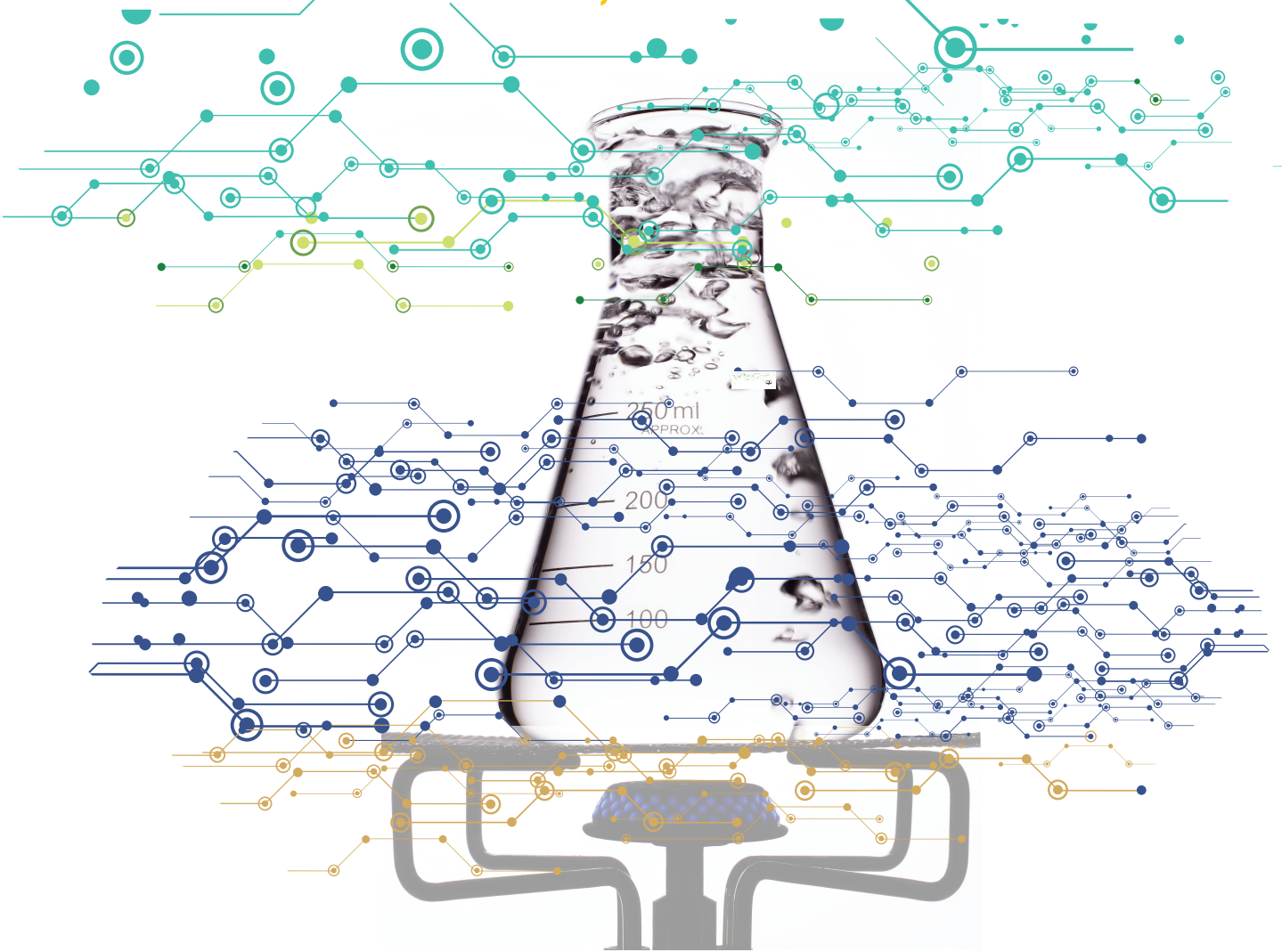




KAHRAMANMARAŞ İSTİKLAL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
KAHRAMANMARAŞ İSTİKLAL UNIVERSITY POSTGRADUATE EDUCATION INSTITUTE
KİÜ - FEN, MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ DERGİSİ
KIU - JOURNAL OF SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY



CİLT 1, SAYI 2, ARALIK 2024
VOLUME 1, ISSUE 2, DECEMBER 2024





KİÜ FEN, MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ DERGİSİ
KİÜ JOURNAL OF SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY

Cilt/Volume: 1 Sayı/Issue: 2 Aralık/December 2024

Editör Kurulu Editorial Board

Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi adına *On behalf of Kahramanmaraş İstiklal*
Yayın Sahibi *University Owner*

Prof. Dr. **Prof. Dr.**
İsmail BAKAN

Baş Editör *Editor-in-Chief*
Prof. Dr. **Prof. Dr.**
Süleyman KERLİ

Yardımcı Editör *Associate Editor*
Doç. Dr. **Assoc. Prof. Dr.**
Handan ÖZLÜ TORUN

Mizanpaj Editörleri **Layout Editors**

Dr. Öğr. Üyesi **Asst. Prof. Dr.**
Kemal KÖKSAL

Dr. Öğr. Üyesi **Asst. Prof. Dr.**
Begüm İLBAY VATAN

Öğr. Gör. **Lect.**
Hamza AYDEMİR

Dil Editörleri **Language Editors**

Asst. Prof. Dr. **Asst. Prof. Dr.**
Emrah PEKSOY

Öğr. Gör. **Lect.**
Şeyma Nur ZARARSIZ

Öğr. Gör. **Lect.**
İpek TAŞDEMİR



KIÜ FEN, MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ DERGİSİ

KIÜ JOURNAL OF SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY

Cilt/Volume: 1

Sayı/Issue: 2

Aralık/December 2024

Alan Editörleri Field Editors

Prof. Dr. Prof. Dr.
Ümit ALVER

Prof. Dr. Prof. Dr.
Barış AVAR

Prof. Dr. Prof. Dr.
Berre KÜMÜK

Doç. Dr. Assoc. Prof. Dr.
Yusuf KAVUN

Doç. Dr. Assoc. Prof. Dr.
Ahmet Hayrullah SEVİNÇ

Doç. Dr. Assoc. Prof. Dr.
Kerim MARTİN

Doç. Dr. Assoc. Prof. Dr.
Meryem GEÇİMLİ

Doç. Dr. Assoc. Prof. Dr.
Tuğbe LEVENT KASAP

Doç. Dr. Assoc. Prof. Dr.
Mustafa ÇEŞME

Dr. Öğr. Üyesi Asst. Prof. Dr.
Yaşar Doğan DALDAL

Dr. Öğr. Üyesi Asst. Prof. Dr.
Harika Eylül ESMER DURUEL

Dr. Öğr. Üyesi Asst. Prof. Dr.
Hakan YAYKAŞLI

Dr. Öğr. Üyesi Asst. Prof. Dr.
Başak ZENGİN

Dr. Öğr. Üyesi Asst. Prof. Dr.
Mustafa EKEN

Dr. Öğr. Üyesi Asst. Prof. Dr.
İbrahim ÇELİK

Danışma Kurulu Advisory Board

Prof. Dr. Prof. Dr.
Leon JOLOLIAN
University of Alabama, USA

Prof. Dr. Prof. Dr.
Chryssy POTSIOU
National Technical University of Athens, Greece

Prof. Dr. Prof. Dr.
Ruşen YAMAÇLI
Eskişehir Teknik Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Prof. Dr.
Esra ÖZTÜRK
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Assoc. Prof. Dr.
Farzollah MIRZAPOUR
University of Zanjan, Iran

Doç. Dr. Assoc. Prof. Dr.
Muhammed Yasin DURGUN
Bartın Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Assoc. Prof. Dr.
Fatma Kılıç DOKAN
Kayseri Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Assoc. Prof. Dr.
Tuğbe LEVENT KASAP
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Assoc. Prof. Dr.
Mehmet Fatih KAYA
Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Dr. Dr.
Andrew PINKERTON
Lancaster University, England



KİÜ FEN, MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ DERGİSİ
KİÜ JOURNAL OF SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY

Cilt/Volume: 1

Sayı/Issue: 2

Aralık/December 2024

Sayı Hakemleri Issue Reviewers List

Ahmet Hayrullah SEVİNÇ

Başak ZENGİN

Hakan YAYKAŞLI

Handan ÖZLÜ TORUN

Himmet Erdi TANÜRÜN

Kerim MARTİN

Meryem GEÇİMLİ

Mustafa EKEN

Ozan PEKER

Süleyman KERLİ

Yazışma Adresi Correspondence Address

Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi Kahramanmaraş İstiklal University Rectorate,
Rektörlüğü, Menderes Mah. Cumhuriyet Menderes Neighborhood. Cumhuriyet
Bulvarı 46036. Sokak No:7 46100 Boulevard 46036. Sokak No:7 46100
Dulkadiroğlu/KAHRAMANMARAŞ Dulkadiroğlu/KAHRAMANMARAŞ

E-Posta E-Mail

kiufemte@istiklal.edu.tr

İnternet Sayfası Web Page

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



İçindekiler/Table of Contents

Araştırma Makalesi

Kompozit Ahşap Malzemelerin Çeşitli Avantajları Dayanıklılık Estetik ve Çevre Dostu Özellikleri 1

Ayşe ARICI, Rahman TAYYAR, Pınar USTA, Mensur NUREDDİN

Araştırma Makalesi

Geçici Deprem Konutlarında Yapısal Kuruluş Özelliklerine Göre Isıl Performansın Değerlendirilmesi 10

Begüm Sude KURT, Caner GÖÇER

Araştırma Makalesi

Yapı Malzemelerinin Seçimi ve Tasarım Sürecindeki Rolü 32

Ayşe ARICI

Araştırma Makalesi

Çıkmalı yapıların sismik hasarları üzerine: 2023 Kahramanmaraş Depremleri Sonrası Notlar 43

Elif Belkıs ÖKSÜZ UNCU

Araştırma Makalesi

Kahramanmaraş İlinde Kurulu Monokristal Fotovoltaik(Pv) Tesislerin Karşılaştırmalı Enerji Üretim İncelemesi 53

Ayşe KIRKGEÇİT



Kompozit Ahşap Malzemelerin Çeşitli Avantajları Dayanıklılık Estetik Ve Çevre Dostu Özellikleri

Ayşe ARICI^{1*}, RahmanTAYYAR², Pınar USTA³, Mensur NUREDİN⁴

Öz

Doğal ahşabın geleneksel çekiciliğiyle modern teknolojinin buluşması, kompozit ahşap malzemelerin yükselen popülaritesine yol açmaktadır. Bu makalede, kompozit ahşap malzemelerin özellikleri ve sağladığı katma değerler incelenecektir. Bu malzemeler, doğal ahşabın estetik güzelliğiyle modern teknolojinin dayanıklılık ve uzun ömür avantajlarını birleştirir. Dayanıklı yapısı, suya ve çürümeye karşı direnci, ayrışmaya karşı dayanıklılığı ve bakım gerektirmeyen yapısı sayesinde geleneksel ahşaba kıyasla çeşitli avantajlar sunar. Makale, mimari ve inşaat sektörünün kompozit ahşap malzemelerin kullanımına odaklanarak, bu malzemelerin sağladığı katma değeri ve gelecekteki potansiyelini de değerlendirecektir. Bu malzemelerin endüstriyel ve mimari alanlarda kullanımını, gelecekteki inovasyonlar için heyecan verici bir potansiyel sunmaktadır. Bu makalenin amacı, doğal ahşabın estetik ve geleneksel niteliklerini modern teknoloji ile birleştiren kompozit ahşap malzemelerinin özelliklerini, avantajlarını ve sektörlerle sağladığı katma değeri detaylı bir şekilde incelemektir. Bu malzemelerin sunduğu dayanıklılık, suya ve çürümeye karşı direnç, ayrışmaya karşı dayanıklılık gibi özelliklerine odaklanarak, geleneksel ahşapla karşılaştırıldığında sahip oldukları üstünlükleri vurgulamayı hedeflemektedir. Ayrıca, bu makale kompozit ahşap malzemelerin çevre dostu yapısını öne çıkararak, geri dönüştürülmüş malzemelerle üretilmelerinin çevresel etkilerini azalttığına vurgu yapacaktır. Bununla birlikte, bu malzemelerin mimari, inşaat ve mobilya endüstrisi gibi farklı sektörlerdeki kullanım potansiyelini ve bu sektörlerdeki gelecekteki etkilerini de değerlendirecektir. Bu makale, kompozit ahşap malzemelerin teknik özelliklerini, estetik çekiciliğini ve sürdürülebilirlik gibi önemli unsurları ele alarak, bu yenilikçi malzemenin gelecekteki kullanımını ve endüstriyel dönüşümdeki rolünü aydınlatmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ahşap kompozit malzeme, Sürdürülebilir yapı malzemesi, Ahşap kompozitin avantajları, Ahşabın tasarım avantajları, Ahşap kompozitin dayanıklılığı.

Various Advantages of Composite Wood Materials, Durability, Aesthetic and Environmentally Friendly Properties

Abstract

Combining modern technology with the traditional appeal of natural wood has led to the rising popularity of composite wood materials. In this article, the properties of composite wood materials and the added values they provide will be examined. These materials combine the aesthetic beauty of natural wood with the durability and longevity advantages of modern technology. It offers various advantages compared to traditional wood thanks to its durable structure, water and decay resistance, decomposition resistance, and maintenance-free structure. The article will focus on using composite wood materials in the architecture and construction industry and evaluate the added value and future potential of these materials. Using these materials in industrial and architectural fields offers exciting potential for future innovations. The aim of this article is to examine in detail the features, advantages, and added value of composite wood materials that combine the aesthetic and traditional qualities of natural wood with modern technology. It aims to emphasize the advantages of these materials compared to traditional wood by focusing on the properties offered by these materials, such as durability, resistance to water and decay, and resistance to decomposition. Additionally, this article will highlight the environmentally friendly nature of composite wood materials and emphasize that their production with recycled materials reduces their environmental impact. However, it will also evaluate the potential for use of these materials in different sectors such as architecture, construction, and the furniture industry and their future impact on these sectors. This article aims to illuminate the future use of this innovative material and its role in industrial transformation by addressing

¹International Vision University, Faculty of Architecture Engineering, Gostivar, North Makedonia, aysearici.iut@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8449-6052>

²International Vision University, Faculty of Architecture Engineering, Gostivar, North Makedonia, rahmantayyar@icloud.com, <https://orcid.org/0009-0006-2810-1702>

³Isparta University of Applied Sciences, Technology Faculty Civil Engineering Department, Isparta, Turkey, pinarusta@isparta.edu.mk, <https://orcid.org/0000-0001-9809-3855>

⁴International Vision University, Faculty of Architecture Engineering, Gostivar, North Makedonia, mensur@vizyon.edu.mk, <https://orcid.org/0000-0002-0216-2201>

the technical properties of composite wood materials, their aesthetic appeal, and important elements such as sustainability.

Keywords: Wood composite material, Sustainable building material, Advantages of wood composite, Design advantages of wood, Durability of wood composite.

1. Giriş

Günümüzde, doğal malzemelerin sıcaklığını ve estetik çekiciliğini modern teknolojiyle birleştirme arayışı, kompozit ahşap malzemelerin artan ilgi görmesine sebep olmaktadır. Özellikle mimari ve inşaat sektörlerinde, kompozit ahşap malzemelere olan talep giderek yükselmekte ve bu, geleneksel ahşabın doğal güzelliğini muhafaza ederken, modern teknolojinin dayanıklılık ve uzun ömürlü avantajlarını da beraberinde getirmektedir.

Bu yazıda, kompozit ahşap malzemelerin özellikleri, sunduğu avantajlar ve sektörler kattığı değerler detaylı bir şekilde ele alınacaktır. Kompozit ahşap malzemeler, dayanıklı yapısıyla suya ve çürümeye karşı direnç gösterirken, aynı zamanda geleneksel ahşaba kıyasla ayırmaya karşı direnci ve bakım gerektirmeyen özellikleriyle bir dizi avantaj sunmaktadır.

Gelecekteki gelişmeler, ahşabın kullanımını daha sürdürülebilir, dayanıklı ve çok yönlü hale getirme amacı taşır. Bu ilerlemeler, ahşabın kullanım alanlarını genişleterek, daha sürdürülebilir ve çeşitli uygulamalara uygun hale getirebilir. Ahşap malzemeler, gelecekte çevre dostu ve inovatif malzeme çözümlerinde önemli bir role sahip olmaya devam edebilir. Ahşap esaslı kompozit ürünler, genellikle ahşap parçacıkları ve liflerin üretilen reçine, fenol-formaldehit reçine, melamin-formaldehit reçine veya poliüretan reçineler gibi çeşitli yapıştırıcılarla birleştirilmesiyle üretilirler. Bu ürünlerin kalitesi, kullanılan hammadde ve yapıştırıcıların nitelikleri, mekanik dayanıklılık, suya karşı direnç, boyutsal istikrar, yüzey kalitesi ve işlenebilirlik gibi temel özelliklerini belirlemede kritik bir rol oynar. Ahşap esaslı kompozit malzemelerin üretiminde kullanılan hammadde ve yapıştırıcıların kalitesi, son ürünlerin özelliklerini büyük ölçüde etkiler. Bu malzemelerin mekanik dayanıklılığı, yapısal sağlamlığı ve uzun ömürlülüğü, kullanılan ahşap parçacıklarının kalitesi ve yapıştırıcıların performansı ile doğrudan ilişkilidir. Ayrıca, suya karşı dayanıklılık da bu kompozit malzemelerin önemli bir özelliğidir. Yapıştırıcıların ve kullanılan ahşap liflerin kalitesi, ürünlerin suya maruz kaldıklarında nasıl davrandığını ve suya karşı direncini belirler. Bu özellik, ürünlerin dış mekanlarda veya nemli ortamlarda kullanılabilirliğini belirler. Boyutsal stabilite, ahşap esaslı kompozit ürünlerin çeşitli sıcaklık ve nem koşullarında boyutlarının değişmesini ne kadar az olduğunu belirtir. Kaliteli hammadde ve yapıştırıcılar, ürünlerin boyutsal stabilitesini artırarak çarpılma veya şekil değiştirme gibi sorunların önüne geçebilir. Yüzey kalitesi ve işlenebilirlik, bu malzemelerin estetik görünümü ve kullanım kolaylığı

açısından önemlidir. Kaliteli ürünler, düzgün ve pürüzsüz bir yüzey sunarak işlenmeleri ve uygulanmaları kolaylaştırır (Bucur, 2011)

Kompozit malzemeler, mobilya endüstrisinden inşaat sektörüne, iç mekanlardan dış mekanlara kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu materyallerin çeşitli özellikleri, hammaddelerin fiziksel dönüşümleri, levha yoğunluğu, kullanılan tutkalların türü ve miktarı, suya ve yangına karşı dirençlerinin artırılması, ayrıca çeşitli çevresel etkilere karşı dirençlerinin artırılması için eklenen maddelerle geliştirilebilir. Bugün bazı kompozit malzemeler, bir araya getirilerek "Engineered Wood Products (EWP)" olarak adlandırılmaktadır. Örneğin kontrplak, çeşitli yapı levhaları, lamine edilmiş ahşap malzemeler, yongalevha, MDF gibi kompozitler, günümüzde "engineered wood products" kategorisinde yer almaktadır. Kompozit malzemeler, farklı sektörlerde kullanılan, özgün özelliklere sahip ürünlerdir. Bu malzemelerin özellikleri, hammaddelerin fiziksel değişikliklerine, levha yoğunluğuna, kullanılan yapıştırıcı türüne ve miktarına, aynı zamanda su ve yangına karşı dirençlerinin yanı sıra çeşitli çevresel etkilere karşı dirençlerinin artırılması için eklenen maddelere bağlı olarak geliştirilebilir. "Engineered Wood Products (EWP)" terimi, günümüzde kontrplak, farklı yapı levhaları, lamine edilmiş ahşap malzemeler, yongalevha ve MDF gibi çeşitli kompozit malzemeleri kapsayan bir kategorizasyon şeklidir. Bu malzemeler, özel olarak üretildikleri ve çeşitli özelliklere sahip oldukları için bu sınıflandırmaya dahil edilmişlerdir. Bu malzemelerin çeşitli endüstrilerde kullanımı, mükemmel dayanıklılıkları ve özgün özellikleri sayesinde geniş bir alana yayılmıştır. Bu durum, yapılan araştırmalar ve gelişen teknolojilerle birlikte kompozit malzemelerin daha da çeşitlenerek ve geliştirilerek kullanım alanlarının genişlemesine yol açmaktadır. Bu ürünler, dayanıklılık, çevresel etkilere karşı direnç ve özgün tasarım olanakları gibi avantajlarıyla dikkat çekmektedir (Maloney, 1996; Altuntaş, 2008).

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, kompozit ahşap malzemelerin özellikleri, avantajları ve çeşitli kullanım alanları hakkında bilgi edinmek için çeşitli akademik kaynaklar ve internet dökümanları taranmıştır. Bu kaynaklar arasında akademik makaleler, tezler, dergi yayınları ve sektörel raporlar yer almaktadır. Ayrıca, gerçek hayattaki projelerde kompozit ahşap malzemelerin kullanımını gösteren örnek yapılar incelenmiş ve bu yapılar belirli özellikleriyle birlikte analiz edilmiştir.

Kompozit ahşap malzemelerin özellikleri, avantajları ve çevre dostu yapısı hakkında güncel bilgilere ulaşmak için çeşitli akademik kaynaklar taranmıştır. Bu kapsamda, teknik özellikler, dayanıklılık, estetik ve çevresel etkiler üzerine yoğunlaşmıştır. Farklı ülkelerdeki

yapılar incelenerek, Vihantasalmi köprüsü (Vihantasalmi/Finlandiya), Lokaal Kafe-Bar (Rotterdam/Hollanda), Pilke Evi, (Rovaniemi/Finlandiya), Ushimado Kafe (Okayama, Japonya) gibi örnek yapılar üzerinde odaklanılmıştır. Bu yapılar, kompozit ahşap malzemelerin kullanımını sergileyen örnekler olarak seçilmiştir. İncelenen örnek yapılar, kompozit ahşap malzemelerin farklı sektörlerdeki kullanım potansiyelini göstermek amacıyla karşılaştırmalı bir analize tabi tutulmuştur. Dayanıklılık, estetik, çevresel etkiler ve endüstriyel kullanım gibi kriterler üzerinde analizler yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Vihantasalmi Köprüsü, Vihantasalmi/Finlandiya

1999 yılında Finlandiya'da inşa edilen Vihantasalmi Köprüsü, 168 metrelik açıklığıyla öne çıkar (Şekil 1). Bu köprü, 11 metre genişliğinde bir taşıt yoluna ve 3 metre genişliğinde bir yaya yoluna sahiptir. Tasarımında ahşap kompozit sistem kullanılmıştır, bu da köprünün yapısında ahşabın önemli bir rol oynadığı anlamına gelir (Halıcıoğlu & Yürekli, 2016).

Ahşap kompozit malzemeler, köprü inşaatında tercih edilen ve dayanıklılık ile hafiflik avantajları sunan materyallerdir. Bu malzemeler, geleneksel köprü tasarımlarına kıyasla daha çevre dostu bir seçenek sunar. Ahşap kompozit malzemelerin tercih edilmesi, köprü inşaatlarında karbon ayak izini azaltma hedefine yönelik önemli bir adımdır. Bu tercih, çevre dostu bir ulaşım altyapısının oluşturulmasına katkıda bulunurken aynı zamanda evrensel sürdürülebilirlik ilkesiyle mühendislik yeniliklerini birleştiren bir örnek sunar.



