT IN BOLU

Kadir GELİŞ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada Bolu ili (3. Derece gün bölgesi) için belirlenen örnek müstakil bir konut için ısı yalıtım hesabı yapılmış, binada mevcut halde bulunan 5 cm EPS kullanılması durumu için geri ödeme süresi hesaplanmıştır. Yapılan hesaplar neticesinde çatı yalıtımı yapmanın % 10.36, duvar yalıtımı yapmanın ise % 19.2 ve tam yalıtımın % 26.8 enerji tasarrufu sağladığı hesaplanmıştır. Örnek mimari için ısı yalıtım ilk yatırım maliyeti Çevre ve Şehircilik bakanlığı 2020 inşaat birim fiyatları verileri kullanarak hesaplanmıştır. Yalıtımlı ve yalıtımsız durum arasındaki enerji farkı doğalgaz alt ısı değerine bölünerek doğalgaz tüketim farkı hesaplanmıştır. Bu sayede 3. Derece gün bölgesinde örnek olarak alınan bir mimari için geri ödeme süresi TÜİK 2020 enflasyon verileri de dikkate alınarak 7.5 yıl olarak bulunmuştur. Yıllık enerji tüketim verileri İzoder TS 825 hesap programı kullanılarak yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Isı yalıtımı, Geri Ödeme Süresi, Enerji Tasarrufu*

ABSTRACT

In this study, a thermal insulation calculation was made for a sample detached house determined for Bolu city (3rd degree day region), and the payback period was calculated for the use of 5 cm EPS present in the building. As a result of the calculations, it was calculated that roof insulation is 10.36%, wall insulation is 19.2% and full insulation is 26.8% energy saving. The first investment cost of thermal insulation for the sample architecture was calculated using data from the 2020 construction unit prices of the Ministry of Environment and Urbanization. The energy difference between the insulated and non-insulated conditions is divided by the natural gas low heating value and the natural gas consumption difference is calculated. Thus, the payback period for a sample building in the 3rd degree day region was found to be 7.5 years, taking into consideration the inflation data from Turkish Statistical

Institute data. Annual energy consumption data were evaluated by using Izoder Turkish Thermal Insulation Standard (TS 825) based calculation program.

Keywords: *Thermal Insulation, Payback Time, Energy Saving*

1.GİRİŞ

Enerji; ekonomik ve sosyal kalkınmayı etkileyen, insan yaşamının tüm alanlarında ihtiyaç duyulan temel bir kaynaktır. Bugün hala fosil yakıtlar birincil enerji kaynakları olarak yerlerini korumaktadır ve dünyanın enerji gereksinimlerinin önemli bir kısmını karşılamaya devam etmektedir. Sanayileşme, nüfus artışı, kentleşme ve yaşam standartlarının iyileşmesine paralel olarak enerji tüketimi de hızla artmaktadır. Ülkemizde enerji arzında dışa bağımlılığımızın giderek arttığı son zamanlarda enerjinin %35'i konutlarda tüketilmektedir. Bu enerjinin ise %65'i de ısıtma, soğutma ve havalandırma amacıyla harcanmaktadır (Yaman ve Şengül, 2015). Bu yüzden enerji tasarrufu hayati öneme sahiptir. Enerji üretimi genellikle yenilenemeyen doğal kaynakları ve ithal kaynakları kullanmaktadır. Bu da ekonomide cari açık oluşturmaktadır. Bu yüzden ülkemizde özellikle konut sektöründe büyük miktarda enerji tüketilmektedir ve enerji tasarrufu potansiyelleri de yüksektir. Bunun için planlı bir yalıtım yapılması gereklidir. Isı yalıtımını uygulamak için enerji tasarrufu etkileriyle birlikte ekonomik ve çevresel faydaların da dengelenmesi gereklidir. Bunun için malzeme türleri, yalıtım kalınlıkları ve uygun duvar yapı elemanlarının seçilmesi gereklidir. Literatürde yalıtım kalınlığı ve geri ödeme süresi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır.

Türkiye'nin dört farklı iklim bölgesinden 16 şehir için beş farklı yakıt kullanarak yürütülen bu çalışmada (Bolattürk, 2006), optimum yalıtım kalınlıkları, enerji tasarrufu ve geri ödeme süreleri hesaplandı. Araştırmacı optimum yalıtım kalınlıklarını hesaplarken yaşam döngüsü maliyet analizini esas aldı. Çalışmada yalıtım malzemesi olarak polistiren kullandı. Sonuç olarak incelenen bölge ve yakıt tipine bağlı olarak %22 - %79 arasında enerji tasarrufu, 1.3 ile 4.5 yıl arasında geri ödeme süresi ve 2- 17 cm gibi geniş bir aralıkta yalıtım kalınlığı elde etti. Araştırmacılar Malatya ilinde yürüttükleri bu çalışmada (Uçar ve Dumrul, 2019), dıştan yalıtımlı ve sandviç duvar için, XPS ve EPS yalıtım malzemelerini kullanarak ve iki farklı yakıt türünde (doğalgaz ve kömür) yalıtım malzemesinin optimum kalınlıklarını, enerji tasarrufu ve geri ödeme sürelerini sadece ısıtma, sadece soğutma ve hem ısıtma hem de soğutma için ayrı ayrı hesapladılar. Sonuçta incelenen konfigürasyona bağlı olarak geri

ödeme sürelerinin 2.57 ve 4.2 yıl arasında değiştiğini gözlemlediler. Bir başka çalışmada (Aktemur ve Atikol, 2017) TS 825'e göre Türkiye'deki her iklim bölgesinden seçilen dört il için altı farklı yakıt ve yalıtım malzemesi (EPS, XPS, cam yünü, taş yünü, poliizosiyanürat ve poliüretan) kullanarak optimum yalıtım kalınlığı, 15 yıl boyunca enerji tasarrufu ve geri ödeme sürelerini gösteren bir yaşam döngüsü maliyet analizi sundular. Sonuç olarak, optimum yalıtım kalınlığının 2,8 cm ile 45,1 cm arasında değiştiğini ve 16,4 TL / m² ile 479 TL / m² arasında enerji tasarrufu sağlandığını ve geri ödeme sürelerinin şehre, yakıt türüne ve yalıtım malzemesine bağlı olarak 0,078 ile 0,86 yıl arasında değiştiğini gösterdiler. Bu çalışmada (Karakaya, 2018) DG2 bölgesinde bulunan Batman ili için dört farklı duvar tipi, farklı yakıt türleri (kömür, doğalgaz, akaryakıt ve elektrik) ve yalıtım malzemeleri (EPS ve XPS) kullanarak ömür maliyet analizi yaklaşımına dayanarak optimum yalıtım kalınlığı, maliyet, enerji tasarrufu ve geri ödeme süresi analizleri yaptı. Geri ödeme sürelerini ısıtmada 2-5,8 yıl arasında, soğutmada ise 3-8,79 yıl aralığında elde etti. Ayrıca çevresel etkileri incelemek için CO₂ ve SO₂ emisyonlarını da değerlendirerek yalıtımsız duruma göre optimum değerler için % 77 civarında azalma gözledi. (Ertürk,2016) bu çalışmasında Ankara ilinde yakıt olarak doğalgaz ve XPS yalıtım malzemesine ek olarak 4 mm hava boşluğu kullanılması halinde, optimum yalıtım kalınlığının 0.092 m'den 0.034 m'ye düştüğünü ve toplam maliyetin ise %28 azaldığını belirtti. Doğalgaz kullanılması durumunda optimum yalıtım kalınlığının 9,2 cm' den 3,4 cm' ye ve geri ödeme süresinin de 1.5 yıldan 1.32 yıla düştüğünü belirtti. Bu çalışmada (Gürel ve Cingiz, 2011) Dıştan yalıtım ve sandviç yalıtım için farklı yapı malzemeleri (yatay delikli tuğla ve gaz beton) kullanarak bir bina dış duvarını incelediler. Her durum için optimum ısı yalıtım kalınlıkları, geri ödeme süreleri ve enerji tasarruflarını belirlediler. (Şahin ve Çarkacı, 2019) DG3 bölgesindeki kamu lojman binası için yürüttükleri bu çalışmada yapılan ısı yalıtımının TS 825 standartlarına göre yeterliliğini araştırdılar. TS 825 standartlarına uygun yalıtımla yaklaşık % 50 civarında bir tasarruf sağlanacağını belirttiler. Bu çalışmada (Dikici ve Kocagül, 2019) EPS, XPS ve Taş yünü izolasyon malzemelerini DG3 bölgesindeki Elazığ ilinde deneysel olarak karşılaştırdılar. Sonuçta; yalıtım sonrasında iç ortam sıcaklıklarının taşıyünü için 9-12 °C, XPS için 13-15 °C ve EPS için ise 15-17 °C arasında değiştiği gördüler. Buna göre DG3 bölgesi için ideal yalıtım malzemesinin EPS olduğu sonucuna vardılar.

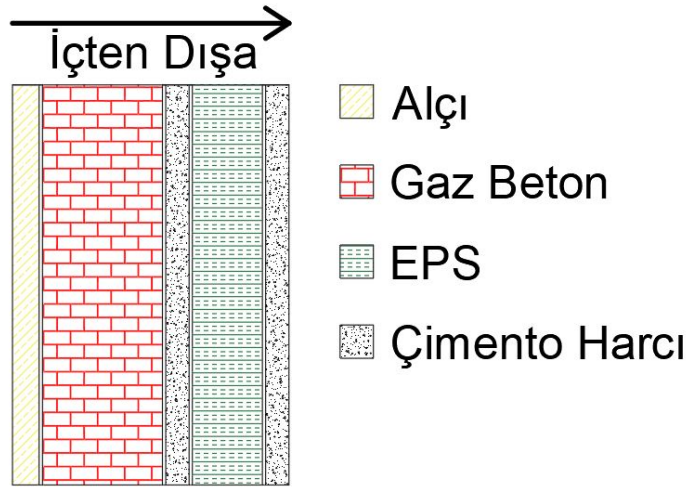
Literatürdeki bilgiler ışığında bu çalışmada DG3 bölgesinde bulunan Bolu ili için örnek bir bina için çevresel etkilerde göz önüne alınarak yakıt olarak doğalgaz seçilmiştir. TS 825

standartlarına uygun olarak İZODER programı yardımıyla sandviç duvarda yalıtım olarak 5 cm EPS kullanılması durumunda yalıtım geri ödeme süresinin hesaplanması amaçlanmıştır.

2.MATERYAL VE METOT

2.1.Materyal

Binalarda ısı yalıtımı geri ödeme süresi, optimum yalıtım kalınlığı, ulaşılabilirlik, karbon salınımı, mevzuat, güvenlik, endüstrinin ihtiyacı ve halk sağlığı gibi etkileriyle bütünleşik olarak değerlendirilmelidir. Bu çalışmada yalıtım malzemesi olarak ülkemizde yaygın olarak kullanılan organik bir malzeme olan EPS kullanılmıştır. 3. DG bölgesindeki Bolu ili için yalıtım kalınlığı daha önce yapılan çalışmalar ve yaygın uygulamalar ışığında 5 cm olarak belirlenmiştir. TS 825 programı yardımıyla bu koşullar altında Bolu ilinde örnek bir mimari için ısı yalıtımı geri ödeme süresi analiz edilmiştir. Örnek mimarinin duvar kesiti Şekil 1’de, duvar kesitini oluşturan malzeme kalınlıkları ise Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Örnek mimari duvar kesiti

Tablo 1. Duvar kesitini oluşturan malzemelerin kalınlıkları

Malzeme Cinsi	Kalınlık (cm)	Isıl İletkenlik (W/mK)
Alçı	2	0,51
Gaz beton	15	0,68
Yalıtım Malzemesi (EPS)	5	0,035
Çimento Harcı (Toplam)	1.5	1,6

Hesaplamalar Bolu il sınırlarında hali hazırda kullanımda olan bir proje üzerinden yapılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan örnek mimarinin ısı transfer yüzey alanları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Proje Hesabında kullanılan yüzeyler ve alanları (2 katlı müstakil konut)

Yüzey Adı	Yüzey Alanı (m ²)
Dış Havaya Açık Duvar	201.72
Kırma Çatı	100
Toprağa Temas Eden Taban	100
Dış Ortama Bakan Kapı ve Pencere	17.28
Dış Kapı-Metal (Isı Yalıtımlı)	3

Örnek binanın kat yüksekliği 2,7 m ve toplam brüt hacmi 550 m³ tür. Güneş Enerjisi Kazancı hesabı yapılırken yönlere bağlı toplam pencere alanları Tablo 2’te verilmiştir.

Tablo 3. Kullanılan yalıtım malzemesi için bayındırlık poz fiyatları (ÇŞB İnşaat birim fiyatları, 2020)

Poz No	Eski Poz No	Tanım	Ölçü Birimi	Rayiç Fiyatı (TL)
15.335.1103	Y.19.055/023	5 cm kalınlıkta expande polistren levhalar ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (Mantolama)	m ²	70,45+KDV
10.330.1013	04.734/A02C	12 cm kalınlığında bir yüzü bindirme paylı alüminyum folya kaplı	m ²	11,00+KDV

2.2. Hesap Yöntemi

Bir odanın iletim ve taşınım ile ısı kaybı;

$$Q_0 = \sum UA(T_{iç} - T_{dış}) \quad (1)$$

biçiminde hesaplanabilir. Burada; U: yapı bileşenlerinin toplam ısı geçiş katsayısı [W/m²K], A: Yapı yüzeylerinin alanı [m²], T_{iç} ve T_{dış}: İç ve dış ortam sıcaklıklarıdır [°C].

a) Toplam ısı geçiş katsayısı (U)

$$R'_{top} = R'_{iç} + \sum R'_{ilet} + R'_{dış} \quad (2)$$

$$U = \frac{1}{R'_{top}} \quad (3)$$

$$Q = UA_d(T_{iç} - T_{dış}) \quad (4)$$

Yapı Elemanından İletim Yolu ile gerçekleşen Isı Kaybı Hesaplama

$$H = H_T + H_V \quad (5)$$

$$H_T = \sum AU + IU_I \quad (6)$$

$$\sum AU = U_D A_D + U_p A_p + U_k A_k + 0.8U_T A_T + 0.5U_t A_t + U_d A_d + 0.5U_{ds} A_{ds} \quad (7)$$

Doğal Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesaplanması

$$H_V = \rho \cdot c \cdot V' \quad (8)$$

$$H_V = \rho \cdot c \cdot V' = \rho \cdot c \cdot n_h V_h = 0.33n_h V_h \quad (9)$$

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} \quad (10)$$

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta_{ay}(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t$$

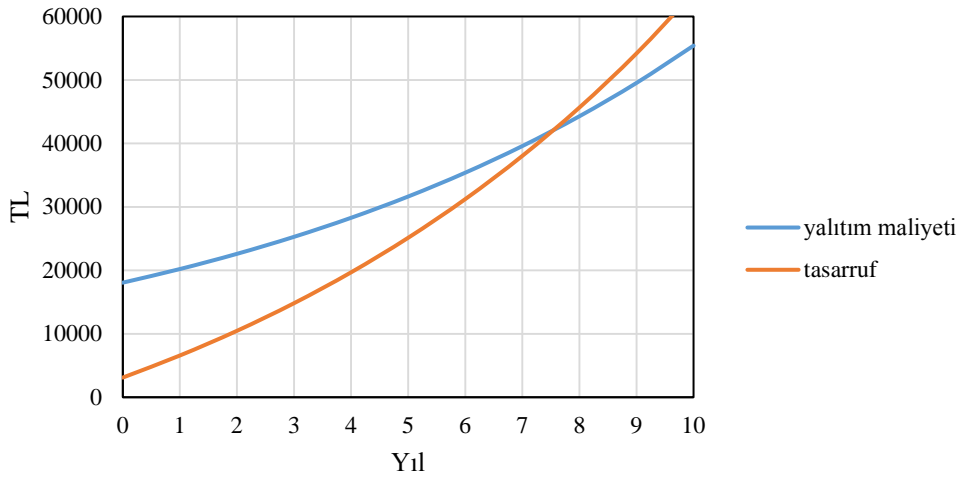
(11)

$\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Kayıp}} \quad \underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Kazanç}}$

Yıllık tüketilen doğalgaz miktarı hesaplanırken doğalgazın alt ısı değeri 8250 kcal/m³, yanma verimi %90 ve Bolu ili için doğalgazın birim fiyatı yetkili dağıtım şirketi olan Aksagaz şirketinin güncel sitesinden 1,52 TL+KDV olarak alınmıştır (Aksagaz, 2020).

3.ARAŞTIRMA BULGULARI

Şekil 2’de yalıtım maliyeti-tasarruf grafiği görülmektedir. Buna göre DG3 bölgesi, Bolu ilindeki örnek mimari için binanın dıştan EPS kullanılarak yalıtılması durumunda ilk yatırımın yaklaşık 8. yılda kendisini amorti ettiği ve kara geçtiği görülmektedir.



Şekil 2. Yalıtım maliyeti-Tasarruf grafiği

Tablo 4’de yatırım maliyetinin yıllara göre dağılımı görülmektedir. Her geçen yıl elde edilen tasarrufun 8. yılda kara geçtiğini görmekteyiz.

Tablo 4. Yatırım maliyeti ve tasarrufun yıllara göre dağılımı

Yıllara Göre Dağılım		
Yatırım Maliyeti	Tasarruf	Yıl
18067,18	3108,819	0
20209,94755	6586,345	1
22606,84733	10476,3	2
25288,01942	14827,61	3
28287,17852	19694,99	4
31642,0379	25139,63	5
35394,78359	31230,01	6
39592,60492	38042,71	7
44288,28787	45663,4	8
49540,87881	54187,89	9
55416,42704	63723,4	10

Tablo 5’de bu çalışmada örnek binada farklı yalıtım konfigürasyonları ve buna bağlı olarak yıllık enerji miktarı ve maliyetleri verilmiştir. Buna göre tamamen yalıtımsız ve tam yalıtımlı durumlar karşılaştırıldığında % 26.8 enerji tasarrufu sağlanırken, çatı yalıtımsız durum ile tam yalıtımlı durum arasında ise % 10.36’lık bir fark saptanmıştır. Sadece dış duvar yalıtımının yapıldığı durumda ise % 19.2 oranında bir kar elde edileceği hesaplanmıştır. Buna göre yalıtım yapılması yapılan yalıtımın niteliğine bağlı olarak % 9.4-26.8 arasında bir tasarruf sağlanmaktadır. Güncel enflasyon verileri 2020 Ocak ayına göre %11,86 olarak alınmıştır (TÜİK, 2020).

Tablo 5. Farklı durumlar için enerji ihtiyaçları ve yıllık tüketim tablosu

	Tamamen Yalıtımsız	Çatı Yalıtımsız	Tam Yalıtımlı
Enerji (kJ)	201713240	162970863	147660759
Doğalgaz (m ³)	6468.277698	5225.937566	4734.993074
Yıllık Tüketim (TL)	11601.50288	9373.241619	8492.683577

4.SONUÇ

Isı yalıtımı uygulanması konutlarda enerji tasarrufu sağlamanın birincil yoludur. Yapılan ısı yalıtımının geri ödeme süresinin belirlenmesi ise hem enerji tasarrufu açısından hem de tüketicinin ısı yalıtımına karşı olan endişelerini gidermek açısından önemli bir husustur. Bu çalışma ile elde edilen önemli sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- Çatı yalıtımı yapılması % 10.36 enerji tasarrufu sağlamıştır.
- Duvar yalıtımı yapılması yalıtımsız duruma göre % 19.2 enerji tasarrufu sağlamıştır.
- Yalıtım yapılması % 26.8 enerji tasarrufu sağlamıştır.
- Geri ödeme süresi yaklaşık 7.5- 8 yıl arasında hesaplanmıştır.
- Isı yalıtımı yapılması ile yaklaşık 7.5 yıldan sonra kâra geçildiği düşünülerek hem enerji tasarrufu hem de mali açıdan etkili (karlı) bir yatırım olacağı düşünülmektedir.
- Ekonomik kazançlarının yanı sıra, ısıtma amacıyla kullanılan enerji miktarını ve sonuç olarak baca gazı emisyon değerlerini de azalttığı için yalıtım gereklidir.

KAYNAKLAR

- Aksagaz Abone ve Serbest Tüketici Satış Tarifesi, <https://www.aksadogalgaz.com.tr/Musteri-Hizmetleri/Fiyat-Tarifeleri/Satis-Tarifesi/BilecikBolu>, Erişim tarihi: 4 Mayıs 2020.
- Aktemur, C., & Atikol, U. (2017). Optimum insulation thickness for the exterior walls of buildings in Turkey based on different materials, energy sources and climate regions.
- Bolattürk, A., 2006. Determination of optimum insulation thickness for building walls with respect to various fuels and climate zones in Turkey. *Applied thermal engineering*, 26(11-12): 1301-1309.
- Dal AR, 2019. Düz Plakalı Borulu Bir Isı Değiştiricisinin Optimum Kanatçık Aralığının Sayısal Analizi. *Ömer Halis Demir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1): 479-501.
- Dikici, A., & Kocagül, M. (2019). Isı Yalıtımında Kullanılan Eps, Xps Ve Taş Yünü İzolasyon Malzemelerinin Deneysel Olarak Karşılaştırılması. *Firat University Journal of Engineering*, 31(1).
- Ertürk, M. (2016). Bina Dış Duvarlarında Farklı Yalıtım Malzemesi Ve Hava Boşluğu Kullanımının, Birim Alandaki Enerji Tasarrufu Ve Kişi Başı Emisyon Hesaplamalarında Yeni Bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2).
- Gürel, A. E., & Cingiz, Z. (2011). Farklı dış duvar yapıları için optimum ısı yalıtım kalınlığı tespitinin ekonomik analizi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 75-81.
- İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik-Araç ve Gereç Rayiç Listesi, 2020, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/yfk/icerikler/insaat-birim-fiyatları-2020-turkce-20200207124629.pdf>
- Karakaya, H. (2018). Farklı duvar ve yakıt tiplerinde optimum yalıtım kalınlığının ısıtma ve soğutmada tespiti ve çevresel etkileri. *Firat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 32(2).
- Türkiye İstatistik Kurumu, 2020. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>
- Şahin, B. Gümüşhane İli Kamu Binalarındaki Isı Yalıtımı Uygulamalarının İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3), 526-535.

- Uçar, A. and Dumrul, M. U. ,2019. Bir Konutun Dış Duvarları İçin Isıtma ve Soğutma Yüklerine Göre Optimum Yalıtım Kalınlığının Tespiti ve Enerji Tasarrufu Analizi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (16): 740-749.
- Yaman, Ö., Şengül, Ö., Selçuk, H., Çalikuş, O., Kara, İ., Erdem, Ş. ve Özgür, D., 2015. Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri. Türkiye Mühendislik Haberleri (TMH) 487(4): 62-75.
- Yu C, Ren Z, Zeng M, 2018. Numerical Investigation Of Shell-Side Performance For Shell And Tube Heat Exchangers With Two Different Clamping Type Anti-Vibration Baffles. Appl. Therm. Eng., 133: 125-136.

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THERMAL PROPERTIES OF LIGHT WEIGHT CONCRETE USING KOTA STONE SLURRY WASTE

Athar Hussain¹, Rajani Lakhani², Vikas Prabhakar³, Rashid Shams⁴

1. Associate Professor, Dept. of Civil Engg., Ch. Brahm Prakash Govt. Engineering College, Jaffarpur, New Delhi, 110073, India.
2. Principle Scientist, CBRI, Haridwar.
3. M.Tech student, Dept. of Structural Engg., Gautam Budh University, Gr. Noida, U.P., India.
4. U.G. student, Dept. of Civil Engg., Ch. Brahm Prakash Govt. Engineering College, Jaffarpur, New Delhi, 110073, India.

ABSTRACT

Light weight concrete has shown immense potential for its use in low cost construction activities. In addition to its mechanical properties it also light weight concrete made with kota stone dust also has insulation properties. Hence, in this study an attempt has been made to analyze its thermal insulation properties to understand its use in cold regions. The thermal conductivity and thermal expansion coefficient tests were conducted on failed specimens. The X-ray powder diffraction method, X-ray fluorescence method and use of powerful electron microscope helped more to study the effect of Kota stone slurry waste. Thermal conductivity of thermal insulated foamed concrete block of density 500 kg/m^3 was reported to be 0.095-0.098 W/m.k.

INTRODUCTION

This paper is an introduction to newly developed and applied thermal insulation improvements for traditional and new houses in the remote mountain areas of the Northern Areas in Pakistan. Both traditional and modern building materials and construction techniques are used in low-cost designs which can be replicated with locally available skills. Insulation techniques have been developed for stone and Cement and traditional windows. Insulation, regulation of ventilation and block walls, traditional earthen roofs, earthen floors control of

smoke. lead to very high firewood savings, reduced drudgery for women and increased comfortable 1999 to 2001 a project was executed under the leadership of the author to develop and apply effective, Affordable (low-cost) thermal insulation solutions for traditional stone dwellings and new cement block houses in The Northern Areas of Pakistan, a region of the Karakorum Mountain range of the Himalayas.

This document provides resume of the different thermal insulation options for housing and hotel in high altitude areas, such as the Himalayas of Nepal. High altitudes in this paper are considered to be over 2000m above sea level. However, a large number of the Thermal insulation measurements presented are also effective at lower altitudes, such as in Kathmandu (1500m) Where night temperatures drop during winter to around freezing. The higher the altitude, the more effective the insulation measurements are because less heat loss will occur. Insulation measurements are because less heat loss will occur. Thermal insulation is strongly related to natural ventilation and the positioning of openings in the external faces of a house. It is a combination of thermal insulation and control of ventilation that makes room energy efficient. CFC reduce dead weight of filler walls in foamed structures by 45% as compared brick work. This is a highly desirable merit, especially in earthquake prone and poor top soil condition areas. This is a highly desirable merit, especially in earthquake prone and poor top soil condition areas. This weight reduction results in substantial saving (10-17%) in the cost of structure. This is due to far less consumption of steel and other reinforcing agents to support the heavy walls. Savings in construction cost can be as much as 17% when using CFC blocks, as compared to other conventional bricks.