Şekil 1. Mikko Junninen, Vihantasalmi köprüsü.

3.2. Pilke Evi, Rovaniemi/Finlandiya

Pilke Evi, Finlandiya'nın Rovaniemi kentinde yer alan bir ofis binası ve bilim merkezidir (Şekil 2). 2011'de tamamlanan bu yapı, çevreye az etki bırakan ve sürdürülebilir ahşap kompozit ürünlerin tasarımında kullanılmasıyla öne çıkmaktadır. Bu bina, Rovaniemi'de bulunan bir ofis kompleksi ve bilim merkezi olarak hizmet vermektedir. İnşa edilirken, özellikle çevresel etkileri en aza indirmeye yönelik düşük karbon ayak izi hedeflenmiş ve sürdürülebilir malzemeler tercih edilmiştir. Tasarım sürecinde, özellikle ahşap kompozit ürünlerin kullanılmasıyla dikkat çekiyor. Pilke Evi'nin öne çıkan özelliklerinden biri, ahşap kompozit ürünlerin sürdürülebilirlik ve dayanıklılık sağlama amacıyla mimari ve yapısal unsurlarda tercih edilmesidir. Böylece, çevre dostu malzemelerin kullanımıyla modern bir tasarım ve işlevsellik bir arada sunulmuştur. Bu proje, sadece işlevsellik açısından değil, aynı zamanda çevreci ve sürdürülebilirlik odaklı yaklaşımıyla da dikkat çekmektedir. Sürdürülebilir malzemelerin tercih edilmesi, Pilke Evi'nin çevresel etkisini azaltarak modern bir yapıyı çevreyle uyumlu hale getirmiştir (Wikipedia, 2022). Pilke'nin ahşap mimarisi, ahşabın hem yapısal hem de görsel olarak çeşitli şekillerde kullanımını vurgulamaktadır. Binanın dış duvarları, kaplama olarak ahşap elemanlardan oluşturulmuştur. İç mekanlarda ise büyük ölçüde ahşap kullanılarak yüzeyler ahşap detaylarla zenginleştirilmiştir. Sergi odasının zemini, estetik bir katkı sağlamak üzere ahşap bloklardan oluşturulmuştur. Pilke binası, ahşabın farklı formlarıyla yapılmış bir dış cepheye sahiptir. İç mekanlarda da, ahşabın sıcak ve doğal görünümü vurgulanarak büyük oranda ahşap detaylar kullanılmıştır. Özellikle sergi odası zemini, ahşabın estetik ve görsel katkısını vurgulayan, özel olarak tasarlanmış ahşap bloklardan oluşmaktadır. Ahşabın bu geniş kullanımı, Pilke binasını sadece bir yapı değil, aynı zamanda estetik bir eser haline getirmektedir. Ahşabın doğal güzelliği ve çok yönlü kullanımı, binanın iç ve dış mekanlarında görsel bir zenginlik ve sıcaklık katmaktadır. Bu yapı, ahşabın yapısal ve estetik potansiyelini vurgulayarak sergi odası gibi özel alanlara da katkı sağlamaktadır.



Şekil 2. Jussi Tiainen, Pilke evi.

3.3. Lokaal Kafe-Bar, Rotterdam/Hollanda

Lokaal Kafe'nin iç mekânında, duvar yüzeyinde kare şeklinde kaplama tabakalı kereste malzeme kullanılmıştır (Şekil 3). Bu kereste malzemesi, duvarın dokusunu oluşturmak için farklı lif yönlendirmeleri ve zıt yerleştirmelerle yapılmıştır. Ayrıca, masalarda kullanılan dokuya uygun tonlarda kereste malzemesi seçilmiştir. Bu tercih, iç mekânda sıcak bir atmosfer yaratılmasına özellikle duvar yüzeyindeki ahşap dokusuyla katkı sağlamaktadır. İç mekânda kullanılan duvar kaplama ürününün seçimi, mekânda yapılacak eylemlerin belirlenmesine dayalıdır. Hangi faaliyetlerin gerçekleşeceği öncelikle belirlendikten sonra, duvar kaplama malzemesinin özellikleri buna göre seçilir. Bu seçim süreci, iç duvar kaplama ürününün türü, uygulanma şekli, yüzey özellikleri, üretim biçimi gibi faktörlere dayanır.

İç duvar kaplama ürünleri, iç mekânın tüm fiziksel özelliklerini (ısı, nem, ses vb.) olumlu yönde etkilemelidir. Bu malzemeler, iç mekânın konforunu artırmak için seçilirken, aynı zamanda estetik ve fonksiyonel gerekliliklere de uygun olmalıdır. Bu bağlamda, duvar kaplama malzemeleri seçilirken iç mekânın atmosferini ve kullanıcı deneyimini iyileştirmeye yönelik özellikler göz önünde bulundurulur (Ergenç, 2007).



Şekil 3. Mathilde Karrer, Lokaal kafe-bar.

3.4. Ushimado Kafe, Okayama, Japonya

İç mekanlarda, duvar yüzeylerinde kullanılan MDF, yonga levha, kontraplak, yönlendirilmiş yonga levha gibi ahşap kompozit malzemeler, sadece duvarlarda değil aynı zamanda tavanlarda da yaygın bir biçimde tercih edilmektedir. Bu malzemeler, çeşitli ahşap dokularıyla lamine edilerek tavan yüzeylerine estetik ve dayanıklılık kazandırmak adına kullanılmaktadır.

Tavanlarda renk, desen ve dokuların farklı kombinasyonları elde edilebilir. Örneğin, MDF, sağladığı yoğun yapısı sayesinde düzgün bir yüzey sunarken, yonga levha içerdiği doğal

ahşap liflerle doğal bir görünüm oluşturur. Yönlendirilmiş yonga levha ise yüksek mukavemetiyle öne çıkar. Ahşap kompozit malzemelerin tavanlarda kullanımı, iç mekanlara sıcak ve doğal bir atmosfer katmakta etkili olabilir. Bu malzemelerin lamine edilmesi, özel tasarım ve estetik tercihlerle uyum sağlayarak mekânın karakterini güçlendirebilir. Bu kullanım biçimi, iç mekânın genel görünümüne zenginlik katarken, estetik ve dayanıklılık açısından da çeşitli seçenekler sunar.



Şekil 4. Masafumi Harada, Ushimado kafe.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Ahşap-beton kompozit sistemler, modern mühendislik projelerinde çeşitli yapı türlerinde tercih edilen bir inşaat yöntemi haline gelmiştir. 2012 yılında yapılan köprüde 4 metre genişliğinde ve 24 metre açıklıkta olan ahşap-beton kompozit köprü, dayanıklılığı ve yapısal sağlamlığı ile dikkat çekerken, 1999 yılında Finlandiya'da inşa edilen Vihantasalmi Köprüsü'nde ise 168 metre açıklıkta, 11 metre eninde taşıt yolu ve 3 metre yaya yoluna sahip olan bir ahşap kompozit sistem uygulanmıştır. Bu sistemler hem dayanıklılık hem de estetik açıdan çeşitli avantajlar sunmaktadır.

Aynı zamanda, New Orleans'ta bulunan Modül Evler, 2005 yılında yaşanan Katrina Kasırgası'nın ardından geliştirilmiş ve doğal felaketslere dayanıklı olma özelliğiyle dikkat çekmiştir. Bu evler, ahşap-beton kompozit sistemleri kullanarak inşa edilmiş olup, modüler yapı sistemleri sayesinde hızlı montaj ve genişletilebilirlik gibi avantajlar sunmaktadır.

Ahşap-beton kompozit sistemleri, yapıların dayanıklılığını artırırken, aynı zamanda çevreye duyarlılık ve sürdürülebilirlik sağlamaktadır. Bu sistemler, ahşabın doğal yapısından gelen esneklik ve hafiflik ile betonun dayanıklılık özelliklerinin birleşimiyle mükemmel bir denge oluşturur. Ayrıca, prefabrike üretim süreçleri ve modüler yapı sistemleri, inşaat sürecini hızlandırırken, ihtiyaç halinde yapıların kolayca değiştirilebilmesine imkân tanır.

Sonuç olarak, ahşap-beton kompozit sistemleri, köprülerden modüler evlere kadar geniş bir kullanım alanına sahip çok yönlü ve dayanıklı yapı sistemleri olarak öne çıkmaktadır. Bu sistemler, modern mühendislik projelerinde tercih edilen yapı teknolojileri arasında yer almakta ve gelecekte inşaat sektöründe daha fazla kullanım potansiyeline sahip olabilir.

Teşekkür

Makalede emekleri geçen Rahman TAYYAR, Pınar USTA ve Mensur NUREDİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Yazarların Katkısı

1. Yazar: %65
2. Yazar: %15
3. Yazar: %15
4. Yazar: %5

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bilimsel dergide yayımlanmak üzere hazırlanan “Various Advantages of Composite Wood Materials, Durability, Aesthetic and Environmentally Friendly Properties” başlıklı bilimsel çalışma, şüphecilikten uzak bilimsel kıstaslar esas alınarak, araştırma ve yayın etiği ilkeleri riayet edilerek hazırlanmıştır.

Kaynaklar

Arici, A. (2023). Creating Fast and Safe Structural Designs and Quarantine Structures During an Epidemic. *Vision International Scientific Journal*, 8(1), 75-82.

<https://doi.org/10.55843/ivisum2381075a>

Arici, A. (2023). Environmentally Friendly Construction Sites: Sustainability and Green Practices. *Vision International Scientific Journal*, 8(2), 67-80. <https://doi.org/10.55843/ivisum2382067a>

Arici, A., Usta, P., & Kepenek, E. (2017). Recommendations To Enhance Life Quality With Sustainable Planning In Rural Areas. *ICSD International Conference on Sustainable Development*, 19-23 April 2017, Sarejevo, 250-253.

Bucur, V. (2011). *Delamination in Wood, Wood Products and Wood-Based Composites*. (1. Baskı). Australia: Springer, 307-308.

Halıcıoğlu, F. H., & Yürekli, B. (2016). Dokuz Eylül University. A review on the use of wood-concrete composite decks in buildings and bridges.

Maloney, T. M. (1996). The family of wood composite materials. *Forest products journal*, 46(2), 18.

Altuntaş, E. (2008). Boron Polymer-Wood Composites [Master's thesis, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Institute of Science and Technology]. Kahramanmaraş.

Ergenç, S. (2007). Product Selection in Interior Wall Coverings [Master's thesis, Yıldız Technical University, Institute of Science and Technology]. Istanbul.

Mathilde Karrer. Lokaal Cafe-Bar. (2007). Yatzer. Accessed 2007
https://www.yatzer.com/sites/default/files/media/slideshow/p2_lokaal_yatzer.jpg

Jussi Tiainen. pilke building (2020). Puuinfo. Accessed 10 November 2020. https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Pilke_-Tiainen_MH18.jpg

Mikko Junninen. Vihantasalmi bridge. (2020). Puuinfo. Accessed 6 November 2020. https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Vihantasalmen_silta04.jpg

Masafumi Harada. Ushimado Cafe. (2013). Dezeen. Accessed April 2013. https://static.dezeen.com/uploads/2013/11/Cafeteria-in-Ushimado-by-Niji-Architects_dezeen_16.jpg



Afet Sonrasında Kullanılacak Geçici Barınma Birimlerinde Yapısal Kuruluş Özelliklerine Göre Isıl Performansın Değerlendirilmesi

Begüm Sude KURT ^{1*}, Caner GÖÇER ²

Öz

Büyük depremler sonrasında acil barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla dünya ölçeğinde plan biçimi, malzeme ve yapı-yapım sistemi bakımından bugüne kadar birçok geçici barınma birimi üretilmekte ve kullanılmaktadır. Mevcut uygulamalarda yapısal kuruluş, malzeme seçimi ve yanlış detay tasarımına bağlı olarak soğutma ve ısıtma yüklerinde artışların olacağı öngörülmektedir. Bu çalışmada, dünya ölçeğinde sıkça uygulanan geçici deprem konutlarının yapısal ve malzeme özellikleri ile yanlış detay tasarımı kaynaklı ısı köprülerinin ısı performansları bilgisayar programı aracılığıyla hesaplanmış; ısıtma ve soğutma yüklerine ilişkin hesap verileri karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Metal çerçeve konstrüksiyonlu ünitelerde oluşan ısı köprülerine bağlı olarak artan enerji tüketimi değerleri bu noktalarda önlemlerin alınması gerektiğine işaret etmektedir. Isı yalıtımlı ünitelerde ısıtma enerjisi tüketimi %79,56, soğutma enerjisi tüketimi %44,79 oranında azalmaktadır. Farklı malzeme ve yapısal kuruluşa sahip geçici barınma birimlerinde yanlış detay tasarımı kaynaklı ısı köprülerine bağlı ısıtma enerjisi tüketimi %18.18 - %41.05 arasında artmaktadır. Büyük depremler sonrasında kullanılacak geçici barınma birimi söz konusu olduğunda büyük miktardaki enerji talebi gerek ülke bütçesi gerekse enerji kaynaklarının etkin kullanımı bakımından olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Geçici barınma birimi, Isıl performans, Isı köprüsü, Enerji etkin yapı tasarımı, Acil barınma, Kullanıcı konforu.

Evaluation of Thermal Performance of Post-Disaster Temporary Shelter Units According to Their Constructional Features

Abstract

In order to meet the need for emergency shelter after major earthquakes, many temporary shelter units have been produced and used worldwide in terms of plan form, material and building-construction system. In current applications, it is predicted that there will be increases in cooling and heating loads due to structural organization, material selection and incorrect detail design. In this study, the thermal performances of temporary earthquake shelters, which are frequently applied worldwide, due to their structural and material properties and thermal bridges caused by incorrect detail design, are calculated by means of a computer program and the calculation data related to heating and cooling loads are evaluated comparatively. Increased energy consumption values due to thermal bridges in metal frame construction units indicate that measures should be taken at these points. In units with thermal insulation, heating energy consumption decreases by 79.56% and cooling energy consumption decreases by 44.79%. In temporary shelter units with different materials and structural organization, heating energy consumption increases between 18.18% and 41.05% due to thermal bridges caused by incorrect detail design. When it comes to temporary shelter units to be used after major earthquakes, the large amount of energy demand has negative consequences both in terms of the country's budget and the effective use of energy resources.

Keywords: Post-disaster temporary shelter units, Thermal performance, Thermal bridge, Energy efficient building design, Emergency shelter, User comfort.

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı, İstanbul, Türkiye, kurt23@itu.edu.tr, b.sudekurt@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-2048-2734>

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye, gocercan@itu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-67674235>

1. Giriş

Türkiye, coğrafi konumu ve sahip olduğu jeolojik, meteorolojik, topoğrafik yapısına bağlı olarak aktif deprem kuşağının üzerinde yer almaktadır. Buna bağlı olarak belirli aralıklarla ülkede büyük depremler meydana gelmektedir. Depremlere ek olarak nüfusun çoğu heyelan, sel/su baskını, kaya düşmesi ve çığ gibi hem jeolojik hem de iklimsel afetlerin meydana geldiği bölgede yaşamaktadır. Türkiye’de 1950’li yıllardan bugüne kadar en fazla afetzedede sayısı depremler sonucunda meydana gelmiştir. Buna bağlı olarak en fazla barınma gereksinimi depremler sonucunda ortaya çıkmıştır (AFAD, 2018). 1800’lü yıllardan bu yana Türkiye'nin farklı bölgelerinde Richter ölçeğinde 6,0 ile 7,2 arasında değişen çok sayıda deprem kaydedilmiştir. Bu depremlerde 100.000'den fazla insan hayatını kaybetmiş, çok sayıda kişi yaralanmış, çok sayıda bina yıkılıp hasar görmüştür (Atmaca,2017).

Büyük depremlerin sonucunda oluşan acil barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla çok sayıda geçici barınma birimlerinin temin edilmesi gerekmektedir. Türkiye’de meydana gelen büyük depremler sonrasında acil barınma ihtiyacına bağlı olarak geçici barınma birimlerinin kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Afet sonrası barınakların doluluk süresine göre konutlar iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Birincisi hasarlı bölgedeki acil barınma talebinin hızlı bir şekilde karşılanmasına yönelik “geçici konut” veya “geçici barınma birimi” olarak adlandırılan türdür. Diğeri "kalıcı konut" olarak adlandırılan uzun süreli yerleşim için inşa edilen barınma türüdür (Turan ve Cengizkan, 1983). İki barınma türü tasarım özellikleri bakımından farklılıklar göstermektedir. Örneğin “kalıcı konut” normal şartlarda sıradan konutlara yakın özellikler taşırken “acil barınma” hafif gövde yapısı ve sökülüp takılabilen hızlı kurulum gibi özelliklere sahiptir (Dikmen, 2005). Geçici barınma alanları, afet sonrası oluşan kaotik sürecin atlatılması sonrasında afetzedelerin geçici bir süre de olsa doğal koşullardan korunarak sağlıklı bir iç ortam konfor koşullarında barınabilmeleri için önceden planlanmış alanlardır (Maral, 2016). Geçici barınma birimleri, afetin etkilerinin giderilmesinde insanlara yaşanabilir bir çevre sağlanması açısından önemli bir rol oynamaktadır (Atmaca, A., Atmaca, N. 2016). Geçici barınma birimleri, kalıcı konutlar tamamlanana kadar barınma ihtiyacını karşılamamanın yanı sıra depremedelerin çevresel ve sosyal yaşamlarını da sürdürmelidir (Eren, 2012). Acil barınma ihtiyacının karşılanması amacıyla dünya genelinde çeşitli malzeme ve yapı özelliklerine sahip geçici barınma birimleri tasarlanmıştır. Geçici barınma birimleri hafif, nakliye edilebilir özellikte olup kalıcı konutların kullanımına kadar hizmet verecek modüllerden oluşmaktadır (Arslan, 2007).

Enerji etkin yapı tasarımının önemi günümüzde giderek artan enerji tüketimi ve kaynaklarının hızla tükenmesi bağlamında artmaktadır. Bu durum, sürdürülebilir bir gelecek için enerji verimliliği konusundaki çalışmaların önemini gündeme getirmektedir. Özellikle yapı sektöründe enerji etkin tasarımın benimsenmesi, enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamakla kalmayıp aynı zamanda çevresel etkileri minimize ederek sürdürülebilir bir yaşam alanı oluşturma amacına hizmet etmektedir. İnsanoğlu için ev tanımı; fiziksel, zihinsel veya termal konfor kapsamında her türlü konforu barındıran mekândır. Deprem riski taşıyan Türkiye'de her büyük deprem sonrasında inşa edilen geçici barınma birimleri, yapım ve kullanım aşamasında önemli sorunları da beraberinde getirmiştir (Eren, 2012). Barınma birimlerinde kullanıcılar için iç ortam konfor koşullarının yeterli derecede sağlanamaması ve yapısal kuruluş ile malzeme özelliklerine bağlı oluşan ısı kayıpları önemli sorunların başında gelmektedir (Arslan ve Coşgun, 2008). Sıcaklık, kullanıcıların termal konforu için en önemli faktördür ve birçok iklim faktörü ve evlerin yerleşim planı da önemli rol oynamaktadır (Boduch ve Fincher, 2009). Ancak geçici deprem konutlarındaki yapısal kuruluş ve malzeme seçimi konusundaki yanlış ve eksik uygulamalar, mevcut geçici barınma birimlerinde iç ortam konforu ve enerji etkin tasarım açısından sorunlara neden olmaktadır. Geçici barınma birimlerinin malzeme, yapısal kuruluş ve detay tasarımı kaynaklı ısı köprülerine bağlı ısı performansının değerlendirilmesine yönelik birim bazında ve genel uygulamaların karşılaştırılmasına yönelik bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, öncelikle dünya genelinde sıklıkla kullanılan farklı malzeme ve yapısal özelliklere sahip geçici barınma birimlerinin malzeme ve konstrüktif yapısı incelenmiştir. Isı yalıtımının olup olmaması, ısı yalıtımını kesintiye uğratan ısı köprülerine bağlı gerçekleştirilen analizlerin sonucunda her farklı ünite için ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanmış, hesap verileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmaya ait değerlendirme verilerinin mevcut ve gelecekte inşa edilecek geçici barınma birimlerinin iç ortam konfor koşullarının artırılması ve enerji etkin yapı tasarımının gerçekleştirilmesine yönelik katkılar sağlaması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, geçici deprem barınma birimlerinde yapısal kuruluş ve malzeme özelliklerine göre ısı performansın değerlendirilmesi amaçlamaktadır. Değerlendirme dünya genelinde uygulanmış örnekler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle, geçici barınma birimlerinin ısı kayıp ve kazançlarının mevcut uygulamalarda nasıl değerlendirildiğine dair literatür taraması yapılmıştır. Literatür verileri, deprem yönetmelikleri ve standartlar gibi kaynaklardan elde edilen bilgilerin derlenmesiyle başlamıştır.

Bu bilgiler, geçici barınma birimleriyle ilgili kavramları, Türkiye'deki geçmiş depremleri ve uygulanan geçici barınma ünitelerinin mimari ve yapısal özelliklerini içermektedir.

Şekil 1'de çalışmanın süreci ve yöntemine ilişkin akış şeması görülmektedir. Geçici barınma birimlerinin yapısal kuruluş özelliklerini incelemek amacıyla dünya ölçeğinde örnekler seçilmiş ve bu örnekler üzerinde ısı performans analizi yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda DesignBuilder simülasyon programı aracılığı ile hesaplamalar yapılmış; hesap verilerine göre ısı yalıtımlı, ısı yalıtımsız ve ısı köprülü yapısal kuruluş özelliklerine sahip örneklerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirmelerde ilgili standartların verileri de dikkate alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma sürecine ve yöntemine ilişkin akış şeması

3. Geçici Barınma Kavramı

Acil bir durum sonrasında barınma sağlanması, genellikle afet sonrası inşaat faaliyetlerinin ilk adımıdır. Afetzedelerin veya göçmenlerin geçici barınma ihtiyaçları çok hızlı bir şekilde karşılanmalıdır (Atmaca, 2017). Geçici barınma şu şekilde tanımlanır: (1) hayatta kalanların geçici olarak ikamet edebilecekleri, genellikle altı aydan beş yıla kadar (ancak çoğu zaman önemli ölçüde daha uzun) planlanan yer ve (2) normal günlük aktivitelerine devam edebilecekleri yer (Felix, Franco ve Feio, 2013). Geçici barınma birimi, deprem sonrasında afetzedelerin barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla hızlı bir şekilde inşa edilen yapılardır. Depremler gibi doğal afetler sonucunda evlerini kaybeden insanlar için acil bir çözüm sağlamak üzere tasarlanmıştır. Bu konutlar, genellikle afet bölgesinde hızlı bir şekilde kurulabilen, dayanıklı ve geçici barınma sağlayan yapılar olarak tasarlanır. Geçici barınma birimi, prefabrik yapı malzemeleri kullanılarak kolayca monte edilebilen, taşınabilir ve yeniden kullanılabilir özelliklere sahip olabilir. Bu tür yapılar, deprem riski yüksek bölgelerde önceden planlanmış acil durum planları çerçevesinde kullanılacak önemli bir çözüm olarak düşünülmektedir.

Geçici barınma alanlarına konusunda düzenlenmiş ulusal ve uluslararası birçok standart mevcuttur. “Sphere Projesi: Afetle Mücadelede Asgari Standartlar ve İnsani Yardım Sözleşmesi” Standartları (2018), Türkiye’de ise AFAD tarafından 2015 yılında “Geçici Barınma Merkezlerinin Kurulması, Yönetilmesi ve İşletilmesi Hakkında Yayınlanan Yönerge” en kapsamlı standartlardır. Uluslararası standartlar ve ulusal yönergeler yer seçimine, barınma merkezine, kapasiteye, su temini ve sağlıklı bir ortama dair esasları içermektedir (AFAD, 2018).

Geçici barınma birimlerinde karşılaşılan sorunların temel kaynakları, genellikle yanlış ve eksik yapısal kuruluş ile malzeme seçimlerine dayanmaktadır. Bu durum, iç ortam konforunu olumsuz etkileyerek enerji etkin tasarım üzerinde de olumsuz bir etki yaratmaktadır.

Yapısal kuruluşlardaki hatalar, özellikle barınma birimlerinin dayanıklılığı ve sağlamlığı açısından kritik öneme sahiptir. Yanlış yapısal kuruluşlar, deprem sonrası barınan insanların güvenliği ve iç ortam konforu üzerinde olumsuz etkiler yaratır. Bu durum, acil barınma ihtiyacının karşılanmasında temel bir hedef olan güvenli ve konforlu bir iç ortamın sağlanmasını engellemektedir. Malzeme seçimi, bir diğer kritik faktördür. Yanlış malzeme seçimleri, iç ortam konforu ve enerji etkin tasarımı üzerinde direkt olarak etkilidir. Özellikle ısı yalıtımına yönelik eksik veya hatalı malzeme kullanımı, iç ortamın istenilen sıcaklık seviyelerine ulaşamamasına ve bu nedenle sürekli çalışan ısıtıcılar ile yüksek enerji tüketimine yol açar. Bu olumsuz durumların somut örnekleri mevcuttur. İç ortam konfor koşullarının sağlanamaması, sıcaklığın istenilen seviyede tutulamaması, soğuk yüzeylerden kaynaklanan hava akımları gibi sorunlar, yanlış yapısal kuruluş ve malzeme seçimlerinin bir sonucudur. Ayrıca, enerji tüketimindeki artış, enerji kaynaklarının hızla tükenmesine neden olmakta bu durum çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasını olumsuz yönde etkilemektedir.

4. Dünyada ve Türkiye’de Uygulanan Geçici Barınma Ünitelerinin Mimari ve Yapısal Özellikleri

Türkiye’deki şehir yerleşimleri tehdit altında olduğu doğal ve beşeri etkenler nedeniyle farklı seviye ve türlerdeki afet risklerine açık yerleşimlerdir. %96’sı yıkıcı deprem etkisine açık olan ülkemizin yüzölçümünün %42’si birinci derece deprem kuşağında yer almaktadır (AİGM, 1997). Türkiye’de 1900-2023 yılları arasında can kaybına veya yıkıcı hasara sebep olan çeşitli büyüklükte 269 adet deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerde can kaybı ve ağır hasar açısından en büyük depremler sırasıyla 2023 tarihli Kahramanmaraş, 1939 tarihli Erzincan ve 1999 tarihli Gölcük merkezli Marmara Depremleridir (2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu). Türkiye tarihinde yaşanan en büyük doğal afetlerden birisi olarak tanımlanan 1999 tarihli Marmara Depreminde can kaybı 17 bin 480 kişi olurken (Meclis

Araştırma Raporu, 2010) asrın en büyük felaketi olarak tanımlanan “Kahramanmaraş Depremi’nde can kaybı AFAD’ın yapmış olduğu basın açıklamasına göre elli binin üzerindedir (AFAD 2023a).

Türkiye’de acil barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla öncelikle çadır veya sökülür takılır özellikteki tekstil esaslı üniteler kullanılmaktadır. Bu ünitelerin taşınabilir ve kolayca kurulup sökülebilir özellikte olması, acil durum sonrası geçici barınma ihtiyacının sağlanmasını kolaylaştırmaktadır. Sökülür takılır (demontabl) üniteler acil durumların iyileştirme aşamasında, kolay uygulanabilirliği ve defalarca kullanılabilirliği ağır tip barınaklara nazaran çok daha kullanışlıdır. Ancak bu tür barınaklar geçici iskâna sahip olduğundan kullanım süresi sınırlıdır. (Ervan, 1995). 1999 Marmara depremi felaketinden sonra geçici barınma yerleşimleri kurulmuştur. Yapılan gözlem ve araştırmalara göre bu barınaklarda mekânsal performans kriterleri değişen koşullar nedeniyle karşılanamamıştır (Şener ve Şener, 2003). 2023 Kahramanmaraş depremleri ardından, bölgede meydana gelen acil barınma ihtiyacını karşılamak üzere çeşitli barınma birimleri kullanılmıştır. Bu barınma birimleri arasında özellikle çadırlar ve konteynerler dikkat çekmektedir. Konteynerler, ısı performansları açısından farklı uygulamalara tabi tutulmuş ve bu uygulamaların sonuçları gözlemlenmiştir. Konteynerlerin içinde ısı yalıtımı sağlama amacıyla gerçekleştirilen çeşitli uygulamalar, depremedelerin iç ortam konforunu etkilemiştir. İlgili uygulamalar arasında, bazı konteynerlerin ısı yalıtımına yönelik tedbirler almışken diğerlerinin ise bu önlemleri almadığı gözlemlenmiştir. Isı yalıtımlı konteynerlerde, iç ortam daha etkin bir şekilde ısınmış ve konforlu bir atmosfer sağlanmıştır. Ancak ısı yalıtımsız konteynerlerde iç ortam yeterince ısınmamış ve soğuk yüzeylerden kaynaklanan hava akımları nedeniyle konfor koşulları olumsuz etkilenmiştir. Bu durum, iç mekânın sürekli ısıtılmasını gerektirmiş ve yüksek enerji tüketimine neden olmuştur. Isı yalıtımının olumlu etkileri, konforlu iç mekânlar sağlayarak enerji tasarrufuna katkıda bulunmuştur. Ancak ısı yalıtımı eksik veya yanlış yapıldığında, enerji tüketimi artmış ve iç ortam konforu olumsuz yönde etkilenmiştir. Bu bağlamda, gelecekteki acil durum barınma planlamalarında ısı yalıtımına yönelik daha dikkatli ve etkili stratejilerin benimsenmesi gerekliliği vurgulanmalıdır.

Mimarlar ve mühendisler tarafından geçici barınma birimlerindeki sorunları çözmeye amaçlı çeşitli tasarımlar oluşturulmuştur. Bu tasarımların birçoğu, deprem sonrası hızlı bir şekilde kullanıma geçilebilen, güvenli ve geçici barınma sağlayabilen yapılar üzerine odaklanmıştır. En yaygın kullanılan tasarımlardan bazıları Şekil 2-3-4-5’de görülmektedir:

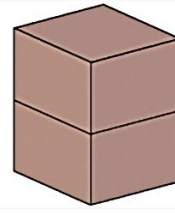
Konteyner



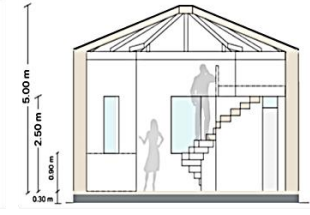
CLT E- BOX



THU

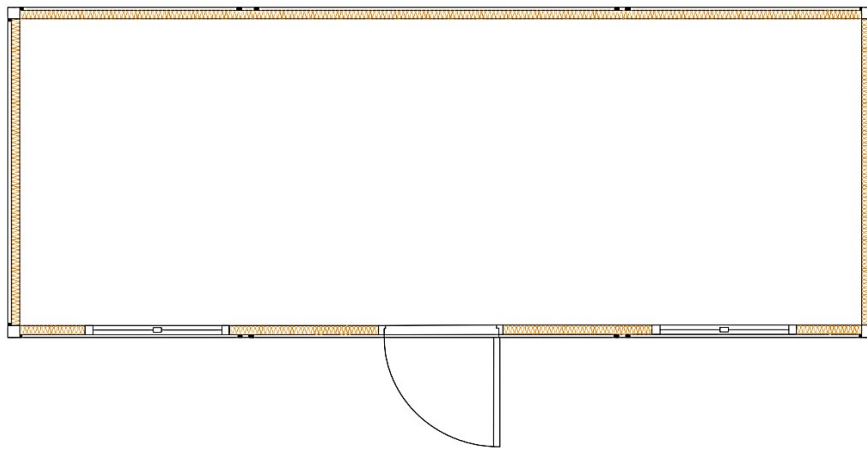


Pasif Ev



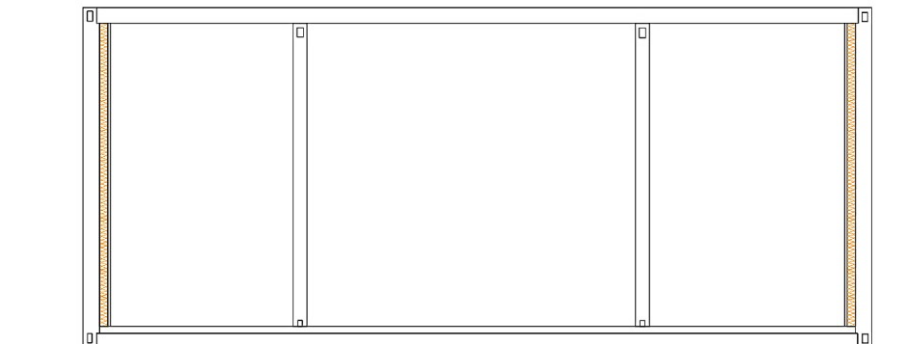
Şekil 2. Konteyner (URL 1) Şekil 3. CLT E BOX (URL 2) Şekil 4. THU (URL 3) Şekil 5. Pasif Ev (URL 4)

Geçici barınma ihtiyacının sağlanmasında konteyner kullanımı hızlı temin edilmesinin yanı sıra pratik, güvenli ve ekonomik bir çözümdür. Şekil 6'da konteyner planı görülmektedir.



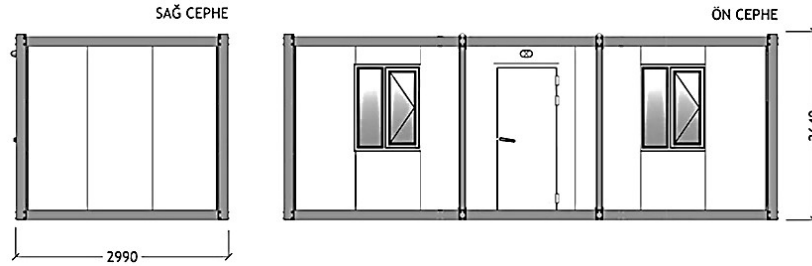
Şekil 6. Konteyner planı

Konteynerlerin duvarları özel şekillendirilmiş EPS (genleştirilmiş polistiren sert köpük) dolgulu sandviç panellerden oluşmaktadır. Bu panellerin dış yüzeyleri elektrostatik boyalı sac ile kaplanmıştır. İç yüzeylerde de aynı kaplama yöntemi kullanılmıştır. Duvarların kalınlığı 50 mm ve içerisinde 12 kg/m³ polistren köpük (EPS) bulunmaktadır. Tabanlar uzay profilli ve bulonlu birleşimli bir konstrüksiyon kullanılarak oluşturulmuştur. 14 mm kalınlığında betopan levhalar üzerine 2 mm kalınlığında PVC mineflo kaplama yapılmıştır. Şekil 7'de konteyner kesiti görülmektedir.



Şekil 7. Konteyner kesiti

Çatılar ise özel şekillendirilmiş kenetli EPS dolgulu sandviç panellerden oluşmaktadır. Çatı panellerinin dış yüzeyleri elektrostatik boyalı sac ile kaplanmıştır. İç yüzeylerde de aynı kaplama yöntemi kullanılmıştır. Çatıların kalınlığı 125 mm ve içerisinde 16 kg/m³ polistren köpük (EPS) bulunmaktadır. Yağmur suları, özel kenet sistemi sayesinde tahliye edilmektedir. Şekil 8’ de konteyner cepheleri görülmektedir.



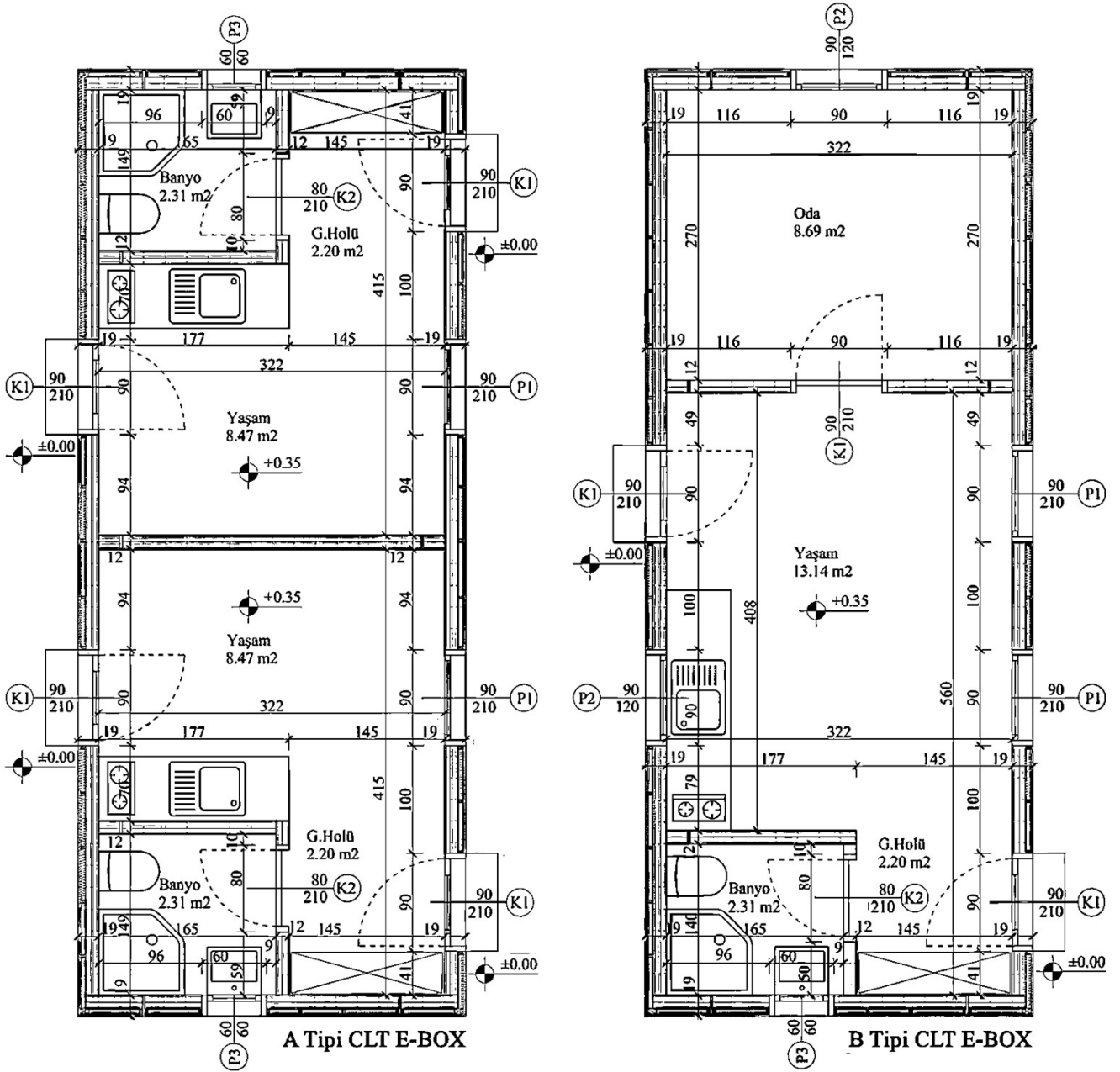
Şekil 8. Konteyner cepheleri (URL 1)

CLT E-BOX, deprem sonrası geçici barınma birimi ihtiyacını karşılamak üzere tasarlanmış bir yapı birimidir. A ve B tipi olmak üzere iki farklı birimden oluşur. Bu birimler Şekil 10’da görülmektedir.

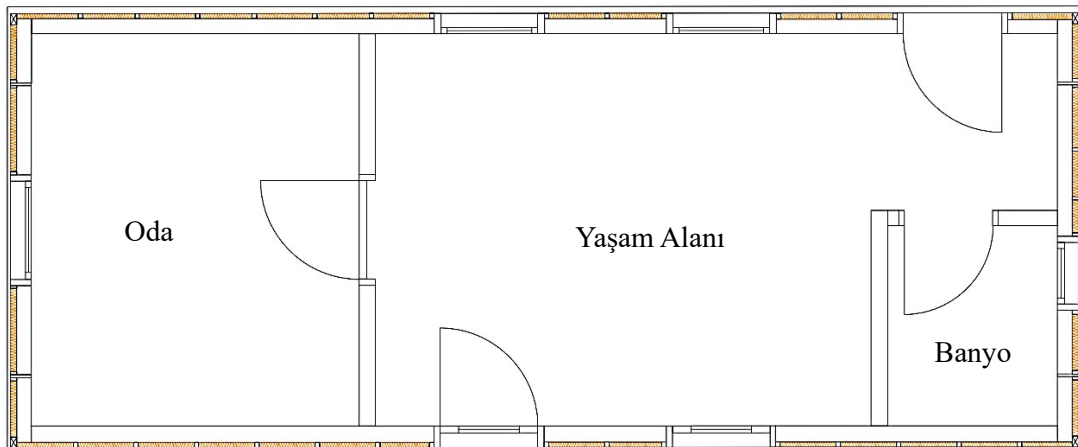
A tipi birim, yalnız yaşayan veya çocuksuz aileler için tasarlanmıştır. Bu birimde oturma, yatma, yemek hazırlama ve yeme ile tuvalet ve yıkanma eylemlerini karşılayacak iki mekân bulunmaktadır.

B tipi birim ise 1-4 çocuklu aileler için düşünülmüştür. Bu birimde çalışma, oturma ve yatma, oturma, yatma, yemek hazırlama ve yeme ile tuvalet ve yıkanma eylemlerini karşılayacak mekânlar yer almaktadır.

Her iki birim de kullanım açısından esnek donatılarla tasarlanmıştır, böylece mekânlar farklı işlevler için çoklu kullanıma uygun hale getirilmiştir. Ayrıca, mekân düzenlemeleri kullanıcı sayısına göre ayarlanabilir.

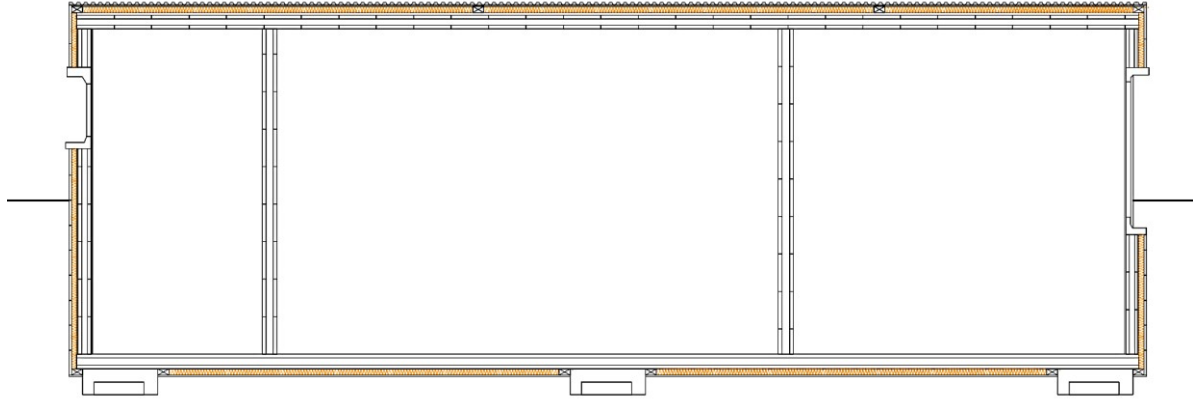


Şekil 9.CLT E-BOX plan tipleri (Avlar vd,2023)



Şekil 10.CLT E-BOX planı

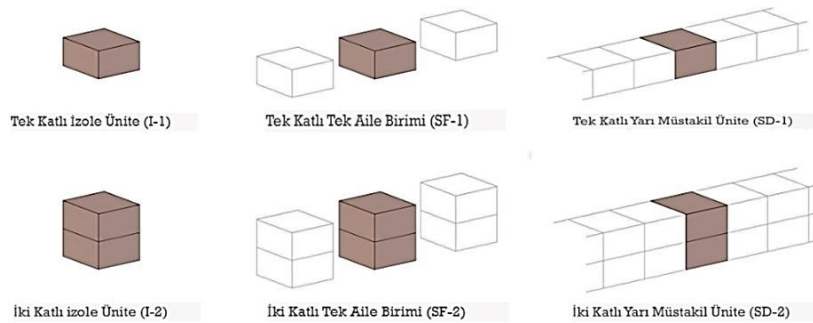
CLT E-BOX'un boyutları 3,60 x 8,80 m, yüksekliği ise 3,16 m'dir. Brüt alanı 31,68 m²'dir. Üretiminde kapanabilir modüler sistem kullanılmıştır, bu sayede birimin boyutları depremedelerin gereksinimlerine uygun olarak belirlenmiştir. Hızlı ve kolay kurulum sağlayan bu birim saha dışında üretilir ve taşınabilir özelliktedir. Şekil 11'de CLT E-BOX planı ve Şekil 12'de CLT E-BOX kesiti görülmektedir.



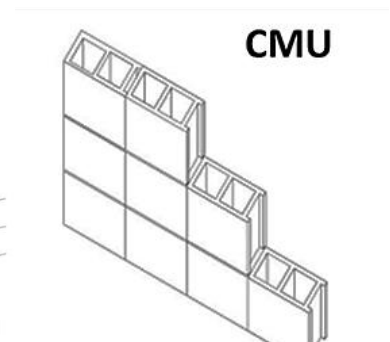
Şekil 11. CLT E-BOX kesiti

Ahşap modüler sistem tercih edilmiş ve döşeme, çatı, dış duvar ve iç duvar panelleri birimin içinde toplanmıştır. Bu sayede taşıma ve depolama aşamalarında birimin genişliği önemli ölçüde azalmıştır. Taşıyıcı sisteminde CLT masif paneller kullanılarak birimin tasarımında basit bir form seçilmiştir. Bu özellikler, birimin hafif olmasını, kolay kurulumunu, çevre dostu ve sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır.

THU (Temporary Housing Units), İran'daki Bam bölgesindeki depremin ardından tasarlanmış geçici konut birimleridir. HFIR uzmanları tarafından dört dış bölme ve iki çatı kaplama teknolojisine ilişkin sekiz farklı alternatif tasarlanmıştır. Şekil 13'te THU sistem farklı modül birimleri görülmektedir. Her bir birim, yaşam alanı olarak kullanılacak olan aynı zamanda yatak odası, açık mutfak ve banyo işlevlerini yerine getirmektedir. Tüm birimlerde 20 m² kullanılabilir taban alanı bulunmakta olup, bir giriş kapısı ve kuzey ve güney yönlerinde iki sıra pencere bulunmaktadır.