EXPERIMENTAL PROGRAMME

As foamed concrete has typical air content has typical air content of 40 to 80 percent of the total volume and bubbles varying from 0.1 mm to 1.5 mm in diameter (Highway Agency and TRL,2001), The aim of this part of the study was to examine the thermal insulation properties in relation to materials constituents, densities were 401 and 500 kg/m³ which are expected to show a good range for use as non-structural (Non load bearing) cellular foamed concrete as per IS:6598-1972.

RAW MATERIALS

The raw materials that were used to make cellular foamed concrete are as follow:

- Cement
- Fine aggregate
- Kota stone slurry waste
- Surfactant
- Water

The cement taken was Ordinary Portland Cement (OPC) of 43 grade of uniform consistency, conforming to IS 8112-1989. The main type of aggregate used in this study was solani river sand of very fine grade, collected from the local site Roorkee. The fineness modulus of solani sand was 1.07, which fulfill the requirement of fine aggregate to make CFC-block i.e. the fineness modulus of sand should be less than 1.25. Sand conforming to IS 2185 (IV): 2008. Kota stone is fine-grained variety of limestone, quarried at different district of Rajasthan, India. Many hundreds of mines are located in on near the town of Ramganjmandi (Fig.3.8) and Kota district. As an example: in Hadoti (Bundi district), there is more than 5000 cutting and 300 polishing units are producing dimensional Kota stone. Form one unit in one month 1 truck slurry is produced and in each year 30000-ton slurry is being extracted which pollute the nearby environment and other problems to localities. One of the moist important ingredients required for foamed concrete is the foaming agent. There are several types of surfactants available in the market. The surfactant used in this study was commercially available natural protein –based surfactant

PREPARATION OF THE MIX

The dry materials, i.e, cement, solani sand and filler (ksslw) were combined in the mixer for five minutes. The total quantity of water was then added and mixed with dry materials for approximately five minutes until a homogeneous base mix was obtained. The preformed foam, which is made by blending the foam concentrate, water was and compressed air in predetermine proportion in a foam generator, shall be added to the mix immediately after

preparation in the mixer. No compaction was provided to prevent the collapse of the preformed foam. After 14 hrs., the specimens were demolded and moist cured by wrapping with hessian clothes and stored at room temperature unit testing.

The curing regime adopted in this study is moisture curing that is wrapped by hessian clothes at room atmosphere for 28 days, before which specimens had been de-molded after 14 hours. As this type is most common curing regime adopted by other researchers (Jones and McCarthy, 2004, 2005a, 2005b; Kearsley and Wainwrite, 2000a, 2000b, 2001b; Wee et al.,2006).

After preparation of CFC mixes optimization of (w/c) ratio for mix design of foamed concrete was done. To decide water to cement ratio, iteration on flow table test for mortar of OPC: Solid inert material (sand/Ksslw) of 1:1.35 was conduct and then for five phases, final(w/c) ratio was decided by case by case basis. After doing flow table test. Foam for foam concrete was made from concentrate foaming agent. The foam was made using a foam generator. In the foam generator the foaming agent was diluted in water to make a pre-foaming solution and then the pre-foaming was expended with air into foam.

1.INSTRUMENTATION STUDIES

Table -1 Instrumentation studies and their significance.

S.No.	Method	Significance (Type of measurement/analysis)
1	Image analysis	Larger pores in the matrix and characterizing The pore size distribution.
2	C-Thermal analyzer	Thermal parameters of the material.
3	UTM	Relationship of dimensional changes with Change in temperature.
4	Guarded hot plate	Thermal Conductivity of the material

1.1 Metavis Image Analysis System

The Metavis is a complete image analysis system comprising of an inverted microscope, a high resolution digital camera and an advanced and user friendly image analysis software.

Experimental setup and example of output from image analyzer to study surface structure of foamed concrete.

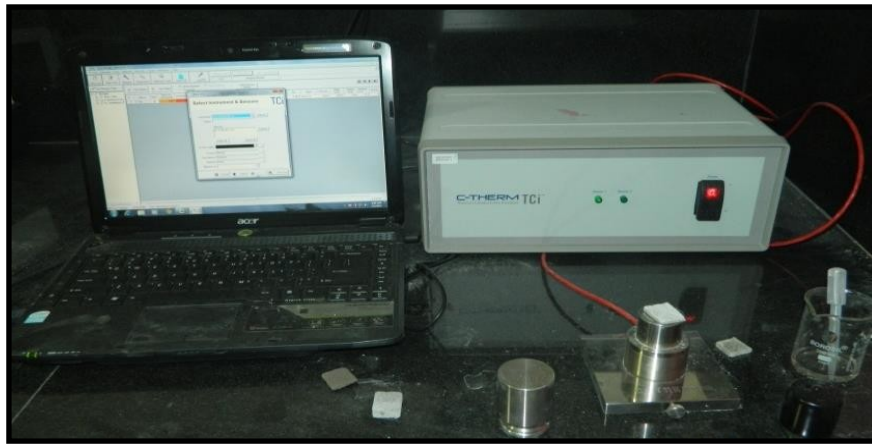


The digital camera is mounted on the inverted metallurgical microscopic. The camera transfers the image to the computer. Once an image is an acquired by the computer, it is processed and analyzed by software. This instrument has software that can analyze automatically. It can recognize, count objects, calculate and distance between objects and a lot more like radius, area, perimeter, roundness, aspect ratio etc. of bubble for different density of CFC with their relative compression.

1.2 C-Therm Analyzer

The third generation of the technology expands the capabilities of this rapid, non-destructive testing instrument originally developed by Mathis instrumentation originally developed by Mathis instruments to a whole new level. The system automatically compensates for variations in sensor temperature, thus enabling reliable measurements at wide range of temperatures (-50 to+200C).

Fig-3 Experimental setup and data collecting system software interface from C-Therm analyzer to study thermal behavior of foamed concrete.



1.3 Guarded Hot Plate Method (ASTM C177 and IS 3346:1980)

IS 3346:1980 specifies the test procedure for laboratory measurement of the steady state heat flux through flat, homogenous specimens with their specimens in contact with solid, parallel boundaries held at constant temperature using the guarded hot plates. Fig. shows a typical schematic of two slab guarded hot plate method apparatus used for measuring the thermal conductivity of cement concrete specimen by steady state method. In this test, two concrete specimens are placed between two copper plates. These plates heated internally by special electrical resistance heaters. These plates are known as central heaters and are surrounded circumferentially by guard heaters. The guard heaters ensure unidirectional heat flow through the specimen

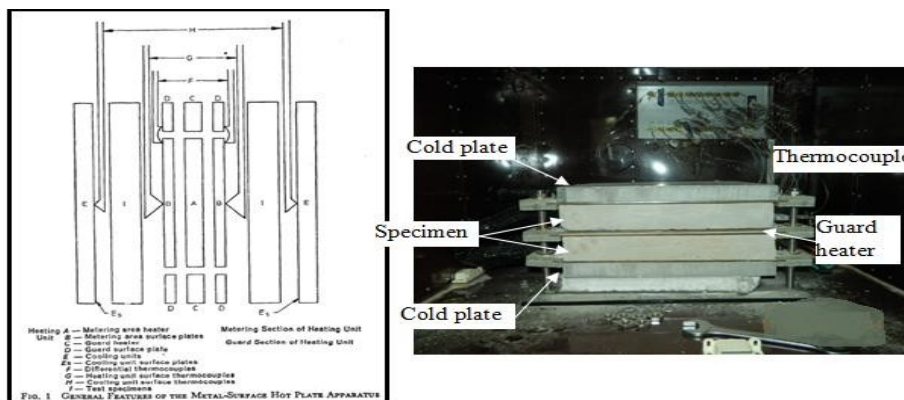


Fig-1.Schematic of two slab guarded hot plate method.

2.RESULTS

2.1 IMAGE ANALYSIS

After 7 and 28 days' microstructure examination of the samples were done. Details obtained are provided further.

(a) Average area of voids (Approx.) per 100 μ m²

Table -1 R ratio-range.

Density, kg/m ³	$R=(A_v/ A_T)*100$
475-480	40-42%

(b) Geometrical parameters

From image analysis calculated ratio of area of total voids to total area as shown in Table.

Table-2 Aspect ratio and Roundness-range.

Density, kg/m ³	Aspect ratio	Roundness
475-480	0.92-1.61	23.11-100

2.2 THERMAL PROPERTIES

Thermal properties of cfc block with density 500kg/m³ has been tested and data obtained was satisfactory as per IS: 6598:1972.

Table -3 Thermal properties of specimen in comparison with bricks

Material	Density (kg/m ³)	Thermal effusivity (W \sqrt s/m ² .K)	Thermal conductivity (W/m.K)	Thermal diffusivity (m ² /s)	Heat capacity (J/kg.K)
CFC	500	51.8	0.095-0.098	7.96E-7	21.94
Bricks	1900	1068.78	0.72	4.54E-7	835

Fig-5 Guarded hot plate method



3.CONCLUSIONS

The lightweight thermal insulated form concrete blocks in the material and construction technology have led to the resulting in improved performance, wider and more economical use. As a result, lightweight thermal insulated block has the concrete which serves both economic and environmental concerns. The Kota stone slurry waste acts as filler for both cement as well as sand because of matching of particle size distribution with both i.e. sand OPC-43G.

The conclusion based on the work carried out in this study is given as follows:

1. The complete stiffening time is inversely proportional to thermal insulation foamed concrete block of density. It was 6 hrs for thermal insulated block of density 500 kg/m^3 respectively.
2. Thermal conductivity of thermal insulated foamed concrete block of density 500 kg/m^3 was reported to be 0.095-0.098 W/m.k. This is because mostly pores are finer and finer the pores better the insulation.
3. The Drying shrinkage of thermal insulated foamed concrete reduces with increase in block of density and decrement in porosity. It was 0.039% and for thermal insulated block density 401 kg/m^3 and 500 kg/m^3 respective.
4. Water absorption increased as density was decreased i.e.9.93% and 15.53% for block of density 500 and 401 kg/m^3 respectively.

REFERENCES

1. Agarwal, S.C. (2008). *Waste- a gateway to the future economy of Kota stone industry.*
2. Aldridge. (2000). Foamed concrete for Highway Bridge works, One day awareness seminar „*Foamed Concrete: Properties, Application and Potential*“, University of Dundee, Scotland, 33-41.
3. Almeida, N., Branco, F. and Santos, J.R. (2007). *Recycling of stone slurry in industrial activities: application to concrete mixtures. Build Environ*, 42(2),810- 819.
4. Alzboon, K.K and Mahasneh, K.N. (2009). *Effect of using stone cutting Waste on the Compression Strength and slump Characteristics of concrete.* World Academy of science, Engineering and Technology,27.
5. ASTM:C796-(2012): *Standard test method for foaming agents for use in producing Cellular concrete.* America Society of testing and Materials.
6. ASTM:C869-(2011): *Specification for Foaming Agents Used in making preformed foam for Cellular Concrete.* American Society of Testing and Materials.
1. British Cement Association (1994): *Foamed concrete; composition and properties.* Ref.46.o424.
2. Cox L.S., (2005). *Major Road and Bridge Projects with Foamed concrete, Use of Foamed Concrete in Construction.* Proceeding of the International conference of the Use of Foamed Concrete in Construction, 105-113.
3. Cizer, O., Van balen, K. and van gemert, D. (2008). *Bleded lime-cement mortars for conservation purposes: Microstructure and strength development.* Structural Analysis of Historic Construction –D^o Ayala & Fodde (eds) Taylor &Francis Group, 965-971.
4. Highway Agency and Transport Research Laboratory, (2001). *Application Guide AG39: Specification for foamed concrete.*
5. IS 6598 (1972): *Specification for cellular concrete for thermal insulation.* Bureau of Indian Standards, New Delhi, India.
6. IS 4031 (part 1) -(1996): *Method of physical tests for hydraulic cement: Determination of fineness by dry sieving.* Bureau of Indian Standards, New Delhi, India.
7. IS 4031 (part 2) -(1999): *Method of physical tests for hydraulic cement:*

Determination of fineness by Specific surface by blaine air permeability method. Bureau of Indian Standards, New Delhi

8. IS 4031 (part 3)- (1988): *Methods of physical test for hydraulic cement: Determination of soundness.* Bureau of Indian Standards, New Delhi, India.

9. IS 4031 (part 4) -(1988): *Method of physical test for hydraulic cement: Determination of soundness.* Bureaus of Indian Standards, New Delhi, India.

10. IS 4031 (part 5) – (1988): *Methods of physical tests for hydraulic cement: Determination of initial and final setting times.* Bureau of Indian Standards, New Delhi, India.

11. IS 4031 (part 6) -(1988): *Methods of physical tests for hydraulic cement: Determination of compressive strength of hydraulic cement.* Bureau of Indian standards, New Delhi, Ind

**SODYUM KARBONATLA AKTİVE EDİLMİŞ YÜKSEK FIRIN CÜRUFU HARÇ
VE HAMURLARDA YÜKSEK SICAKLIĞIN BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİ**

***EFFECT OF HIGH TEMPERATURE ON COMPRESSIVE STRENGTH IN MORTAR
AND PASTE PRODUCED WITH BLAST FURNACE SLAG ACTIVATED BY SODIUM
CARBONATE***

Musa YILDIRIM 

Doktora Öğrencisi, Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği
Anabilim Dalı, (Sorumlu Yazar)

Hacer BİLİR ÖZHAN 

Dr. Öğr. Üyesi, Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri
Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Dünya nüfusunun gün geçtikçe artması sonucunda insanların yapıya olan ihtiyacı da aynı ölçüde artmaktadır. Bu artış sonucunda beton sektörü daha fazla beton üretmeye başlamıştır. Çimento betonunun ana bileşenlerinden biridir. Kireç taşı ve kil karışımının 1500 °C gibi yüksek sıcaklıkta yakılması sonucu çimentonun hammaddesi olan klinker elde edilmektedir. Bu durum yüksek CO₂ salınımına sebep olmakta ve çevreyi ciddi oranda olumsuz etkilemektedir. Bu yüksek salınım dünya atmosferine salınan toplam karbon dioksit (CO₂) gazının %8 ini oluşturmaktadır. Bu zararın önüne geçilmesi amacıyla çimento yerine daha çevreci ve yüksek performanslı bir bağlayıcı madde arayışına girilmiştir. Bu arayış daha eski zamanlarda başlamış olsa da, betonlaşmanın artmasıyla daha da önem kazanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde farklı oranlarda Su / Katı (YFC + aktivatör) ve sodyum karbonat (Na₂CO₃) kullanılarak yüksek fırın cürufları aktive edilmiştir. Ardından yapılan basınç dayanımı ve yayılma deneyi sonuçlarına göre optimum su / katı değeri ile aktivatör oranı belirlenmiştir. Optimum Su / Katı oranı 0.37, optimum aktivatör değeri olarak YFC' nin %10'u kadar sodyum karbonat kullanılmasına karar verilmiştir.

Belirlenen oranlar kullanılarak harç ve hamur numuneleri üretilmiştir. Üretilen numuneler kür işleminin ardından 300 °C , 600 °C ve 900 °C gibi yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmıştır. Yüksek sıcaklık etkisi ardından numuneler basınç dayanımı presinde kırılarak yüksek sıcaklığın basınç dayanımına etkisi gözlemlenmiştir. Deneyler sonucunda sodyum karbonat ile aktive edilmiş karışımların, çimento içeren karışımlara alternatif olarak kullanılabileceği

sonucuna varılmıştır. Hamur ve harç numuneleri arasında basınç dayanımı sonuçları kıyaslanarak agreganın basınç dayanımına olumlu etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geopolimer, yüksek sıcaklık, sodyum karbonat, yüksek fırın cürufu, alkali aktivatör.

ABSTRACT

As the world population increases day by day, the need of people for the structure increases equally. As a result of this increase, the concrete sector produces more concrete. Cement is one of the main components of concrete. In the production of cement, limestone and clay mixtures burn at temperature as high as 1500 °C. After the burn process clinker, the raw material of this cement, is obtained. This situation causes high CO₂ emission and adversely affects the environment. This high emission accounts for 8% of the total carbon dioxide (CO₂) gas released into the world atmosphere . In order to prevent that damage, a search for a more environmentally friendly and high performance binder has been introduced instead of cement. Although this search started in earlier times, it gained more importance with the increase of concrete production.

In the first part of the study, blast furnace slag (BFS) was activated using different rates of water / solid (BFS + activator) and sodium carbonate (Na₂CO₃).. Afterwards, optimum water / solid value and activator ratio were determined according to the compressive strength and flow table test results. Optimum water / solid ratio was determined as 0. 37. Optimum sodium carbonate as activator value was determined 10% of BFS.

Mortar and paste samples were produced by use of the determined rates. After curing process, the produced samples were exposed to high temperatures such as 300 °C, 600 °C and 900 °C. After the high temperature effect, the samples were broken in the compressive strength press and the effect of high temperature on the compressive strength was observed. As a result of the experiments, it has been concluded that the mixtures activated with sodium carbonate can be used as an alternative to mixtures containing cement. Compressive strength results were compared between paste and mortar samples and it was observed that aggregate had a positive effect on compressive strength.

Keywords: Geopolymer, high temperature, sodium carbonate, blast furnace slag, alkali activator.

GİRİŞ

Dünya çapında kullanılan inşaat malzemeleri arasında beton, düşük maliyet gibi öne çıkan avantajlarıyla bugüne kadar en çok kullanılan yapı malzemesidir.

Bir yapı malzemesi olarak betona talep günden güne artmakta; ancak bir diğer çevre sorunu olarak betonun hammaddesi olan çimentonun üretiminde çevre kirliliği artmakta ve hammadde olan kalker azalmaktadır. Normal portland çimento için her bir ton üretiminde yaklaşık bir ton CO₂ ortaya çıkmaktadır (Oss, 2008).

Günümüzde beton ve harç gibi yapı malzemelerinin üretiminde bağlayıcı madde olarak Portland çimentosu yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak Portland çimentosu üretiminde kullanılan ham maddelerin temini doğal çevrenin tahribatına yol açmaktadır. Portland çimentosu üretimi esnasında atmosfere salınan gazlar (CO₂, SO₂, NO_x vb.) hava kirliliğine neden olmaktadır. Çimento içerisindeki kalsiyum silikat ve kalsiyum alüminat karma oksitlerinin oluşum sıcaklığı yaklaşık 1300-1400 °C seviyelerindedir. Bu nedenle enerji sarfiyatı çok yüksek seviyelere çıkmaktadır. Portland çimentosu üretiminde ortaya çıkan çevresel ve ekonomik dezavantajların yanı sıra bu tip çimento ile üretilen bağlayıcıların servis ömrü boyunca bazı agresif ortamlarda üstün kalıcılık özelliği gösteremedikleri bilinmektedir. Portland çimentosunun olumsuz yönlerinin tamamen ortadan kaldırılması veya azaltılması amacıyla araştırmacılar uzun yıllardır çok sayıda çalışma yapmaktadır.

Hiç çimento ilave etmeksizin, kimyasal aktivatör ve cüruf kullanmak suretiyle elde edilen alkali ile aktive edilmiş cürufllu bağlayıcılar, sahip oldukları özellikler göz önüne alındığında, Portland çimentosuna alternatif modern bir bağlayıcı malzeme tipi olarak görülmektedir (Chang ve diğ., 2005).

Demir çelik sanayisinde atık bir malzeme olarak ortaya çıkan yüksek fırın cürufunu çimento yerine betonda kullanmak çevresel ve ekonomik olarak olumlu avantajlar yaratabilir. Çimentolu kompozitlerin çevreye olan zararları olmanın yanında ve dış etkilere karşı da

yetersiz dayanım gösterebilmektir. Bu sebeple geopolimerler son yıllarda gelişmektedir ve önemsenmektedir. Geopolimerler bazı kimyasal etkilere, asit saldırılarına, korozyona ve yüksek sıcaklıklara karşı dayanım göstermektedir. Ayrıca basınç dayanımları da çimentolu kompozitlerle yarışacak düzeydedir (Bakharev, 2005; Wang ve diğ., 2015).

Bu çalışmalar temel alınarak çimento kullanılmadan üretilen ve beton özelliklerini taşıyan numuneler çeşitli yüksek sıcaklık altındaki mekanik özellikleri incelenmiştir. Çalışma boyunca çimento yerine sodyum karbonat (Na_2CO_3) ile aktive edilmiş yüksek fırın cürufu kullanılmıştır.

1.BETON VE YÜKSEK FIRIN CURUFU

Beton ekonomik olması, yüksek basınç dayanımına sahip olması, dayanıklı olması ve kolay şekil verilebilme özellikleri nedeniyle en çok tercih edilen yapı malzemesidir. Ancak içerisindeki çimento doğaya birçok kalemde zarar vermektedir. Bu nedenle alternatif malzeme olarak doğaya zararsız olması anlamında atık malzemeler değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu atık malzemelerin başında yüksek fırın cürufu gelir.

Yüksek fırın cürufu (YFC) atığı demir-çelik üretimi süresinde oldukça ciddi yüksek miktarlarda açığa çıkmaktadır. Demir-çelik üretimi süreci nedeniyle çok yüksek sıcaklıkta olan YFC çok hızlı soğutulursa amorf yapıda granüle halde ince bir malzeme haline gelmektedir. Bu granüle halde beton içerisinde kum yerine kullanılabilir. YFC'nin öğütülmesi durumunda, amorf yapıya sahip olduğundan, yüksek miktarlarda SiO_2 ve Al_2O_3 içerdiğinden bağlayıcı özellik gösterir. Bu nedenle çimento üretiminde ve beton katkı maddesi olarak kullanılabilir. YFC kullanımı betonun dayanıklılığını olumlu yönde etkilemektedir (Tokyay ve Erdoğan, 2003). Beton içerisinde çimento yerine kullanılabilmesi için aktive edilmesi gerekir. Bu aktivasyon için YFC sodyum hidroksit (NaOH), sodyum karbonat (Na_2CO_3), cam suyu (Na_2SiO_3) gibi alkalilerle aktive edilebilmektedir (Peter ve Jack, 1996).

Sodyum karbonat (Na_2CO_3), aynı zamanda çamaşır sodası olarak da bilinen, suda çözülmüş olan sodyum tuzları arasında ki karbonik asitlerden biridir. En çok bulunan hali beyaz toz formundadır. Saf sodyum karbonat, havadaki nemi emebilen kokusuz bir toz halinde bulunmaktadır. Güçlü bir alkali tada sahip olduğu için suda ılımlı bir bazik çözelti oluşturmaktadır. Sodyum karbonat, günlük kullanımlarda su yumuşatıcı olarak kullanılmakta olduğu için iyi bilinmektedir. Tarihi ise, Orta Doğu'daki bir bitki örtüsü, İskoçya'dan gelen

kelp ve İspanya'daki deniz yosunu gibi sodyum bakımından zengin topraklarda yetişen bitkilerin küllerinden elde edilmektedir. "Soda külü" olarak bilinmektedir.

3.DENEYSEL ÇALIŞMA

3.1. Malzemeler

Agrega: TSE EN 196-1'e uygun şekilde maksimum dane çapı 2 mm olan standart kum kullanılmıştır.

Çimento: ÇİMSA Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş. Eskişehir Çimento Fabrikası'nın üretimi olan CEM I 42.5 R çimentosu kullanılmıştır.

YFC: Erdemir demir-çelik fabrikasından sağlanmıştır. YFC inceliği 60 µ küçük kalacak şekilde öğütülmüştür. Öğütme sırasında ani prizi önlemek için % 2 oranında alçı taşı katılmıştır. Bu YFC'ye ait özellikler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Kullanılan cürufun hidrolik modülü $[(CaO+MgO+Al_2O_3)/SiO_2]$ 1,33 ve baziklik indeksi $[Kb=(CaO+MgO)/(SiO_2+Al_2O_3)]$ ise 0,81'dir.

Tablo3.1: Kullanılan yüksek fırın cürufunun (YFC) kimyasal kompozisyonu

Bileşen	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	S	Kızdırma Kaybı
Ağırlıkça %	40.20	35.90	11.66	5.88	1.68	1.47	0.30	0.90	0.88

Sodyum Karbonat : YFC 'yi aktive etmek için kullanılan sodyum karbonat (Na₂CO₃), Tekkim Kimya San. Tic. Ltd. Şti 'den sağlanmıştır.

Su: Bursa şebeke suyu kullanılmıştır.

3.2. Yöntemler

İlk olarak ideal karışım oranını ve kıvamı belirlemek için yayılma deneyi yapılmıştır. Yayılma deneyi için farklı oranlarda su/katı (YFC+ Na₂CO₃) ve sodyum karbonat miktarı seçilmiştir. Bu deney sonucunda elde edilen optimum yayılma değeri sonucunda nihai karışım oranları belirlenmiştir. Bu oranlar kullanılarak 50 mm×50 mm ×50 mm ölçülerinde harç ve hamur numuneleri üretilmiştir. Üretilen numunelere 24 saat boyunca sıcaklık kürü (80°C)

uygulanmıştır. Kür işlemi sonrası numuneler kül fırını kullanılarak 300°C, 600°C ve 900°C gibi yüksek sıcaklıklara 3 saat boyunca maruz bırakılmıştır. Kül fırınından çıkan numuneler soğuduktan sonra basınç dayanımı presinde kırılarak basınç dayanımı değerleri elde edilmiştir. Harç ve hamur numuneleri arasındaki basınç dayanımı farkları kıyaslanarak agreganın yüksek sıcaklığa olan etkisi de gözlemlenmiştir.