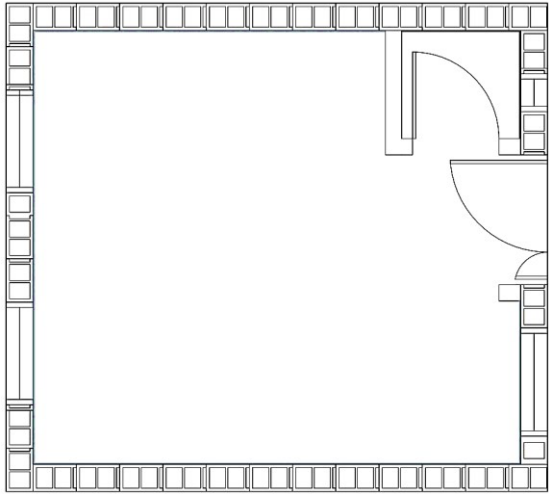


Şekil 12. THU sistem modül birimleri (Hosseini vd, 2021)



Şekil 13. CMU (Hosseini vd, 2021)

İki katlı ünite alternatiflerinde, ikinci kata erişim için metal dış merdivenler bulunmaktadır. Şekil 14'te THU duvar sistemi CMU görülmektedir. Beton kagir birimler (CMU'lar) seçilmiş ve polistirenli oluklu galvanizli metal çatı kaplaması tercih edilmiştir. Tüm alternatiflerin son çatısı oluklu galvanizli saclardan oluşmaktadır. İki katlı ünite alternatiflerinde ise ikinci katlarda asmolen döşeme teknolojisine sahip kompozit çelik-beton prekast kiriş uygulanmıştır. Şekil 15'te THU planı ve Şekil 16'da THU kesiti görülmektedir.



Şekil 14. THU planı

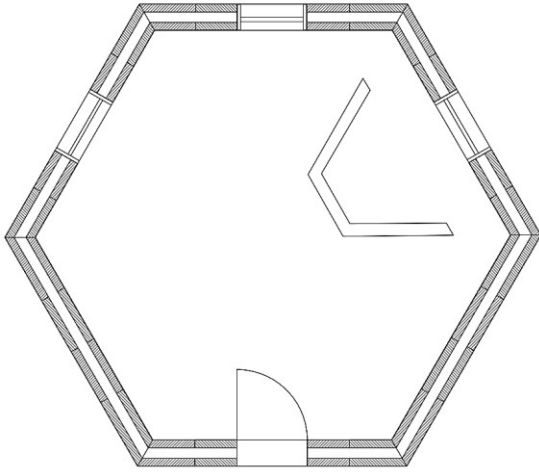


Şekil 15. THU kesiti

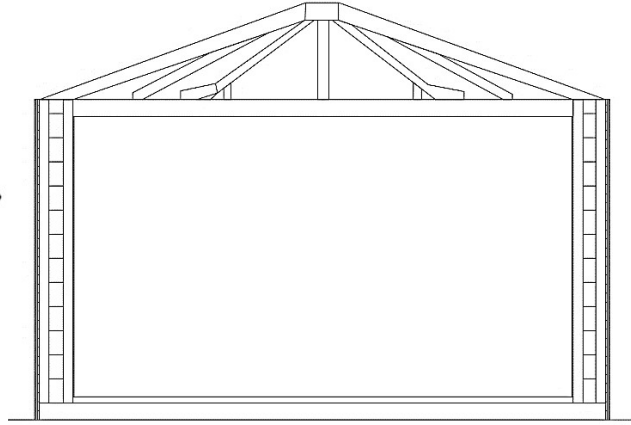
Pasif Ev, özellikle deprem sonrası acil barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla tasarlanmış, enerji verimli ve sürdürülebilir bir barınma birimidir. Bu ev modeli, CLT (Çapraz Lamine Ahşap) teknolojisine inşa edilmiştir. CLT, birbirine yapıştırılmış kereste levhalarından oluşan büyük, çok katmanlı paneller kullanılarak yapılmıştır. Panellerin çapraz lamine yapısı, her yöndeki kuvvetleri karşılayabilmesine olanak tanır ve duvar, döşeme veya çatı olarak geniş bir uygulama yelpazesi sunar. Ayrıca, CLT teknolojisi mükemmel hava sızdırmazlığı ve yüksek ısı yalıtımı sağlayarak basit ve hızlı yerinde inşaat sürecini kolaylaştırır.

Bu barınma biriminde, iç ve dış tarafta yerleştirilen yalıtım katmanları ile kendini taşıyan bir dikey zarf yapı bulunmaktadır. Yalıtım malzemeleri olarak doğal bitkisel malzemelerden olan saman, mantar, mısır lifi gibi malzemeler tercih edilmiştir. Dış sıva olarak ise koçan sıva kullanılmıştır.

Ayrıca, Pasif Ev'in dış boyutları altıgen şeklinde olup, 4,00 m uzunluğa ve 3,44 m kısa kısmına sahiptir. Toplam ısıtılabilir zemin alanı 37,74 m² ve toplam ısıtılabilir hacim 173,54 m³'tür. Bu özelliklerle Pasif Ev, hem acil barınma ihtiyacını karşılamak hem de enerji verimli ve sürdürülebilir bir yaşam alanı sunmak için ideal bir seçenektir. Şekil 17'de Pasif Ev planı ve Şekil 18'de Pasif Ev kesiti görülmektedir.



Şekil 16. Pasif Ev planı



Şekil 17. Pasif Ev kesiti

5. Isıl Kayıp ve Kazançların Mevcut Uygulamalarda Değerlendirilmesi

Dünya ölçeğinde geniş bir coğrafyada sıklıkla uygulanan çeşitli malzeme ve yapısal özelliklere sahip geçici barınma birimlerinin ısı performansının değerlendirilmesi, iç ortam konfor koşullarının istenen düzeyde sağlanabilmesi ve enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılabilmesi bakımından önemlidir. Çalışma kapsamında yapılan değerlendirmeler farklı coğrafi bölgelerde ve deprem şartlarında kullanılan yapıların ısı yalıtımlı, ısı yalıtımsız ve ısı köprülü çözümleri çerçevesinde ısıtma ve soğutma yüklerine ilişkin hesap verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Isı köprüleri, yapı içinde veya dışında ısı yalıtımının eksik veya zayıf olduğu bölgelerdir. Bu bölgelerde ısı kaçağına ve enerji kaybına neden olan noktalardır. Ayrıca yapı kabuğuna ait toplam ısı geçirimi de ısı performans analizinde önemli bir parametredir. Yapı kabuğu, konutun dış yüzeyini oluşturan duvarlar, çatı ve zemin gibi bileşenleri içerir. Bu analiz, yapı kabuğundan kaynaklanan ısı kayıplarını belirleyerek enerji tasarrufu sağlamak amacıyla yapısal iyileştirmeler ve ilave yalıtım çözümleri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Sonuç olarak bu ısı performans analizi geçici barınma birimlerinin tasarımında ve uygulanmasında karşılaşılan potansiyel sorunları ortaya koymak ve gelecekteki projelerde daha etkili ve enerji dostu çözümler geliştirmek için temel bilgiler sunmayı amaçlamaktadır.

En yaygın uygulanan geçici barınma birimlerinde ısı köprüleri Tablo 1’de ok simgesi ile gösterilmiştir.

Tablo 1. Geçici barınma birimlerinde ısı köprüleri

	PLAN → : ısı geçişleri	KESİT □ : ısı köprüleri oluşturan yapı bileşenleri
Konteyner		
CLT E-BOX		
THU		
PASİF EV		

Geçici barınma birimlerinin yapısal kuruluşuna bağlı ısı köprüsü oluşabilecek noktaları tespit edilmiştir. Isı köprüleri, yapısal birleşim noktalarında veya yapı elemanlarının bir araya geldiği noktalarda meydana gelen, ısı transferinin istenmeyen bir şekilde gerçekleştiği alanlardır.

Geçici barınma birimlerinde konfor koşullarının sağlanmasında ısı performans ısı performans kriterleri farklı iklimlerde değişiklik gösterdiğinden dolayı çok önemli bir rol oynamaktadır. Bölgenin yerel koşulları dikkate alındığında, kullanılacak birimler çevredeki iklim koşullarıyla uyumlu olmalı ve ev sakinlerinin refahını sağlamalıdır (Potangaroa ve Hynds, 2008). Türkiye’de binalarda ısı yalıtımı için belirlenen kuralları içeren TS 825 standartları kullanılmaktadır. Bu standartlar, binaların enerji verimliliğini artırmak, ısı kayıplarını minimize etmek ve konfor seviyesini yükseltmek amacıyla geliştirilmiştir. Standartlar, binaların dış cepheleri, çatıları, zeminleri ve diğer yapı elemanları için minimum izolasyon gereksinimlerini belirlemektedir. U değeri (ısı geçirgenlik katsayısı), bir malzemenin ısı iletkenliğini ölçen bir birimdir. TS 825'e göre, farklı yapı elemanları için belirli U değerleri tavsiye edilir. Bu değerler, malzeme cinsine, bina tipine ve kullanım amacına göre değişebilir. Genellikle, düşük U değerleri daha iyi bir ısı yalıtımı sağlar. Bu standartlara göre binalarda uygulanması tavsiye edilen U değerleri, yapı elemanlarının ısı yalıtım özelliklerine ve bina enerji performansı hedeflerine bağlı olarak belirlenir. Türkiye'deki farklı iklim bölgelerinde farklı U değerleri uygulanmasının amacı, binaların enerji verimliliğini artırmak ve iç mekân konforunu sağlamaktır. Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ts Standard Tablosu Bölgelere göre önerilen U değerleri (TS 825 Yönetmeliği)

	U_D (W/m ² K)	U_r (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	U_P (W/m ² K)
1. Bölge	0,66	0,43	0,66	1,8
2. Bölge	0,57	0,38	0,57	1,8
3. Bölge	0,50	0,30	0,43	1,8
4. Bölge	0,38	0,23	0,38	1,8
5. Bölge	0,36	0,21	0,36	1,8

Bu çalışma kapsamında Kahramanmaraş iklim özellikleri referans alınarak yapısal kuruluşa bağlı ısı performans değerlendirmesi yapılacaktır. Kahramanmaraş, TS Standart tablosunda 2. İklim bölgesinde yer almaktadır. Bu bölgeye özgü olarak belirlenen pak bileşenlerin U değerleri şu şekildedir:

- Duvar Katmanları: U değeri 0,57
- Çatı Katmanları: U değeri 0,38

- Döşeme Katmanları: U değeri 0,57
- Saydam Bileşen (Pencere): U değeri 1,8

Bu U değerleri, yapı elemanlarının ısı geçirgenliğini ifade eder. Düşük U değerleri, daha iyi ısı yalıtımı sağlayan yapı elemanlarını temsil eder. Bu özellikle enerji tasarrufu ve konfor açısından önemlidir. Geçici barınma birimlerinin ısı performansını Kahramanmaraş 2. Bölge U değerlerine göre değerlendirilmiştir. U değeri ve mevcut enerji tüketimlerinin hesaplanmasında DesignBuilder simülasyon programı kullanılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Örnek Geçici barınma birimlerinin Duvarlarının Termal Özellikleri

	Katman	S (m)	K (W m⁻² K⁻¹)
Pasif Ev Duvar Katmanları	Dış Sıva	0,02	0,05
	Mantar Paneli	0,025	0,04
	MDF	0,015	0,05
	Saman Paneller	0,3	0,062
	MDF	0,015	0,05
	Elyaf	0,025	0,035
	İç Sıva	0,01	0,05
	Toplam kalınlık	0,409 m	
	U-Değeri	0,369 W m ⁻¹ K ⁻¹	
THU Duvar Katmanları	Çimento Sıvası	0,02	0,40
	CMU	0,2	0,20
	Fayans	0,008	0,30
	Alçı Sıvası	0,03	0,72
	Toplam Kalınlık	0,258 m	
	U-Değeri	0,776 W m ⁻¹ K ⁻¹	
CLT E- BOX Duvar Katmanları	Ahşap Dış Cephe Kaplaması	0,02	0,15
	Su Yalıtımı	0,006	0,038
	Taş Yünü	0,05	0,04
	CLT Duvar Paneli	0,12	0,20
	Toplam Kalınlık	0,196 m	
	U-Değeri	0,433 W m ⁻¹ K ⁻¹	
Konteyner Duvar Katmanları	Boyalı galvaniz sac kombinasyonlu Sandviç Panel	0,12	50
	Polistren köpük (EPS)	0,05	0,04
	İç sıva	0,002	0,04
	Toplam Kalınlık	0,172 m	
	U-Değeri	0,701 W m ⁻¹ K ⁻¹	

Isıtma ve soğutma enerji tüketiminin hesaplanması amacıyla Design Builder simülasyon programı aracılığı ile simülasyon yapılmış geçici barınma birimlerinin ısı köprülü ve ısı köprüsüz U değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4).

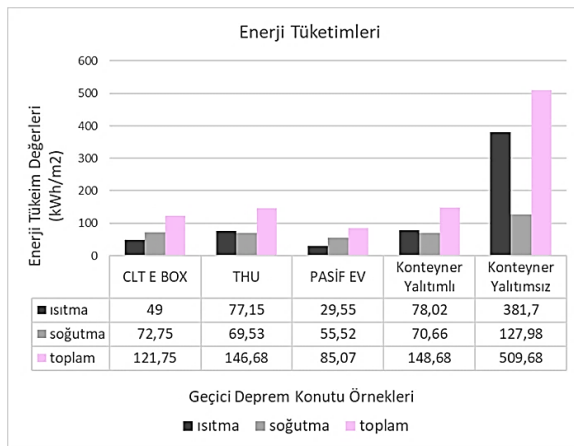
Tablo 4. Geçici barınma birimlerinin ısı köprülü ve ısı köprüsüz U değerleri

Geçici Barınma Birimleri	Isı Köprülü U Değerleri / Isı Köprüsüz U Değerleri	
	● Duvar Katmanları U değeri	● Çatı Katmanları: U değeri
CLT E-BOX	UD (W/m ² K):0,433W/m ² k UT (W/m ² K):0,413W/m ² K	UD (W/m ² K):0,316 W/m ² k UT (W/m ² K):0,321 W/m ² K
THU	UD (W/m ² K):0,776W/m ² k UT (W/m ² K):0,379W/m ² K	UD (W/m ² K):0,311W/m ² k UT (W/m ² K):0,337W/m ² K
PASİF EV	UD (W/m ² K):0,369W/m ² k UT (W/m ² K):0,326W/m ² K	UD (W/m ² K):0,252 W/m ² k UT (W/m ² K):0,266W/m ² K
KONTEYNER (Isı Yalıtımlı)	UD (W/m ² K):0,701W/m ² k UT (W/m ² K):0,306W/m ² K	UD (W/m ² K): 0,516W/m ² k UT (W/m ² K):0,280W/m ² K

Verilen bilgilere dayanarak, Kahramanmaraş ili 2. Bölge için belirlenen u değerlerinin sağlanıp sağlanmadığını değerlendiren bir karşılaştırma yapılmıştır. Isı köprüsü bulunan (ısı yalıtımlı uygulamalarda) THU ve konteyner uygulamasının 2. Bölge UD değeri olan 0,57'yi sağlayamadığı, ayrıca CLT E-BOX uygulamasının da UT değeri olan 0,38'i karşılayamadığı belirlenmiştir.

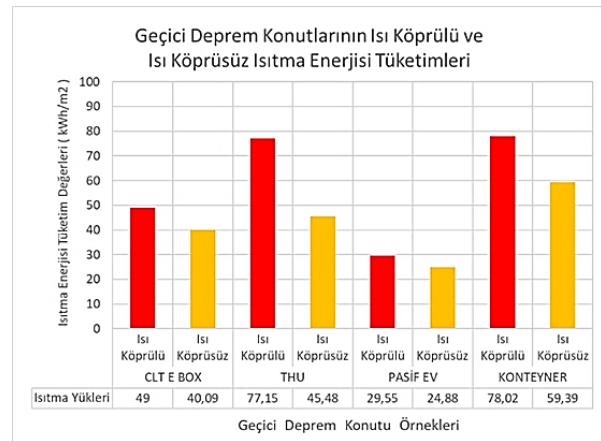
Grafik 1.

Geçici barınma birimlerinin ısı köprülü enerji tüketimi



Grafik 2.

Isı yalıtımlı geçici barınma birimlerinin ısı köprülü ve ısı köprüsüz enerji tüketimi



Grafik 1'de DesignBuilder simülasyon programı kullanılarak geçici barınma birimlerinin ısı köprülü enerji tüketim değerleri hesaplanmıştır. Mevcut durumda, en az enerji tüketimi Pasif

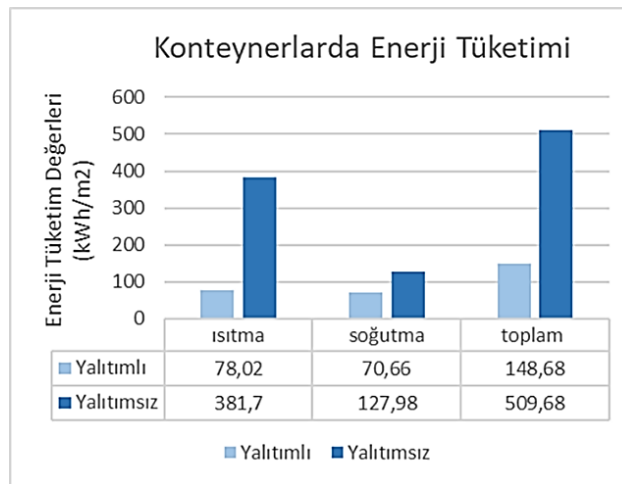
Ev Uygulamasında görülürken, en çok enerji tüketimi ise Yalıtımsız Konteyner uygulamasında gözlemlenmiştir.

Grafik 2’de DesignBuilder simülasyon programı kullanılarak ısı yalıtımlı geçici barınma birimlerinin ısı köprülü ve ısı köprüsüz enerji tüketim değerleri hesaplanmıştır. Mevcut durumda, en az enerji tüketimi Isı yalıtımlı (ısı köprüsüz) bPasif Ev Uygulamasında görülürken en çok enerji tüketimi ise Isı yalıtımlı (ısı köprülü) Konteyner uygulamasında gözlemlenmiştir. Isı köprüsüz uygulamalarda, ısı köprülü uygulamalara göre enerji verimliliği artmıştır.

Bu durum şu şekilde ifade edilebilir:

- Isı yalıtımlı (ısı köprüsüz) CLT E BOX uygulamada %18.18 azalma gözlemlenirken,
- Isı yalıtımlı (ısı köprüsüz) THU uygulamasında %41.05,
- Isı yalıtımlı (ısı köprüsüz) Pasif Ev uygulamasında %15.8,
- Isı yalıtımlı (ısı köprüsüz) Konteyner uygulamasında ise %23.88 azalma meydana gelmektedir.

Grafik 3. Konteynerlarda ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız enerji tüketimi



Grafik 3’te DesignBuilder simülasyon programı kullanılarak konteynerlerin ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumları için enerji tüketim değerleri hesaplanmıştır.

- Isıtma enerjisi tüketim değerinde %79.56 azalma,
- Soğutma enerjisi tüketim değerinde %44.79 azalma ve
- Isı yalıtımı uygulamasıyla toplam enerji tüketiminde %70.83 azalma görülmüştür.

Bu sonuçlar, ısı yalıtımının konteynerlerin enerji verimliliğini önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir.

6. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında elde edilen değerlendirme verileri, mevcut ve gelecekte inşa edilecek geçici barınma birimlerinin tasarımında önemli bir rol oynamaktadır. Farklı malzeme

ve yapı özelliklerine sahip barınma birimleri arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların iç ortam konforu ile enerji etkinliği üzerinde önemli etkileri söz konusudur. Genel olarak çalışmanın temel bulguları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- İncelenen geçici barınma birimlerinin önemli bir kısmında ısı köprüleri tespit edilmiş; buna bağlı olarak yapı kabuğuna ait toplam ısı geçirimi değerlerinin kabul edilemez düzeyde arttığı belirlenmiştir. Bu noktadaki enerji kayıpları, iç ortam konforunu olumsuz etkilemiş ve enerji tüketimini arttırmaktadır.
- DesignBuilder simülasyon programı kullanılarak yapılan simülasyonlar, farklı malzeme ve yapı özelliklerinin iç ortam konforu ve enerji etkinliği üzerindeki etkilerini belirgin şekilde ortaya koymuştur.
- Simülasyon sonuçlarına göre ısı yalıtımlı ve yalıtımsız geçici barınma birimlerinin enerji tüketim değerleri karşılaştırmıştır. Isı yalıtımı uygulamalarında önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlandığı gözlemlenmiştir. Isı yalıtımıyla toplam enerji tüketiminde %70.83'e varan azalmanın olduğu görülmektedir.
- Enerji etkin yapı tasarımının acil barınma ihtiyaçlarında kritik öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Enerji kaynaklarının hızla tükenmekte olduğu günümüzde, enerji etkin yapı tasarımının ne kadar kritik olduğu bir kez daha gözler önüne serilmiştir. Gelecek depremler sonrasında kullanılacak geçici barınma birimleri için daha etkili ve sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmesine yönelik öneriler aşağıda sıralanmaktadır:

- Geçici barınma birimlerinde gelişmiş ısı yalıtım malzemelerinin kullanılmasıyla iç ortam konfor koşulları ve enerji etkinlik düzeyi artırılmalıdır.
- Geçici barınma birimlerinin yapısal tasarımda ısı köprüsünü önleyecek çözümler geliştirilmelidir. Böylece yapı kabuğundan kaynaklanan enerji kayıplarını minimize etmek için daha etkin stratejiler sağlanmış olacaktır.
- Geçici barınma birimlerinin malzeme seçimi ve yapısal özelliklerine bağlı olarak ısı performansını belirlerken hizmet vereceği her bölgenin iklimsel özelliklerine yönelik farklılıklar da dikkate alınmalıdır.
- Farklı yapısal özelliklere sahip konteyner gibi mevcut geçici barınma birimlerinin yapısal ve malzeme özellikleri analiz edilerek yetersiz ısı yalıtımı ve ısı köprülerinin iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirilmelidir. Bu yaklaşım mevcut stokun etkin kullanımı ve ülke ekonomisine katkı anlamında önemli kazançlar sağlayacaktır.

Sonuç olarak, ısı yalıtımı eksikliği ve yapı kabuğundan kaynaklanan ısı köprüleri, enerji tüketimini artırmış ve iç ortam konforunu olumsuz etkilemiştir. Isı köprüsünü ortadan kaldıracak ve yeterli, kesintisiz ısı yalıtımlı tasarım seçenekleriyle enerji tasarrufu sağlanarak sürdürülebilir ve konforlu bir barınma çözümü elde edilebilir. Bu öneriler, gelecekte daha dayanıklı, konforlu ve enerji etkin geçici deprem konutlarının uygulanmasına yönelik yaklaşımlara katkı sağlayacaktır.

Yazarların Katkısı

1. Yazar : %50
2. Yazar: %50

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

AİGM (1997) Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afer İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
<https://deprem.gazi.edu.tr/posts/download?id=43390>

AFAD. (2023, Haziran 15). Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Resmi Kurum, .
 Geliş tarihi Haziran 15, 2023, gönderen www.afad.gov.tr.

Afetlerin Genel Hayata Etkililiğine İlişkin Temel Kurallar Hakkında Yönetmelik. (1968).
 22.09.1968 tarih ve 13007 sayılı Resmî Gazete
<https://mevzuat.gov.tr/anasayfa/MevzuatFihristDetayIframe?MevzuatTur=7&MevzuatNo=4903&MevzuatTertip=5>

AFAD. (2018). Türkiye’de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri/Disaster Management and Natural Disaster Statistics in Turkey. H. Benli, M. Bacanlı, Ş.T. Gündoğdu ve M.M. Yaman (Haz.) AFAD.

AFAD (14 Ocak 2021). Çadırkentler/Konteynerkentler. AFAD web adresinden 14 Ocak 2021 tarihinde erişildi: <https://www.afad.gov.tr/cadirkentler-konteynerkentler>, (Erişim Tarihi: 28 Ocak 2021).

Avlar vd,(2023), Post-earthquake temporary housing unit: CLT E-BOX, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 38:1 (2023) 471-482
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2097673>

Arslan, H., Coşgun, N. (2008) “Reuse and recycle potentials of the temporary houses after occupancy: Example of Duzce, Turkey”, *Building and Environment*, 43(5), 702–709.

Arslan, H. (2007) “Re-design, re-use and recycle of temporary houses”, *Building and Environment*, 42(1), 400–406.

Atmaca, A., Atmaca, N. (2016) “Comparative life cycle energy and cost analysis of postdisaster temporary housings”, *Applied Energy*, 171(March 2011), 429–443.

Atmaca, N. (2017) “Life-cycle assessment of post-disaster temporary housing”, *Building Research and Information*, 45(5), 524–538.

Boduch, M. ve Fincher, W. (2009). İnsan Konforu Standartları (Göreceli ve Mutlak).UTSoA – Sürdürülebilir Mimarlık Semineri(s. 1-9). Teksas: Austin Mimarlık Okulu'ndaki Teksas Üniversitesi

Can, İ & Saka, A. E., (2022) “Deprem Sonrası Geçici Barınma Birimleri için Alternatif Bir Çözüm Önerisi: WikiGEB ”, *Online Journal of Art and Design* volume 10

Dikmen, N. (2005).Çankırı'daki Yeniden Yapılanma Projelerinin Analizine Dayalı Türkiye'nin Kırsal Alanlarında Afet Sonrası Kalıcı Konutlar İçin Bir Tedarik Modeli ve Tasarım Rehberi.Ankara: Bir Tez

Eren, O. (2012) “A proposal for sustainable temporary housing applications in earthquake zones in Turkey: Modular box system applications”, *Gazi University Journal of Science*, 25(1), 269–287.

Ervan, M. K., (1995) “Acil Durumlarda Kullanılabilecek Demontabl Yapıların Tasarım Kriterlerinin Belirlenmesine Yönelik Kavramsal Bir Model”, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara

Felix, D., Franco, J.M. ve Feio, A. (2013). Afetlerden sonra geçici barınma: Son teknoloji ürünü bir araştırma.Habitat Uluslararası,40

Hosseini vd, (2021), Assessing the sustainability index of different post-disaster temporary housing unit configuration types, *Journal of Building Engineering* 42 (2021) 102806 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710221006641?casa_token

Kızılay. (2011). Van Depremi İnsani Yardım Operasyonu. Türk Kızılayı Genel Müdürlüğü (Haz.). Ankara.

Kahramanmaraş iklim verileri <https://climate.onebuilding.org/>

Konteyner mimari teknik özellikleri <https://www.konteyner.com/mimari-konteynerplanlari/> <https://www.konteyner.com/konteyner-teknik-ozellikleri/>

Maral, H. (2016). Afet Sonrası Geçici Yerleşim Yerlerinin Planlanmasında Üst Ölçekli Planlama: Karşıyaka Örneği. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gediz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. Web adresinden 12 Ekim 2020 tarihinde erişildi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

Nocera, F., Castagneto, F., Gagliano, A. (2020) Passive house as temporary housing after disasters, *Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ)*, 18, 42-47, <https://www.icrepq.com/icrepq20/210-20-nocera.pdf>

Potangaroa, R. ve Hynds, M. (2008). Büyük Afetlerde Acil Barınma İçin Termal Konfor Araçları. Uluslararası İnşaat ve Araştırma Konferansı (BEAR) Bildirileri(s. 1457-1472). Salford: Yapılı Çevre Okulu, Salford Üniversitesi, Birleşik Krallık.

Peker vd.,(2021) Mekânsal Planlamada Deprem Riski ve İklim Krizini Birlikte Ele Almak. *Planlama Dergisi*. <https://planlamadergisi.org/jvi.aspx?pdire=planlama&plng=tur&un=PLAN-41713>

Şener, S.M., Özçevik-Güngör, Ö., Şener, E., Altun, M.C., (2003a), İstanbul Afet Sonrası Geçici Barınma Yerleşim Modeli ve Ünite Geliştirme Projesi,Avrupa Komisyonu / Gelişmekte Olan Ülkeler Operasyonları, Kentsel Dönüşüm ve Yeni Yerleşimler Müdürlüğü, İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İ.T.Ü. Şehir ve Çevre Planlama ve Araştırma Merkezi, Proje Raporu (Türkçe).

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. (2018). 18.03.2018 tarih ve 30364 (Mükerrer) sayılı Resmî Gazete <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm>

Turan, M. ve Cengizkan,, A. (1983). Afete eğilimli bir kırsal ortamda üç konut tipinin ekolojik olarak incelenmesi.Türkiye'nin Deprem Riskli Bölgelerinde Konutun Sosyo-Mimari Yönleri, 64-65

Ts 825 Binalarda ısı yalıtım kuralları <https://intweb.tse.org.tr/>
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/08/20080826-7-1.doc>

2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu. (2023, Mart 17). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. Geliş tarihi Temmuz 13, 2023, gönderen <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaras-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf>

2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu. (2023, Mart 17). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. Geliş tarihi Temmuz 13, 2023, gönderen <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaras-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf>

DesignBuilder simülasyon programı <https://designbuilder.co.uk/>

CLT apraz Lamine Ahşap <https://yapidergisi.com/capraz-lamine-ahsap-clt-yapimalzemesinin-strukturel-acidan-degerlendirilmesi/>

URL 1: <https://www.konteyner.com/konteyner-teknik-ozellikleri/>

URL 2: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2097673>

URL3:https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710221006641?casa_token

URL 4: <https://www.icrepq.com/icrepq20/210-20-nocera.pdf>



Yapı Malzemelerinin Seçimi ve Tasarım Süreçlerindeki Rolü

Ayşe ARICI^{1*}

Öz

Bu makalenin temel amacı, inşaat sektöründe yapı malzemelerinin seçiminin ve tasarım süreçlerinin, projelerin kalitesini, sürdürülebilirliğini ve çevresel etkilerini nasıl etkilediğini bilimsel bir perspektifle ele alarak aydınlatmaktır. İnşaat sektörü, ekonomik ve toplumsal açıdan önemli bir rol oynamaktadır ve bu sektörde yapılan kararlar, inşa edilen yapıların uzun vadeli performansını ve çevresel etkilerini belirlemede hayati öneme sahiptir. Makalede, yapı malzemelerinin seçimi üzerindeki kritik etkenler detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bunlar arasında malzemelerin dayanıklılığı, enerji verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik, maliyet faktörleri, estetik ve yerel kaynakların kullanımı bulunmaktadır. Bu faktörler ele alınmış, bu unsurların tasarım süreciyle nasıl bütünleştirilmesi gerektiği açıklanmıştır. Ayrıca, makalede vurgulanan bir diğer önemli nokta, bu kararların tasarım süreci ile nasıl entegre edilmesi gerektiğidir. Tasarımcılar, mühendisler ve inşaat profesyonelleri, yapı malzemesi seçimi ve tasarım sürecini eşgüdümlü bir şekilde ele almalıdır. Bu işbirliği, projelerin hedeflerine ve sürdürülebilirlik gereksinimlerine uygunluğunu artırır. Akademik olarak, bu konunun incelenmesi, çeşitli disiplinler arası yaklaşımları içermektedir. İnşaat mühendisliği, malzeme bilimi, çevre bilimleri, enerji yönetimi ve tasarım teorileri gibi farklı alanlardan gelen bilim insanları, yapı malzemesi seçimi ve tasarım süreçlerinin etkileşimlerini ve sonuçlarını daha iyi anlamak için işbirliği yapmaktadır. Sonuç olarak, bu makale, inşaat mühendisleri, tasarımcılar ve endüstri profesyonelleri için önemli bir rehber sunmaktadır. Yapı malzemesi seçiminin ve tasarım süreçlerinin bilimsel bir şekilde ele alınması, projelerin kalitesini artırırken çevresel etkileri minimize etmeye yönelik sürdürülebilir yaklaşımların geliştirilmesine de katkı sağlar. Bu nedenle, bu makale, inşaat sektöründe bilinçli kararlar almak ve geleceğin daha sürdürülebilir yapılarını inşa etmek isteyen herkese önemli bir kaynak sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapı malzemeleri, Sürdürülebilirlik, Çevresel Etkiler, Sürdürülebilir Yapılar, Enerji Verimliliği.

Selection Of Building Materials And Their Role In The Design Process

Abstract

The main purpose of this article is to illuminate from a scientific perspective how the construction industry's selection of building materials and design processes affect the quality, sustainability, and environmental effects of projects. The construction industry plays an important economic and social role, and the decisions made in this sector are vital in determining the long-term performance and environmental impact of the structures being built. In the article, the critical factors in the selection of building materials are examined in detail. These include durability of materials, energy efficiency, environmental sustainability, cost factors, aesthetics, and use of local resources. These factors are discussed, and how these elements should be integrated into the design process is explained. Also another important point highlighted in the article is how these decisions should be integrated with the design process. Designers, engineers, and construction professionals must address the building material selection and design process in a coordinated manner. This collaboration increases the relevance of projects to their goals and sustainability requirements. Academically, the study of this topic involves a variety of interdisciplinary approaches. Scientists from diverse fields, such as civil engineering, materials science, environmental science, energy management, and design theory, collaborate to understand better the interactions and consequences of building material selection and design processes.

In conclusion, this article provides an important guide for civil engineers, designers, and industry professionals. Scientific consideration of building material selection and design processes contributes to developing sustainable approaches to minimize environmental impacts while increasing the quality of projects. Therefore, this article provides an important resource for anyone who wants to make informed decisions in the construction industry and build more sustainable future buildings.

Keywords: Building materials, Sustainability, Environmental effects, Sustainable Buildings, Energy efficiency.

¹International Vision University of Architecture Engineering, Civil Engineering Department, Gostivar, North Macedonia, aysearici.iut@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8449-6052>

1. Giriş

İnşaat sektörü, bir ülkenin ekonomik büyümesinde ve toplumsal gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu sektör, konutlar, ticari binalar, altyapı projeleri ve endüstriyel tesisler gibi çeşitli yapıların inşasıyla ilgilidir ve birçok kişiyi istihdam ederek ekonomik canlılığa katkıda bulunur. Ancak, inşaat sektöründe alınan kararlar, inşa edilen yapıların uzun vadeli performansını, sürdürülebilirliğini ve çevresel etkilerini belirlemede kritik bir rol oynamaktadır.

Yapı malzemeleri inşaat sektöründe kullanılan çeşitli malzemeleri ifade eder. Bu malzemeler, binaların, köprülerin, yolların, barajların ve diğer yapıların inşası için kullanılır. Tuğla, seramik fayans, porselen fayans, mermer, granit, beton, ahşap, çelik, cam, asfalt, plastik, alüminyum, Bu malzemelerin seçimi, projenin gereksinimlerine, bütçeye ve tasarım tercihlerine bağlı olarak değişir. Ayrıca, sürdürülebilirlik ve çevresel etkiler de artık önemli bir faktör olarak düşünülmektedir, bu nedenle çevre dostu ve enerji verimli malzemeler tercih edilmektedir.

Sürdürülebilirlik, bir sistemin veya faaliyetin mevcut nesillerin ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da gözeterek uzun vadede devam edebilir olma yeteneğini ifade eder. Bu, kaynakların akılcı kullanımını, çevre korumasını ve ekonomik dengenin sağlanmasını içerir. Sürdürülebilirlik, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları içeren üç ana bileşenden oluşur.

Yapılarda sürdürülebilirlik, inşaat, kullanım ve yıkım aşamalarında çevresel, ekonomik ve sosyal faktörlerin gözetilerek binaların planlanması, tasarlanması, inşa edilmesi ve işletilmesi süreçlerini içeren bir yaklaşımdır. Bu, enerji verimliliği, kaynakların etkili kullanımı, düşük çevresel etki, insan sağlığı ve konforu gibi faktörleri kapsar.

Sürdürülebilir yapılar, modern toplumun karşı karşıya olduğu çevresel ve ekonomik zorluklara karşı bir yanıt olarak ortaya çıkan önemli bir inşaat ve tasarım yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, mevcut nesillerin ihtiyaçlarını karşılamak için kaynakları verimli kullanmayı, aynı zamanda gelecek nesillerin gereksinimlerini gözetmeyi hedefler. Sürdürülebilir yapılar, çevresel etkileri minimize etmek, enerji verimliliğini artırmak, atık üretimini azaltmak ve işletme maliyetlerini düşürmek gibi bir dizi avantaj sunar. Bu makale, sürdürülebilir yapıların temel ilkelerini, çevresel ve ekonomik etkilerini ve bu yaklaşımın inşaat endüstrisine olan katkılarını incelemektedir.

Enerji Verimliliği: Sürdürülebilir yapılar, enerji verimliliği konusunda öncü bir rol oynar. İyi yalıtılmış yapılar, enerji tüketimini azaltır ve uzun vadeli enerji maliyetlerini düşürür. Bunun yanı sıra, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı da sıkça tercih edilir.

Çevresel Etkiler: Sürdürülebilir yapılar, çevresel etkileri minimize etmek için tasarlanır. Azaltılmış enerji tüketimi, sera gazı emisyonlarının azalması ve doğal kaynakların korunması

bu etkilerin bazılarıdır. Ayrıca, sürdürülebilir malzeme seçimi ve atık azaltma, yapıların çevresel ayak izini azaltır.

Sürdürülebilir yapılar, inşaat endüstrisine çeşitli yollarla katkı sağlamaktadır bu katkıların başlıcalarını şu şekildedir. Yenilik ve teknoloji gelişimi, yeşil istihdam, sosyal sorumluluk, ekonomik etkiler sürdürülebilir yapıların temelini oluşturmaktadır.

Sürdürülebilir yapılar, çevresel ve ekonomik açıdan daha sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir adımdır. Enerji verimliliği, çevresel duyarlılık, sağlık ve konfor, sosyal uygunluk ve ekonomik etkiler bu yaklaşımın temel bileşenleridir. İnşaat endüstrisi, sürdürülebilir yapılar aracılığıyla inovasyon ve toplumsal sorumlulukta öncü bir rol oynamaya devam etmelidir.

Yapı malzemelerinin seçimi ve tasarım süreçlerindeki rolü, inşaat projelerinin başarılı bir şekilde tamamlanması ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasında kritik öneme sahiptir.

Akademik alanda, sürdürülebilir yapılara odaklanan birçok araştırma ve çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, yeni malzemelerin ve teknolojilerin geliştirilmesi, sürdürülebilirlik standartlarının belirlenmesi ve yapı tasarımı ve inşaat yöntemlerinin iyileştirilmesi gibi konuları kapsar. Sürdürülebilirlik alanında bilimsel araştırmalar, daha çevreci ve enerji verimli yapıların geliştirilmesine ve inşaat endüstrisinde sürdürülebilirlik prensiplerinin yaygınlaştırılmasına katkı sağlar.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, yapı malzemelerinin sürdürülebilirliğini değerlendirmek için beş farklı yapı incelenmiştir. Bu yapılar şunlardır; One Angel Square, Manchester, İngiltere- The Edge, Amsterdam, Hollanda- Masdar Şehri, Abu Dabi, Birleşik Arap Emirlikleri- The Bullitt Center, Seattle, ABD- The Crystal, Londra, İngiltere. Bu yapılar, farklı sürdürülebilirlik kriterlerine dayalı olarak inşa edilmiş yapılar arasında yer almaktadır. Her biri farklı sürdürülebilirlik sertifikalarına sahiptir ve yeşil teknolojileri veya tasarım ilkelerini vurgulamaktadır.

Bu çalışmada, yapıların sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek için aşağıdaki sürdürülebilirlik değerlendirme araçları kullanılmıştır; LEED ve BREEAM ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA), yapı malzemeleri. Bu Materyal ve Metot bölümü, çalışmanın yöntemolojik temelini ve incelenen yapıların sürdürülebilirlik açısından nasıl değerlendirildiğini ayrıntılı olarak incelemektedir. Bu yöntemler yapı malzemeleri ile sürdürülebilirlik ilişkisini derinlemesine incelemek ve sonuçlara ulaşmak için kullanılmıştır.

3. Bulgular

One Angel Square, Manchester, İngiltere- The Edge, Amsterdam, Hollanda- Masdar Şehri, Abu Dabi, Birleşik Arap Emirlikleri- The Bullitt Center, Seattle, ABD- The Crystal, Londra, İngiltere. Bu beş farklı yapıyı LEED, BREEAM ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) kriterlerine göre inceleyip karşılaştırabiliriz. Her bir yapıyı bu sürdürülebilirlik değerlendirme araçlarına göre analiz edelim:

One Angel Square, Manchester, İngiltere



Şekil 1. One Angel Square, Manchester Görünüşü (Website-1, 2024)

- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED): Bu bina, LEED Platinum sertifikasına sahiptir. LEED'e göre enerji verimliliği, su tasarrufu, malzeme seçimi ve iç hava kalitesi gibi kriterlere yüksek puanlar almıştır.
- Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM): Bina, BREEAM "Mükemmel" derecesine sahiptir. BREEAM değerlendirmesinde çevresel sürdürülebilirlik, sağlık ve konfor, enerji verimliliği gibi kriterlerde yüksek puanlar almıştır.

- Life Cycle Assessment (LCA): Yaşam döngüsü değerlendirmesi, bina malzemelerinin üretiminden kullanımına ve atılmasına kadar tüm çevresel etkileri incelemiş ve düşük karbon ayak izi ile dikkat çekmiştir.
- Yapı Malzemeleri: One Angel Square'da sürdürülebilir yapı malzemeleri tercih edilmiştir. Duvarlarda yüksek performanslı yalıtım malzemeleri kullanılmış ve çatıda güneş panelleri bulunmaktadır. Ayrıca, ahşap ve çelik gibi geri dönüştürülebilir malzemeler tercih edilmiştir.

The Edge, Amsterdam, Hollanda



Şekil 2. The Edge Görünüşü (Website-2, 2024)

- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED): Bu ofis binası, LEED Platinum sertifikasına sahiptir. Özellikle enerji verimliliği ve yeşil teknolojilerde yüksek puanlar almıştır.
- Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM): The Edge, BREEAM "Mükemmel" derecesine sahiptir. İç hava kalitesi, su verimliliği ve atık yönetimi gibi kriterlerde yüksek puanlar almıştır.
- Life Cycle Assessment (LCA): Yaşam döngüsü değerlendirmesi, binanın malzeme seçimi ve enerji kullanımı gibi unsurlarda çevresel olarak verimli olduğunu göstermiştir.
- Yapı Malzemeleri: The Edge, çevre dostu yapı malzemeleri kullanarak sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmış bir binadır. Çelik, cam ve ahşap gibi malzemeler bina inşaatında kullanılmıştır. Ayrıca, cam cephe enerji verimliliğini artırmak için tasarlanmıştır.

Masdar Şehri, Abu Dabi, Birleşik Arap Emirlikleri



Şekil 3. Masdar Şehri, Abu Dabi, Birleşik Arap Emirlikleri Görünüşü (Website-3, 2024)

- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED): Masdar Şehri, sürdürülebilir bir şehir projesi olarak LEED sertifikasyonunu uygulamıştır ve çeşitli binaları farklı LEED seviyelerinde sertifikalandırmıştır.
- Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) Bu proje, BREEAM için özel olarak uyarlanmış bir değerlendirme süreci kullanmıştır ve yüksek sürdürülebilirlik standartlarına sahiptir.
- Life Cycle Assessment (LCA): Yaşam döngüsü değerlendirmesi, projenin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerini karşılamak için yapılmış ve malzeme kullanımı ile enerji yönetimi gibi alanlarda çevresel etkilerin minimize edildiği gözlemlenmiştir.
- Yapı Malzemeleri: Masdar Şehri'nin inşaatında sürdürülebilir yapı malzemeleri kullanılmıştır. Bu malzemeler arasında yerel olarak üretilen ve çevreye duyarlı olanlar bulunmaktadır. Ayrıca, bina yalıtımı ve güneş panelleri gibi enerji verimliliği sağlayan malzemeler de kullanılmıştır.

The Bullitt Center, Seattle, ABD



Şekil 4. The Bullitt Center, Görünüşü (Website-4, 2024)

- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED): Bu bina, LEED Platinum sertifikasına sahiptir ve "Dünyanın En Sürdürülebilir Binası" olarak kabul edilir. Enerji üretimi, su tasarrufu ve malzeme seçimi gibi kriterlerde yüksek puanlar almıştır.
- Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM): Bina ABD dışında olduğu için BREEAM sertifikasyonu almamıştır, ancak kendi sürdürülebilirlik standartlarına sahiptir.
- Life Cycle Assessment (LCA): Yaşam döngüsü değerlendirmesi, binanın çevresel etkilerinin düşük olduğunu göstermiş ve sıfır enerji tüketimi hedefine ulaştığını vurgulamıştır.
- Yapı Malzemeleri: The Bullitt Center, geri dönüştürülebilir ve çevre dostu yapı malzemeleri kullanarak sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmıştır. Özellikle ahşap yapı malzemeleri tercih edilmiş ve bu malzemelerin sürdürülebilir ormancılıkla üretildiği vurgulanmıştır.

The Crystal, Londra, İngiltere



Şekil 5. The Crystal Görünüşü (Website-5, 2024)

- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED): Bu sergi ve eğitim merkezi, LEED Platinum sertifikasına sahiptir ve çevresel sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve iç hava kalitesi gibi kriterlerde yüksek puanlar almıştır.
- Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM): The Crystal, BREEAM "Mükemmel" derecesine sahiptir ve su tasarrufu, malzeme kullanımı ve ekolojik değerler gibi kriterlerde yüksek puanlar almıştır.
- Life Cycle Assessment (LCA): Yaşam döngüsü değerlendirmesi, malzeme kullanımı ve enerji yönetimi ile ilgili olarak çevresel olarak verimli olduğunu göstermiştir.

- Yapı Malzemeleri: The Crystal, sürdürülebilirlik açısından örnek bir yapı malzemesi kullanımına sahiptir. Özellikle camın doğru bir şekilde kullanılması ve enerji verimliliğini artırmak için tasarlanmış cam cephe, bu binanın sürdürülebilirlik özelliklerini vurgular.

Bu analizler, beş farklı yapının Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) ve Life Cycle Assessment (LCA) kriterlerine göre nasıl değerlendirildiğini ve sürdürülebilirlik açısından hangi alanlarda güçlü olduğunu göstermektedir. Her yapı, farklı sürdürülebilirlik özelliklerine sahip olsa da, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma konusunda başarılı örnekler sunduğu belirlenmiştir.

4. Tartışma ve Sonuçlar

İncelenen beş yapı, sürdürülebilirlik açısından örnek projelerdir ve çevresel etkileri minimize etmek için sürdürülebilir yapı malzemeleri ve teknolojileri kullanmışlardır. Her biri, farklı sürdürülebilirlik kriterlerine dayalı olarak yüksek performans göstermektedir. Yapı malzemeleri seçimi, bu başarıda kritik bir rol oynamış ve enerji verimliliği, su tasarrufu ve çevresel etkilerin azaltılması gibi alanlarda olumlu sonuçlar doğurmuştur.