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. İdeal karışım Oranının Belirlenmesi

Deneyel çalışmada ilk olarak ideal karışım oranını belirlemek için 6 tür karışım hazırlanmıştır. Çizelge 4.1 ' de karışım oranları gösterilmiştir.

Tablo 4.1. İdeal karışım oranını belirlerken hazırlanan karışımlar

Karışım	YFC (gr)	Na ₂ CO ₃ (gr)	Agrega (gr)	S/K	Su (gr)
1. Karışım	300	15	825	0.40	126
2. Karışım	300	15	825	0.45	142
3. Karışım	300	30	825	0.40	132
4. Karışım	300	30	825	0.45	148
5. Karışım	300	15	825	0.37	116
6. Karışım	300	30	825	0.37	122

Hazırlanan karışımların ilk olarak yayılma değerleri incelenmiştir. Yapılan yayılma deneyi harcın kıvamı hakkında bilgi vermektedir. Bu sebeple ideal karışım oranı; basınç dayanımı değeri ve yayılma değerleri içinde en uygun bulunan kombinasyondaki karışım seçilmiştir. Çizelge 4.2'de karışımların yayılma ve basınç dayanımı değerleri verilmiştir.

Tablo 4.2. Harç karışımlarının yayılma ve basınç dayanımı değerleri

	Yayılma Değerleri (mm)	Basınç Dayanımı (MPa)
Karışım 1	187.50	41.19
Karışım 2	235	57.30
Karışım 3	205	35.35
Karışım 4	245	29.57
Karışım 5	120	46.83
Karışım 6	147.50	52.09

Basınç dayanımları ve yayılma değerleri arasında en uygun ilişki karışım 6 (%10 sodyum karbonat + 0,37 su/katı oranına sahip karışım) 'da olduğu sonucuna varılmıştır. En yüksek dayanım değeri karışım 2' de elde edilse de yayılma değeri nedeniyle tercih edilmemiştir.

4.2. Yüksek Sıcaklık Etkisi

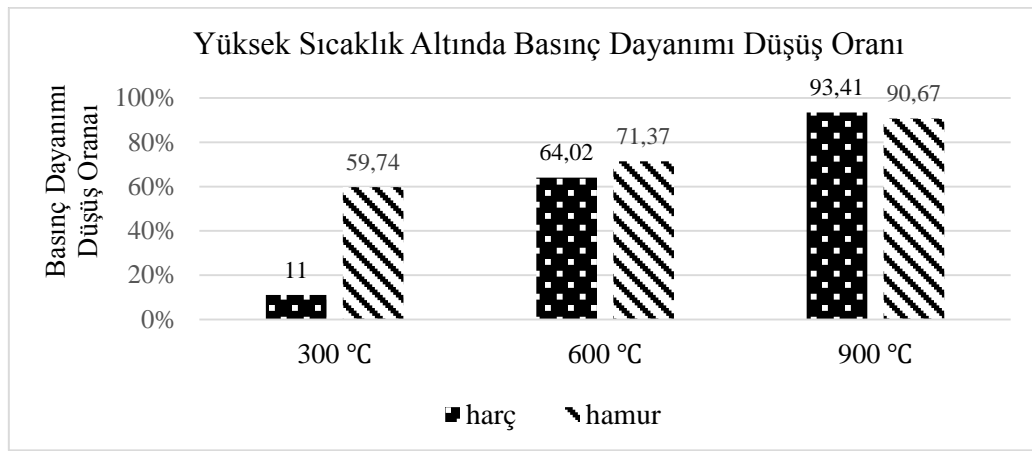
%10 Na₂CO₃ ve %37 Su/katı oranına sahip harç ve hamur numunelerinin 80°C sıcaklık kürünün ardından 300°C, 600 °C ve 900°C sıcaklıklarına maruz bırakılması sonucunda elde edilen ortalama basınç dayanımları çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Harç ve hamur numunelerinin farklı sıcaklıklar altındaki basınç dayanımları

	Basınç Dayanımı Değerleri (MPa)			
	Kontrol	300 °C	600 °C	900 °C
Harç numuneleri	52.09	46	18.74	3.43
Hamur numuneleri	54	21.74	15.46	5.04

Çizelge incelendiğinde yüksek sıcaklığın basınç dayanımına etkisi açıkça görülmüştür. Portland çimentolu harç ve hamur numuneleri de genel olarak aynı şekilde davranış gösterir. Yüksek sıcaklık sonucu harç numunelerinin basınç dayanımı kaybı; 300 °C sonucunda % 11, 600°C sonunda % 64.02, 900°C sonunda % 93.41 oranında gerçekleşmiştir. Hamur numunelerinde ise 300 °C sonucunda % 59.74, , 600°C sonunda % 71.37, 900°C sonunda %90.67 oranında gerçekleşmiştir. Bu değerlerin kıyaslanması Şekil 4.1'de görülmektedir.

Şekil 4.1'de görüldüğü gibi 300°C ve 600 °C derecelerinde basınç dayanımı düşüşü hamur numunelerinde daha yüksektir. Bunun sebebi harç içerisinde bulunan agrega malzemesidir. 900°C sıcaklığında hamur numuneleri daha dayanımlı gözükse de hamur da harç da 900 derece altında her ikisi de kullanılamaz hale gelmiştir.



Şekil 4.1. Yüksek sıcaklık altındaki harç ve hamur numunelerinin basınç dayanımı düşüş oranları

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İdeal karışım oranı belirlenirken aktivatör oranının YFC'nin %5' den %10'a çıkarılması tüm su/katı (YFC+ sodyum karbonat) oranlarında basınç dayanımı değerlerini arttırmıştır. En iyi ve optimum sonuç %10 Na₂CO₃ oranında sağlanmıştır.

Sıcaklık değerleri yükseldikçe numunelerin basınç dayanımında ciddi bir azalma gözlemlenmiştir. S/K oranı yüksek seçildiğinde, beton basınç dayanımının düşük çıktığı görülmüştür. Uygulanan kür, sıcaklık derecesi ve uygulama süresi aynı olmasına rağmen hazırlanan numunelerde beklenildiği gibi harç numuneleri hamur numunelerine göre daha yüksek basınç dayanımı değerlerine ulaşmıştır. Bu da agreganın yüksek sıcaklığa karşı etkisini göstermiştir. Basınç dayanımı ve yüksek sıcaklık deneyler sonucunda YFC'nin alkalilerle aktivasyonunda %10 oranında Na₂CO₃ uygun sıcaklıkta ve sürede aktive edilmesi halinde çimentolu yapımlar yerine kullanılabileceği görülmüştür.

Bu çalışmada yalnızca YFC'li numuneler kullanılmıştır. Deneysel sürece çimentolu numunelerde eklenirse kıyaslama oranları çok daha çarpıcı olacaktır. Aktivatörler günümüzde yüksek maliyetli olduğu için maliyet-verim oranları incelenebilir. Yüksek sıcaklık ve diğer durabilite özellikleri incelenen deneyler yapıldıktan sonra SEM görüntüleri de incelenerek geopolimerin iç yapısı hakkında daha fazla bilgi sahibi olunabilir.

YFC'nin ülkemizdeki demir çelik sanayisinin yaygın olması sebebiyle açığa çıkma oranı oldukça fazladır. Kaynak sıkıntısı çekilmeyecek olan bu atık madde için çimento ve çimento türevi maddelerin kullanılmadığı, çevreci çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

Anonymous. (2001). Hazır Beton El Kitabı. İzmir, Türkiye: Batı Beton.

Bakharev, T. (2005). Geopolymeric materials prepared using Class F fly ash and elevated temperature curing. *Cement and Concrete Research*, 35(6), 1224-1232.

Chang, J.J., Yeih, W., Hung, C.C. (2005)., Effects of gypsum and phosphoric acid on the properties of sodium silicate-based alkali-activated slag pastes, *Cement & Concrete Composites* 27, 85-109.

M. Tokyay & K. Erdoğan., (2003),“Cürüfler ve Cürüflü Çimentolar, Araştırmaların Gözden Geçirilmesi Raporu”, TÇMB Yayını, 48 s., Ankara.

Peter M.G. & Jack E.G., (1996), “Freeze-Thaw durability of activated blast furnace slag cement concrete”, *ACI Mat. Journal*, 242-245.

TS 706 EN 12620, Beton Agregaları ve deneyleri (2009), Ankara: Türkiye. Türk Standartları Enstitüsü

TS EN 1015-3/A2, Kâğır harcı- Deney metotları- Bölüm 3: Taze harç kıvamının tayini (yayıma tablası ile) (2007), Ankara: Türkiye. Türk Standartları Enstitüsü.

Van Oss, H. G. (2008). *Cement industry encyclopedia of Global Warming and Climate Change*, SAGE Publications, 1, 363-364.

Wang, K., He, H., Song, X. and Cui, X., (2015), Effects of the metakaolin-based geopolymer on high temperature performances of geopolymer/PVC composite materials. *Applied Clay Science*, 114, 586.

**İÇ MEKÂNDAN TEKSTİL TABANLI MALZEMELERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

***ASSESSMENT OF TEXTILE-BASED MATERIALS IN INDOOR SPACES FOR
SUSTAINABILITY***

Nuray Öz CEVİZ

Öğr. Gör. Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu
Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü,
(Sorumlu Yazar)

Umay Yılmaz ARER

Doktora Öğrencisi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı,

ÖZET

Sanayi devriminden 21. yüzyıla kadar gelişen süreç içerisinde yenilenemeyen doğal kaynaklar hızla tükenmeye başlamıştır. Bu tükenişle, birçok alanda değeri artan sürdürülebilirlik kavramı, mimari ve tekstil alanında da değerini yükseltmiştir. Ekosistemin geri dönülemez hasarı ve artan salgın hastalıklar beraberinde bireylerin içkin yaşantılarına dönmelerine sebep olmuş ve doğal olana dönme eğilimini arttırmıştır. Bu çerçevede kişilerin sadece buldukları çevre şartları değil aynı zamanda içinde yaşadıkları ve/veya sıkışık kaldıkları konut hayatında da doğal ve sürdürülebilir yaşama dönme çabası ivme kazanmıştır. Bilhassa insanların zorunlu olarak karantinada oldukları bu günlerde, yaşam alanlarındaki malzeme ve mekân çözümlenmeleri önem kazanmış, farklı yüzeylerde kullanılan sentetik malzemeler bireyleri tedirgin etmeye başlamıştır. Gerek içinde bulunduğumuz süreç gerekse gelecek nesillerin sağlıklı bir şekilde hayatlarını sürdürebilmeleri için her alanda olduğu gibi mekânsal öğeler bazında da doğal ve sürdürülebilir malzemeler önemlidir. Tekstil ürünleri ve tekstil tabanlı kompozit malzemeler de sürdürülebilir mimari ve çevre açısından öne çıkan bir malzeme grubu olarak hem işlevsel hem de tasarım anlamında kullanıcıya kolaylık sunmaktadır. Özellikle teknolojinin gelişmesi ve yeni nesil malzemeleri şekillendirmesi ile birlikte, tekstil ürünlerinin iç mekânda estetik değerleri artmıştır. Duvar halıları, yer döşemeleri, oturma grupları gibi dokuma ve örme hazırlanmış yüzeylerin yanında, çok iyi akustik değer sunan, boşluk yapısı güçlendirilmiş dokusuz yüzeyler tasarımcıya çoklu seçenek imkânı sunarken,

sürekli kullanıcıyı da doğal ortama yönlendirmektedir. Bu çalışma kapsamında iç mekânda kullanılan tekstil ürünleri sürdürülebilirlik açısından incelenmiş olup, konu kapsamında örnekler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Tekstil tabanlı malzemeler, sürdürülebilirlik, iç mekân, doğal Malzemeler.*

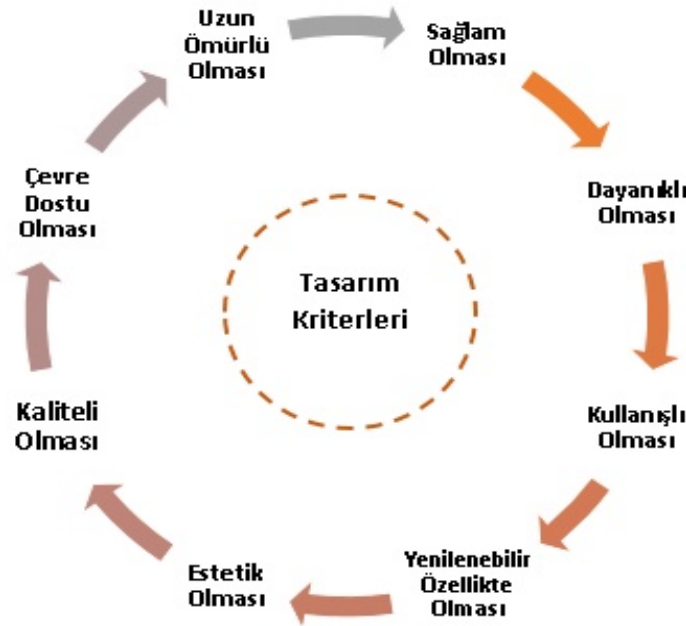
ABSTRACT

During the period from the Industrial Revolution to the 21st century, nonrenewable natural resources are being depleted rapidly. Along with this depletion, the concept of sustainability, similar to many other fields, gained importance in fields of architecture and textile. Irreversible damages to the ecosystem and the rise in epidemic diseases caused people to return to their innate selves and exhibit a tendency to prefer natural. Within this framework, individuals' efforts to return to a natural and sustainable life accelerated for not only the environmental conditions, but also in the residential life individuals live and/or stuck in. Specifically in these enforced quarantine days, material and space resolutions in people's living conditions gained significance, and the harm the synthetic materials inflict are increasingly bothering the users. Both in these challenging times and for ensuring healthy conditions for future generations, natural and sustainable materials are critical in spatial elements as well as in any other field. Textile products and textile-based composite materials provide users convenience in terms of both function and design as a sustainable architectural and environmental material group. Especially with the development of technology, and its capability to shape new generation of materials, textile products' aesthetic value is rising in indoor spaces. Along with woven and knitted surfaces such as wall tapestries, floor coverings and sofa groups, nonwoven surfaces with their excellent acoustic value and reinforced gap structures offer designers a multitude of options while steering the end users to a natural habitat. Within the context of this study, textile products used in indoor spaces are analyzed for their sustainability and examples on the subject are provided.

Keywords: *Textile-based materials, sustainability, indoor spaces, natural materi*

GİRİŞ

21. Yüzyılın en önemli sorunu haline gelen insan nüfusunun artışı ve bu artışın sebep olduğu tüketim alışkanlıkları yeryüzü kaynaklarını hızla yok etmekte ve birçok türün yok olmasına sebep olmaktadır. Doğal kaynakların sonsuz olmadığı gerçeğinden yola çıkarak, içinde bulunduğumuz çemberin hızla daralması insanoğlunu yeni arayışlara ve/veya farklı kaynak kullanımlarına doğru itmektedir. Bu doğrultuda atıkların dünyayı yok etmesinin önüne geçmek ve zararlı-yararlı atıklardan fayda sağlama bilincini geliştirmek için yeni yöntemler geliştirilmekte ve bu bilinç birçok disipline de kaynak oluşturmaktadır. Geri dönüşüm ve sürdürülebilir ürünler çağımızın tasarım kriterleri arasında yerini almış, birçok tasarıma da ilham olmuştur. Araştırmada literatür taraması yapılmış ve birçok örnek incelenmiştir. Farklı coğrafyalardan seçilen örnekler değerlendirilerek, sürdürülebilir malzeme ve en az atık hedeflenerek oluşturulan projelerin mekân tasarımda oldukça önemli bir yere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 1’de görüldüğü gibi özellikle tüm disiplinler ile birlikte gelişen tasarım süreci, tasarımın geliştirilmesi için bir dizi eylemi içermektedir. Tasarımcı mekânın proje aşamasından uygulama aşamasına kullanıcıya sürdürülebilir tasarım anlayışı ile çözüm sunduğunda, hem çevre duyarlı hem de kullanıcısının ihtiyaçlarına doğru cevap vermiş mekânlar üretmiş olacaktır.



Şekil 1. Tasarım Kriterleri Şablonu (Arer ve Ceviz, 2020)

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI

Sanayi devriminden 21. yüzyıla kadar gelişen süreç içerisinde yenilenemeyen doğal kaynaklar hızla tükenmeye başlamıştır. Bu tükenişle, birçok alanda değeri artan sürdürülebilirlik kavramı, mimari ve tekstil alanında da değerini yükseltmiştir. Sürdürülebilirlik kavramı, yeryüzü kaynaklarının gelecek nesillere aktarımında önemli bir role sahip olması ile beraber canlıların türlerinin devamını ilgilendiren önemli bir konudur ve farklı disiplinlerde de ele alınmaktadır. Bu kavramın mimarlık alanındaki karşılığı ise dünya rezervlerinin bilinçsizce tüketilmediği ve tasarım aşamasından itibaren doğa şartları ile uyumlu hareket edebilen mimarlık anlayışı olarak açıklanabilir. İnşaat sektörünün doğal kaynaklar ile beraber doğaya verdiği zarar gözle görünür ölçüdedir. Bu bakımdan sürdürülebilir tasarım, mimar için tasarım aşamasından uygulama aşamasına kadar planlanarak oluşturulmalı, etkin enerji kaynakları kullanarak, çevreye zararsız geri dönüşümü olan malzemeler seçilerek tasarım planlanmalıdır (Can ve Kurtuluş, 2017). Ekosistemin geri dönüşüm hasarı ve artan salgın hastalıklar beraberinde bireylerin içkin yaşantılarına dönmelerine sebep olmuş ve doğal olana dönme eğilimini arttırmıştır. Bu çerçevede kişilerin sadece buldukları çevre şartları değil aynı zamanda içinde yaşadıkları ve/veya sıkışıp kaldıkları konut hayatında da doğal ve sürdürülebilir yaşama dönme çabası ivme kazanmıştır. Kendi ihtiyaçlarımızı karşılarken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da göz önüne alarak yaşamımızı sürdürmek ve en azından mevcut koşulların devamını sağlayabilmek bireylerin, toplumların, kurumların vb. bilinçli hareketleri ile mümkündür. Sürdürülebilir gelecek anlayışı şekillendirdiğimiz yaşantımız, seçimlerimiz ve politikalarımız ile doğru orantılıdır.

Sürdürülebilirlik konusunda dikkat edilmesi gereken konular;

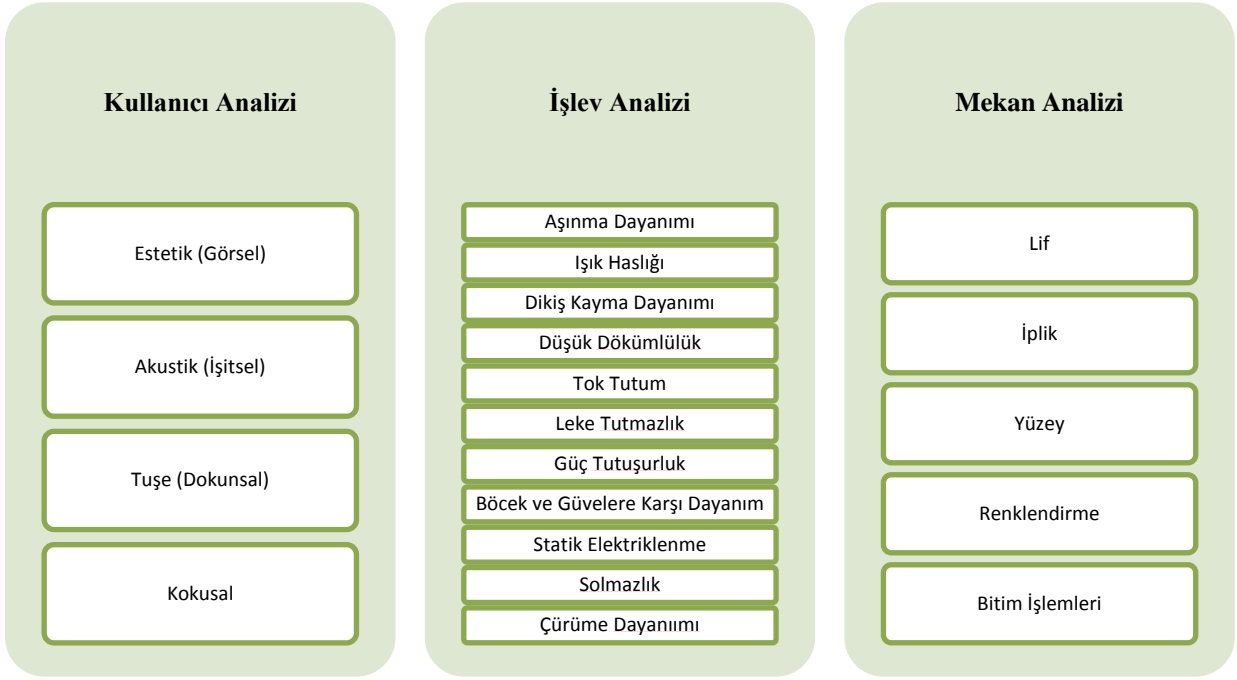
- **Malzeme Seçimi;** Kaynaklar ve menşei, cisimleştirilmiş enerji, süreç ve ulaşım enerjisi.
- **Koruma;** Kaynakların korunması, verimli tasarım ve belirleme.
- **Kullanıcı Davranışı;** İnsanların mekânı nasıl kullandıkları – örneğin duşta kullanılan suyun geri kazanımı ya da asansör yerine merdiven kullanımının etkileşimi ve sağlığı olumlu yönde etkilemesi gibi. (Dodsworth ve Anderson, 2011).

Yenilenebilir – yenilenemez enerji kaynaklarının hızla yok oluşu ile kaynakların yerinde, etkin ve verimli kullanılmasının sağlanması, geri dönüşüm ve yeniden kullanıma yönelimin benimsenmesini beraberinde getirir böylece yaşam kalitesinin artması adına sağlıklı materyaller kullanarak oluşturulan mekân tasarımlarının artması bireyler ve kurumlar tarafından desteklenmelidir (Özcan, 2016). Bir başka açıdan sürdürülebilir mekânlarla birlikte yeşil kentleşmeyi sağlamak için 3 aşamalı kalkınma prensibi uygulanmalıdır. İçerisinde ekosistem, planlama ve kalkınma ile bu düşünce yapısının mekâna yansımaları gerekliliğine dair yöntemsel yaklaşımlar geliştirilmelidir (Yiğitcanlar ve Teriman, 2015).

Tekstil ürünleri ve tekstil tabanlı kompozit malzemeler de sürdürülebilir mimari ve çevre açısından öne çıkan malzeme grubu olarak hem işlevsel hem de tasarım anlamında kullanıcıya kolaylık sunmaktadır. Özellikle teknolojinin gelişmesi ve yeni nesil malzemeleri şekillendirmesi ile birlikte, tekstil ürünlerinin iç mekânda kullanılış biçimleri estetik değerlerini arttırmıştır. Duvar halıları, yer döşemeleri, oturma grupları gibi dokuma ve örme hazırlanmış yüzeylerin yanında, çok iyi akustik değer sunan, boşluk yapısı güçlendirilmiş dokusuz yüzeyler tasarımcıya çoklu seçenek imkânı sunarken, sürekli kullanıcısını da doğal ortama yönlendirmektedir. Etkin enerji kullanımı üzerine yapılan çalışmalar ekonomik ve çevresel boyutları ile sürdürülebilir mimari açılarından oldukça önemlidir. Bu amaçla mimarlar farklı disiplinler ile birleşerek deneysel çalışmalar yapmaktadır. Kişilerin toplumsal – bireysel ve kurumsal çabaları ile gelecek için önemli projeler yapılmakta, gelişmekte olan alternatif teknolojiler ve ürünler sayesinde sürdürülebilirlik kavramı gelecek mimarlık anlayışında kendine önemli bir alan bulmaktadır.

Doğanın alternatif teknolojiler yardımıyla dönüşümü iki şekilde mümkün olmaktadır:

- 1- *Kullanılan malzemenin geri dönüşümlü, yeniden kullanılabilir ya da yenilenebilir olması,*
- 2- *Yapının yaşam döngüsü süresince gerekli olan enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından enerjiye dönüştürülmesi (Dickson, 1992) .*

Tablo 1. İç Mekân Tekstili Seçim Ölçütleri Analizi (Levent, 2015).

2.1. Duvar Halıları, Yer Döşemeleri, Oturma Grupları

İç mekân tasarımda önemli dekorasyon elemanlarından biri duvar halılarıdır. Dokuma, tekstilin temel alanı olarak görülmekte ve iki iplik sistemine dayanmaktadır. Çözüğü ve atkı adı verilen ipliklerin 90 derece kesişimleri ile oluşturulan ve bir hacmi olan nesnelere üretimdir. Bir başka ifade ile tekstil elyaflarının bir düzen dâhilinde bir araya getirilmesiyle oluşturulan renk, doku, biçim ve düzenleme kaygılarıyla dokunabilir her bir materyal ile kullanılabilen sanatsal bir ifade biçimidir. Tavan ve duvarlar gibi zeminde iç mekânın yapısal ve niteliksel öğelerinden biridir. Pile (2004) Mekân içerisinde duvarlar kadar zeminde geniş bir alanı kaplamaktadır. Tasarlanan mekân içerisinde yerleştirilen her bir nesne kullanıcısının ruhunu, yaşam şeklini veya iç dünyasını yansıtmaktadır. Duvar halılarının ticarileşmesi ve yaygınlaşması da Bauhaus okulunun yeniyi biçimlendirerek geleneksel olanı soyutlaması ve tasarıma yeni bir anlayış getirmesi ile olmuştur. 21. Yüzyılda kullandığımız anlamı ile “Modern Tekstil” kavramı, sanat ve teknolojiyi birlikte ele alan Bauhaus dokumacıları sayesinde olmuştur.



Şekil 2. Uygulanmış Duvar Halısı (tr.decoratex.biz)

Halılar, duvar tasarımının bir parçası niteliğindedir ve bir takım niteliksel özelliklere sahiptirler. Buldukları mekâna sıcaklık, konfor ve estetik açıdan değer katarlar. Mekân içerisindeki belirli bir alanı vurgulamaya yarayan bir araç niteliğindedirler. Duvar halıları dekoratif duruşu yanında, mekân tasarımında soğuk, sıcak, ses izolasyonuna da yardımcı olmaktadır. Halılar kullanılacakları mekâna göre sınıflandırılabilirler (Nielson, 2007).



Şekil 3. Otel içi halı uygulamaları (<http://dig.do/egecarpets.com>)

İlk kullanıldıkları dönemlerde zenginlik göstergesi olarak kabul edilen fakat günümüzde izolasyonda tasarıma kendine tasarımda geniş yer bulan halılar birçok renk ve dokuda olabilmektedir. 21. Yüzyıl mekânlarında halı birçok ailenin yaşamının bir parçası haline gelmiş ve iç mekân tasarımda önemli bir öğe haline dönüşmüştür. Birleşiminden tasarımına birbirlerinden farklı halı türleri vardır. Bunlar doğal iplikli ürünlerden yapılabildiği gibi yün veya bitki gibi malzemelerden oluşabilmektedir (Levent,2015).

Kumaşlar da genellikle %100 yün olabildiği gibi belirli oranda yün yüzdesi ile harmanlanmış malzemelerden üretilmektedir. Bu uygulama ile ürünün bozulması engellendiği gibi kumaşlara yeni özellikler yüklemektedir. Yünlü kumaşlar ısıyı koruyabilme esnekliğine ve mukavemetine sahiptir. Doğal iplik elektrifikasyona eğilim göstermektedir ve bünyesinde üreme güvesi olabilmektedir. Yünler iletken bir yapıya sahip değildirler ve kuru halde sürtüldüğünde ise statik elektrik ile yüklenirler. Bu özelliğini ortadan kaldırmak için kumaşa antistatik bitim işlemleri uygulanmaktadır. Ayrıca renklendirme ve boyaya karşı nem emilimi oldukça yüksektir (James, 1990).

Mobilya, iç mekân tasarımında tamamlayıcı öğelerden biridir ve kullanıcıya okuma, yemek yeme, oturma, dinlenme, uyuma vb. gibi gereksinimlerini karşılama konusunda yardımcı eleman konumundadır (Kilmer & Kilmer, 1992). Mimari mekânları kişiye özgü hale dönüştüren, kimlik kazandıran ve kullanıcılarının rahatlık ve konforunu düzenleyen yine mobilyalardır (Pile, 2004). Mobilyalar mekânda kullanışlı nesne olarak hizmet edebildiği gibi tasarımın odak noktası olarak da kullanılabilir (Jones, 2014). İç mekân tasarımında yaygın olarak kullanılan yonga levhalar, plastikler, yalıtım malzemeleri, PVC esaslı doğrama ve döşemeler ve tekstiller bünyelerinde vinilklorit ve formaldehit gibi zehirli kimyasalları barındırmaktadır.

Kullanıcıların sürekli temas halinde olduğu bu malzemelere kimyasal temizleyiciler de eklendiğinde insan sağlığına zarar veren maddeler ile çevrelendiğimiz gerçeği karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda bütünüyle sürdürülebilir ve çevreci bir yaklaşım ile geliştirilen ve “Biosfera I” adı verilen özel karo halılar % 100 geri dönüşümlü olarak üretilmektedir. Tüm zemin döşemelerinin atıklarından üretilen bu malzeme grubu şu ana kadar dünya üzerinde geliştirilmiş “en sürdürülebilir” özellikli ürün olarak kabul edilmektedir. Bu unvanı kazanmasında en büyük pay % 100 geri dönüşebilir ipliklerden üretilmiş olmasıdır. Bünyesinde sağlığa zararlı maddeler içermeyen, ürün ömrü 11-15 yıl olabilen ve kurumsal ofis tasarımlarının zemin kaplaması olarak tercih edilen bu malzeme, 21. yüzyıl sürdürülebilir tasarım anlayışına büyük katkı sağlamaktadır (Can ve Kurtoğlu, 2017).



Şekil 4. Biosfera Halı Uygulaması (<http://www.interfacecutthefluff.com/biosfera-our-most-sustainable-carpet-so-far/>)

2.2. Ses Geçirmeyen Yüzeyler

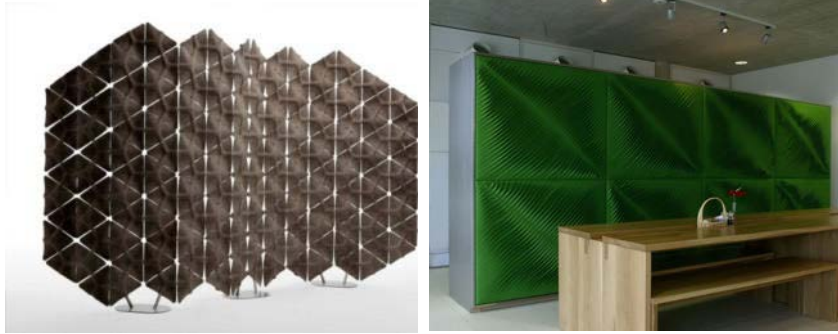
Yapı elemanları gelişen teknoloji ile beraber hafiflemiş ve beraberinde gürültü sorunları meydana getirmiştir. Yapı elemanları üzerinden iletilen seslerin miktarını indirmek için yapılan işlemler ses yalıtımını oluştururken, kapalı ortamda yansıma ve dağılma sürelerinin düzenlenmesi akustik düzenleme olarak adlandırılır. Dolayısı ile ses yalıtımı, sesin insan üzerinde oluşturabileceği olumsuz özellikleri azaltmak amacıyla yapılan işlemleri kapsar. Akustik gereksinimin iç mekândaki tanımı, istenmeyen seslerin iç mekânda emilimi, dış mekândan da içeriye girmemesini sağlayarak ya da müzik, konuşma ya da ses kaydı gibi seslerin mekânda doğru bir şekilde yayılmasını sağlamak olarak yapılabilir. Bu amaçla iç mekânda çalışılan akustik detaylar son derece önemlidir. Mekân içerisinde kullanılacak her türlü öge, ister duvar ya da tavan kaplaması olsun, ister mobilya ya da sabit donatı, olumlu ya da olumsuz bir şekilde mekânın akustiğini etkileyecektir. Burada hem malzemenin niteliği ve uygulama detayı, hem de mimari kabuk ile olan ilişkisi mekân akustiği açısından önem taşır (Gürani ve Kadem, 2018).

Ses yalıtımının istenilen düzeye indirgenebilmesi ya da akustik düzenleme için cam yünü, taş yünü, yumuşak poliüretan esaslı köpükler, keçeler mantar, tekstil vb. gibi birçok malzemeden faydalanılmaktadır (Kayan ve Tekin, 2013). Bu malzemelerin içerisinde tekstil yüzeyler, yapısı gereği gözenekli ve yumuşak olmasından dolayı doğal bir ses yutucu özelliği taşır. Estetik açıdan da değer taşıyan bu malzemeler, mekânda bir tasarım dili oluştururken görsel değerini de artırır ve akustik amaçlı işlevsel nitelik ortaya koyar. Tekstil yüzeylerin bu çok yönlülüğü sebebiyle, ses yutuculuğunun geliştirildiği görülmektedir (Gürani ve Kadem,2018). Hafif, geçirgen ve esnek bir yapıya sahip olmalarının yanında mukavemet değerleri açısından da iyi bir performansa sahip olmaları sıklıkla tercih edilmelerini sağlar (Akalin ve Mıstık,

2010). Zaten tekstil malzemeler, halı, perde ya da mobilya döşemelerinde uzun yıllardır gelenekselleşen bir şekilde akustik amaçlı da kullanılmaktadır.

Akustik tekstiller, teknik tekstiller grubu içerisinde değerlendirilen özel amaçlı olarak üretilmiş olan tekstil malzemelerdir. Bu yüzeyler, mekânda arzu edilen ses seviyesi için reverberasyon süresini azaltarak yüksek ya da düşük frekansta bulunan sesleri absorbe etmelerini sağlar. Ayrıca mekânın içerisinde oluşabilecek ve rahatsızlık veren ses yansımalarını da azaltarak sıfırlamaya yardımcı olur. Özel üretimlerin yanında, yün, kaba pamuk, çuval bezi gibi malzemeler de ekran, panel ve dağıtıcı cihazların ya da parçaların kaplanması için kullanılarak teknik yüzey benzeri faydalı etkiler oluşturabilmektedir.

Gözenekli tekstil yapıları ses yutucu ve akustik malzeme olma özelliklerinin yanında, gelen ışığı da farklı yansıtarak ortamda farklı etkiler meydana getirir. Bu durum kumaşın iplik yapısı, parlaklık derecesi, kumaşın üretimi sırasında kullanılan bağlayıcı madde ve tamamlayıcı ürünlerin yanı sıra kumaşın yapısal özelliğine bağlı olarak da değişir. Zira tekstil ürünleri kendilerine has dokusal özellikleri ile diğer malzemelerden ayrılır. Bu dokusal yapıyı, seçilen lif, kullanılan iplik türü, yüzeyin sıklığı, mat veya parlak olması gibi özellikler benzersiz kılar (Bozdayı, Onaran, 2004).



Şekil 5. *a.* www.dezeen.com, *b.* Lawn Tennis Association

Şekil 5.b de kullanılan tekstil malzemesi katlama yöntemi kullanılarak 3 boyutlu bir hale getirilmiş ve yapay ışık ile bu boyutlar arasındaki doku ifadeleri, ışık ve gölge üzerinden içerisinde bulunduğu mekâna hareketlilik katmıştır. Ayrıca mekânda kullanılan donatıların yüzeylerinin tekstil malzemeler kullanarak kaplanması büyük hacimlerde istenmeyen seslerin mekânda yutulmasını kolaylaştırmaktadır (Gürani ve Kadem, 2018).

2.3.Duvar Kâğıtları

21. Yüzyıl iç mekân tasarımında kullanılan duvar kâğıtlarının üretiminde tekstil liflerinin tercih edilmesi sürdürülebilir mimarlık açısından önemli bir gelişmedir. Tercih edilen yeni nesil malzemelerde keten dokuma kumaş üzerine uygulanan vinil kaplama sayesinde duvar kâğıtları su ve ses izolasyonunda da etkili malzeme olmaya başlamıştır. Öyle ki ıslak hacimlerde kullanılan seramikler yerini tekstil tabanlı duvar kâğıtlarına bırakmaya başlamıştır. Çok geniş ürün çeşitliliğine sahip duvar kâğıtları sayesinde uygulandığı duvarlar kumaş görüntüsünde sahip olurken bazen de yüzeylerin tekstil malzemesi olduğunu anlamak oldukça güçtür (Arer ve Ceviz,2020).

2.4.Perdeler

Pencereler iç mekânda aydınlatma ve havalandırma amacı ile farklı boyutlarda oluşturulan açıklıklardır. Doğal ışığın iç mekânda kullanılmasını sağlayan ve mimari tasarımı doğrudan etkileyen önemli bir öge niteliğindedir. Perdeler buldukları alan içerisinde kullanılacak ışık ve ısının kontrolünü de sağlamanın yanı sıra renk, doku ve estetik değerleri ile mekân tasarımında tamamlayıcı özelliğe de sahiptir (Nielson, 2007). Pencereler sürekli kullanıcılarını zararlı ultraviyole ışıklardan ve ısıdan korumaktadır. Hızla gelişen teknoloji sayesinde cam açıklıklarını örtmek için üretilen perdelerin elektrik enerjisi ile ortamı ısıtan ve aydınlatan unsurlar olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu işlevi üzerlerine entegre edilmiş LED lambalar sayesinde yaparken, elektrik enerjisi kullanan bir ışık kaynağı haline gelebilirler. Böylece mekânda tasarım ögesi olmasının ötesinde fonksiyonel bir yapı elemanı görevini de üstlenmiş olurlar (Can ve Kurtoğlu, 2017).



Şekil 6. a. Teknolojik ürün olan iç ve dış mekân perdeler, **b.** Işığı toplayarak karanlıkta geri yansıtan perde, ışıkta ve karanlıkta görünümü, Esat Destanoğlu Arşivi, 2013

2.5. Kompozit Malzemeler

Malzeme konusu farklı çalışma alanlarının arakesitini oluşturmaktadır. Mimarlık ve mühendislik alanlarında veya sanatsal çalışmalarda tasarıma yön veren ve onu oluşturan fikrin gerçeğe aktarılmasına yardımcı olan araçlardır. Tarihsel süreçte malzeme gelişimine bakıldığında doğal malzemelerin 21. yüzyıl tasarımında geçmiş yüzyıllardakine oranla daha az kullanıldığı görülmektedir (Ersoy, 2001). Bunun yanında teknolojik gelişmeler sayesinde birçok yeni malzemeler üretilmiş ve bu üretimde metot olarak değişik tekniklerle bir araya getirilen ve belirli bir amaca hizmet eden kompozit malzemeler ortaya çıkmıştır. Kompozit malzemeler uzay teknolojilerinden ev araç gereçlerine, tekstil mühendisliğinden yapı sektörüne her disiplinde kendine yer bulmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte her geçen gün yeni özelliklere sahip birçok yeni malzeme üretilmesi kaçınılmaz bir gerçektir. Kompozit malzemeler için birçok tanımlama yapılmıştır. Bunlar; çok bileşenli malzeme, çok fazlı malzeme, donatılı malzeme, pekiştirilmiş malzeme olarak adlandırılabilir.

Kompozit malzeme oluşumlarında gerekli dört şart aranmaktadır:

- *İnsan yapısı olması, dolayısıyla doğal bir malzeme olmaması,*
- *Kimyasal bileşimleri birbirinden farklı ve belirli arayüzlerle ayrılmış en az iki malzemenin biraraya getirilmiş olması,*
- *Farklı malzemenin üç boyutlu olarak biraraya getirilmiş olması,*
- *Bileşenlerinin hiçbirinin tek başına sahip olmadığı özellikleri taşıması, dolayısıyla bu amaçla üretilmiş olması (Broutman & Krock, 1967).*

Geleceğin tasarım kriterleri içerisinde sürdürülebilirlik ve inovasyon kilit noktada durmaktadır (Smith, Voß, & Grin, 2010). Yeryüzü kaynaklarının verimli ve nitelikli kullanıldığı, ürün tasarımlarının, hizmetlerin ve süreçlerin geliştirilebilmesi için inovatif tasarım anlayışının sadece mimaride veya tasarımda değil tüm disiplinlerde benimsenip yaşama yayılması gerekmektedir (Brown & Katz, 2011). Bu doğrultuda bir meslek olarak tasarım, yaratıcı olduğu kadar teknik olarak da kabul edilen melez bir endüstriye evrilmeye devam edecektir (Özkendirici, 2010).

2.6. Anti bakteriyel malzemeler

Son yıllarda artan solunum rahatsızlıkları ve beraberinde artan astım vakaları, kişilerin ve kurumların bakteri üretmeyen malzemelere daha fazla önem göstermesini sağlamıştır. Bu bağlamda en çok antibakteriyel özelliğe sahip gümüş nanopartiküllerin kullanıldığı

antibakteriyel yüzeylerin kullanıldığı görülmektedir. Bu antibakteriyel yüzeyler duvar, döşeme gibi yapı elemanlarında kullanıldığı gibi, organik maddeleri parçalaması sayesinde kir tutma özelliğini geciktiren fotokataliz yöntemi ile birleşerek elektrik düğmesi, kapı kolu ya da lavabo gibi alanlarda da kullanılmaktadır (Gür, 2012). Özellikle hastane ya da sağlık kuruluşlarının iç mekanlarında antibakteriyel yüzeyler ve uygulamaları, enfeksiyon hastalıklarının yayılmaması hatta ortadan kaldırılması açısından önem arz etmektedir.

3. ÖRNEK UYGULAMALAR

Soft House; Mimar Sheila Kennedy güneş enerji teknolojisini, mimarlık ile birleştirerek inovatif bir tasarım üzerinde çalışmalar yapmaktadır. Farklı disiplinlerden bir çok uzman ile çalıştığı ve *Soft House* adını verdiği projede, güneş pili teknolojisi ile tekstili entegre ederek, enerji üreten perdeler kullanılmaktadır. Tekstil, bir mekânın tanımlanması, vurgulanması açısından tasarımda önemli bir yere sahiptir. Soft House tasarımında ise mekânı tamamlayan fakat aynı zamanda tamamlayıcılığa farklı işlev kazandıran bir iç mekân elamanına dönüşmektedir. Öyle ki enerji üreten birer materyal olarak yeniden tanımlanan perdeler, 16.000 watt-saat'a yakın elektrik üretebilen yarı şeffaf ve esnek güneş paneli özelliği taşımaktadır (şekil x). Günümüzde güneş toplayıcı tekstiller maliyet açısından oldukça pahalıdır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin tasarıma entegre edilmesi ile birlikte sürdürülebilir tasarım kriterleri bağlamında bu gelişme tasarıma kattığı değer bakımından son derece umut verici niteliktedir. Bu proje kapsamında geliştirilen perdeler aydınlatma sağlayan, dijital kameralar ve dizüstü bilgisayarlar ile taşınabilir çalışma araçlarına güç veren, enerji toplayan ve ışık yayılımını sağlayan tekstil ürününe dönüşmüştür. Yenilikçi bu proje sayesinde perdelerin bir hanenin ortalama enerji ihtiyacından fazlasını ürettiği gözlemlenmiştir.



Şekil 7 . Soft House, Enerji Üretebilen kumaş

(<http://inhabitat.com/solar-harvesting-textiles-energize-soft-house/>)

IBA Soft House; 2013 Yılında tamamlanan konutlar, inşaat için düşük karbonlu yeni bir tasarım yaklaşımı geliştirmekte ve sürekli kullanıcıları olan ev sahiplerinin ihtiyaçlarını karşılamak için kişiselleştirilebilen ekolojik bir yaşam tarzı oluşturmayı hedeflemektedir. Aynı tasarımcı ekip tarafından tasarlanan projede tekstil ürünü olarak yine enerji ihtiyacını yenilenebilir kaynaklardan sağlamaktadır. Binanın güney cephesindeki tekstil tabanlı membran cephe malzemesi hareketlidir ve ayçiçek gibi güneş ışığına doğru hareket etmektedir. Böylelikle kumaş, bünyesindeki fotovoltanik hücreler sayesinde enerji üretmek amacıyla güneş ışığını toplamakta, konut sakinleri için bir gölgeleme elemanı oluşturmaktadır.

Yemek Sepeti Park; İç mekân tasarımında sıklıkla keçe kullanılması oldukça dikkat çekicidir. Tasarım içerisinde çalışanların dinlenmeleri için oluşturulmuş uyku odalarından iç mekân bölücü duvar elemanlarının iskelet sistemine kadar birçok yüzey keçe ile kaplanarak mekâna hem estetik açıdan hem de kullanıcı mahremiyeti açısından değer kazandırılmıştır. Hacim olarak büyük metrekareye sahip mekânlar için yalıtım sağlayan keçe, görsel açıdan da sanatsal bir etkiye sahiptir. Bölücü iç mekân elemanlarının yüzeylerinin örtülmesine rağmen iskelet sisteminin yapısı okunabilmekte böylelikle keçe yüzeyleri sadece örterek kapatma işlevi görmektedir (Gürani ve Kadem, 2018).

Wesmount School, Kaipara; İç mekân tasarımında tavana dikey olarak yerleştirilen tekstil içerikli panolar mekânda ses yutuculuğu görevi yapmakta ve sesin çarpma yüzeyini arttırmaktadır. Panoların arkasına veya aralarına duman algılayıcılar, iklimlendirme, ses ve aydınlatma yerleştirilmekte ve böylelikle asma tavan görevi görmektedir. Kullanılan paneller

eğrisel formda uygulanarak iç mekâna dinamik bir hareket kazandırmıştır. Yüksek ve geniş hacimlerde ise tavana asılabilen bu panolar iç mekân içerisinde belirli alanları tanımlamak ve insan ölçeği yaratmak için fayda sağlamaktadır (Gürani ve Kadem, 2018).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sürdürülebilir bir dünya, çevresel sorunlar ve salgın hastalıkların küresel bir sorun haline gelmesi ile birlikte tüm toplumların ortak sorunu için çıkış noktası oluşturmaktadır. Kentlerde meydana gelen gelişmeler ile birlikte yoksulluk sınırlarının alt rakamlara düşmesi ve aynı zamanda teknolojik gelişmelerin hızla ilerleyerek bir çok şeyi erişilebilir kılması, toplumlar arasında hem bir kaos hem de hızlı bir kirlenme oluşturmaktadır. Bu yoksulluk ve yoksunluk durumunun azaltılması ya da mevcut gelişmeler ile eldeki kaynakların daha verimli ve sağlıklı kullanılabilmesi için sağlıklı mekânların oluşturulabilmesi şarttır. Mevcut sorunların çözümünü sağlamak gelecek nesiller için de hak ve adalet duygusunu koruyarak yeni kriterler geliştirilmesi açısından önemlidir (Erdoğan ve Öztürk, 2019).

Sürdürülebilirlik ile ilgili çalışmalar ve organizasyonlar, yapının strüktür aşamasında yapılabildiği gibi –ki bu yeni yapılan bir strüktür ya da mevcut strüktürün yeniden döşenme işlemi olabilir- iç mekânda kullanılacak donatı ve/veya mobilya seçimine kadar karar aşamalarını hatta yüzey kaplamalarına kadar uzanır. Mekân tasarımında ve uygulamasında kullanılacak tekstil ürünlerinin seçimi sırasında seçimi yapılan yüzeyin aşınma ve dikiş kayma dayanımını, ışık, yıkama gibi haslık değerleri, düşük dökümlülük ve tok tutumu, leke tutmazlığı, güç tutuşurluğu, solmazlığı, çürüme ya da oluşabilecek böceklenme ya da güve karşı direnci, statik elektriklenme özellikleri gibi parametreler önemlidir. Seçilen tekstil yüzeylerin fiziksel ve mekanik özellikleri kullanıcı açısından kullanım sırasında konfor sağlarken, esas kullanıcıyı etkileyen mekândaki estetik, akustik, hissedilen tuşe ve kokusal özelliklerdir. Dolayısı ile çalışılacak mekânın analizi yapıldıktan sonra, tekstil yüzeylerinde tercih edilmesi gereken lif ve iplik çeşidi, yüzeyin yapısal özellikleri ile bu yüzeylerde kullanılacak renklendirme ve bitim işlemleri tüm tasarımsal öğelerde olduğu gibi sürdürülebilirliği de etkilemektedir. İç mimar, tüm bu süreçte mekanı tasarladığı konsept çerçevesinde çalışma yürütürken, mekanın yapısal ve niteliksel tüm öğelerini de kendi iç dünyası ile biraraya getirerek tasarım kabiliyetini ortaya koyar. Böylelikle tasarımcının özgünlüğü, kültürel birikimi ile estetik deneyimi, mekânda kullanılacak her türlü malzeme,

aksesuar, mobilya, aydınlatma vb. gibi öğelerle kendini gösterir. Değişen doğal parametreler karşısında kendisini sürekli yenileyen tasarımcı ve tasarım kriterleri son yıllarda ekolojik ve sürdürülebilirlik kavramlarını daha dikkat çekici hale getirmiştir. Tasarımda kullanılacak doğal liflerden yapılan ürünler ve bunların kombinasyonu ile yapılmış tasarımlar hem sürdürülebilir bir dünya hem de sürdürülebilir mekânlar açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Akalın, M, Mıstık, İ., Teknik Tekstiller, Birsen Yayınevi, sf:52, İstanbul, 2010.
- Arer, Umay Y., Ceviz, Nuray Ö. (2020) Tekstil Yüzeylerinin ve Tekstil Tabanlı Kompozit Malzemelerin İç Mekânda Tasarım Ögesi Olarak İrdelenmesi. UAKB, Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Güncel Araştırmalar. 191-212.
- Ateş Can, S., & Kurtoglu, D. (2019). Sürdürülebilir Mimari Kapsamında Geliştirilen Teknoloji ve Ürünler. Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Akademi Dergisi 2 (2) :22-31.
- Bozdayı, A.M., Sayıl Onaran, B., İç Mekan ve Tekstil, Ajansmat Matbaacılık, Ambalaj San. ve Tic. A.Ş., Ankara, 2004.
- Broutman, L. J., & Krock, R. H. (1967). Modern Composite Materials. Massachusetts: Addison Wesley Publishing Company.
- Brown, T., & Katz, B. (2011). Change by design. Journal of product innovation management, 28(3), 381-383.
- Dickson, D. (1992). Çev. Erdoğan, N. Alternatif Teknoloji, Teknik Değişmenin Politik Boyutları, Ayrıntı Yayınları, İstanbul, s.137.
- Dodsworth, S., Anderson, S. (2011). İç Mekân Tasarımının Temelleri. Literatür Yayınları:173
- Erdoğan, G., Öztürk, B. (2019). Sürdürülebilir Kentleşme: Dokuma Kenti Buldan Örneği. Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi (MBUD), 4 (1), 51-68.
- Ersoy, H. Y. (2001). Kompozit Malzeme. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- 11.Gürani, Y., & Kadem, F. D. Tekstil yüzeylerin iç mekan tasarımında akustik amaçlı kullanımı. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 5(6), 48-55.
- Gür, M. (2012). Nanomimarlık Bağlamında Nanomalzemeler. Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 15(2).
- <https://tr.decoratex.biz/kovry/na-stenu/> Erişim Tarihi 10 Haziran 2020
- James, D. (1990). Upholstery a complete course. (Revised edition). United Kingdom: Guild of Master Craftsman Publications LTD.
- Jones, L. M. (2014). Beginings of interior environments. (11. Baskı). New Jersey: Pearson.
- Kayan, Hande Z., & Tekin, Çiğdem. İç mekânda işitsel konfor ve estetik. Mart, 2013.
- Kilmer, R., ve Kilmer, W. (1992). Designing interiors. America: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Nielson, K. J. (2007). Interior textiles: fabrics, application and historical style. New Jersey: John Wiley and Sons.
- Özcan, K. (2016). Kent Planlamada Sürdürülebilirlik Gündemi: Bir Kavramsallaştırma

**BETONA ANKRAJLANMIŞ ÇELİK BULONLARIN KESME PERFORMANSININ
DENEYSEL İTME-KESME TESTİ İLE BELİRLENMESİ
*DETERMINATION OF SHEAR PERFORMANCE OF STEEL ANCHOR BOLTS IN
CONCRETE WITH EXPERIMENTAL PUSH-SHEAR TEST***

Orhan DOĞAN

Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Zülfiye ARIÖZ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Fulya HAMİDİYE

Doktora Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Burhan UZBAŞ

Dr., TÜPRAŞ Kırıkkale Rafinerisi Proje ve Yatırımlar Müdürlüğü

ÖZET

Genel olarak betonarme yapılarda büyük gerilmeler kolon-kiriş birleşim bölgelerinde meydana geldiği bilinmektedir. Yapım aşamasında kolon-kiriş birleşim bölgelerindeki etriyelerin sıklaştırılmaması ve betonun iyi yerleştirilememesi nedeniyle, mevcut yapıların büyük çoğunluğunda olası depremde mafsallaşma ve erken göçmeler çerçevenin en zayıf halkası olan bu bölgelerde gözlenmektedir.