Bu çalışma, sürdürülebilirlik açısından başarılı yapıların önemli özelliklerini ve yapı malzemelerinin bu başarıya katkısını vurgulamaktadır. Gelecekteki inşaat projelerinde, sürdürülebilirlik ilkelerine uygun malzeme seçimi ve tasarım kararlarının önemi daha da artacaktır. Bu nedenle, bu yapıların deneyimleri, geleceğin daha sürdürülebilir yapılarının tasarımı ve inşası için önemli bir kaynak sunmaktadır.

Yapı Malzemesi Seçiminde Sürdürülebilirlik Önceliği: Yapı malzemesi seçimi, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için kritik bir öneme sahiptir. İnşaat projelerinde malzeme seçimi aşamasında, çevre dostu ve geri dönüştürülebilir malzemelerin öncelikli olarak tercih edilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda malzeme üretiminin çevresel etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Kullanımı: İncelenen yapılar, enerji verimliliği konusunda başarılı örnekler sunmaktadır. Gelecekteki inşaat projelerinde, enerji tüketimini minimize etmek için yüksek verimli yalıtım, güneş panelleri ve enerji tasarruflu aydınlatma

sistemleri gibi teknolojilerin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha yaygın bir şekilde kullanılması teşvik edilmelidir.

Su Tasarrufu ve Su Yönetimi: Su tasarrufu önlemleri, inşaat projelerinde sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Yağmur suyu toplama sistemleri, gri su kullanımı ve suyun daha etkin bir şekilde yönetilmesi, su tasarrufu sağlayabilir. Bu tür uygulamalar gelecekteki projelerde daha fazla kullanılmalıdır.

Sertifikasyon Standartlarına Uyum: Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) gibi sertifikasyon standartları, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için rehberlik eden araçlardır. Gelecekteki projeler, bu sertifikasyonlara başvurarak ve uyum sağlayarak sürdürülebilirlik standartlarına daha yakın olmalıdır.

Çevresel Etki Değerlendirmesi: Yaşam döngüsü değerlendirmesi Life Cycle Assessment (LCA), inşaat projelerinin çevresel etkilerini değerlendirmek için güçlü bir araçtır. Bu analizler, malzeme seçimi, enerji kullanımı ve inşaat süreçlerinin optimize edilmesine yardımcı olabilir.

Daha Fazla Araştırma ve Geliştirme: Sürdürülebilir inşaat teknolojileri ve malzemeleri hızla gelişmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilirlik konusunda daha fazla araştırma ve geliştirme çalışmalarına yatırım yapılması önemlidir. Yeni ve yenilikçi malzemelerin ve teknolojilerin geliştirilmesi, sürdürülebilir yapıların inşası için daha fazla fırsat sunabilir.

Bu öneriler, gelecekteki inşaat projelerinin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına yardımcı olabileceğini öngörmekteyiz. Sürdürülebilirlik, inşaat sektöründe giderek daha fazla önem kazanan bir konu olduğundan, bu önerilere uyum sağlamak, hem çevresel hem de ekonomik açıdan faydalı alternatifler ile verimli ve konforlu yapılar oluşturulacaktır.

Teşekkür

Bu makalenin hazırlanmasında verdiği destekten dolayı meslektaşım Samir Adem'e teşekkür ederim.

Conflict of Interest Declaration

There is no conflict of interest between the authors.

Statement of Research and Publication Ethics

The scientific study titled "SELECTION OF BUILDING MATERIALS AND THEIR ROLE IN THE DESIGN PROCESS," which was prepared to be published in the scientific journal, was prepared based on scientific criteria free from skepticism and in compliance with the principles of research and publication ethics.

Kaynaklar

- Arici, A. (2023). ENVIRONMENTALLY FRIENDLY CONSTRUCTION SITES: SUSTAINABILITY AND GREEN PRACTICES *Vision International Scientific Journal*, 8(2), 67-80. <https://doi.org/10.55843/ivisum2382067a>
- Arici, A. (2023). CREATING FAST AND SAFE STRUCTURAL DESIGNS AND QUARANTINE STRUCTURES DURING AN EPIDEMIC *Vision International Scientific Journal*, 8(1), 75-82. <https://doi.org/10.55843/ivisum2381075a>
- Arap, S. K., Yücebaşı, E., & Arap, İ. (2021). Local Governments' Goal Of Life Without Barriers: The Case Of The Izmir Metropolitan Municipality. *Anemon Muş Alparslan University Journal of Social Sciences*, 9(1), 139-156.
- Dönmez, M. E., Aki, A. (2005). The effects of open public spaces on social relations. *YTU Faculty of Architecture e-Journal*, 1(1), 67-87.
- Erdede, S.B., Erdede, B., Bektaş, S., 2014. Sürdürülebilir Yeşil Binalar ve Sertifika Sistemlerinin Değerlendirilmesi. 5. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu. 14-17 Ekim 2014. İstanbul.
- Gao W., Ariyama T., Ojima T., Meier A., (2001). Energy Impacts of Recycling Disassembly Material in Residential Buildings, *Energy and Building*, 33 (6), 553–562.
- Kaya, H. E., & Susan, A. T. (Yıl: 2020-2). Ekolojik Planlama ve Eko-Kentler. *idealkent Kent Araştırmaları Dergisi (Journal of Urban Studies)*, Cilt 11 (Sayı 30), 909-937. DOI: 10.31198/idealkent.533730.
- Milošević, A.; Milošević, M.; Milošević, D.; Selimi, A. Ahp multi—Criteria method for sustainable development in construction. In *Proceedings of the 4th International Conference, Contemporary Achievements in Civil Engineering*, Subotica, Serbia, 22 April 2016; pp. 929–938.
- Wymelenberg K, Dietz L. ve Fretz, M. (2020). Buildings have their own microbiomes – we're striving to make them healthy places. *Erişim Bilgisi*:10 Eylül, 2020
- Yazicioglu, Y. & Erdogan, S. (2014). *SPSS Applied Scientific Research Methods*. Detail Publishing, 433s, Ankara.

İnternet Kaynakları

Website-1, Erişim Tarihi: 10.04.2024

https://www.google.com/search?q=One+Angel+Square,+Manchester,+%C4%B0ngiltere&sca_esv=8276d79fd9a4c5db&rlz=1C5CHFA_enTR835TR835&sxsrf=ADLYWJIBXrvok9HR5R0jtjpn-TplfoJOTw:1716378562107&udm=2&source=iu&ictx=1&vet=1&fir=nPKwBeNN4ngswM%252CtKfocEYCwCPb9M%252C%252Fm%252F0hndf1v&usg=AI4_kTo_hjNhg1rtnUYI2VfSVqqXiZVCQ&sa=X&ved=2ahUKEwj0_fmzmKGGAxWz9AIHHYxDAdYQ_B16BAgwEA#vhid=nPKwBeNN4ngswM&vssid=mosaic

Website-2, Erişim Tarihi: 13.04.2024

<https://www.ekoyapidergisi.org/dunyanin-en-yesil-binasi-the-edge>

Website-3, Erişim Tarihi: 11.05.2024

<https://www.surdurulebilirretim.com/bastan-sona-surdurulebilir-bir-kent-masdar-city/>

Website-4, Erişim Tarihi: 15.05.2024

<https://living-future.org/case-studies/bullitt-center-2/>

Website-5, Erişim Tarihi: 15.05.2024

https://www.yesilodak.com/kristalden-esinlenen-surdurulebilir-yasam-merkezi#google_vignette



Çıkmalı yapıların sismik hasarları üzerine:

2023 Kahramanmaraş Depremleri Sonrası Notlar

Elif Belkıs ÖKSÜZ UNCU^{1*},

Öz

6 Şubat 2023'te gerçekleşen Kahramanmaraş depremleri Türkiye'nin yaklaşık on bir ilinde büyük kayıplara neden olmuştur. Bugün, inşaat mühendisliğinden mimarlığa kadar her disiplin bu kayıpların sorumluluğunu farklı şekillerde üstlenmektedir. Bu çalışma da depremler sonrası hasarlı binaların ortaya çıkmasına zemin hazırlayan mimari müdahalelerin birine değinmektedir: çıkmalı yapılarda oluşan sismik hasarlar. Estetik kaygılar veya pratik amaçlar için olsun, Türkiye'deki betonarme inşaatlarında üst katlardaki kirişlerin uzatılarak konsol olarak tasarlanması sıkça görülmektedir. Bu uygulamalar, bina tasarımında sebep oldukları asimetri ve düzensizlikle bina deprem performansını olumsuz yönde etkilemesine rağmen, ekonomik ve işlevsel nedenlerle özellikle apartman binalarında sıkça karşımıza çıkmaktadır. Özellikle çıkma uygulamalarının 1990'larda bina tasarım yönetmeliklerinde yer almaya başlamasıyla çıkmalı betonarme apartman binaları, Türkiye'nin küçük şehirlerinde konut mimarisinde bir fenomene dönüşmüştür. Ancak, Türkiye'deki diğer büyük depremlerle birlikte, Kahramanmaraş merkezli depremlerle (2023) bir kez daha göstermiştir ki, ekonomik ve işlevselliğiyle mekân kazanımı sağlayan uygulamalar, aldıkları hasarlarla kullanıcıya çok daha fazla maliyet yaratmaktadır. Bu nedenle, bu çalışma, bu yapısal uygulamanın bir mimari stile dönüşümünü ele almakta ve Kahramanmaraş depremleri bağlamında konut sahibi için ortaya çıkardığı asıl maliyeti farklı örneklerle belgelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği, Çıkmalar, Mimari Tasarım, Kahramanmaraş Depremleri.

On the Seismic Damage Sustained by Cantilever Projections: Notes on the aftermath of the 2023 Kahramanmaraş Earthquakes

Abstract

The earthquakes in Kahramanmaraş on February 6, 2023, caused significant losses across approximately eleven provinces in Turkey. Today, every discipline, from civil engineering to architecture, assumes responsibility for these losses in various ways. This study addresses one of the architectural interventions that contributed to the emergence of damaged buildings after the earthquakes: seismic damage in buildings with cantilevers. Whether for aesthetic concerns or practical purposes, it is common in Turkey's reinforced concrete constructions to extend beams on upper floors as cantilevers. Although these applications negatively impact a building's earthquake performance due to the asymmetry and irregularity they introduce into the design, they are frequently seen in apartment buildings for economic and functional reasons. Especially with the inclusion of cantilever applications in building design regulations in the 1990s, cantilevered reinforced concrete apartment buildings have become a phenomenon in residential architecture in Turkey's smaller cities. However, along with other major earthquakes in Turkey, the Kahramanmaraş-centered earthquakes (2023) have once again shown that these space-gaining applications, valued for their economic and functional benefits, ultimately create much higher costs for users due to the damage incurred. Therefore, this study examines the transformation of this structural practice into an architectural style and documents, with various examples, the real cost it imposes on homeowners in the context of the Kahramanmaraş-centered earthquakes).

Keywords: Planned Areas Zoning Regulation, Cantilever Projections, Architectural Design, Kahramanmaraş-centered Earthquakes

¹Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, elifb8807@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7807-171X>

1. Giriş

Konsol çıkımlar, mimari tasarıma estetik ve işlevsel değer katan temel unsurlardır. İç mekânda kullanım alanını genişletmek veya iklim koşullarına uyum sağlamak amacıyla, bu mimari özellikler bir binada çeşitli katmanlar halinde kendini gösterir (Şekil 1).



Şekil 1. Betonarme binalarda konsol çıkma örnekleri, Kahramanmaraş, 2024.

Bu uygulamalar, açık ve kapalı formlarda betonarme yapılarda sıkça karşımıza çıkmaktadır. Çoğunlukla arazi maliyetlerinin yüksek olduğu yoğun nüfuslu kentsel alanlarda kapalı çıkımlar, bina taban alanına etki etmeden iç mekân alanını genişletmek amacıyla ekonomik bir tasarım uygulaması olarak tercih edilmekte ve apartman tasarımlarında yaygın olarak uygulanmaktadır. Öte yandan, konsol çıkmalı binaların deprem güvenliği ve yapısal dayanıklılığı söz konusu olduğunda, bu uygulamaların tasarım ve inşaat sürecinin ayrıntılı bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Bu mimari uygulamaların hatalı inşası ve tasarımı, binanın yapısal bütünlüğünü zayıflatabilir ve büyük bir depremle binada hasara neden olup, hasar durumunu ağırlaştırabilir. Özellikle betonarme taşıyıcı sistemli binalarda, çıkımların formunun açık veya kapalı olması, hasarın büyüklüğünü etkileyebilmektedir. Örneğin, konsol kirişlerle yapılan çıkımlarda kullanılan malzemelerin birim ağırlığı artırması, binanın yapısal eksantrikliğini etkileyebilir (Doğan ve diğ., 2007). Literatürde ‘ağır çıkmalı’ olarak da ifade edilen bu kapalı çıkımlara sahip binaların düzenli formdaki binalara göre sismik hasara daha duyarlı oldukları bilinmektedir (Sucuoğlu & Yazgan, 2003; Özcebe, 2004). Konsol çıkımların getirdiği asimetri, burulma ve eğilme momentlerini artırarak binanın burulma tepkisini etkiler ve düzensizliklere yol açabilmektedir (Karki & Parajuli, 2023). Nitekim bu varsayımların en güncel örnekleri, 2023 Kahramanmaraş depremlerinde de karşımıza çıkmıştır. Son birkaç yıldır konsol çıkımların tasarımı ve inşası, Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği (PAİY) ve Türkiye Deprem Yönetmeliği (TDY) altında takibe alınsa da yaşadığımız son yıkıcı depremler, konsol

çıkımların depreme bağılı olarak aldığı hasarları, mimariye bağılı tasarım hataları olarak karşımıza çıkarmıştır. (Demirbaş ve diğ., 2020; Akıncıtürk, 2003). Bu çalışmada da ekonomik ve işlevsel avantajıyla apartmanlarda yaygın olarak kullanılan ve Kahramanmaraş'ta adeta mimari bir üslup haline gelmiş olan çıkmalı apartmanların deprem sonrası aldıkları hasarlara ve şematize edilen plan tasarımlarına birlikte yer verilmiştir. Çalışmada Kahramanmaraş merkezli depremler sonrası aynı yönetmeliğe tabi biçimde inşa edilmiş; aynı zemin sınıfına sahip arazide bulunan üç farklı binaya ait tasarımların aldıkları sismik hasarlar ve bina sahipleri için yarattığı maliyet tartışılmaktadır.

2.Arkaplan

2.1. Türkiye'deki Apartman Tasarımlarında Konsol Çıkma Trendinin Yükselişi

Türkiye'nin Akdeniz ve Ege Bölgelerinde açık balkonları farklı doğrama sistemi çözümleriyle kapatma müdahaleleriyle, apartmanlarda çıkma uygulamalarının genellikle açık balkon olarak ve yaygınlaşmasına neden olmuştur. Özellikle 60'ların sonlarında, cam balkon sistemleri ve katlanır panjurlar, sıcak iklim koşullarına karşı apartmanların işlevselliğini artırmak amacıyla yüksek talep görmüştür. Ancak, bir on yıl içinde balkonları kapatma uygulamalarının ağırlıklı olarak daha düşük maliyete yaşam alanını genişletmek amacıyla yaygınlaştığını söylemek mümkündür (Büyükyıldırım, 2001). O dönemde, Türkiye'nin daha küçük illerinde nüfus, köylerden şehirlere göç eden insan sayısının artmasıyla birlikte artmakta; kapalı balkonlu binalar, apartmanlarda yaşayan kalabalık ailelere ek yaşam alanı sağlamak açısından oldukça ekonomik çözüm oluşturmaktaydı. Sonuç olarak, dönüştürülebilir balkonlara sahip apartmanlara olan eğilim, apartman tasarımında yeni bir trende yol açtı. Bu duruma ek olarak, yönetmelikte açık çıkma şartı taşıyan balkonların emsal hesabında sağladığı avantaj da bu trendin yükselişinde etkili olduğunu da söylemek mümkündür. Balkonlu binaların emlak piyasasında yüksek talep görmeye başlamasıyla ve inşaat maliyetine önemli ölçüde etki etmesiyle balkonları çıkma olarak tasarlama fikri apartman bölgelerinin silüetini hızla değiştirmeye başladı. Bu balkonların tasarımında herhangi bir mimari standart uygulanmadan, çeşitli ve iç mekandaki bir oda büyüklüğünden daha büyük balkonlara sahip, tutarsız tasarımlar ortaya çıkmaya başladı. Betonarme binalarda çıkımların sahip olduğu sismik zayıflığa rağmen, balkonların boyutları her zamankinden daha büyük hale geldi ve yapısal güvenlikten ziyade ek alan kullanımı, tasarımların öncelikleri haline geldi. Bu hızlı dönüşümün apartman silüetlerine yansımaları ilk olarak belediyelerin dikkatini çekti (Büyükyıldırım, 2001). O dönemde belediyeler, yerel kodlar ve estetik yönergelerle uyum sağlamak için mimari planları inceleme

yetkisine sahipti. Uzun bir süre boyunca, çıkma tasarımlarında bina kodlarının uygulanmasını içeren çeşitli mekanizmalarla sokak silüetlerinin düzenini ve estetik uyumunu korumada önemli bir rol oynadılar. Ancak, bu rehberlik çoğunlukla (1975 yılında yürürlüğe giren) "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik" çerçevesinde çıkmaların yapısal özelliklerini kapsıyordu. Öyle ki, 2010'ların sonlarına kadar binaların deprem güvenliği için mimarların takip etmekte zorunlu olduğu ne yapı tasarım standartları ne de tasarım kılavuzları vardı. Bir başka deyişle, mimarlar ve mühendisler, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2007'de yürürlüğe giren, 2018'de yenilenen) belirtilen, belediyelerce tanımlanan yapısal özelliklere uymak zorunda olsalar da tasarımlarının daha üst makamlar tarafından denetlendiği bir mimari standarda uyma zorunluluğu neredeyse yoktu. Bu doğrultuda, farklı bölgelerdeki belediyeler binaların mimari tasarımlarına farklı açılardan müdahale edilmesine binaen, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), Türkiye'nin tüm bölgelerinde hem mimari tasarım hem de yapı inşaatı için temel kuralları belirlemiştir. 2017 yılında Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'ni yürürlüğe koyarak, ÇŞB yapı elemanlarının inşası ve uygulaması için temel kuralları belirlemiş ve bu yönetmelikte Konsol Çıkmaların Tasarımı için Madde 41 – Çıkmalar başlığı altında bir kılavuz sunmuştur. Ve bu tarihten itibaren, mimarlar ve mühendisler hem bu yönetmeliğe hem de Türkiye Deprem Bina Yönetmeliği'ne (2018) uymak zorunda kalmışlardır.

Ancak, yönetmelikleri iyileştirme ve kötü tasarım kararlarını önleme çabalarına rağmen, apartmanlardaki konsol çıkma uygulamalarının önüne geçilmemiş ve bu binalar özellikle deprem riski yüksek bölgelerde, büyük depremler sırasında önemli bir sismik hasar riski oluşturmaya devam etmiştir. Betonarme binalarda çıkma uygulamalarının birer mimari uygulama olarak oluşturduğu hasarlar, Türkiye'de yaşanan önceki depremlerden gelen örneklerle defalarca rapor edilmiştir. Bu raporlarda yer verilen çıkma örneklerinin genellikle binaların yapısal bütünlüğünü tehlikeye atarak sismik kuvvetlerin etkisini artırdığı ve daha fazla hasara yol açtığı ifade edilmiştir. Öte yandan ortaya çıkan hasarların Artan farkındalığa ve bu sorunları ele alma girişimlerine rağmen, kötü tasarlanmış çıkmaların sürekli kullanımı, bina uygulamalarında depreme dayanıklılığı sağlamada devam eden zorluklardan birini oluşturmaktadır. Bu durumun en güncel örneği, 6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş'ta meydana gelen depremlerle birlikte gözlemlenmiştir. Türkiye'deki önceki büyük depremlerde görüldüğü gibi, bu depremler bir kez daha bu "ekonomik ve işlevsel uygulamaların" büyük bir depremde çok daha maliyetli bir tablonun ortaya çıkarabildiğini göstermiştir.

2.2. Kahramanmaraş Merkezli Depremler (2023) ve Kente Etkisi

6 Şubat 2023'te Türkiye'nin Kahramanmaraş ilinde meydana gelen bir dizi güçlü ve yıkıcı deprem, bölgenin tarihindeki en şiddetli sismik olaylardan biri olup AFAD'a göre Richter ölçeğinde 7.7 büyüklüğünde kaydedilmiştir (AFAD, 2023). 7.6 büyüklüğünde bir artçı deprem de dahil olmak üzere çok sayıda artçı sarsıntının eşlik ettiği ikinci deprem ise Kahramanmaraş, Hatay, Osmaniye ve Türkiye'nin güneydoğusundaki sismik bölgede bulunan Suriye'deki birkaç şehir dahil olmak üzere pek çok ilde geniş çapta hasara yol açmıştır. Aynı gün içerisinde gerçekleşen bu depremlerin en son standartlara göre inşa edilmiş binalarda bile birtakım hasarlar oluşturduğu bilinmektedir. Ancak, depremlerin şiddetinin yanı sıra, tasarım, inşaat ve denetim süreçlerindeki eksikliklerin de yaşanan büyük kayıplarda birer faktör oluşturduğunu söylemek mümkündür. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı'nca (CSBB) sunulan rapora göre Kahramanmaraş ilinde toplamda 243.153 bina etkilenmiş olup, bunlardan 219.351'i konut binasıdır (CSBB, 2023). Bu depremler, şehrin altyapısı ve binaları ağır şekilde etkilemiş, büyük bir can kaybına ve binlerce kişinin evini terk etmesine sebep olmuştur. Binlerce kişi için yaşam koşulları dramatik bir şekilde değişmiş; birçok insan evsiz kalmış ve geçici barınaklara yerleşmek zorunda kalmıştır. Yine CSBB tarafından belgelenen 2023 Kahramanmaraş-Hatay Depremleri Raporu'na göre, deprem sonrasında 2.273.551 kişi doğrudan barınma sorunlarıyla karşı karşıya kalmıştır. Bu sayı, depremlerin devam eden olumsuz etkileri ve koşullar nedeniyle depremi izleyen süreçte önemli ölçüde artmıştır.

3. Çıkmalı Yapıların Depremle Aldığı Hasarlar Üzerine: 2023 Kahramanmaraş Depremleri Sonrası Notlar

Depremlerde, binaların aldıkları hasarlar ve bu hasarların seviyesi birçok faktöre bağlıdır; bunlar arasında bina sınıfı, inşa yılı, yapıların tabi oldukları yönetmeliklerin yanı sıra inşaat ve uygulama aşamalarındaki ihmaller yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında da çıkma uygulamalarına sahip binaların tasarımlarından ötürü aldıkları hasarları ele almak amacıyla, makalede yer verilen binalar için ortak değerler aranmıştır. Bu kapsamda seçilen binaların

- Aynı zemin sınıfına ait olması, yani benzer türde zemin üzerine inşa edilmiş olmaları,
- 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin hemen öncesinde geçerli olan 2018 Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'ne uygun projeler olarak tasarlanıp inşa edilmiş olmaları,
- İnşalarının resmi olarak onaylandığını gösteren geçerli bir yapı ruhsatına sahip olmaları,
- Tasarım ve statik (yapısal) projelerinde bu yönetmeliklerin ihlal edilmemiş olmalarına dikkat edilmiştir.

Bu kapsamda binaların hasar durumlarına ait bilgiler bilirkişilerin raporlarına göre düzenlenmiş ve bina girişinde yer alan askı kodundan elde edilirken, binaların yapım yılına ait oldukları

yönetmelikler ve inşa sürecinde yapı denetiminde herhangi bir problemin raporlanıp raporlanmadığı hususunda ilgili belediyeden görüş alınmıştır. Bu ortak değerlerle birlikte, aynı yönetmeliğe göre tasarlanan çıkma uygulamalarının depremler sırasında bina hasarı üzerindeki etkisini diğer potansiyel hasar nedenlerinden ayırt etmek mümkün hale gelmiştir.

Örnek 1 – Birden Fazla Cephede Tasarlanan Uzun Çıkmalar

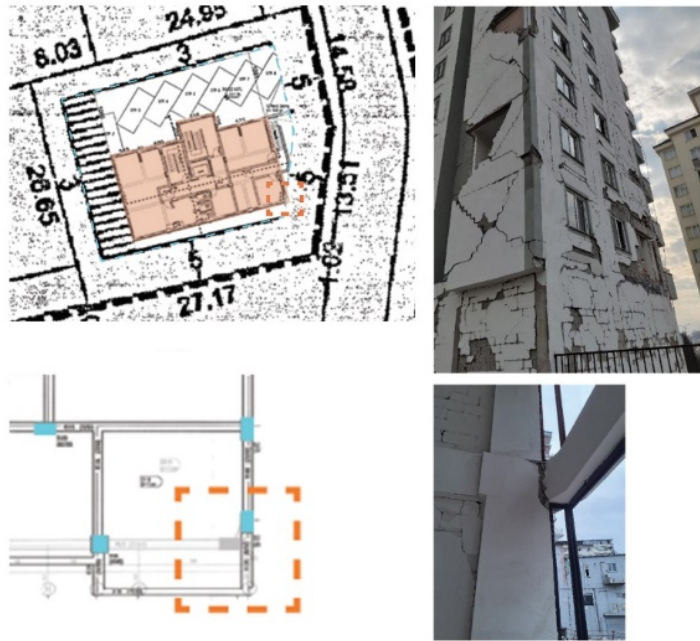
Ele alınan ilk örnek açık ve kapalı çıkmaların tüm cephelerde var olduğu bir apartman binasıdır. Binada, iç alan kullanımını artırmak amacıyla çıkma uygulaması tüm cepheleri çevreleyecek şekilde çevrilmiştir. Ancak, betonarme yapılarda birden fazla cephede çıkmaların varlığı, bir binanın deprem performansı üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmaktadır (Doğan ve diğ., 2007). Ayrıca, tek bir cephede dar ve uzun olarak tasarlanan bir konsol döşeme, yanal yüklerin yokluğunda bile eğilmeye neden olabilmektedir (Özmen & Ünay, 2007). Söz konusu binanın normal kat planı ve hasar fotoğrafları incelendiğinde, cephelerde sürekli olarak uzun ve dar biçimde tasarlanan açık ve kapalı çıkmaların, binanın sismik performansını olumsuz etkilediğini söylemek mümkündür. Birinci kat döşemesinde yer alan aralıklı çatlaklara daha yakından bakıldığında, binanın aldığı ağır hasar açıkça görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Birden fazla cephede konsol çıkmalara sahip bir apartman binası, Kahramanmaraş 2024.

Örnek 2 – Çıkmada Yapısal Düzensizlikler

İkinci örnekte, zemin ve birinci katın birleşim noktasındaki taşıyıcı sistemin düzensizliğinin binanın cephesinde ağır hasara neden olduğu bir bina yer almaktadır (Şekil 3). Bu tür uygulamalara, özellikle arsa sınırları ve yapı yaklaşma sınırları nedeniyle iç alan kazanmak amacıyla yapılan kapalı çıkmalara sahip binalarda sıklıkla rastlanmaktadır. Bu yapının zemin ve normal kat planlarına daha büyük ölçekte bakıldığında, katlar arası birleşimlerindeki çerçeve sistemdeki düzensizlik dikkat çekmektedir. Ek iç alan sağlamak amacıyla zemin kat planındaki çerçeve sistemin normal kat planında konsol kiriş olarak çözümlenmiştir. Binada, zemin kattaki kolonlardan biri arsa sınırına göre şekillendirilmiş ve binanın çıkmasını oluşturan bir konsol kiriş ile bağlanmıştır. Bu durum, çerçeve sisteminde süreksizliklere yol açmıştır (Şekil 3). Ayrıca, Meral (2019, 2023), bu tür çerçeve sistem betonarme bina modellerine yönelik gerçekleştirdiği analitik çalışmalarda, çerçevede süreksizliklere neden olan konsol kiriş çıkmalarının binanın sismik performansı üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu belirtmiştir.

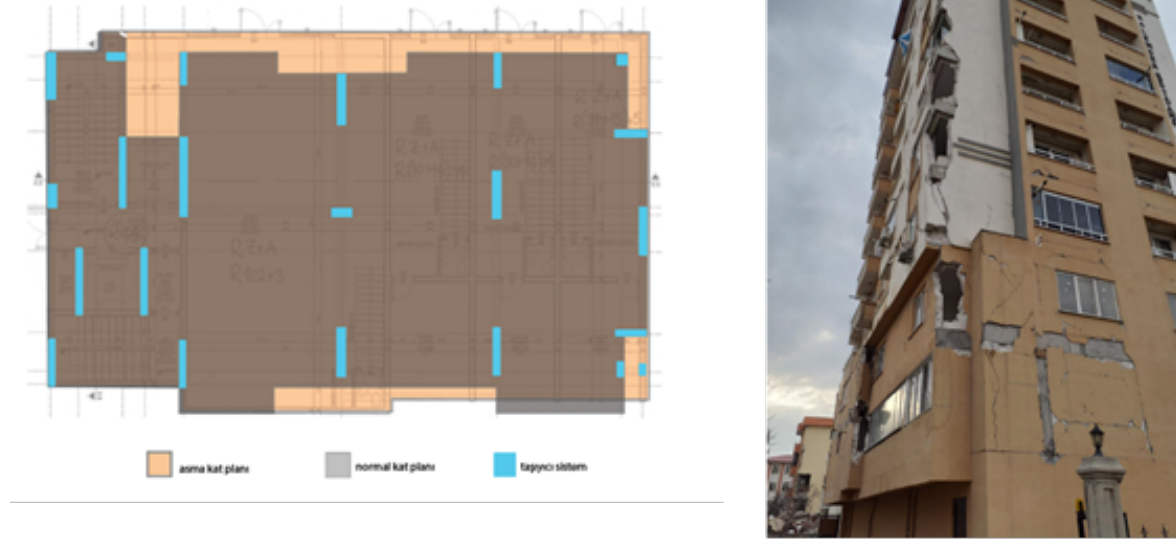


Şekil 3. Konsol çıkmalarda yapısal düzensizlik örneği, Kahramanmaraş 2024.

Örnek 3 – Çıkma Mimari Plan Düzenlerinde Uyumsuzluk

Şekil 4, farklı kat planlarıyla tasarlanmış çıkmaların üzerine çıkma yapılan bir binanın deprem sonrası maruz kaldığı ağır hasarı örnelemektedir. Çerçeve sistemli betonarme binalarda, döşemeler deprem sırasında perde duvar (diyafram) gibi davranırken, kolonlar kiriş gibi davranır (Erman, 2005). Deprem kuvvetlerinin bina üzerindeki etkisi doğrudan binanın

kütlesiyle ilişkili olduğundan, büyük ölçekli depremler sırasında bina üzerinde etki eden düşey kuvvetler kritik olabilmektedir. Bu nedenle, binanın ağırlığı arttıkça deprem kuvvetlerinin oluşturduğu moment de artmaktadır (Erman, 2005). Sonuç olarak, yüksek katlı binalarda ve taban alanı azalmış binalarda etki eden kuvvetler kaçınılmaz olarak binanın sismik performansını olumsuz etkileyecektir.



Şekil 4. Çıkma plan düzenlerinde uyumsuzluk örneği, Kahramanmaraş 2024.

4. Sonuç

Depreme dayanıklı bina tasarımı için mevcut düzenlemeler ne kadar kapsamlı ve yönlendirici olursa olsun, mimarlık ve mühendislik disiplinleri yapı tasarımında ortak bir zeminde üretim gerçekleştirilmedikçe, binaların güvenliği yeterli düzeyde sağlanamayacaktır. Bu çalışmada da binalarda meydana gelen hasarların, mühendisler ve mimarların tasarım yönetmeliklerini birbirlerinden bağımsız şekilde yorumlamalarından kaynaklandığı vurgulanmıştır. Ancak bu durum, her iki disiplinin yalnızca kendi yönetmeliklerine bağlı kalarak tamamen bağımsız hareket ettiği anlamına gelmemektedir.

Dolayısıyla, özellikle deprem riski taşıyan bölgelerde, mimarların ve mühendislerin yalnızca bina tasarım yönetmeliklerine ve standartlarına hâkim olmaları değil, aynı zamanda planlama, tasarım ve yapısal bilgi açısından da donanımlı olmaları kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, mimar ve mühendislerin eğitimlerinin ilk aşamalarından itibaren bu standartlara yönelik uzmanlık kazanmalarını sağlamak, sağlam ve güvenilir bir inşaat sektörünün temelini oluşturacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı:

Bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı:

Bulunmamaktadır.

Kaynaklar

AFAD. (2023). *Kahramanmaraş'ta meydana gelen depremler hk. – 34*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Retrieved from <https://www.afad.gov.tr/kahramanmarasta-meydana-gelen-depremler-hk-34>

Akıncıtürk, N. (2003). Yapı tasarımında mimarın deprem bilinci. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 8(1). <https://doi.org/10.17482/uujfe.85305>

Büyükyıldırım, G. (2001). Antalya'da ciddi bir sorun: Yapılarda kapalı çıkmalar. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 415, 38–42.

Demirbaş, N., Ulucan, M., Açıkgenç Ulaş, M., Şahin, H., Alyamaç, K., & Bildik, A. (2020). 24 Ocak 2020 Elazığ Sivrice depremi raporu. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33009.30567>

Doğan, M., Ünlüoğlu, E., & Özbaşaran, H. (2007). Earthquake failures of cantilever projections buildings. *Engineering Failure Analysis*, 14, 1458–1465.

Erman, E. (2005). A critical analysis of earthquake-resistant architectural provisions. *Architectural Science Review*, 48(4), 295–304. <https://doi.org/10.3763/asre.2005.4837>

Karki, I., & Parajuli, H. R. (2023). Effects of cantilever projections on seismic performances of RC buildings. *Journal of Innovations in Engineering Education*, 6(1), 110–117. <https://doi.org/10.3126/jiee.v6i1.56965>

Meral, E. (2019). Kapalı çıkmalı betonarme binaların deprem davranışının değerlendirilmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31. Retrieved from <http://peer.berkeley.edu>

Meral, E. (2023). Effects of frame discontinuity on seismic behaviour of RC buildings. *Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Civil Engineering*, 47(5), 2969–2983. <https://doi.org/10.1007/s40996-023-01065-2>

Özcebe, G. (2004). Deprem güvenliğinin saptanması için yöntemler geliştirilmesi. *TÜBİTAK İÇTAG YMAÜ İ574 Numaralı Araştırma Projesi Sonuç Raporu*, Ankara, Türkiye.

Özmen, C., & Ünay, A. İ. (2007). Commonly encountered seismic design faults due to the architectural design of residential buildings in Turkey. *Building and Environment*, 42(3), 1406–1416. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.09.029>

Sucuoğlu, H., & Yazgan, U. (2003). Simple survey procedures for seismic risk assessment in urban building stocks. In *Seismic risk assessment and retrofitting* (pp. 29–40). https://doi.org/10.1007/978-94-010-0021-5_7

T.C. Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). *2023 Kahramanmaraş ve Hatay depremleri raporu*.



KIÜ – FEN, MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ DERGİSİ
KIÜ – JOURNAL OF SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY

KAHRAMANMARAŞ İLİNDE KURULU MONOKRİSTAL FOTOVOLTAİK(PV) TESİSLERİN KARŞILAŞTIRMALI ENERJİ ÜRETİM İNCELEMESİ

Ayşe KIRKGEÇİT^{1*}

Öz

Hayatımızı daha kolay hale getirmek ve yapmak istediklerimizi hızlı bir şekilde yapmak için teknolojiye dayanarak yararlanmaktayız. Hayatımızı hızlandıracak teknolojinin kullanımı için ise en çok enerjiye ihtiyaç duymaktayız. Enerji ihtiyacımızı farklı kaynaklardan elde etmekteyiz; bu kaynaklardan birisi de fotovoltaik kaynak olan güneş paneli ile enerji üretimidir. Yapılan bu incelemede Türkiye için ortalama 1400 - 2000 kWh / m² – yıl fotovoltaik enerji üretimi potansiyeli ve Kahramanmaraş ilinde kurulu monokristal yapıya sahip fotovoltaik panellerin yılda 1550 - 1850 kWh / m² üretim yapması beklenmektedir. 2021 yılı için Kahramanmaraş'ta kurulu 13 tesisten veriler alınıp aylık ve yıllık olarak ortalama enerji üretiminin beklenen değeri sağlama durumu üzerine bir inceleme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik , Kahramanmaraş, Güneş Paneli

COMPARATIVE ENERGY PRODUCTION INVESTIGATION OF MONOCRYSTAL PHOTOVOLTAIC (PV) FACILITIES INSTALLED IN KAHRAMANMARAŞ PROVINCE

Abstract

We use technology to make our lives easier and to do what we want to do quickly. We need the most energy for the use of technology that will speed up our lives. We obtain our energy needs from different sources; One of these sources is energy production with solar panel, which is a photovoltaic source. In this review, it is expected that Turkey has an average photovoltaic energy production potential of 1400 - 2000 kWh / m² per year, and photovoltaic panels with monocrystalline structure installed in Kahramanmaraş province will produce 1550 - 1850 kWh / m² per year. For 2021, data were taken from 13 facilities established in Kahramanmaraş and an analysis was made on whether the average energy production on a monthly and annual basis provided the expected value.

Keywords: Photovoltaic (PV) , Kahramanmaraş, Solar Panel

¹Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye, aysekirkgecit46@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5859-3345>

1. Giriş

Günümüzde en çok kullanılan ve ihtiyaç duyulan ürün olan enerji farklı kaynaklardan elde edilebilmektedir. Bu kaynaklar fosil yakıtlar ve yenilenebilir kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılır. Fosil yakıtların fazla miktarda kullanılmasının etkisini günümüzde küresel ısınma, hava kirliliği gibi birçok alanda görmekteyiz. Fosil yakıtlara göre olumsuz etkisinin az olması nedeni ile yenilenebilir kaynaklardan enerji elde edilmesi büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir kaynaklar hidroelektrik santraller, jeotermal santraller, rüzgâr santralleri ve güneş panelleri gibi çevreyi kirletmeyen ve daha temiz bir dünya için önemli örneklerdir. Türkiye yenilenebilir kaynaklar bakımından oldukça zengin bir konuma sahiptir(Şahan & Okur, 2016). Bu zengin ve sınırsız enerji kaynaklarından biriside Güneş panelleri ile enerji üretimidir. Bu çalışmada firmalardan alınan kurulu güneş panelleri verileri incelenecektir.

Yapılacak olan bu çalışmada incelecek konu Kahramanmaraş iline ait Merkez ilçesi(Dulkadiroğlu ve Onikişubat) ve Elbistan ilçesinde kurulu güneş enerji tesislerinin m²-ışınım değerlerine göre istenilen verime ulaşp ulaşılmadığının analizi olacaktır. İncelemeye geçmeden önce Türkiye’deki destek programları ve enerji üretimi ile ilgili durumlar hakkında bilgiler verilmesi gerekmektedir.

Türkiye’de Güneş enerjisinden yararlanmayı teşvik etmek ve hız kazandırmak için T.K.D.K. (Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu) ile işlemleri yürütülen Avrupa destek programları bulunmaktadır. IPARD [Avrupa Birliği (AB) tarafından aday ve potansiyel aday ülkelere destek olmak amacıyla oluşturulan, Katılım Öncesi Yardım Aracı'nın (Instrument for Pre-Accession Assistance-IPA) Kırsal Kalkınma bileşeni] kapsamındaki “Çiftlik faaliyetlerinin çeşitlendirilmesi ve iş geliştirme” projesi içerisinde “Yenilenebilir enerji tesisleri” ismi ile desteklemeler mevcuttur. (Güneş 2022 t.y.). Bu destekler ve yenilenebilir enerji için yapılan yatırımların etkisi Şekil 2’de görüldüğü üzere her yıl artış göstermektedir.

Güneş panelleri ile enerji elde etmek maliyetli bir işlem olarak düşünülmektedir. Uzun vadeli olarak düşünüldüğü zaman bu maliyet kendisini çok kolay bir şekilde kapatıp harcanan maliyetten daha fazla getiri sağlayacaktır(Büyükzeren et.al., 2016). Güneş panellerinin üretimi, bakımı ve kullanım ömrü dolmuş panellerin uygun şekilde imha edilmesi kurallarına uyulduğu zaman çevreye zarar vermemektedir(Atakan et.al,2022 t.y.). Son yıllarda Türkiye’de güneş panelleri ile elektrik enerjisi üretme oldukça yaygınlaşmıştır. Türkiye’nin Güney ve Orta kesimleri güneş enerjisi üretim potansiyeli bakımından oldukça zengindir.(POWER ENERJİ, 2022 t.y.). Türkiye genelinde güneş enerjisi üretim panelleri için kurulumda bazı mekânsal uygunluk kriterleri dikkate alınmalıdır. Bunun ile ilgili kurulu tesisler için örnek incelemenin nasıl yapılabileceği örneği mevcuttur(Yalçın & Yüce, 2019). Güneş enerjisi tesisleri için

yatırım yapacak kişi ve kurumlar en yüksek verimi elde edecekleri bölgelere yönelseler de Türkiye genelinde güneş panelleri ile elektrik üretimi yapılmaktadır ve örnekleri mevcuttur. Bunlar için bazı illerde örnekler bulunmaktadır ve bu örnekler paneller için enerji üretimi ile ilgili olan farklı konuları ele almaktadır. Bunlardan bazı örnekler aşağıda anlatılmıştır.

Bursa ilinde 6386 m² alanda kurulu olan bir fabrika için aylık olarak 3 farklı yapı malzemeli panelin üretim değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmadan elde edilen sonuca göre mono kristal yapıdaki panel daha fazla üretim sağlamıştır. Bursa ili için Güneş elektrik enerji üretim değeri 1000 W / m² olarak verilmiştir. Tesis için monokristal panel ile 1416 MWh yıllık elektrik üretimi yapıldığı bulunmuştur. Bu tesis incelenen yılın temmuz ayında en fazla üretimi sağlamıştır. Aynı çalışmada 3 farklı ilin uygulama üzerinden tahmini verileri alınarak yorumlama yapılmıştır. Bu yorumlamaya göre Türkiye'nin daha Güney kesiminde daha fazla enerji üretilmektedir(Özcan & İzgi, 2020).

Konya ilinde 1627 m² alana PV enerji üretim tesisi Meram Tıp Fakültesi için kurulmuştur ve bu kurulan tesis yıllık olarak 1547.45 MWh'lik enerji üretimi sağlayacaktır. Polikristal malzemeden üretilen panel ile üretim yapılmıştır. Konya ili için günlük enerji üretim değeri ortalama 4.65 kWh/m² olarak verilmiştir. İncelenen tesis için en fazla üretim temmuz ayında olmuştur. İncelenen konu hastanenin bir yılda kendi enerjisini üreterek ne kadar paradan kâr edeceğidir. Hastane için ilk kurulum harcaması ve bu harcamanın 4.8 yılda üretilen enerji ile geri kazanılacağı konusu ayrıntıları ile yazılmıştır(Büyükzeren et.al., 2016).

Denizli ili için 40m² alana sahip 5 kW değerinde bir panelin kurulmuş olduğu varsayılp enerji üretimi hesap programı ile bu panel için yüzey sıcaklığının enerji üretimine olan etkisi incelenmiştir. Denizli ili için yıllık ortalama enerji üretim değeri 1550-1750 kWh/m² olarak verilmiştir. Yazılmış olan makalede panel yüzey sıcaklığının çok düşük veya yüksek değerler için tahmini enerji üretiminin nasıl düşeceği ayrıntılı olarak anlatılmıştır(Güven, 2022).

Isparta ilinde 1.43 m² alana sahip 175 W elektrik üretimi yapması planlanan 2 adet monokristal panel kurulmuştur. Kurulan panellerin gün içinde belirli saatlerde üretimi hakkında inceleme yapılmıştır. İnceleme yapılan panellerin birisi için yüzey soğutması yapılmış olup diğeri için soğutma işlemi yapılmamıştır. Isparta ilinde yapılan bu deney için temmuz ayı tercih edilmiş olup saatte ortalama enerji üretim değeri 1050-1150 W/m² olmuştur. Yapılan deney sonucunda yüzey soğutması yapılan panelin veriminin %30 daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır(Kabul & Duran, 2014).

Kütahya ili için günlük 1 m² de minimum enerji üretimi 3.21 kWh maksimum 5.6 kWh olarak verilmiştir. Bir bağ evi için 3 kW değerinde üretim yapılmak istenmektedir. Bunun için bir adeti 275 W elektrik üretebilen polikristal 6 adet panel ile 3 kW gücünde üretim yapması

planlanan tesis kurulmuş ve bunun ile ilgili veriler verilmiştir. Yapılan inceleme ile kurulan paneller ile bağ evi için gerekli enerjinin üretilebileceği sonucuna ulaşılmıştır(Karabacak, 2021).

Nevşehir ili için yıllık ortalama güneş enerji üretim değeri 1500-1750 kWh/m² olarak verilmiştir. Yapılan incelemede Nevşehir ili için kurulu tesisler ve ilçelere göre aylık enerji üretim potansiyeli hakkında bilgi verilmiştir. Verilen bilgiler ile il genelinde güneş enerjisi üretim potansiyelinin yüksekliği sonucuna ulaşılmıştır(Bilhan & EmiKönel, 2021).

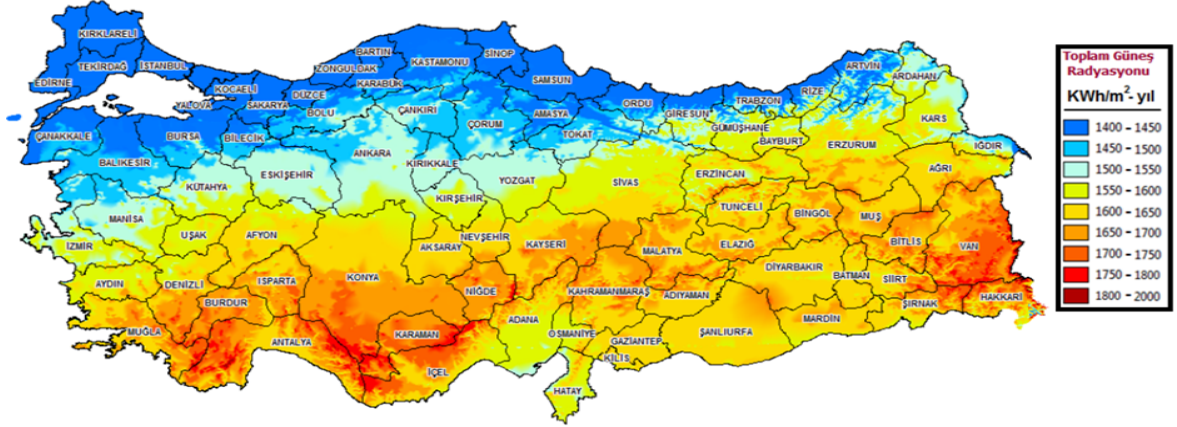
Kahramanmaraş ili için yıllık ortalama güneş enerji üretim değeri maksimum 6.81 kWh/m² minimum 1.81 kWh/m² olarak verilmiştir. Yapılan incelemede Kahramanmaraş ilinin ilçeleri bazında güneş enerji üretimi ışıınım değeri ve süreleri verilmiştir. İnceleme sonucuna göre ilçeler en yüksek ve en düşük değere göre ilçe sıralaması verilmiştir. Ayrıca bu ilçeler için en uzun süre ve en kısa süre güneş alma değeri sıralaması verilmiştir. Bu veriler dikkate alınarak şehirde kurulmak istenen tesis için en uygun olacağı düşünölen ilçeye karar verilebilir(Taşkin & Korucu, 2014).