Betonarme bir yapının depreme karşı güçlendirilmesi, taşıma kapasitesi yetersiz elemanların öngörülen bir taşıma kapasitesine ulaştırılmasıdır. Kiriş ve kolonların betonarme ile mantolanması ve mevcut duvarlar kaldırılarak betonarme perde eklenmesi veya lifli polimerlerle, çelik levha ve profillerle yapı eleman düzeyinde mantolanması yaygın kullanılan güçlendirme yöntemleridir. Mevcut yöntemler binanın taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlarında tahribatlara yol açmakta, yapı ağırlığını artırmakta, bina sakinlerine ve çevreye rahatsızlık vermekte, uzun zaman ve yüksek maliyet gerekmektedir.

Bu çalışmada, mevcut yığma ve betonarme yapıların, mevcut güçlendirme yöntemlerinden farklı olarak, dışarıdan, düzlem dışı ilave perde veya çelik çaprazlarla güçlendirilmesinde, ankraj derinliğine ve beton mukavemetine bağlı olarak, çelik bağlantı dübellerin kesme performansının itme-kesme testiyle belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, çeşitli beton dayanımına sahip 15x15x15 cm küp numuneler hazırlanmış, bu küp numunelere farklı derinliklerde ankraj dübelleri eklenerek itme-kesme deneyleri yapılarak kesme performansları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çelik Profillerle Güçlendirme, Deprem, Çelik Dübel, Ankraj Derinliği, Ankrajlarda Kesme Performansı, Ankraj Bulonlarında İtme-Kesme Testi

ABSTRACT

It is known that, the biggest stresses because of the bending moment are occurred at the column-beam interjunction areas of reinforced concrete beam-column. Prior failure occurs in these areas which are the weakest chains of an reinforced concrete frame, due to the loose of bending moment capacity at these areas since the stirrup bar densification and concrete setting is not properly made at the construction stage. That is why structural elements and especially these interjunction areas need to be strengthened.

Strengthening of a reinforced concrete structure against earthquake is to reach the elements with insufficient bearing capacity to a predicted bearing capacity. reinforced concrete sheathing of beams and columns and adding reinforced concrete curtains by removing existing walls or shielding structural element with fibrous polymers, steel plates and profiles are common reinforcement methods. All of these current strengthening methods cause damage to the structural and non-structural elements of the building, increase the weight of the building, disturb the residents and the environment, a long time and high cost are required.

In this study, it is aimed to determine the shear performance of steel anchor bolts depending on the anchorage depth and concrete strength by push-shear test, to be used to strengthen an existing masonry or reinforced concrete structure with additional externally out of plane shear walls or steel braces in different from the existing methods. For this purpose, 15x15x15 cm cube samples with various concrete strengths have been prepared, shear performances have

been determined by push- shear test by adding anchor bolts with different anchorage depths to these cube samples.

Key Words: Strengthening with Steel Profiles, Earthquake, Steel Anchor Bolts, Anchorage Depth, Shear Performance of Anchors, Push-Cut Test on Anchor Bolts

1.GİRİŞ

Yapıda büyük hasarların oluşmasının veya yapının tamamen göçmesinin önlenmesi, taşıyıcı sisteme etki eden tekrarlı yatay yüklerin büyük bir kısmının elastik ötesi yer değiştirmeler ile karşılanmasına bağlıdır. Elemanların elastik ötesi şekil ve yer değiştirme özelliğine yani elastik ötesi direnç göstererek, tekrarlı yükler altında enerji sönümlenme özelliğine süneklik denilmektedir. Depremlerde oluşan hasarların en büyük nedeni, taşıyıcı sistem elemanlarının yeterli düzeyde sünek olmamasıdır. Taşıyıcı elemanlarının enerji yutma kapasitesi, elemanların dayanımı kadar önemli bir kavramdır. Süneklik oranının yeterli düzeyde olması, deprem esnasında elemanların taşıma kapasitesinin üzerinde bir yüke maruz kalması durumunda, kapasite fazlası yüklerin sistem içerisindeki kapasitesinin altında zorlanan diğer elemanlara yeniden dağılımını mümkün kılarak, binanın tümünden ve ani göçmesini önlemektedir.

Betonarme çerçevelerin güçlendirilmesi ile ilgili birçok yöntem geliştirilmiştir [1-4]. Bu yöntemler, yapının mevcut deprem performansına göre sistem davranışının iyileştirilmesi veya belirli elemanların güçlendirilmesi şeklinde uygulanır. Sistemin tamamını kapsayan güçlendirme yöntemlerinde, yapıya yanal yükleri taşıyacak yeni rijit elemanlar eklenir ya da mevcut yapıya enerji sönümleyici sistemler eklenerek, yanal yüklerin tamamının yapıya aktarılması engellenir. Taşıyıcı sistemin eleman düzeyinde güçlendirilmesi; betonarme ile mantolanması, sistemde bazı çerçeve açıklarına düzlem içi veya düzlem dışı çelik çapraz profiller eklenmesi, elemanların enine ve boyuna çelik köşebent ve lamalar ile kuşaklanması, lifli polimer malzeme ile tamamen sarılarak mantolanması şeklindedir. Bu yöntemlerin uygulanabilmesi için düzlem dışı çelik çapraz profillerle güçlendirme yöntemi dışında, genel olarak yapı iç alanına müdahale edilmesi gerektiğinden binanın boşaltılması gerekmektedir. Ayrıca bu yöntemler bina taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlarında tahribatlara yol açmakta,

yapı ağırlığını artırmakta, bina sakinlerine ve çevreye rahatsızlık vermekte, uzun zaman ve yüksek maliyet gerekmektedir [6-10].

Sargı donatısı yetersiz dolayısı ile süneklik düzeyi oldukça düşük düşey ve yatay elemanların, deprem esnasında artan kesme kuvvetleri ve eğilme momentleri nedeniyle aşırı zorlanmaların sonucunda meydana gelecek ani gevrek göçmelerin önüne geçebilmek için düğüm noktalarını birbirine bağlayacak düzlem içi veya dışı ek çelik çaprazlarla elemanlara etkiyen aşırı eğilme momenti ve kesme kuvvetleri minimize edilebilmektedir.

Çelik çapraz profillerle düzlem dışı güçlendirmelerde elemanlara veya düğüm noktalarında bağlantı elemanı olarak kullanılan ankrajların kesme performansının belirlenmesi statik analizlerin güvenilirliği bakımında çok büyük bir önem taşımaktadır. Binaların dıştan düzlem dışı, çelik çaprazlarla güçlendirilmesi yöntemi, diğer güçlendirme yöntemlerine göre daha kolay uygulanabilen, ekonomik ve hızlı olup, yapının boşaltılmasını gerektirmeden uygulanabilir bir yöntem olması nedeniyle ayırık nizam mevcut binaların güçlendirilmesi için tercih edileceği düşünülmektedir. Bu yöntem uygulanırken, mevcut binaya bağlantısı yapılacak güçlendirme elemanının seçimi ve bağlantı detayının doğru şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Düzlem dışı güçlendirmelerde mevcut binanın taşıyıcı elemanlarına yapılacak bağlantı ankrajlarının çap ve derinliğine bağlı olarak kesme kapasitesi belirlenirken, ankrajların çelik levha tarafında ezilme ve makaslama güvenlik kuvvetini aşmamasının yanında, betonda da ezilme oluşmayacak şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Bu deneysel çalışmada, Şartnamelerimizin alt limiti olan 25 Mpa'nın altında düşük mukavemetli 15x15x15 cm'lik 20 çift beton küp numune hazırlanmış, çelik ankraj dübellerinde kesme göçmesi olmayacak şekilde Ø10'luk çelik ankraj dübelleri kullanılmış ve numuneler itme-kesme testine tabi tutulmuştur. Donatılı ve donatısız farklı beton dayanımları ve ankraj derinlikleri için çelik ankraj dübellerinin kesme performansı araştırılmıştır. Numunelerden elde edilen sayısal veriler istatistiksel analizi yapılmış, ankraj derinliği ve beton dayanımına bağlı olarak çelik dübelin kesme kapasitesini veren anlamlı tahmini bağıntı modeller elde edilmiştir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

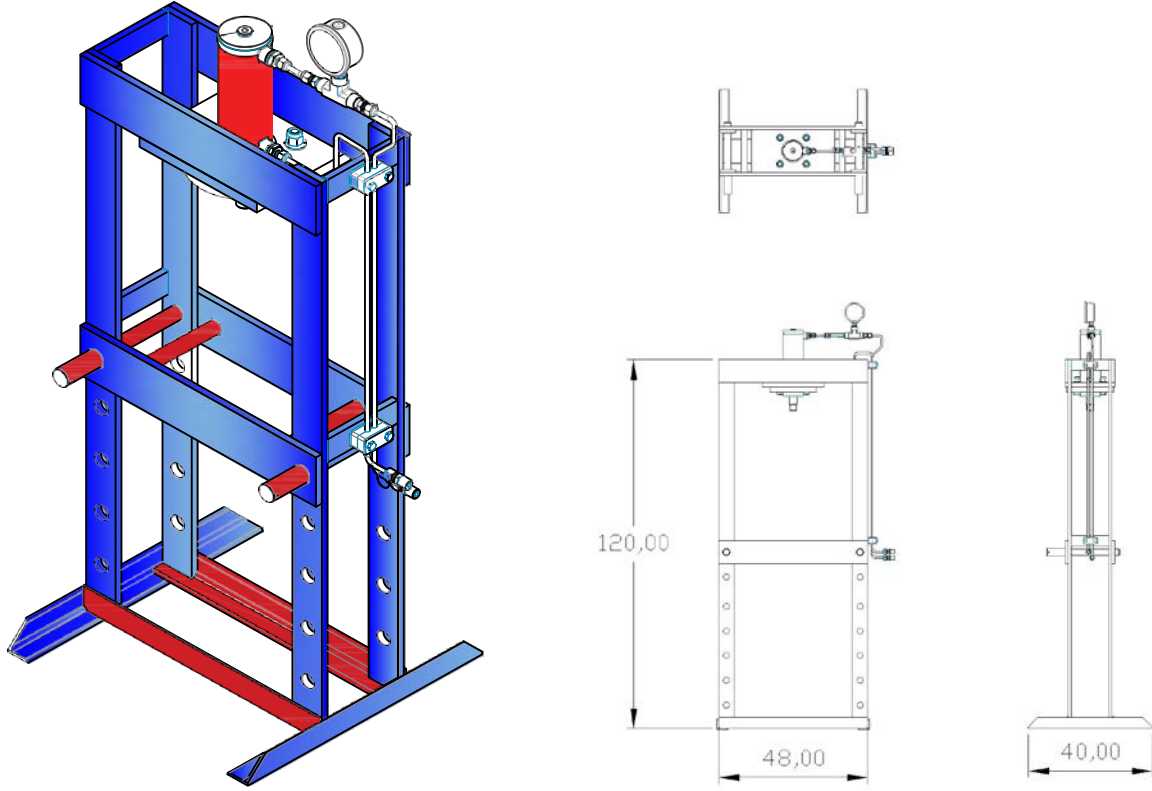
<https://www.izdas.org/yapimalzemeleri>

1.1. ARAŞTIRMA

1.1.1. Deney Düzeneginin ve Numunelerinin Hazırlanması

Farklı dayanıma sahip küp numuneler elde etmek amacıyla karışımdaki su/çimento oranı değiştirilerek, farklı dayanımlarda 20 çift 15x15 cm ebatlarında beton küp numuneler hazırlanmıştır. Betonarme donatının ankraj donatısının kesme performansına katkısını belirleyebilmek için küp numunelerden 8 adedine, Ø8 donatı kübik formda bağ telleri ile bağlanarak küp kalıplara yerleştirilmiştir. Hazırlanan beton karışımları kalıpların içerisine dökülerek çelik çubuk yardımıyla kalıp içerisine boşluk bırakılmadan yayılması sağlanmıştır. Beton döküldükten sonra oda şartlarında kür tankında 28 gün kür edilmiştir. Deney gününde numunelerden alınan 3'er adet Schmidt çekiç okumasının aritmetik ortalaması alınarak, beton numuneleri eşleştirilmiştir. Her bir çifte farklı derinliklerde ve dübel kılıfından 2 mm daha geniş açılan deliklere çelik dübeller çakılarak ankre edilmiştir. 20 adet deney numunesi, U150 bir çelik profilin başlıklarına ortalı bir şekilde simetrik olarak açılmış deliklerden, eşleştirilen küplerin çelik dübelleri geçirilerek somunları elle sıkılarak oluşturulmuştur [11].

Deney numuneler; 10 ton kapasiteli, kriko başlık çapı 45 mm olan yağ pompalı kriko ve yüksekliği 120 cm, taban alanı 40x48 cm² olan çelik çerçeve kullanılarak yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. 10 Ton Kapasiteli Hidrolik Yağ Pompalı Kriko ve Çerçevesi

Hazırlanan deney numuneleri bir rijit çelik plak üzerine yerleştirildikten sonra, yukarıdan aşağıya U150 çelik plakaya ortalı bir şekilde hidrolik kriko ile yük etki ettirilerek test edilmiştir (Şekil 2). Her iki küp numunesinden biri çatlayarak göçünceye kadar hidrolik kriko ile ankrajda itme-kesme deneyi devam ettirilmiş ve maksimum yükleme bar olarak kaydedilmiştir.



Şekil 2. Deney Düzeneği Deney Numunelerinin Yerleşim Düzeni ve Göçme Şekli

1.2. BULGULAR

Hazırlanan 40 numunedan 8 adedi (1, 6, 10, 11, 14, 21, 23 ve 24 nolu numuneler) donatılı olarak hazırlanmıştır. Schmidth çekiç okuma değerleri kullanılarak küplerin küp basınç dayanımları elde edilmiştir (Tablo 1)

Tablo 1. Küp Numune Schmidt Çekici R Okumaları ve Özellikleri

Numune No	Ağırlık (kg)	R Okumaları			R _{ort}	Dayanım (MPa)
		1	2	3		
1	8,42	24	24	23	23,67	19
2	7,58	25	26	25	25,33	21

3	7,52	21	19	22	20,67	15
4	7,42	16	18	15	16,33	12
5	7,40	14	14	13	13,67	10
6	8,38	25	24	22	23,67	18
7	7,24	18	17	18	17,67	13
8	7,52	21	19	22	20,67	15
9	7,56	23	23	24	23,33	18
10	8,30	22	22	19	21,00	16
11	8,02	20	24	20	21,33	16
12	7,62	26	25	26	25,67	21
13	7,40	14	14	13	13,67	10
14	7,88	22	22	19	21,00	16
15	7,28	16	14	14	14,67	11
16	7,24	18	16	16	16,67	12
17	7,38	17	14	14	15,00	11
18	7,38	17	14	14	15,00	11
19	7,40	14	14	13	13,67	10
20	7,24	18	16	16	16,67	12
21	7,98	18	17	17	17,33	12
22	7,36	12	16	14	14,00	10
23	8,50	25	24	23	24,00	20
24	8,22	22	25	24	23,67	19
25	7,66	21	22	25	22,67	17
26	7,56	21	19	21	20,33	15
27	7,62	21	24	25	23,33	18
28	7,08	11	12	12	11,67	9
29	7,30	12	13	13	12,67	10
30	7,32	14	16	14	14,67	11
31	7,68	16	18	16	16,67	12
32	7,24	16	12	14	14,00	10
33	7,16	16	12	14	14,00	10
34	7,48	12	14	14	13,33	10
35	7,24	18	17	18	17,67	13
36	7,38	17	14	14	15,00	11
37	7,24	20	19	19	19,33	14
38	7,68	26	24	30	26,67	23
39	7,58	16	16	15	15,67	11
40	7,68	26	24	30	26,67	23

Düşük mukavemetli numunelerde ankraj dübellerinde kesme göçesi görülmezken göçme tamamen betonda ezilme şeklinde meydana gelmiştir. Her deney numune çiftinin basınç dayanımı belirlenirken, erken göçme çiftlerden dayanımı en düşük olan küpte gerçekleştiği için dayanımı küçük olan küpün dayanımı (f_{ck})_{min} olarak alınmıştır. Bar olarak elde edilen maksimum yağ basıncı (P_{max}), hidrolik 45 mm çaplı presin piston başlık yüzey alanı (15.9 cm²) ile çarpılarak maksimum itme-kesme kuvvetleri (F_{max}) hesaplanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. İtme-Kesme Testine Tabi Tutulan Deney Numunelerinin Özellikleri ve Ankraj Derinlikleri (L_{ad})

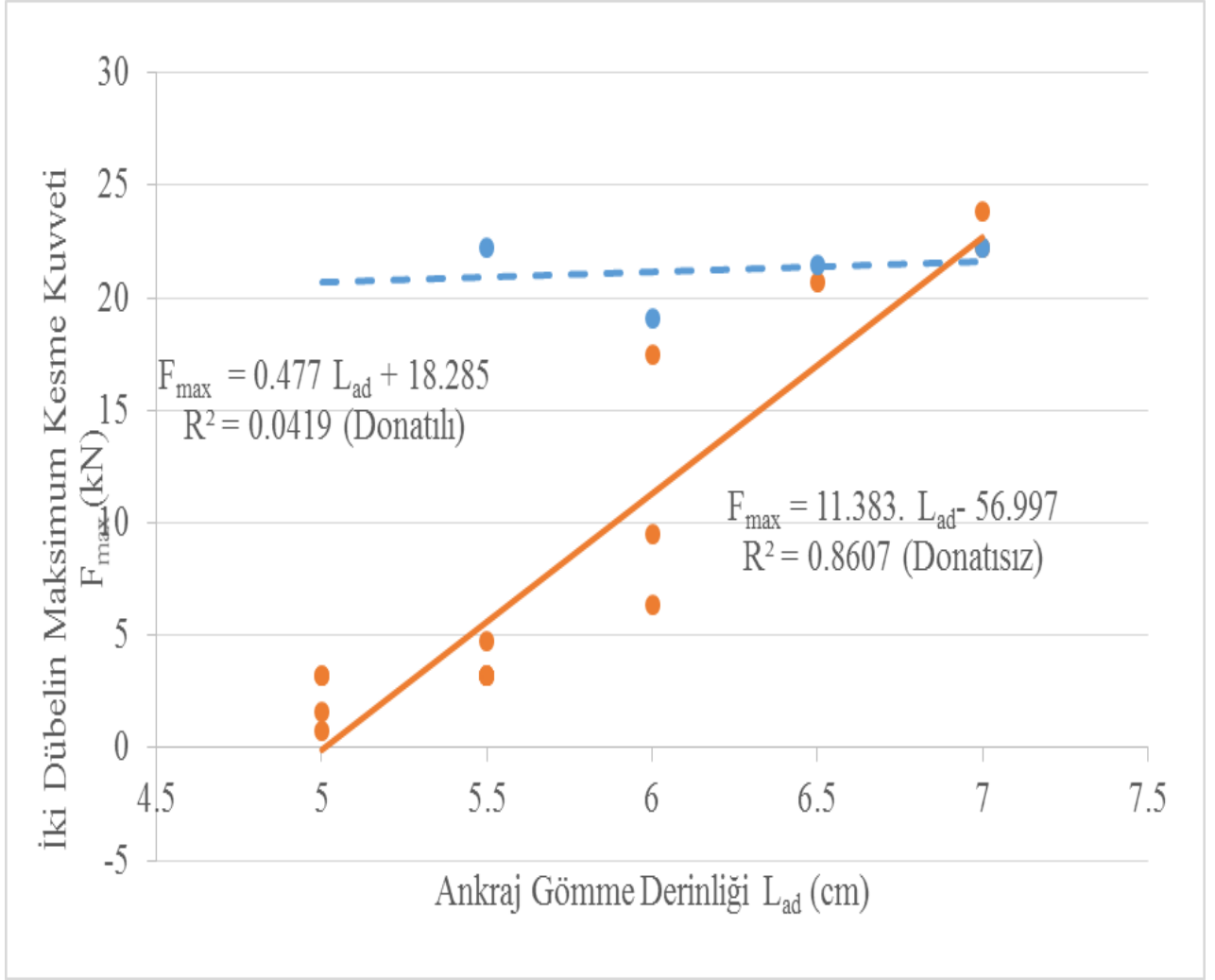
CONSTRUCTION MATERIALS ENGINEERING AND ARCHITECTURE CONGRESS
June 12-14, 2020, Ankara- TURKEY

Numune No	Dayanım (f_{ck})	Dayanım (f_{ck}) _{min}	P_{max} (Bar)	P_{max} (Mpa)	İki Ankraj Dübeli için F_{max} (kN)	Derinlik L_{ad} (cm)
33	10	10	5	0,5	0.795	5
34	10					
20	12	12	20	2	3.180	5
37	14					
5	10	10	10	1	1.590	5
13	10					
39	11	11	20	2	3.180	5
15	11					
18	11	11	20	2	3.180	5,5
14	11					
32	10	10	20	2	3.180	5,5
19	10					
28	9	9	20	2	3.180	5,5
29	10					
31	12	10	20	2	3.180	5,5
22	10					
17	11	11	20	2	3.180	5,5
36	11					
4	12	12	30	3	4.770	5,5
16	12					
7	13	13	40	4	6.360	6
35	13					
9	18	18	60	6	9.540	6
27	18					
40	23	23	110	11	17.490	6
38	23					
3	15	15	130	13	20.670	6,5
26	15					
25	17	15	140	14	22.260	7
8	15					
2	21	21	150	15	23.850	7
12	21					
1	19	19*	140	14	22.260	5,5
24	19					
10	16	12*	120	12	19.080	6,0
21	12					
14	16	16*	135	13,5	21.465	6,5
11	16					
23	20	18*	140	14	22.260	7
6	18					

*Donatılı küp numuneler

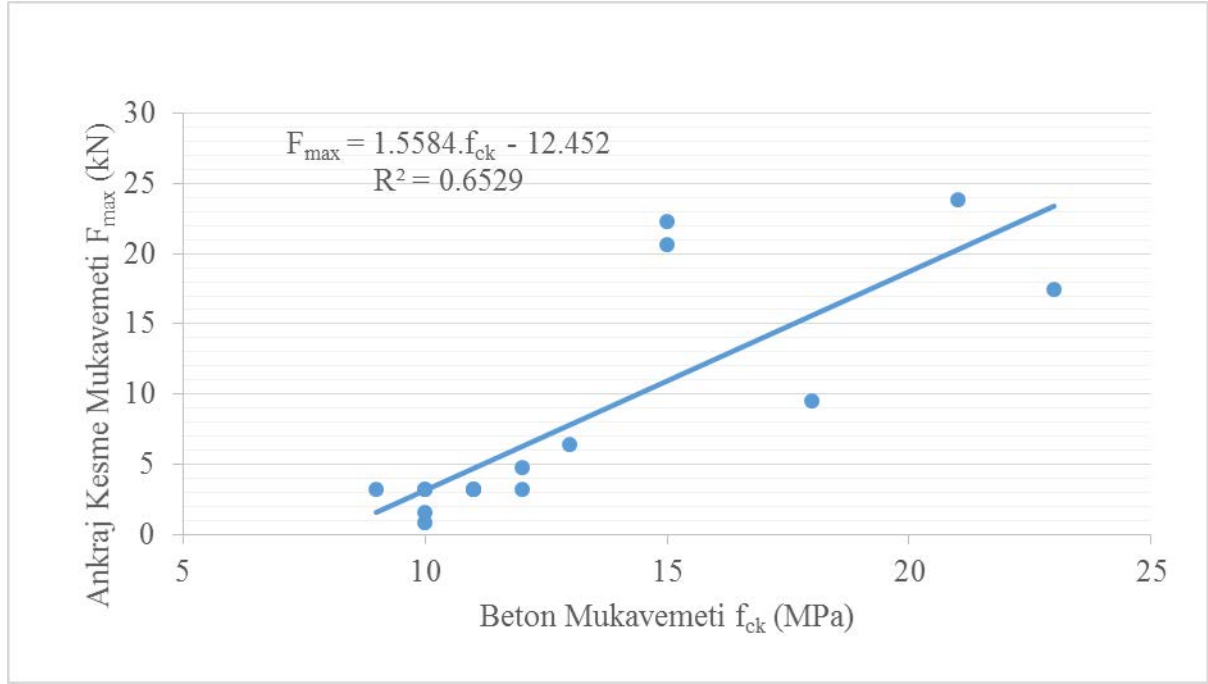
İtme kesme mukavemetinin, yakın mukavemetteki beton ve aynı derinlikli ankraj dübelli numuneler için donatılı küp numunelerin donatısızlara oranla, düşük beton mukavemetlerinde

ve 5.5 cm ankraj derinliği için yaklaşık 3 katı yani donatı katkısının çok büyük olduğu, beton mukavemetinin ve ankraj derinliğinin artması ile bu oranın birlere düştüğü, yani donatının ankraj kesmesine katkısının minimize olduğu görülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Ankraj derinliğine (L_{ad}) bağlı donatılı ve donatısız numuneler için iki dübelin maksimum itme-kesme kuvveti (F_{max})

Ankraj dübellerinin kesme performansı ile beton mukavemeti arasında 0.653 regresyonla, ankraj derinliği (L_{ad})'den sonra ikinci dereceden etkili parametrenin beton dayanımının olduğu görülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Beton dayanımı (f_{ck})'ya bağlı donatısız numuneler için iki dübelin maksimum itme-kesme kuvveti (F_{max})

2.2.1. Deneylemlerden Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirmesi

SPSS 22 İstatistiksel Paket Programı ile regresyon değeri dikkate alınarak, ankraj boyu derinliği (L_{ad}), beton dayanımı (f_{ck}) ve hatta küp numune ağırlığına (W) bağlı olarak iki ankraj dübelinin maksimum taşıma kapasitesi (F_{max}) arasında aşağıdaki tahmini denklem modelleri elde edilmiştir (Tablo 3) [12].

Tablo 3. Ankraj Dübelleri Denklem Modeli

	2 Ankraj Dübeli için Tahmini Denklem Modelleri	F - Testi	R^2
1	$F_{max} = -49,637 + 8,659L_{ad} + 0,623f_{ck}$	F=70,751	%95,7
2	$F_{max} = -97,017 + 8,616L_{ad} + 0,357f_{ck} + 6,943W$	F=47,322	%96
3	$F_{max} = 16,835 - 31,032L_{ad} + 3,307L_{ad}^2 + 7,355W + 0,380f_{ck}$	F=53,975	%97,5
4	$F_{max} = -56,997 + 11,383L_{ad}$	F=86,524	%86,1
5	$F_{max} = -228,926 + 32,155W$	F=18,324	%56,7
6	$F_{max} = -12,452 + 1,558f_{ck}$	F=26,338	%65,3

SPSS 22 paket programı ile regresyon modelleri ve bu modeller arasında anlamlı korelasyonlar elde edilmiştir. Donatısız 16 deney numunesinin tanımlayıcı istatistiği yapıldığında ise ortalama değerleri- standart sapma değerleri L_{ad} için 7.00- 0.6575, W için 7.82- 0.1889, f_{ck} için 23.85- 4.1828, F_{max} için 23.85- 8.0669 olarak bulunmuştur.

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile gerçek bir yapının güçlendirilmesinde, beton dayanımına göre uygun ankraj çapı ve derinliğinin seçiminde; ankrajda kesme göçmelerinin önüne geçilmesi ve daha efektif güçlendirmenin yapılabilmesi için ankrajlı rijit bağlantı noktalarını daha kararlı yani min. %20 daha güçlü tasarlanması amaçlanmıştır. Laboratuvar ortamında 10 Ton kapasiteli hidrolik kriko aracılığıyla, ikişerli gruplar halinde itme-kesme deneyinde hazırlanan 15x15x15 cm küp numuneler kullanılmıştır.

Bu deneysel çalışma ile profillerle güçlendirilmiş betonarme çerçeve üzerinde ankrajlanmış çelik dübelli farklı mevcut çalışma verileri karşılaştırıldığında;

- Düşük mukavemetli numunelerde ankraj dübellerinde kesme göçmesi görülmezken göçmenin tamamen betonda ezilme şeklinde meydana geldiği,
- Beton dayanımı ve ankraj dübel derinliği arttıkça, dübelin daha sünek davrandığı ve kesme kapasitesinin arttığı,
- Ankraj dübel derinliğinin yaklaşık %86 regresyonla kesme kapasitesi üzerinde birinci etken parametre, beton dayanımının ise %65 regresyonla ikinci etken parametre olduğu, her ikisinin ise yaklaşık %98 regresyonla etken parametreler olduğu,
- Aynı beton basınç dayanıma ve ankraj derinliğine sahip numunelerden betonarme olanların düşük mukavemetli betonalar için kesme performansının çok yüksek olduğu, ancak beton mukavemetinin artması ile donatı etkisinin minimize olduğu,
- Gerçek yapıda uygulanacak güçlendirme çalışmasında, yapıya eklenecek çelik elemanların mevcut yapı ile bağlantısında ankraj derinliğinin doğru belirlenmesi ile mevcut beton dayanımının yetersiz olmasına rağmen yapı yatay yük taşıma kapasitesinin istenen seviyelere taşımının mümkün olacağı anlaşılmıştır.

Ayrıca ileriki çalışmalar için;

- Binaların güçlendirilmesinde, çelik diyagonal/çapraz profillerin kullanımıyla büyük eğilme momenti ve kesme kuvveti etkisi altındaki elemanların birleşim bölgelerinde beklenen öncül ve ani göçmelerin önlenmesi için basit ve tercih edilen düzlem dışı güçlendirme yönteminde, ankrajların kayma performansını araştırmak için itme-kesme testi kullanılması,
- Kesme performansı ile ilgili daha anlamlı ve çok yönlü korelasyonlar elde etmek için; beton dayanımı (normal ve yüksek dayanımlı), ankraj derinliği ve ankraj çapı değişken tutularak itme-kesme testleri uygulayarak, farklı beton mukavemetli (normal ve yüksek) yapıların güçlendirilmesinde kullanmak üzere denklem modellerinin oluşturulması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Kavşut, N., Yerli, H.R., (2012). Depremde Hasar Gören Yapıların Güçlendirilmesi. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt:27-1
- [2] Bayülke, N. (1984). Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi. İMO.
- [3] Bayülke, N. (1998). Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı. İMO.
- [4] Koçak, A., (2003). 17 Ağustos 1999 Körfez ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremi Sonrası Marmara Bölgesi' nde Betonarme Binaların Onarım ve Güçlendirmelerinde Yapılan Hatalar. Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı (pp.217-219). İstanbul, Turkey
- [5] Taghdi, M., Bruneau, M., Saatcioglu, M. (1998). Seismic retrofit of non-ductile concrete and masonry walls by steel-strips bracing. 11th European Conference on Earthquake Engineering ,Balkema, Rotterdam.
- [6] Maheri, M.R. , Sahebi, A., (1997), "Use of steel bracing in reinforced concrete frames" Engineering Structures, Vol.19, No.12, pp. 1018-1024
- [7] Maheri M.R., Akbari R. (2003). "Seismic Behaviour Factor, R, For Steel X-Braced And Knee-Braced RC Buildings" Engineering Structures 25 ,1505-1513
- [8] Kolon kiriş bölgesi güçlendirilmesi. <http://www.yapi-inaaat.com/guclendirme6.html> (E.T. Agustos 2019)
- [9] Depremde hasar gören betonarme yapıların onarımı ve güçlendirilmesi. <http://www.insaatim.com/?pid=yazidetay&yazi=14> (E.T. Agustos 2019)
- [10] Phocas M.C., Pocanschi A. (2003). "Steel Frames With Bracing Mechanism And Hysteretic Dampers" Earthquake Engineering And Structural Dynamics 32, 811-825 <https://doi.org/10.1002/eqe.253>
- [11] TS-500 Requirements for Design and Construction of Reinforced Concrete Structures.
- [12] SPSS 22. Statistical Package for the Social Sciences

**MEVCUT YIĞMA DUVARLARA YAPILAN KİMYASAL ANKRAJLARIN ÇEKME
PERFORMANSININ TAM VE KISMİ SIYRILMALI YÖNTEMLERLE DENEYSEL
OLARAK BELİRLENMESİ**

***DETERMINATION OF THE PULL-OUT PERFORMANCE OF CHEMICAL
ANCHORIES MADE ON AN EXISTING CLAY BRICK WALL WITH FULL AND
PARTIAL INTERACTION TESTING METHODS***

Orhan DOĞAN

Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü(Sorumlu Yazar)

Fatih ÇELİK

Yük. İnş Müh. Ankara Büyük Şehir Belediyesi Yapı Kontrol Daire Başkanlığı

Kadir Can ERKMEN

Arş.Gör. Çankaya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

Bassirou BANDE

Doktora Öğrencisi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Bölümü,

Melek AKGÜL

Öğr. Gör. Munzur Üniversitesi Tunceli MYO

ÖZET

Türkiye nüfusunun önemli bir kesimi deprem bölgelerinde yaşamaktadır. Deprem bölgelerinde yer alan mevcut binaların yaklaşık 2/3'ünün mühendislik hizmetindeki eksiklikler, işçilik hataları ve kalitesiz malzeme kullanımı dolayısıyla güçlendirilmesi gerekmektedir.Yığma binalarda mevcut bir duvarı deprem kuvvetlerine karşı güçlendirmek için duvarın tek ya da her iki yüzeyine eklenecek betonarme veya çelik levhaların duvarla birlikte hareket edebilmesi için kimyasal ankrajlara ihtiyaç duyulmaktadır. Güçlendirme elemanları ve mevcut duvarların farklı rijitlikte olmaları nedeniyle düzlem içi ve dışı davranışları da farklı olacaktır. Güçlendirme analizleri öncesinde, birleşim yüzeylerinde oluşacak çekme ve kesme kuvvetlerini karşılayabilmesi için uygulanacak kimyasal ankraj miktarı, mevcut duvarın malzemelerinin özelliklerine göre belirlenmelidir. Kimyasal ankrajların çekme performansının, yığma duvarların çekme mukavemeti düşük olduğu için, tam sıyrılmalı çekme deneyi yerine kısmi sıyrılmalı çekme deneyinin kullanılması tercih edilmelidir.

Bu çalışmada, kimyasal ankrajların çekme performanslarını belirlemek için mevcut bir binanın duvarlarına Ø10, Ø12, Ø14 ve Ø16 mm'lik çelik çubukların 5, 10 ve 15 cm gömme derinliklerde kimyasal ankrajları yapılmıştır. Bu ankrajlardan 24 adedi özel tasarlanmış ara yüzey çelik bir plaka kullanılarak kısmi sıyrılmalı, 12 adedi ise tam sıyrılmalı çekme deneyleri yapılmıştır. Kısmi sıyrılmalı çekme deneyinde elde edilen ankraj çekme mukavemetinin tam sıyrılmalı deney sonuçlarından oldukça küçük olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Yığma Bina, Yığma Binalarda Güçlendirme, Deprem Performansı, Kimyasal Ankraj, Ankraj Çekme Mukavemeti, Ankraj Çekme Deney Levhası, Ankrajlarda Kısmi ve Tam sıyrılmalı Çekme*

ABSTRACT

An important part of Turkey's population lives in earthquake zones. Approximately 2/3 of the existing buildings in earthquake zones need to be strengthened due to deficiencies in engineering service, workmanship errors and poor quality materials.

In order to strengthen an existing wall against earthquake forces in masonry buildings, chemical anchors are needed for the reinforced concrete or steel plates that will be attached to one or both surfaces of the wall to move all together. Since the reinforcement elements and existing walls are of different stiffness, their in-plane and out-of-plane behavior will also be different. Before the reinforcement analysis, the amount of chemical anchorage to be applied in order to meet the pull-out and shear forces that will occur on the joint surfaces should be determined according to the properties of the materials of the existing wall. Since the pull-out performance of chemical anchors is low as the tensile strength of the masonry walls, it is preferable to use a pull-out test with partial interaction testing method instead of the pull-out test with full interaction testing method.

In this study, in order to determine the pull-out performance of chemical anchors Ø10, Ø12, Ø14 and Ø16 steel bars were anchored to the walls of an existing building at depths of 5, 10 and 15 cm. 24 of these anchors were pulled out with partial interaction method using a specially designed interface steel plate, and 12 of them were pulled out with full interaction method. The anchorage pull-out strength obtained using partial interaction method was found considerably smaller than the pull out strength obtained using full interaction method.

Keywords: *Masonry Building, Reinforcement in Masonry Buildings, Earthquake Performance Masonry Building, Chemical Anchor, Anchorage Tensile Strength, Anchorage Tensile Test Plate, Full and Partial Interaction Pull-Out Testing Method for Anchors*

1.GİRİŞ

Yığma yapılar, taşıyıcı sistemi tuğla ve doğal taşlar gibi farklı kargir malzemelerden yapılmış düşey duvarlardan oluşan yapılardır. Türkiye’de mevcut yapı stoğunun büyük bir yüzdesini oluşturan ve özellikle kırsal bölgelerde yaygın olarak malzeme ve yapım kolaylığına bağlı olarak tercih edilen yığma yapılar; her ne kadar imar bakımından kat adedi 4 katın üzerinde olan şehir merkezlerinde yeni dönemde tercih edilmese de, özellikle anıtsal özellik taşıyan farklı malzeme ya da teknik ile üretilen çok sayıda mevcut yığma yapı bulunmaktadır [1,2]. Ayrıca şehir merkezlerinde 6 kata varan çok katlı binaların yapımında, düşey ve yatay yük taşıma kapasitesi daha yüksek olduğu için yaygın olarak harman tuğlasının kullanıldığı görülmektedir. Yığma binaların büyük çoğunluğu ve şehir merkezlerinde dört kata varan konut ve resmi binaların yapımında yaygın bir şekilde dolu harman tuğlası kullanılmıştır.

Birçok yönetmelik ve uygulamada depreme dayanıklı bina olarak kabul edilmeyen yığma binaların yatay deprem kuvvetlerine karşı performans analizlerinde, mevcut duvarlarının kesme performanslarının belirlenmesi için model numuneler ve mevcut yapı üzerinde farklı deney yöntemleri kullanılmıştır [3-5]. Yığma bina duvarlarının deprem kesme performansını artırmak ve düzlem dışı devrilmelerini engellemek için ilave çelik ve betonarme levha veya perde ile duvarların güçlendirmesinde, ilave elemanlar ile mevcut duvar arasında kullanılacak bağlayıcı konnektörlerin kesme performansının yerinde tespiti konusunda birçok çalışma mevcuttur [6-12]. Ancak mevcut binaların dolu harman tuğlalı duvarlarında yapılan kimyasal donatı ankrajların çekme mukavemetine ilişkin yeterli düzeyde çalışma söz konusu değildir.

Betona düşey olarak ankre edilmiş gerek çelik dübellerin gerekse kimyasal ankrajlı donatı çubuklarının çekme-çıkarma kapasitesinin tespitinde tam sıyrılmalı ve kısmi sıyrılmalı olmak üzere iki farklı deney yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerden birincisi ve yaygın olan yöntem, laboratuvar şartlarında, ankraj ile kimyasal yapıştırıcı veya kimyasal yapıştırıcı ile yapı malzemesi arasındaki aderans ilişkisini belirlemede kullanılan, ankraj çevresinden destek alınarak, yapı malzemesine basınç gerilmesi uygulanan tam sıyrılmalı çekme deneyidir. Bu çalışma tam sıyrılmalı çekme yönteminden farklı olarak, mevcut bir binanın duvarı yüzeyine yatay olarak kimyasal yapıştırıcılı ankraj donatılarının, betonun dayanımını da dikkate alan

daha gerçekçi çekme performansının belirlenmesi amacıyla özel olarak üretilmiş çekme levhali kısmi sıyrılmalı ikinci bir deney modelini test etmektedir. Tam sıyrılmalı çekme-çıkarma (TÇ) yönteminde ankrajdaki göçme donatısının kopması veya tüm ankraj boyunca tam olarak sıyrılması söz konusu iken, çekme levhali kısmi sıyrılmalı çekme-çıkarma (KÇ) deney yönteminde göçmenin gerçeğe daha yakın olarak, betonun konik şekilde kopması ve konik kopmanın devamında kalan ankraj boyunun sıyrılması ile ortaya çıkan kısmi sıyrılmalı şekilde olduğu görülmüştür.

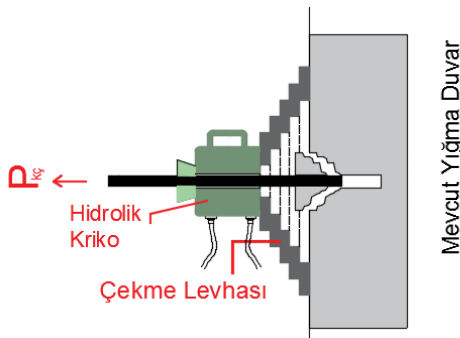
Bu çalışma kapsamında, her iki yöntem kullanılarak, Ankara Gazi Mustafa Kemal Bulvarı üzerinde bulunan (No:125) harman tuğla ile yapılmış 5 katlı yığma binanın duvarlarına kimyasal ankrajlı donatıların çekme-çıkarma deneyleri yapılmıştır. Mevcut binalar üzerinde ankrajlarda ki gerçek çekme göçmesini verebilecek, kolay taşınabilir ve kurulabilir özel bir çekme plakası ile yeni bir deney düzeneği tasarlanmıştır. 12 adet TÇ, 24 adet KÇ olmak üzere iki grup çekme-çıkarma deneyi yapılmıştır. Deney sonuçlarına bakıldığında geleneksel olarak yaygın kullanılan TÇ deney verilerinin beton çekme mukavemetini dikkate alarak yapılan KÇ deney verilerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

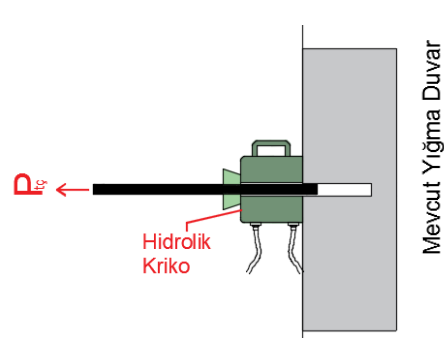
2.1. ARAŞTIRMA

Duvar yüzeyine ekilen farklı çaplardaki ankraj donatılarının çekme-çıkarma performansını belirleyebilmek için oluşturulan deney düzeneği ve göçme modları Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir. Ayrıca göçme şekli donatı akmadan ankrajlar da KÇ (Şekil 1a) veya TÇ (Şekil 1b) olması amaçlanmıştır.

a.

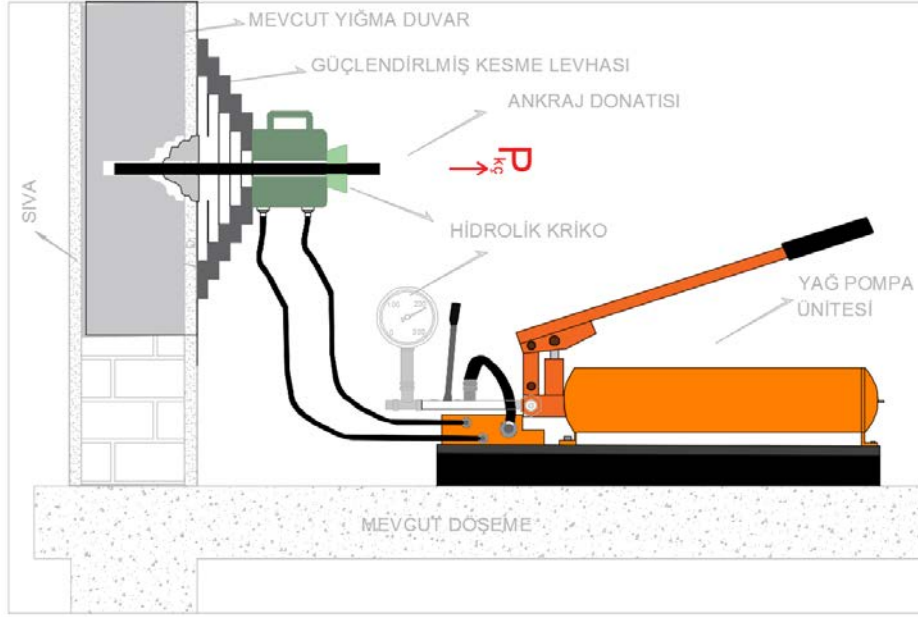


b.



Şekil 1. Duvar Yüzeyine Kimyasal Dübellere Ankre Edilmiş Donatıların

a) KÇ b) TÇ Göçme Modları



Şekil 2. Mevcut Harman Tuğlalı Duvar Yüzeyine Ankre Edilmiş Donatılar İçin Çekme-Çıkarma Deney Düzenegi

- Bir adet özel dizayn edilmiş çelik çekme-çıkarma levhası (St 37)
- Bir adet çift etkili hidrolik kriko ve bir adet hidrolik yağ pompası
- Kimyasal yapıştırıcı
- Deney numunesi olarak aynı boy ve farklı çaplarda nervürlü ankraj donatı çubukları (BÇIII) kullanılmıştır.
-

TÇ ve KÇ yöntemini uygulamak için; 5, 10 ve 15 cm ankraj derinliklerine +2 cm sıva kalınlığı ilave edilerek duvar yüzeyinden 7, 12 ve 17 cm derinliklerinde delikler açılmıştır. Sıvanın ankraj çekme kuvvetine katkısı, çok küçük olduğu düşünülerek, ihmal edilmiştir. Uygulanacak en derin ankraj dikkate alınarak, deney için en az 20 cm'lik tuğla duvarlar tercih edilmiştir. Ankraj yüzeyindeki nervürlü donatı çapından 5 mm daha geniş delikler açılmış, açılan delikler yaklaşık %70 performans kaybına sebep olan toz ve atık malzemeden fırça ve hava pompası ile arındırılmıştır. Temizlenen deliklerin en uzak noktasından başlayarak donatı ekim sonrası donatı çevresinde boşluk ihtiva etmeyecek şekilde epoksi enjekte edilmiş ve çubuklar çakılmak sureti ile ankrajlama yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Çekme-Çıkarma Deney Düzeneğini Hazırlanması ve Ankraj Ekimi

Duvarlara açılan deliklere 55 cm boyunda $\text{Ø}10$, $\text{Ø}12$, $\text{Ø}14$ ve $\text{Ø}16$ 'lık dört farklı çapta ankraj çubuğu 90° 'lik açı korunacak şekilde ekim yapılarak deney düzeneği hazırlanmıştır. Çekme özelliği olan hidrolik kriko ile tasarlanan levha yardımıyla KÇ ve TÇ (Tam aderans göçmesi) deneyleri yapılmıştır (Şekil 4 ve Şekil 5).



Şekil 4. KÇ Çekme-Çıkarma Deneyi



Şekil 5. TÇ Çekme-Çıkarma Deneyi

Dört farklı çaptaki ankraj donatılarından 5, 10 ve 15 cm'lik (+2 cm sıva) ve üç farklı derinlikte (L_{ad}) birer adet olmak üzere toplamda 12 adet (A Grubu) TÇ, ikişer adet olmak üzere de toplam 24 adet (B Grubu) KÇ çekme-çıkarma deneyi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan çekme-çıkarma deney gruplarına ait bilgilendirme ve kısaltmalar Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Çekme-Çıkarma Deney Grupları

Ankraj Derinliği (L_{ad}) (cm)	Grup	Ankraj Çapı (\emptyset)			
		$\emptyset 10$	$\emptyset 12$	$\emptyset 14$	$\emptyset 16$
5 cm Ankraj (+2 cm sıva)	A	$\emptyset 10/5$	$\emptyset 12/5$	$\emptyset 14/5$	$\emptyset 16/5$
	B	$\emptyset 10/5$	$\emptyset 12/5$	$\emptyset 14/5$	$\emptyset 16/5$
	B	$\emptyset 10/5$	$\emptyset 12/5$	$\emptyset 14/5$	$\emptyset 16/5$
10 cm Ankraj (+2 cm sıva)	A	$\emptyset 10/10$	$\emptyset 12/10$	$\emptyset 14/10$	$\emptyset 16/10$
	B	$\emptyset 10/10$	$\emptyset 12/10$	$\emptyset 14/10$	$\emptyset 16/10$
	B	$\emptyset 10/10$	$\emptyset 12/10$	$\emptyset 14/10$	$\emptyset 16/10$
15 cm Ankraj (+2 cm sıva)	A	$\emptyset 10/15$	$\emptyset 12/15$	$\emptyset 14/15$	$\emptyset 16/15$
	B	$\emptyset 10/15$	$\emptyset 12/15$	$\emptyset 14/15$	$\emptyset 16/15$
	B	$\emptyset 10/15$	$\emptyset 12/15$	$\emptyset 14/15$	$\emptyset 16/15$

Şekil 6a'da ankraj çubuklarının TÇ deneyinde, ankraj etrafındaki duvarda hasar gözlenmezken, Şekil 6b'de KÇ deneyinde donatının çapına bağlı olarak değişken çap ve derinlikte konik duvar parçasının koparak ayrıldığı gözlenmiştir. Duvarda gözlenen bu konik erken göçmenin ankrajların çekme-çıkarma performansına hiçbir katkısı olmazken, bu konik göçme sonrasında ankrajın kalan gömülü kısmının tam sıyırma ile direnerek ankrajın çekme-çıkarma mukavemetini belirlemiştir.

a.



b.



Şekil 6. a) TÇ ve b) KÇ Deneyleri Göçme Şekilleri

KÇ ve TÇ deney gruplarında sıyrılarak ortaya çıkan göçmenin epoksi-duvar ara yüzeyinde gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 7).

a.



b.



Şekil 7. Çekme-Çıkarma Deneyi Aderansta Göçme

2.2. BULGULAR

Farklı ankraj çapı (\emptyset) ve ankraj derinlikleri (L_{ad}) ile elde edilen 12 adet TÇ ve 24 adet KÇ deney sonuçları, aritmetik ortalamaları alınarak Tablo 2’de verilmiştir. Çekme deneylerinde B grubu (KÇ) A grubuna (TÇ) göre daha düşük performans sergilemiştir.

Tablo 2. A Grubu (TÇ) ve B Grubu (KÇ)

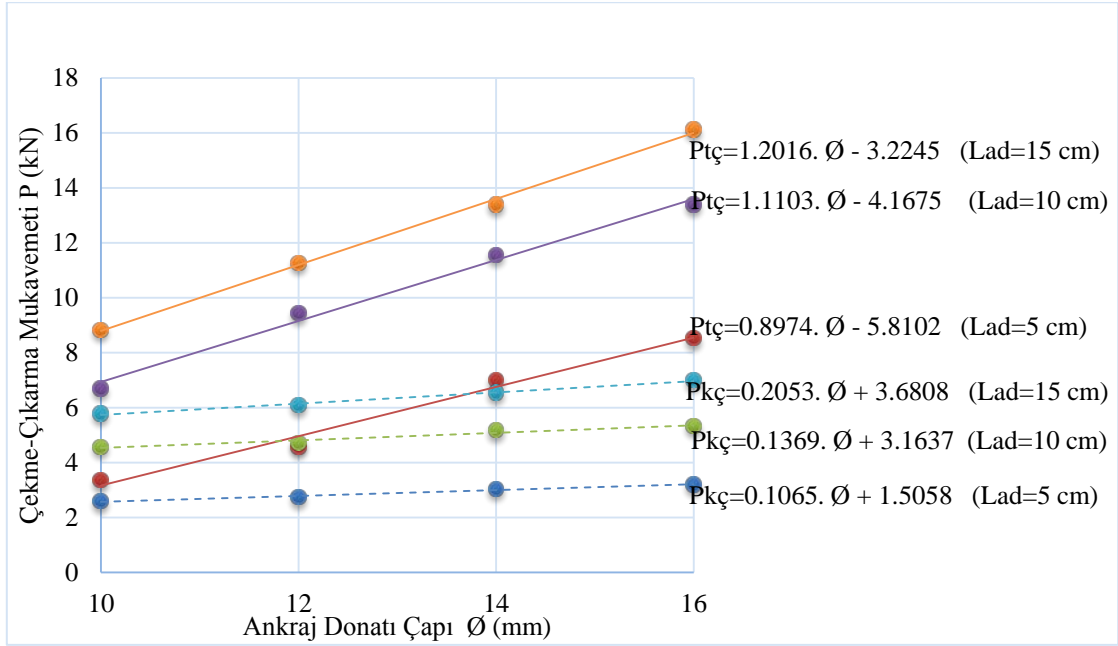
Maksimum Çekme-Çıkarma Mukavemeti (P)

Ankraj Derinliği (L_{ad}) (cm)	Maksimum Çekme-Çıkarma Mukavemeti (P) (kN)				
	Grup	\emptyset 10’luk Ankraj	\emptyset 12’lik Ankraj	\emptyset 14’lük Ankraj	\emptyset 16’lık Ankraj
5 cm Ankraj (+2 cm sıva)	A	3.35	4.56	7.00	8.52
10 cm Ankraj (+2 cm sıva)	A	6.69	9.43	11.56	13.38
15 cm Ankraj (+2 cm sıva)	A	8.82	11.26	13.38	16.12
5 cm Ankraj (+2 cm sıva)	B	2.43	2.43	2.74	3.04
		2.74	3.04	3.35	3.35
10 cm Ankraj (+2 cm sıva)	B	4.87	4.87	5.48	5.17
		4.26	4.56	4.87	5.48
15 cm Ankraj (+2 cm sıva)	B	5.48	5.48	6.69	6.69
		6.08	6.69	6.39	7.30

Çekme-çıkarma mukavemeti (P) verileri (ankraj çapı (\emptyset), ankraj derinliği (L_{ad}) için aynı tutularak) kıyaslandığında maksimum çekme-çıkarma kuvveti (P)’nin TÇ’den KÇ ye geçişte %23 - %57 aralığında düşüşü gözlenmiştir (Tablo 2).

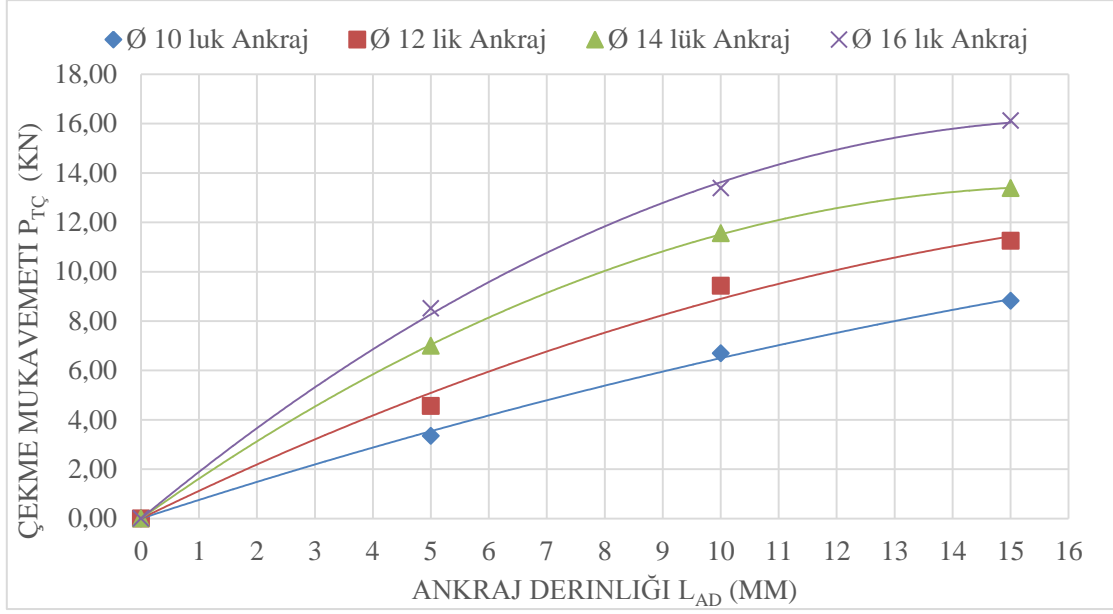
Tablo 2’de verilen ankraj çekme-çıkarma deneylerinden elde edilen maksimum çekme-çıkarma verileri grafiksel ilişkileri ile Şekil 8’de verilmiştir. TÇ deneyi sonuçlarına göre ankraj çapına (\emptyset) bağlı olarak delik çapı (D) ve ankraj derinliği (L_{ad}) artıkça çekme-çıkarma kuvveti (P_{tc})’de artış raporlanmıştır. \emptyset ’nin TÇ test sonuçlarını büyük oranda etkilerken, KÇ test sonuçlarını ihmal edilecek kadar az etkilediği görülmüştür.

Şekil 8’de görüldüğü üzere ankraj çapındaki (\emptyset) artışın $P_{t\check{c}}$ ’ye etkisi büyük olurken, $P_{k\check{c}}$ ’ye etkisi çok az olmuştur. Dolayısı ile çekme ankrajlarında, ankrajlama maliyet ve zorlukları da dikkate alındığında en ince ankrajların kullanılması önem kazanmıştır.

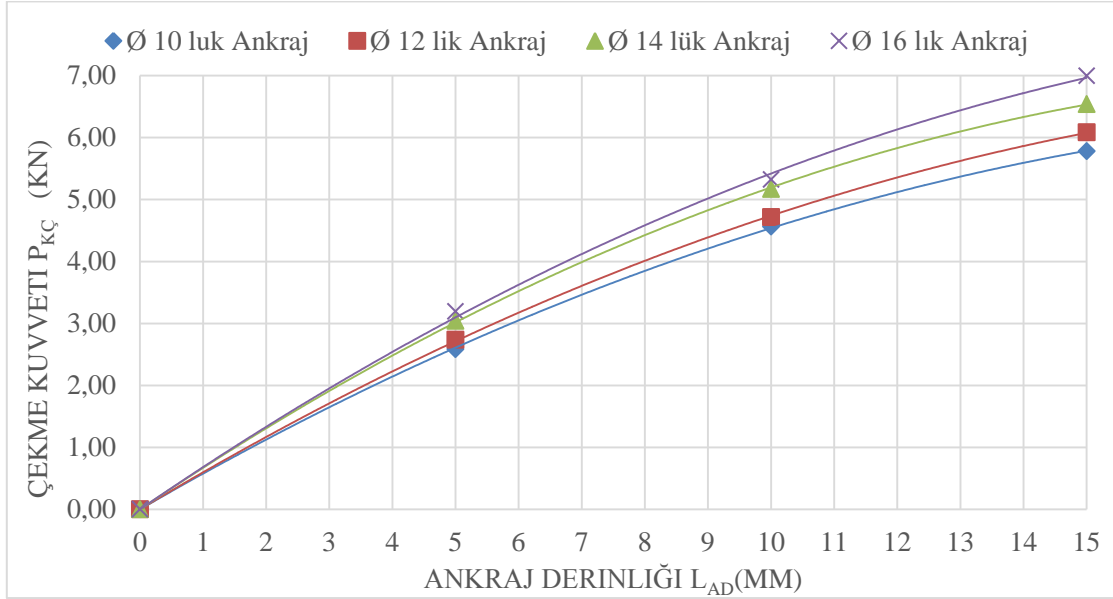


Şekil 8. Ankraj Derinliği (L_{ad})’ne Bağlı,
Ankraj Çapı (\emptyset) Çekme-Çıkarma Mukavemeti (P) Değişim Grafiği

Şekil 9 ve Şekil 10’da görüldüğü üzere 5, 10 ve 15 cm olan ankraj derinliğinin (L_{ad}) artması ile ankraj çekme-çıkarma maksimum kuvveti (P)’nin azalan bir trendle artarak devam ettiği görülmüştür. Ankrajların çekme performansında en etkili parametrenin L_{ad} olduğu ve \emptyset ’nin minimum düzeyde tutulması ve gömme derinliğinin ankre edilecek duvarın kalınlığına yakın bir derinlikte olması gerektiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 9. TÇ Deneyi Ankraj Donatısı (Ø)'na Bağlı,
Ankraj Derinliği (L_{ad}) - Çekme-Çıkarma Mukavemeti ($P_{tç}$) Değişim Grafiği



Şekil 10. KÇ Deneyi Ankraj Donatısı (Ø)'na Bağlı,
Ankraj Derinliği (L_{ad}) - Çekme-Çıkarma Mukavemeti ($P_{kç}$) Değişim Grafiği

KÇ ve TÇ deney verilerinden elde edilen Tablo 3'te; farklı L_{ad} (cm) ve \varnothing (mm)'ya bağlı P (kN) arasında $R^2=0.99$ 'un üzerinde anlamlı regresyona sahip bağıntılar olduğu görülmüştür. Bu bağıntılar ile kullanılacak L_{ad} (cm) ve \varnothing (mm)'na bağlı olarak elde edilecek P (kN) değerleri belirlenebilecektir.

Tablo 3. Ankraj Derinliğine (L_{ad}) Bağlı Çekme-Çıkarma Mukavemeti (P) Bağlılıları

Ankraj Çapı (\emptyset) (mm)	TÇ Çekme-Çıkarma		KÇ Çekme-Çıkarma	
	L_{ad} (cm)'ye bağlı $P_{tç}$ (kN) Bağıntısı	R^2 (%)	L_{ad} (cm)'ye bağlı $P_{kç}$ (kN) Bağıntısı	R^2 (%)
Ø10	$P_{tç} = -0,0115 * L_{ad}^2 + 0,7653 * L_{ad}$	99.83	$P_{kç} = -0,0136 * L_{ad}^2 + 0,59 * L_{ad}$	99.99
Ø12	$P_{tç} = -0,0256 * L_{ad}^2 + 1,1464 * L_{ad}$	99.24	$P_{kç} = -0,0138 * L_{ad}^2 + 0,6116 * L_{ad}$	99.99
Ø14	$P_{tç} = -0,0516 * L_{ad}^2 + 1,6667 * L_{ad}$	100.00	$P_{kç} = -0,0168 * L_{ad}^2 + 0,6877 * L_{ad}$	100.00
Ø16	$P_{tç} = -0,0586 * L_{ad}^2 + 1,9485 * L_{ad}$	100.00	$P_{kç} = -0,0155 * L_{ad}^2 + 0,6973 * L_{ad}$	99,93

Ankraj çekme-çıkarma deneylerinde göçme epoksi-duvar ara yüzeyinde meydana geldiği için denklemlerde donatı çapı (\emptyset) yerine açılan deliğin çapı (D) dikkate alınmıştır. D (mm) ve L_{ad} (cm)'ye bağlı $P_{tç}$ ve $P_{kç}$ arasında sırası ile %97 ve %98 regresyonla anlamlı bağıntılar elde edilmiştir (Tablo 4).

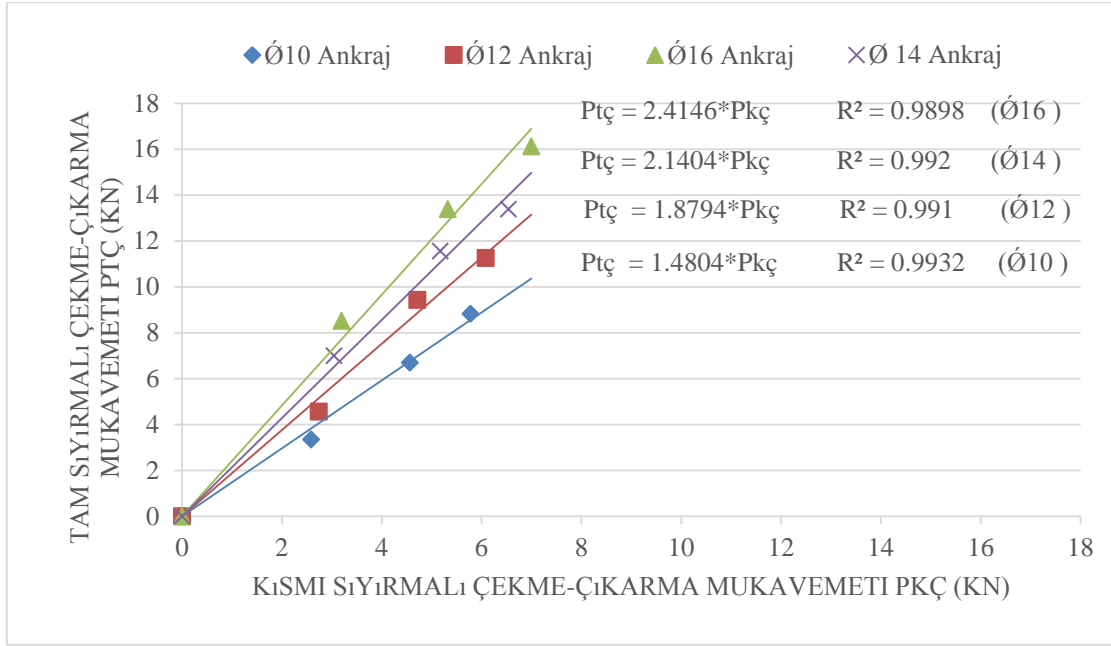
Tablo 4. Delik Çapı (D) ve Ankraj Derinliği (L_{ad})'ne Bağlı Çekme-Çıkarma Mukavemeti (P) Bağlılıları

	D (mm) ve L_{ad} (cm)'ye Bağlı P (kN) Bağıntısı	R^2 (%)
KÇ	$P_{kç} = 0,346 * L_{ad} + 0,15 * D - 0,677$	98
TÇ	$P_{tç} = 0,654 * L_{ad} + 1,07 * D - 10,941$	97

Göçmenin daha zayıf olan tuğla ile epoksi ara yüzeyinde olması nedeniyle aderans kayma gerilmesinin (kN)/mm²) hesaplanmasında delik çapı (D) esas alınmıştır. Buna göre aynı şekilde D (mm) dikkate alınarak, ankraj çekme-çıkarma deneylerinde L_{ad} (cm) ve D (mm)'ye bağlı aderans kayma gerilmesi $\tau_{kç}$ ve $\tau_{tç}$ sırası ile %98 ve %84 regresyonla anlamlı bağıntılar elde edilmiştir (Tablo 5).

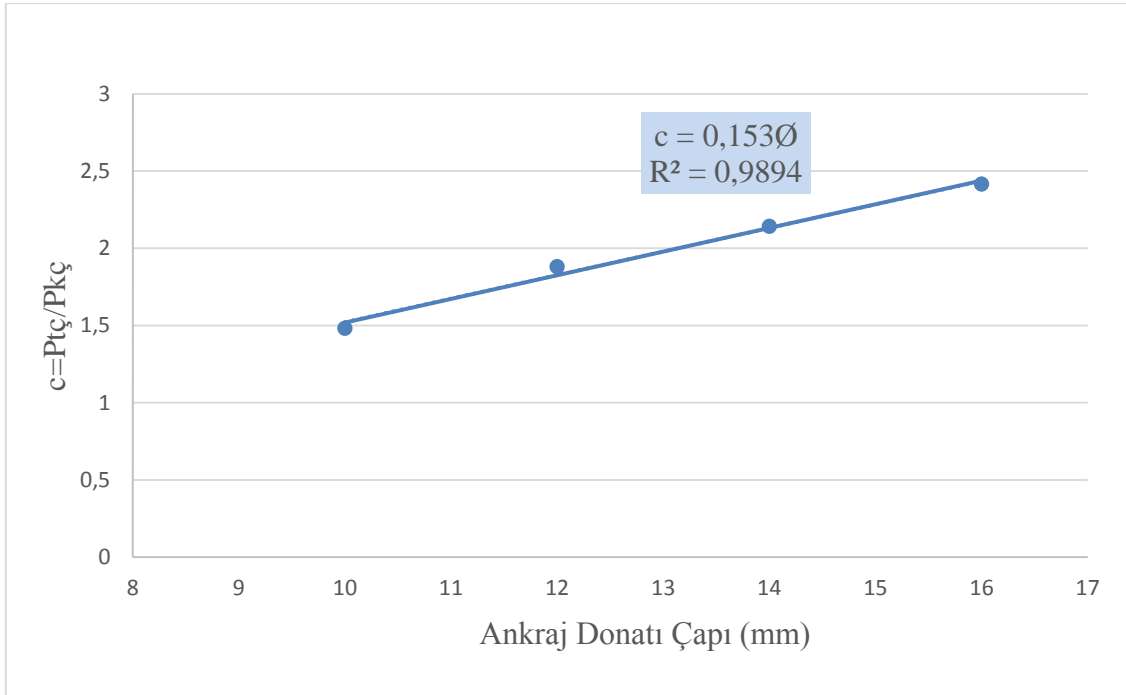
Tablo 5. Farklı Delik Çapı (D) ve Ankraj Derinliği (L_{ad})'ne Bağlı Aderans Kayma Gerilmesi (τ) Bağlılıları

	D (mm) ve L_{ad} (cm)'ye Bağlı τ (kN)/mm ²) Bağıntısı	R^2 (%)
KÇ	$\tau_{kç} = 1,561 - 0,029 * L_{ad} - 0,025 * D$	98
TÇ	$\tau_{tç} = 0,843 - 0,06 * L_{ad} + 0,124 * D$	84



Şekil 11. Farklı Ø için Bağlı $P_{tç}$ - $P_{kç}$ Grafiği

Şekil 11’de farklı ankraj çaplar (Ø)’ındaki numunelerinde $P_{tç}$ ’nin $P_{kç}$ ’ne oranları verilmiş ve $P_{tç}$ ile $P_{kç}$ arasında anlamlı bağıntılar elde edilmiştir. Burada Ø küçüldükçe $P_{tç}$ ile $P_{kç}$ arasındaki farkın azaldığı, dolayısı ile betonun çekme dayanımının ve buna bağlı konik göçmenin etkisinin azaldığı görülmüştür.



Şekil 12. Ankraj Çapına (Ø) bağlı $P_{tç}$ ile $P_{kç}$ İlişkisi Grafiği

Şekil 12’de görüldüğü üzere, donatı çapına \emptyset (mm) bağlı olarak $P_{T\check{C}}/P_{K\check{C}}$ oranının değişken olduğu ve aralarında %98,94 regresyonla anlamlı bir bağıntı elde edilirken, \emptyset ’na bağlı olarak $P_{K\check{C}}$ ile $P_{T\check{C}}$ arasında anlamlı bağıntı Denklem1 ile verilmiştir. Güçlendirme ankrajlarının tasarımında dikkate alınması gereken fakat yapılması nispeten daha zahmetli olan KÇ deneyi yerine, yapımı daha kolay olan TÇ deneyi sonuçları bu denklemle dönüştürülebilecektir.

$$P_{K\check{C}} = 6,54 * P_{T\check{C}} / \emptyset$$

(1)

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ankara GMK Bulvarı No:125’de harman tuğlalı mevcut yığma binanın duvarlarında üzerinde yapılan, güçlendirme ankraj donatılarının TÇ ve KÇ çekme-çıkarma deneylerinden elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeler aşağıda verildiği üzere maddeler halinde sunulmuştur:

- Tam sıyrılmalı (TÇ) deneylerinin kısmi sıyrılmalı (KÇ) deneylere oranla çekme-çıkarma kuvveti (P)’nin daha yüksek olduğu, bu yüzden çekme etkisi altındaki ankrajların tasarımında daha bilimsel gerçeklere yakın olmasına bağlı olarak KÇ çekme-çıkarma deney sonuçlarının referans olarak alınması gerektiği,
- Hem tam sıyrılmalı (TÇ) hem de kısmi sıyrılmalı (KÇ) çekme-çıkarma deneyleri sonucunda, ankraj çekme-çıkarma mukavemetinin (P), delik çapı (D) ve ankraj derinliği (L_{ad})’ne bağlı bir değer olduğu, ankraj derinliği (L_{ad})’ndeki artışın ankraj çapı (\emptyset)’nin artışına oranla ankraj yüzey alanını daha çok etkilediği; ankraj çekme-çıkarma kapasitesini birinci dereceden etkileyen parametrenin ankraj derinliği (L_{ad}), ikinci dereceden etkileyen parametrenin ankraj çapı (\emptyset) olduğu,
- Ankraj çapı (\emptyset)’nin 10 mm’den 16 mm’ye ankraj derinliği (L_{ad})’nin de 5 cm’den 15 cm’ye çıkması ile ankraj çekme-çıkarma kapasitesi (P)’nin, kısmi sıyrılmalı (KÇ)’de 2.70 katına, tam sıyrılmalı (TÇ)’de 4.82 katına çıktığı,
- Aynı ankraj derinliği (L_{ad}) için, kısmi sıyrılmalı çekme-çıkarma kapasitesi ($P_{K\check{C}}$)’nin tam sıyrılmalı çekme-çıkarma kapasitesi ($P_{T\check{C}}$)’ye oranı, ankraj çapı (\emptyset) 10 mm için yaklaşık %70 olurken, ankraj çapı (\emptyset) 16 mm için yaklaşık %40’a düştüğü, diğer bir deyişle performans kaybının %60 olduğu, dolayısı ile yığma bina güçlendirmelerinde ince çaplı ankrajların kullanılmasının daha önemli olduğu,
- Donatı-epoksi arasındaki aderansın, epoksi-duvar ara yüzeyindeki aderansın daha güçlü gerçekleştiği ve sıyrılarak göçmenin de epoksi-duvar ara yüzeyinde gerçekleştiği,

dolayısı ile aderans gerilme kapasitesi hesaplarında aderans yüzey alanı hesaplanırken ankraj donatısı çapı (\emptyset) yerine delik çapı (D) esas alınmasının daha önemli olduğu, ancak epoksi kullanımını azaltmak için nervürlü donatılar için, uygulama kolaylığı bakımından 5 mm daha büyük delik çapının yeterli olacağı,

- Hem tam sıyrılmalı (TÇ) hem de kısmi sıyrılmalı (KÇ) deneyler sonucunda, aderans gerilmesi kapasitesinin delik çapı (D)'nden ve ankraj derinliği (L_{ad})'nden bağımsız sabit bir değer olmadığı, ankraj derinliği (L_{ad})'nin artması ile artış trendi artarken, tersine ankraj delik çapı (D)'nin artması ile artış trendinin azaldığı, dolayısı ile en küçük çaplı ankrajın çekme kapasitesi büyüklere göre küçük de olsa, uygulama kolaylığı da dikkate alındığında, küçük çaplı donatıların daha tercih edilir olduğu,
- Sıyrıлма aderansının, artan ankraj derinliği (L_{ad}) ve ankraj çapına (\emptyset) bağlı olarak artan ankraj yüzey alanına orantılı olarak artmadığı tersine birim alana gelen sıyrıлма aderansının azaldığı,
- Ayrıca donatı çapı (\emptyset)'na bağlı olarak $P_{tç}/P_{kç}$ oranının değişken olduğu ve aralarında %98,94 regresyonla anlamlı bir bağıntı olduğu, tespit edilmiştir.

•

Benzer çalışmaların, yığma duvarlardaki boşluk oranlarının kimyasal ankrajların performansına etkisini araştırmak için farklı boşluk oranında tuğlalı yığma bina duvarları içinde yapılması önerilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] AKGÜL, M., DOĞAN, O. (2020). 4 Nisan 2019 Elâzığ-Sivrice Depreminin Yığma Yapılara Etkisinin Değerlendirilmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 12 (1), 265-277. DOI: 10.29137/umagd.621701
- [2] BAYÜLKE, N. (1992). Yığma Yapılar (Genişletilmiş 2nci Baskı), Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- [3] CELEP, Z., KUMBASAR, N., (2004). Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul.
- [4] AKGÜL, M., DOĞAN, O. (2020). Altındağ/Ankara Özelinde Tipik Yığma Binaların Deprem Risklerinin 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi. *Engineering Sciences*, 15 (1), 1-14. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsaeng/issue/51947/601915>
- [5] ODACIOĞLU, O., DOĞAN, O. (2019). An Experimental Study To Determine Sliding Shear Strength And Internal Frictional Coefficient Of Clay Brick Wall In A Masonry Building. *International Journal of Engineering Research and Development*, 11 (2) , 670-676 . DOI: 10.29137/umagd.545396
- [6] ÇELİK, F. (2018). Mevcut Yığma Binalarda Depremsel Güçlendirme Ankrajlarının Çap ve Ankraj Derinliğine Bağlı Çekme Ve Kesme Performanslarının Deneysel Olarak İncelenmesi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 97s.
- [7] ÖZTURAN, T., M., GESOĞLU, ÖZEL, M., ve GÜNEYİSİ, E. (2004). Kimyasal, Harçlı ve Mekanik Ankrajların Çekme ve Kesme Yükleri Altındaki Davranışları. *Teknik Dergi*, 15 (71) , . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tekderg/issue/12784/155336>
- [8] YILMAZ, S., ÇALIŞKAN, Ö., KAPLAN, H., KIRAÇ, N. (2010). Kimyasal Ankrajların Dayanımını Etkileyen Faktörler. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 123-134. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogummf/issue/30145/325369>
- [9] SEYHAN, E.C. (2006). Kimyasal Ankrajların Davranışlarının İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 191s.

[10] GÜRBÜZ, T. (2007). Yapıların Güçlendirilmesinde Kullanılan Kimyasal Ankrajların Eksenel Çekme Etkisi Altındaki Davranışlarının İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 226s.

[11] GÜRBÜZ, T., SEYHAN, E., İLKİ, A. ve KUMBASAR, N. (2007). Güçlendirme Ankrajlarında Kullanılan Kimyasal Ankrajların Eksenel Çekme Etkisi Altında Davranışları. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim İstanbul, 649-659.

[12] KAYA, Y. (2007). Yapıların Güçlendirilmesi Uygulamalarında Kullanılabilecek Kısmi Bağlı Ankraj Detayı ve Yüzey Temizliği Koşulları Altında Ankrajların Eksenel Çekme Davranışlarının İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 185s.

EVALUATION OF SOME INDUSTRIAL WASTES AND VOLCANIC PUMICE AS BUILDING MATERIALS IN THE CEMENT SECTOR

Abdulvahap KORKMAZ

Afyon Kocatepe University

School of Applied Sciences, Dinar / Afyonkarahisar, TURKEY.

ABSTRACT

Decreasing industrial raw material reserves are among the major problems of the cement industry, as it is in every sector. When environmental problems are added to such problems, industrial problems continue to threaten our future. In this study, it was aimed to produce cement with the highest blended rates allowed by the standards. In this way, the raw material reserve life of the cement industry is increased, grinding energy costs are reduced, the damage caused by natural stone wastes to the environment is eliminated and CO₂ emissions will be reduced and an environmentally friendly production will be realized.

In this study, natural stone factories in Turkey as production wastes and alternative raw materials are used pozzolanic volcanic pumices. 40% volcanic pumice and 40% natural stone wastes were used separately for each blended cement. Separate performances of the produced cements and concretes were observed. Cement drying time, volume expansion, compressive strength, grinding time and fineness of the cement samples were tested. The physical and mechanical properties of the cement mixtures were determined according to TS 24. Chemical analyzes were adjusted according to XRF and volumetric methods. It was found that result was effective in 35% volcanic pumice and 20% natural stone waste in 20% usage. The most effective result was found to be the use of 35% volcanic pumice and 20% and 20% natural stone wastes.

Keywords: *Natural Stone wastes, Volcanic Pumice, Blended Cement, Strength, Microstructure.*

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ MERKEZ YERLEŞKESİNİN ORTAK KULLANIM
MEKANLARININ MEKAN DİZİMİ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ¹**

Mimar Beyzanur ÇALIŞKAN

Prof. Dr. Sare SAHİL

Doç. Dr. Çiğdem Belgin DİKMEN

ÖZET

Eğitim, öğretim, araştırma ve uygulama gibi temel işlevleri karşılayan bir yükseköğretim kurumunda öğrenme deneyimi için akademik programların yanısıra, üniversite yerleşkelerinin sosyal ve örgütsel yaşam kolaylığı sağlayan fiziksel koşulları da, önemli bir değer oluşturmaktadır. Üniversitelerin kurumsal vizyonu ve akademik gelişim stratejilerine ek olarak, günümüz yerleşke tasarımlarında üniversitelerin gelişen yapısına ayak uydurabilecek, esnek, sürdürülebilir, yaşanabilir çevreler oluşturmak, kullanıcılarının konforlu ve sosyal etkileşim içinde olduğu dış mekanlar kurgulamak, bulunduğu yere ait olabilecek bir yapısal çevreye erişmek temel amaç olmaktadır.

Bu bağlamda yürütülen bu çalışma üniversite yerleşkelerinin tarihsel sürecini, fiziksel oluşumlarını, yerleşim modellerini ve yerleşkelerde uygulanan bölgeleme kavramını ele alarak, yerleşkelerin sosyal etkileşim açısından en önemli bölgelerinden birisi olma özelliği ile tüm kullanıcıların bir araya gelip sosyalleşebileceği ortak kullanım mekanlarının incelenmesi, davranışsal ve mekansal olarak değerlendirilip güçlü ve zayıf yönlerinin tespit edilmesi ve bu tespitler doğrultusunda yerleşke kullanımında potansiyel alanlar için önerilerde bulunulması amacıyla hazırlanmıştır. Örneklem alanı olarak seçilen Gazi Üniversitesi Merkez Yerleşkesinin eğitim, idari ve temel ihtiyaçlar için gerekli mekanları ile rekreasyon amaçlı mekanlarının oluşturduğu ortak kullanım mekanlarını kapsamaktadır.

Çalışmada üç yöntem izlenmiştir. İlk yöntem, Golicnic ve Marusic tarafından geliştirilen gözlem yöntemi aracılığıyla yerleşkenin ortak kullanım mekanlarındaki kullanılan ve kullanılmayan alanlarının tespit edilmesi ve bu tespitler doğrultusunda kullanıcı davranış haritalarının oluşturulmasıdır. İkinci yöntem, yerleşke planı üzerinden yapılacak mekan dizimi analizi ile ortak kullanım mekanlarının fiziksel çevreye bağlı olan durumunun tespit

¹ Bu çalışma Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda yapılmakta olan "Gazi Üniversitesi Merkez Yerleşkesinin Ortak Kullanım Mekanlarının Mekan Dizimi Yöntemi ile İncelenmesi" isimli yüksek lisans tezi kapsamında hazırlanmıştır.

edilmesi ve bu mekanlar içerisindeki bütünleşik ve yalıtılmış alanların ortaya çıkarılmasıdır. Üçüncü yöntem ise yerleşke kullanımında potansiyel alanların ortaya çıkarılması için davranış haritaları ile mekan dizimi analizi sonuçlarının karşılaştırılarak bütünleşik bir harita ortaya çıkarılmasıdır. Bu üç yöntemin sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde ortak kullanım mekanları ve bu birimleri çevreleyen dış mekanların kullanım durumunun ve tasarımının güçlü ve zayıf yanları tespit edilmiş, iyileştirilmeler ve potansiyel alanların değerlendirilebilmesi için öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üniversite, yerleşke, mekan dizimi analizi, davranış haritalaması

ABSTRACT

Besides academic programs for learning experience in a higher education institution that meets basic functions such as education, teaching, research and practice, the physical conditions of the university campus, which provide ease of social and organizational life constitute an important value. In addition to institutional vision and academic development strategies of universities, it is the main purpose of the campus designs today,. to access a structural environment that may belong to the location, to establish flexible, sustainable, livable environments that will be able to keep up with the evolving structure of universities, to create comfortable and social interaction spaces.

The aim of this study is to examine the historical process, physical formations, settlement models and the concept of zoning applied in the campus, to examine the places of common use where all users can come together and socialize, to evaluate behavioral and spatial strengths and weaknesses, and to make suggestions for potential areas of campus use. It covers the places of common use that are created for educational, administrative and basic needs as well as the places for recreation purposes of Gazi University Central Campus that are selected as sample area.

Three methods were followed in the study. The first method is to determine the used and unused areas of the campus in common use areas through the observation method developed by Golicnic and Marusic and to create user behavior maps in line with these determinations. The second method is to determine the physical environment-related status of common use spaces by means of space syntax analysis to be performed on campus plan and to reveal the integrated and isolated areas within these spaces. The third method is to reveal an integrated

map by combining behavior maps with the results of space sequence analysis to reveal potential areas in campus use. The results of these three methods are considered as a whole when strengths and weaknesses of the design and the use status of common use areas and these units identified, recommendations have been developed for improvements and evaluation of potential areas.

Keywords: *University, campus, space syntax analysis, behaviour mapping*

**BETON KİREMİTLERİN MUKAVEMETİNE RENK PİGMENTİ DOZAJININ
ETKİSİ**
***EFFECT OF COLOUR PIGMENT DOSAGE ON THE STRENGTH OF CONCRETE
ROOF TILES***

Çağlar YALÇINKAYA

Dokuz Eylül University, Department of Civil Engineering, İzmir, Turkey

ÖZET

Çatı kaplama malzemesi olarak en çok tercih edilen ürünler kiremitlerdir. Kil kiremitler pazar payının çoğunluğunu elde etse de son yıllarda beton kiremitler tanınır ve kullanılır hale gelmiştir. Beton kiremit tamamen ulusal kaynaklarla üretilen bir malzemedir ancak çatı kaplama sektöründeki payı yaklaşık %6'dır. Bu sebeple bu konudaki araştırmalar da sınırlıdır. Beton kiremitler, kil ve petrol esaslı çatı kaplamalarına kıyasla üretimde daha az enerji tüketimi nedeni ile daha çevreci bir ürün olarak değerlendirilebilir. Beton kiremit; uygun tanecik dağılımına sahip agrega, çimento, toz renk pigmenti ve su karışımından oluşan harca, kalıplarda ekstrüzyon yöntemi ile şekil verilmesiyle elde edilen bir üründür. Üretim aşamasında renk pigmentlerinin dozajına bağlı sorunlar görülebilmektedir. Bu çalışma kapsamında beton kiremitlere toz halindeki renk pigmenti üç farklı dozajda katılarak buhar kürü sonrası stokta bekleme süresinin eğilme dayanımına etkisi araştırılmıştır. Hazırlanan karışımlar fabrika ortamında üretim hattında kalıpta ekstrüzyon yöntemiyle kiremit formuna dönüştürülmüş, ekstrüzyonun hemen ardından 50°C sıcaklıkta 6 saat boyunca buhar kürü uygulanmıştır. Üç farklı dozajda Fe₂O₃ renk pigmenti içeren kiremitlerin eğilme yükü taşıma değerleri 1, 7 ve 28 gün stokta bekleme sonrası tespit edilmiştir. Sonuçlar, toz pigment miktarını azaltmanın kiremitlerin eğilme dayanımını artırırken benzer renk tonunun elde edilebileceğini göstermiştir. Böylelikle üretim maliyeti düşürülebilirken kiremitlerin dayanımı artırılabilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Beton Kiremit, Renk Pigmenti, Dayanım, Buhar Kürü

ABSTRACT

The most preferred products as roofing materials are tiles. Although clay roof tiles acquire the majority of their market share, concrete roof tiles have become known and used in recent years. Concrete roof tile is a material that can be produced entirely with national resources, but its share in the roofing industry is about 6% in Turkey. For this reason, researches on this subject are also limited. Concrete roof tiles can be considered as a more environmentally friendly product due to less energy consumption in production compared to clay and petroleum-based roofing. Concrete roof tile; It is a product obtained by shaping the mortar consisting of aggregate, cement, powder colour pigment and water mixture with suitable particle distribution by extrusion in moulds. Problems related to the dosage of colour pigments can be seen during the production phase. In the scope of this study, the colour pigment in powder form was added to the concrete roof tiles in three different dosages and the effect of the waiting period in the stock on the flexural strength after steam curing was investigated. The prepared mixes were converted into tile form on the production line in the factory environment by extrusion on the mould, and immediately after the extrusion, steam curing was applied for 6 hours at 50°C. The bending load bearing values of the tiles containing Fe₂O₃ colour pigments in three different dosages were determined after 1, 7 and 28 days in stock. The results showed that reducing the amount of powder pigment increases the flexural strength of the tiles while a similar colour tone can be achieved. Thus, while the production cost can be reduced, the strength of the tiles can be increased.

Keywords: *Concrete Roof Tile, Colour pigment, Strength, Steam Curing*

**YATAY DELİKLİ TUĞLALARIN YÜKLEME DOĞRULTUSUNA BAĞLI
DAYANIM VE DAVRANIŞI**
***BEHAVIOR AND STRENGTH OF HORIZONTALLY-HOLLOW BRICKS DEPENDING
ON THE DIRECTION OF LOADING***

Eray ÖZBEK

Dr. Öğr. Üyesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü,

ÖZET

Yatay delikli tuğlalar çoğunlukla betonarme yapılarda mimari amaçlı bölme duvarların oluşturulmasında kullanılırlar. Ancak bu duvarlar, deprem kuvvetleri nedeniyle yapının betonarme taşıyıcı elemanlarıyla etkileşim içine girmekte ve yapı sistem davranışını önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Bu aşamada, delikli tuğlaların her üç eksenini doğrultusundaki basınç dayanımlarının birbirinden oldukça farklı olduğu bilinciyle analizler yapılmalıdır. Dolayısı ile tuğlaların sadece delikleri doğrultusunda değil, kullanıldıkları pozisyona göre deliklere dik doğrultusundaki dayanımlarının da bilinmesi gerekebilir. Diğer taraftan üretici firmalar, kataloglarında tuğlaların genelde sadece delikleri doğrultusundaki dayanımını paylaşmaktadır. Sonuç olarak mühendisler tuğlanın davranışındaki bu farklılığı göz ardı edebilmekte ve hesaplamalarında gerçekten uzak varsayımlarda bulunabilmektedir. Dolayısı ile yatay delikli tuğlanın yükleme doğrultusuna bağlı bu davranış farklılığını çarpıcı bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla deneysel bir çalışma yürütülmüştür. Ayrıca, tek doğrultudaki dayanımın bilinmesi durumunda diğer doğrultulardaki dayanımları kabul edilebilir doğrulukta tahmin edebilmek için pratik yaklaşımlar da oluşturulmuştur.

Deneyler, piyasada 8.5' luk tuğla olarak bilinen 190×85×190 mm ebatlarındaki tuğlalar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Farklı üreticilerden tek seferde temin edilen tuğlalar her üç eksenini doğrultusunda en az on numune için ayrı ayrı test edilmiştir. Deneysel sonuçlar, delikler doğrultusundaki dayanımın diğer iki yöndeki dayanımdan yaklaşık iki kat daha fazla olabileceğini göstermiştir. Ayrıca bu tür tuğlalar için dayanım bakımından standart sapmaların diğer yapısal malzemelerdekine göre çok daha yüksek değerlere ulaşabileceği anlaşılmıştır.

Bu nedenle mühendisler dayanım değerlerini hesaplamalara dâhil ederken temkinli yaklaşmalı ve bu değerler mümkün olduğunca çok deneysel veriye dayandırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Tuğla, dayanım, tuğla duvar, yükleme doğrultusu

ABSTRACT

Horizontally-hollow bricks are mostly used in the construction of partition walls for architectural purposes in reinforced concrete (RC) structures. However, these walls interact with the RC load bearing members of the building due to earthquake forces and can change the system behavior of the building significantly. At this stage, analyses should be made with the awareness that the compressive strengths of the hollow brick in all three directions are quite different from each other. Therefore, according to the position in which they are placed, it can be necessary to obtain the strength of the bricks not only in the direction of their hollows, but also in the direction perpendicular to the hollows. On the other hand, manufacturer companies share the strength of bricks only for the direction of holes in their catalogs. As a result, engineers can ignore this difference in the brick behavior and make unrealistic assumptions in their calculations. Consequently, an experimental research has been carried out to demonstrate this striking behavioral difference of the hollow bricks depending on the loading direction. In addition, if the strength in a single direction is known, practical approaches have been developed to estimate the strengths in other directions with acceptable accuracy.

Experiments were carried out on bricks of size 190×85×190 mm, called as 8.5 bricks in the market. The bricks provided from different manufacturers at once were tested separately in the three directions for at least ten specimens. Experimental results have claimed that the strength in the direction of the holes can be about twice as large as the strength in the other two directions. Moreover, it has also been concluded that standard deviations in terms of strength for such bricks can reach higher values when compared to other structural materials. As a result, engineers should be cautious while inserting brick strength values into their calculations and these values should be based on a large amount of experimental data.

Keywords: Brick, strength, brick wall, loading direction

**KİMYASAL BİYOLOJİK RADYOLOJİK NÜKLEER TEHDİTLERE KARŞI
ZIRHLAMADA KULLANILAN MALZEMELER
*MATERIALS USED FOR ARMORING AGAINST CHEMICAL BIOLOGICAL
RADIOLOGICAL NUCLEAR THREATS***

Halit COZA, Ahmet KOLUMAN

Pamukkale Üniversitesi, Mimarlık Bölümü

ÖZET

Canlılar havada, toprakta ve suda bulunan doğal radyasyon kaynakları ve teknolojinin gelişimi ile hızla artan yapay radyasyon kaynaklarının yaydığı ışınımın etkisi altındadırlar. Gelişen teknolojiye bağlı olarak nükleer santrallerin artması, kitle imha silahları içerisinde bu kaynakların yer alıyor olması, radyasyon ışınımı yüksek cihazların kullanımının yaygınlaşması nedeniyle bu zararlı ışınlardan korunmak için gerekli önlemlerin alınması zorunlu hale gelmiştir.

Canlı hayatını tehdit eden unsurların artması ile birlikte daha nitelikli ve korunma nitelikleri tanımlanmış savunma ve sığınma yapılarına ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Kitle imha silahları tehdidi yüksek modern savaş teknolojilerine karşı korunmanın en etkili yöntemi zırhlama önlemi alınmış yapılarla mümkündür. Bununla birlikte radyoaktivite düzeyi yüksek malzemeler bina yapımında kullanılmamalıdır.

Zırh tasarımında kullanılacak yapı malzemesinin seçim ve tasarımı radyasyon türüne göre farklılık gösterecektir. Bugüne kadar, zırh malzemesi olarak kullanılan başlıca yapı malzemeleri beton ve kurşundur. Radyasyon zırhlaması alanında geniş bir kullanım alanına sahip olan malzemelerden atom numarası en yüksek olan malzeme kurşundur. Beton ise düşük maliyetli, kolay erişilebilen, işçiliği kolay ve yapısal özellikleri bakımından avantajlı bir malzemedir. Kurşun zırhlamada radyasyon çeşidine göre, beton ise düşük yoğunluğa sahip olmasından ötürü zırh malzemesi olarak yetersiz kalabilir. Bu nedenle beton ile zırhlama yönteminde yüksek yoğunluğa sahip ağır betonlar kullanılmaya başlanmıştır.

Yapı teknolojisindeki gelişmeler farklı malzemelerin KBRN tehditlerinden korunmada alternatif olabileceğini göstermiştir. Barit agregalı betonun radyasyon tutuculuk özelliği yüksek ve kesit kalınlıkları küçük çıkmaktadır. Radyasyon tehdidine karşı çeşitli iletken tel ve tekstil yüzeyi, metal lif, kimyasal lif kaplanmış kumaş ve diğer güncel polimer teknolojilerinin kullanımı ile oluşturulmuş tekstil yapıları geliştirilmektedir. X-ray ışınlarını tutma özelliğine sahip, bükülebilen ve kurşun içermeyen özel alçıpanlar üretilmiştir. Malzemede nano parçacık etkisinin zırhlanan elemanlar üzerindeki katkısı incelenmiş, radyasyondan korunma sağlayan, kırılmayan, nanoparçacık katkılı, elastomer yapılı, plastik malzeme geliştirilmiştir.

Yapılan çalışmalar KBRN tehditlerinde sık olarak kullanılan kurşun ve beton malzemenin yerini alabilecek veya bu malzemelerin performanslarını artırıcı çalışmalardır ve desteklenerek literatürdeki yerini almalıdır.

Anahtar Kelimeler: KBRN, Zırhlama, Yapı Malzemeleri, Ağır beton, Kurşun

ABSTRACT

Living creatures are under the effect of the radiation emitted by the natural radiation sources in the air, soil and water and the artificial radiation sources that increase rapidly with the development of technology. Due to the developing technology and the increase in nuclear power plants, the use of weapons of mass destruction, the use of devices with high radiation, it has become compulsory to take necessary measures to protect against these harmful rays.

With the increase of the elements that threaten the life, more qualified and defensive structures with defined defenses have started to be needed. The most effective method of protecting against modern war technologies with high threat of mass destruction weapons is possible with armored structures. However, materials with high radioactivity levels should not be used in building construction.

The selection and design of the building material to be used in armor design will differ according to the type of radiation. Until today, the main building materials used as

armor material are concrete and lead. The material with the highest atomic number is lead, has a wide range of applications in radiation shielding. On the other hand, concrete is a low-cost, easily accessible, easy to work and advantageous material in terms of its structural features. Lead, as an armor material due to its radiation density, and concrete due to its low density may be insufficient. For this reason, heavy concretes with high density have begun to be used in concrete armoring method.

Advances in building technology have shown that different materials can be an alternative as an armor from CBRN threats. Concrete with barite aggregate has high radiation retention and small cross-sectional thicknesses. Textile structures formed by the use of various conductive wire and textile surface, metal fiber, chemical fiber coated fabric and other current polymer technologies against radiation threat are being developed.

Special plasterboards that can be bent, lead-free and capable of holding X-ray rays were produced. The contribution of the nanoparticle effect on the armored elements was examined in the material, and an elastomeric, plastic material which is not broken was developed that provides radiation protection.

The studies conducted can alternate lead and concrete material that are frequently used in CBRN threats or increase the performance of these materials and should be supported and take place in the literature.

Key Words: CBRN, Armoring, Building Materials, Heavy Concrete, Lead

4. DERECE GÜN İKLİM BÖLGESİNDE BULUNAN ÖRNEK BİR MİMARİNİN ISI YALITIM GERİ ÖDEME SÜRESİNİN HESAPLANMASI

CALCULATION OF THE HEAT INSULATION REFUND TIME OF A SAMPLE ARCHITECT IN THE DD4 CLIMATE REGION

Faruk YEŞİLDAL

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi
Patnos Sultan Alparslan Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
Makine Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada Erzurum ilinde bulunan örnek bir müstakil konut için ısı yalıtım projelendirmesi TS 825 kurallarına göre İzoder programı ile yapılmıştır. Erzurum il sınırlarında hali hazırda oturumda olan 2 katlı ve 144 m² taban alanına sahip müstakil bir konuta yalıtım yapılması durumunda sağlanan yıllık enerji tasarrufu hesaplanmış ve bu veriler ışığında geri ödeme süresi belirlenmiştir. 6 cm XPS yalıtım malzemesi uygulanmış olan örnek mimari için yalıtımlı ve yalıtımsız durumlar kıyaslanmış, yapılan hesaplara göre çatı yalıtımının % 14.5 seviyesinde enerji tasarrufunda çok etkin olduğu ve 2020 yılı enflasyon verileri de dikkate alındığında geri ödeme süresinin 5.35 yıl olduğu görülmüştür. Ayrıca tam yalıtımlı durum için elde edilecek maksimum enerji tasarrufu % 31.2 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Isı yalıtımı, TS 825, Geri Ödeme Süresi*

ABSTRACT

In this study, the thermal insulation project for a sample detached house in Erzurum city was carried out with the Izoder TS 825 program based. In the case of insulation for a detached house with a floor space of 144 m² and 2 floors, currently in session, in Erzurum city borders, the annual energy savings are calculated and the refund period is determined in the light of these data. Insulated and non-insulated cases were compared for the sample architecture where 6 cm XPS insulation material was applied. According to the calculations, it is seen that the roof insulation was very effective in energy saving at 14.5% and the payback period was 5.35 years considering the 2020 Turkey inflation data. In addition, the maximum energy savings to be achieved for the fully insulated condition was calculated as 31.2%.

Keywords: *Thermal Insulation, TS 825, Refund Time*

**APPLICATIONS OF THE BIOCHAR AT LESS FERTILE SOIL: A REVIEW OF
THE PRESENT STATUS AND FORTHCOMING PROSPECTS**

Uzma AYAZ

Department of Plant Breeding & Molecular Genetics
University of Poonch Rawalakot Azad Jammu & Kashmir, Pakistan

ABSTRACT

The rapid growth and degradation of soil fertility and quality of human and industrial operations. The fertility of the land to improve the sustainability and yield of the crops is a major concern for the rehabilitant. Biochar is the carbonated material generated from biomass and used to enhance soil fertility by maintaining the nutrients and possibly improving bioavailability of the nutrients. Biochar is not a straightforward, homogeneous carbohydrate material so that an appropriate biochar choice is deemed a target cultivation and soil type. This led to the reporting of numerous research evaluating different techniques of modification, such as optimizing pyrolysis procedures, blending with a number of other soil amendments, compositing with a number of other additives and activating physicochemical procedures, in order to maximize biochar efficacy. Nevertheless, it cannot be overlooked the financial importance of biochar feasibility. This review shows the current understanding and implementation with economic aspects of the holistic and practical approaches for the application of biochar to less fertile soil.

Keywords: *Biochar, Soil fertility, Status, Prospects*