2. Materyal ve Metot

Kahramanmaraş ili içerisinde enerji üretim amacı ile kurulmuş olan 13 adet tesisin 2021 yılı için üretim verileri 2 farklı firmadan temin edilmiştir. Firmalardan temin edilen bu veriler kullanılarak bir inceleme ve analiz yapılacaktır. Alınan bu verilerdeki ilk 10 adet tesis Kahramanmaraş Merkez (Dulkadiroğlu - Onikişubat) ilçesi sınırlarında bulunmaktadır. Diğer 3 adet tesis Elbistan ilçesinde bulunmaktadır. Analiz için Tablo oluşturmada Excel ve Word programından yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Türkiye güneşten elektrik enerjisi üretimi için yüksek verim alınan ölkeler arasındadır(Güneş & POWER ENERJİ 2022 t.y.). Türkiye Güneş enerjisi haritası Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere Türkiye için ortalama 1400 - 2000 kWh / m² - yıl değeriinde üretim yapılmaktadır.



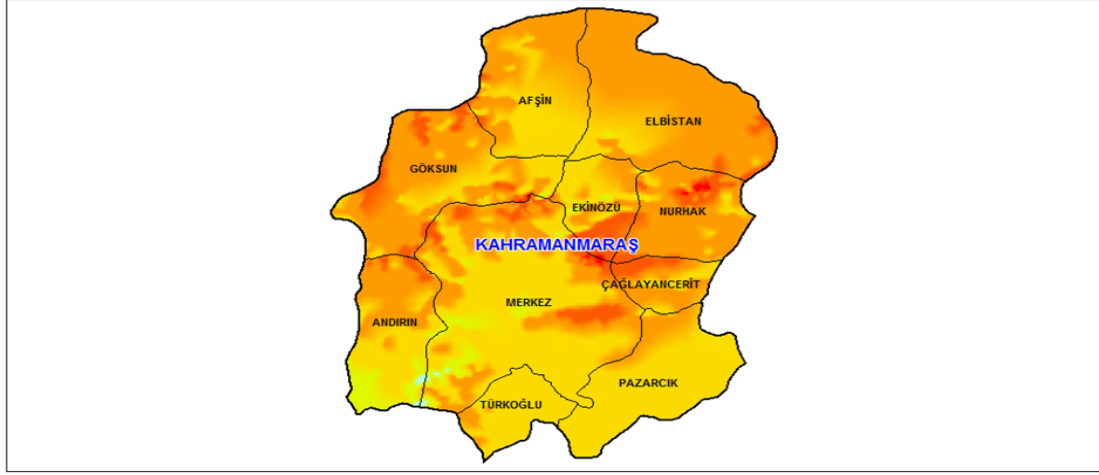
Şekil 1 : Türkiye Güneş Enerji Haritası(Güneş - T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.).

Türkiye'nin yıllara göre toplam kurulu güneş enerji üretimi ve bu üretilen enerjinin toplam enerji içindeki oranı Tablo.1'de gösterilmiştir. Tablo.1'de görüldüğü üzere Türkiye her geçen yıl güneş enerjisi ile olan üretimini artırmaktadır.

Tablo 1. Türkiye'de kurulu Güneş enerji gücü miktarı ve Türkiye'de Toplam kurulu enerji gücü içerisindeki Güneş ile elde edilen enerjinin oranı(Güneş,2022 t.y.).

Yıllar	Türkiye'de Kurulu Güç(MW)	Toplam Güç İçinde Oran(%)
2014	40	0,06
2015	249	0,34
2016	833	1,06
2017	3421	4,01
2018	5063	5,72
2019	5995	6,57
2020	6667	6,95
2021	7816	7,83
2022(Haziran ayına kadar)	8479	8,35

Güneş ile enerji üretiminde Şekil 1'de görüldüğü üzere Güney kısımda daha fazla verim alınmaktadır. Türkiye içerisinde Güney'de bulunan ve yüksek verim alınan Kahramanmaraş ili için güneş enerjisi potansiyeli Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2'deki Kahramanmaraş haritası incelenerek ve Şekil 1'deki renk-tonlama verilerinden yararlanarak rakamsal aralık olarak anlaşılacağı üzere Kahramanmaraş'ta ortalama 1550 - 1850 kWh /m² - yıl aralığında enerji üretimi yapılabileceği görülmektedir.



Şekil 2: Kahramanmaraş Güneş Enerji Potansiyel haritası(GEPA, t.y.).

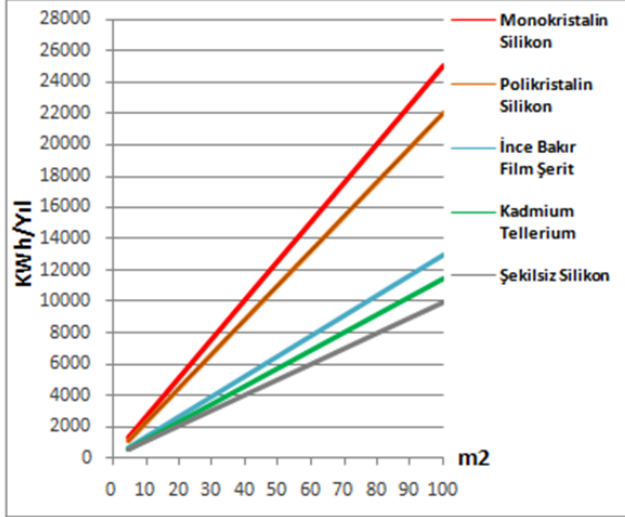
Makale de dikkate alınacak Türkiye, Kahramanmaraş ve Elbistan için güneş ışınım verisi ve ışınım süresi değişmektedir. Bu değişimler Tablo.2’de verilmiştir.

Tablo 2. Aylara göre Ortalama Günlük Işınım verileri (kWh/m²) ve aylara göre Ortalama Günlük Işınım süresi (saat) (GEPA,2022 t.y.).

Aylar	Türkiye Işınım	Kahramanmaraş Işınım	Elbistan Işınım	Türkiye Işınım Süresi	Kahramanmaraş Işınım Süresi	Elbistan Işınım Süresi
Ocak	1,79	1,99	1,91	4,11	4,21	4,06
Şubat	2,5	2,58	2,6	5,22	5,47	5,39
Mart	3,87	4,17	4,18	6,27	6,61	6,58
Nisan	4,93	5,09	5,13	7,46	7,85	7,85
Mayıs	6,14	6,29	6,4	9,1	9,57	9,44
Haziran	6,57	6,81	6,87	10,81	11,49	11,51
Temmuz	6,5	6,77	6,93	11,31	12,07	12,16
Ağustos	5,81	6	6,04	10,7	11,43	11,52
Eylül	4,81	5,06	5,12	9,23	10,13	10,11
Ekim	3,46	3,78	3,74	6,87	7,55	7,43
Kasım	2,14	2,4	2,4	5,15	5,56	5,39
Aralık	1,59	1,81	1,79	3,75	3,86	3,67

Tablo.2 ’deki verilere göre kurulacak tesisin konumu, büyüklüğü, ışınım süresi, yaşanan ay gibi birçok etken enerji üretimini değiştirmektedir. Bu etkenlere ek olarak Şekil 5 ’te verilen panel tipi üretilecek değeri etkileyen faktörlerdendir. Tablo.2’de yer alan verilerden Türkiye için aylık ortalama enerji $4,176 \cdot 30 = 125,27 \text{ kWh/m}^2$, yıllık $1503,24 \text{ kWh/m}^2$ dir. Kahramanmaraş için aylık ortalama ideal enerji üretim değeri $4,396 \cdot 30 = 131,87 \text{ kWh/m}^2$, yıllık $1582,44 \text{ kWh/m}^2$ dir. Elbistan için aylık ortalama ideal enerji üretim değeri $4,425 \cdot 30 =$

132,77 kWh/m² , yıllık 1582.44 kWh/m²dir. Farklı bir makalede Elbistan için program kullanılarak yapılan incelemede yıllık olarak 1683 kWh/m² değeri alınıp incelenmiştir. (Martin,2024)



Şekil 3: Panel Üretim Malzemesine göre yıllık kWh/m² üretim miktarı(GEPA,2022 t.y.).

Şekil 3'te ki verilere göre bir monokristal panelden aylık ortalama $22.000/(90 \cdot 12) = 22,22$ kWh/m² ideal enerji üretim değeri elde edilir. Şekil 3'te gösterilen panel üretim malzeme çeşitlerinden Monokristalin kullanımının tercih edilmesi; yüksek verim elde edilmesi ve uzun ömürlü olmasından dolayı ön plana çıkıp en çok kullanılan türdür.

Panellerin yapımında ve yapısında kullanılan malzemeye göre monokristalin yapıya sahip panel hücresi tek bir kristal yapıya, polikristalin hücresinde çoklu kristalin yapıya sahiptir, şekilsiz silikon ise esnek panellerdir ve temel malzeme olarak Silisyum(Si) kullanılmaktadır. Diğer panel üretim malzemesi olarak bakır, kadmiyum ve tellerium kullanılmaktadır.

Kahramanmaraş ilinde birçok güneş enerji üretim tesisi kurulu bulunmaktadır(Kahramanmaraş Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası, t.y.). Bunlardan bazıları için 2021 yılı aylık üretim verileri Tablo 4 ve Tablo 5'teki gibidir. Tesisler kurulu bir şekilde olup üretim yapmaktadırlar. Kurulu olan tesislerin m² cinsinden büyüklüğü Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: Kahramanmaraş'ta kurulu 13 Tesisin m² cinsinden büyüklüğü

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
19000	50	000	3000	500	250	500	500	250	8500	455	70	350

Kurulu olan tesislerin tamamında kullanılan paneller monokristal malzemeden yapılmıştır. Tesislerin karşılaştırılması için kullanılacak veriler her bir tesis için aylık olarak Tablo.4'te gösterilmiştir. Tablolardaki verilerden de görüleceği üzere en fazla ortalama toplam üretim Temmuz ayında en az ortalama toplam üretim Ocak ayında yapılmıştır.

Tablo 4. Kahramanmaraş'ta kurulu 13 adet tesisten ilk 7 sinin aylara göre Ortalama üretim verileri(kWh)

Tesis Aylar	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Ocak	115712	2164	33324	81298	37370	7411	7549
Şubat	200774	3681	57571	133723	29031	12321	15712
Mart	260666	4902	95037	171202	73907	13654	20867
Nisan	312545	4945	123578	210075	102146	14311	25273
Mayıs	428840	7631	184224	282420	141819	22553	35086
Haziran	433634	7423	183736	241137	147829	22684	36294
Temmuz	428963	8735	183000	286672	154290	23367	35806
Ağustos	384804	7149	157091	246196	135107	20472	30485
Eylül	311726	5186	132806	196029	106590	17014	25010
Ekim	247133	513	92650	149208	85631	15511	18434
Kasım	142802	663	50501	90844	48111	10013	10675
Aralık	115952	307	39827	76296	40244	8803	7849

Tablo 5. Kahramanmaraş'ta kurulu 13 adet tesisten son 6'sının aylara göre Ortalama üretim verileri(kWh)

Tesis Aylar	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Ocak	14368	21892	95935	23111	17828	23771
Şubat	27538	34033	180902	26754	20639	27518
Mart	32517	46182	232214	35751	21579	36772
Nisan	29396	48851	297216	41055	31671	42228
Mayıs	39782	70110	389536	52134	40218	53624
Haziran	36598	82140	427693	60113	46373	61830
Temmuz	48762	85552	416074	65100	50220	66960
Ağustos	45018	77911	364680	54955	42394	56525
Eylül	40535	59570	305894	53183	41027	54702
Ekim	30147	45051	221325	41122	31722	42296
Kasım	17550	27972	125407	29505	22761	30348
Aralık	13858	20418	98942	24429	16531	22041

Tablo 6. Kahramanmaraş'ta kurulu 13 adet tesisin 2021 yılı Ortalama toplam üretim verileri(kWh)

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
3383551	53299	1333345	2165100	1102075	188114	269040	376069	619682	3155818	507212	382963	518615

İncelemede ele alınan tesislerden ilk 10 adeti Kahramanmaraş Merkez (Onikişubat / Dulkadiroğlu) Bölümünde kurulmuş olan tesislerdir. Diğer 3 adet tesis ise Kahramanmaraş Elbistan Bölümünde yer almaktadır. Bu tesisler sırası ile aşağıdaki gibidir.

Kahramanmaraş'ta kurulu S 1 tesisi 19.000 m² alana sahip olup 2021 yılında toplam 3.383.551 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 281.962,58 kWh enerji ve 14,84 kWh/m² enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre aylık 131,87 > 14,84 kWh ve kullanılan panel

malzemesine göre $22,22 > 14,84$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değer in altında sonuca ulaşılmıştır.

S 2 tesisi 350 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 53.299 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 4.441,58 kWh ve $12,69 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 12,69$ kWh ve kullanılan panel malzemesine göre $22,22 > 12,69$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değer in altında sonuca ulaşılmıştır.

S 3 tesisi $8,000 \text{ m}^2$ alana kurulu olup 2021 yılında toplam 1.333.345 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 111.112,08 kWh ve $13,89 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 13,89$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 13,89$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değer in altında sonuca ulaşılmıştır.

S 4 tesisi 13.000 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 2.165.100 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 180.425 kWh ve $13,88 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. Işınım değerine göre $131,87 > 13,88$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 13,88$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değer in altında sonuca ulaşılmıştır.

S 5 tesisi 6.500 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 1.102.075 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 91.839,58 kWh ve $14,13 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 14,13$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 14,13$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değer in altında sonuca ulaşılmıştır.

S 6 tesisi 2.250 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 188.114 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 15.676,17 kWh ve $6,97 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 6,97$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 6,97$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değer in altında sonuca ulaşılmıştır.

S 7 tesisi 1.500 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 269.040 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 22.420 kWh ve $14,95 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 14,95$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 14,95$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değer in altında sonuca ulaşılmıştır.

S 8 tesisi 2.500 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 376.069 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 31.339,08 kWh ve $12,54 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 12,54$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 12,54$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değer in altında sonuca ulaşılmıştır.

S 9 tesisi 3.250 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 619.682 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 51.640,17 kWh ve $15,89 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 15,89$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 15,89$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değer in altında sonuca ulaşılmıştır.

S 10 tesisi 18.500 m² alana kurulu olup 2021 yılında toplam 3.155.818 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 262.984,83 kWh ve 14,22 kWh/m² enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre 131,87 > 14,22 kWh ve panel malzemesine göre 22,22 > 14,22 kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değer in altında sonuca ulaşılmıştır.

Elbistan'da S 11 tesisi 1.455 m² alana kurulu olup 2021 yılında toplam 507.212 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 42.267,67 kWh ve 29,05 kWh/m² enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre 132,77 > 29,05 kWh ve panel malzemesine göre 29,05 > 22,22 kWh değerleri elde edilmiş olup kullanılan panele göre ideal değer in üzerinde sonuca ulaşılmıştır.

S 12 tesisi 970 m² alana kurulu olup 2021 yılında toplam 382.963 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 31.913,58 kWh ve 32,9 kWh/m² enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre 132,77 > 32,9 kWh ve panel malzemesine göre 32,9 > 22,22 kWh değerleri elde edilmiş olup kullanılan panele göre ideal değer in üzerinde sonuca ulaşılmıştır.

S 13 tesisi 1350 m² alana kurulu olup 2021 yılında toplam 518.615 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 43.217,92 kWh ve 32,01 kWh/m² enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre 132,77 > 32,01 kWh ve panel malzemesine göre 32,01 > 22,22 kWh değerleri elde edilmiş olup kullanılan panele göre ideal değer in üzerinde sonuca ulaşılmıştır.

Yukarıda sonuçları görülen Kahramanmaraş'taki 10 adet tesisten ideal değer in altında sonuç elde edilmiştir. Elbistan'da kurulu 3 adet tesiste ideal değer in üzerinde sonuca ulaşılmıştır. Tesislere ait incelemelerde ideal sonucun elde edilmesi veya edilememesi birçok etkenin etkisi ile gerçekleşmektedir. İdeal değerdeki enerji üretim verimini sağlamak için kurulacak panelin arazi-zemin özellikleri, panelin eğimi ve açısı(Geliş et al., 2020), panel yüzey sıcaklığının panelin verimine etkisi(Kerem et al., 2020), panel yüzeyinde tozlanma(Kayri & Bayar, 2021) ,yıl içerisindeki güneşlenme süresi(Uz et al., 2022), bulunduğu zeminin gölge durumu ve santralin kurulu olarak kaç yıldır kullanıldığı gibi etkenlerin hepsinin ayrı olarak incelenmesi gerekmektedir (Boztepe,2017). Kurulu olan tesislerin düzenli olarak bakımının yapılması, arızalanan panelin yenisi ile değiştirilmesi veya tamirinin yapılması tesisin üretimini etkilemektedir. İncelenecek her bir etken enerji üretiminde verimi etkilemektedir.

Kurulu olan enerji tesislerinden elde edilen sonuçlar göstermektedir ki verimi etkileyen her bir etken büyük önem taşımaktadır. Kurulacak tesisler için verimi etkileyen etkenlere dikkat edildiği sürece ideal verime ulaşılabacaktır. Fotovoltaik enerji üretimi için kurulu olan veya kurulacak tesislerde verimi etkileyen konularda araştırma ve geliştirme çalışmaları sürekli olarak yapılmaktadır. Kurulu olan veya kurulacak tesislerde yeni geliştirilen teknolojileri takip etmek ve bunlara uygun kurulum yapmak üretilecek enerji verimini olumlu olarak etkileyecektir. Kurulu olan tesisin verimini etkileyen unsurlar göz önünde bulundurulmadan

yapılan uygulamalar hem kullanılabilir alanların etkili kullanılmamasına hem de kurulum maliyetinin kaybı ile ekonomik zarara neden olmaktadır.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Makalede incelenen tesislerin kullanılan panel çeşidine göre m²/ay enerji üretim verileri Tablo 7 de gösterilmiştir. Monokristalin yapıdaki bir panelin 22,22 kWh/m² aylık ortalama enerji üretmesi beklenmektedir.

Tablo 7. Kahramanmaraş'ta kurulu 13 adet tesisin ortalama aylık verileri(kWh)

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
14,84	12,69	13,89	13,88	14,13	6,97	14,95	12,54	15,89	14,22	29,05	32,9	32,01

Kurulu olan tesislerden Kahramanmaraş'taki 10 adet tesiste ideal değer altındaki sonuç elde edilmesi ve Elbistan'daki 3 adet tesiste ideal değer üzerinde sonuç elde edilmesi tesislerde verimi etkileyen etkenlere bağlıdır. Bu etkenler kurulu olan tesisin kurulu olduğu araziye (çok sayıda ağaçlı, az sayıda ağaçlı, ağaçsız, yüksek binalarla çevrili vb.) göre üretimi etkilenmektedir. Panelin kurulduğu yüzey ile arasındaki açısı alınan ışınım miktarını değiştirerek üretimi olumlu veya olumsuz olarak etkilemektedir. Kurulu panelin yüzeyi belirli bir ısı değeri dikkate alınarak hesaplamalar yapıldığı için bu ısı değeri değişimi üretimi etkilemektedir. Panelin yüzeyindeki aşırı ısınmanın etkisi ile verim düşmektedir. Panel yüzeyindeki toz birikimi güneşten alınan ışınımı engelleyerek üretimde düşme olarak etkisini göstermektedir. Yıl içerisindeki güneşli gün sayısı ve gün içerisinde alınan güneş ışınımı üretilen enerjiyi değiştirerek verimi etkilemektedir. Panelin kurulu olduğu arazi şehir içerisinde yüksek binaların arasında bulunma veya jeolojik olarak gölgelenmeye neden olacak etkenin bulunması gibi etkenlere bağlı olarak alınan ışınım değerinin değişimi verimi etkilemektedir. Panelin üretim yılı, kaç yıldır üretim yaptığı düzenli bakımının yapıp yapılmadığı gibi etkenler panel veriminde büyük öneme sahiptir. Tesislerin ilk kez kuruluşunda verimi etkileyen etkenlere dikkat edilerek, bakım ve onarım işlemlerini düzenli yaptırarak, arazi yapısı ve eğim açısı gibi etkenlere dikkat edilerek istenen ideal enerji üretim değerine ulaşılır. Kurulacak veya kurulması planlanan tüm tesislerde bu etkenlere dikkat edilmelidir.

Güneşten yararlanarak fotovoltaik yöntem ile elde edilmek istenen enerji için; kurulu olan tesisin büyüklüğü değil verimini etkileyen etkenlere dikkat edilerek ne kadar bir alana kurulması gerektiği hesaplanır. Yapılan hesap ile hem kurulacak tesisin kaplayacağı alandan , hem de daha büyük alanlı tesisin getireceği maliyetten tasarruf edilebilir. Yeni teknoloji ve

geliştirilmiş materyal ile üretilen daha verimli panellerin kullanımı ile aynı büyüklükteki alandan fazla miktarda enerji üretimi gerçekleştirilir. Kurulacak tesisler için iyi bir araştırma ve verimi etkileyen etkenlere dikkat edilmesi elde edilecek enerji verimliliğini büyük ölçüde artırır.

Teşekkür

Bu makale 2022-2023 Güz dönemi İç mimaride nano malzemelerin kullanımı dersi kapsamında Doç.Dr. Meryem GEÇİMLİ'nin destekleri ile yazılmıştır.

Makalede kullanılan verileri sağlayan Ekinox Enerji A.Ş. 'ye ve Hocaoğlu Mühendislik'e teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Yapılan çalışma için Etik Kurul İzin Belgesine gerek yoktur.

Kaynaklar

Atakan, Y., & Dr, Y. M. (2022). Temiz Güneş Enerjisinin Pek Bilinmeyen Kirlı Yanı. 10.Bilgilendirme Notları. <https://www.tkd.gov.tr/ProjeIslemleri/BilgiKartlari/16>

Bilhan, A., & EmiKönel, S. (2021). Nevşehir İli Güneş Enerji Potansiyelinin Analizi ve Kurulu Güneş Enerji Santralleri. European Journal of Science and Technology. <https://doi.org/10.31590/ejosat.900024>

Boztepe, M. (2017) Fotovoltaik Güç Sistemlerinde Verimliliği Etkileyen Parametreler. EMO İzmir Şubesi Aylık Bülteni, emo.org.tr

Büyükzeren, R., Altıntaş, H. B., Martin, K., & Kahraman, A. (2016). Binalardaki Fotovoltaik Uygulamasının Teknik, Çevresel ve Ekonomik İncelenmesi: Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Örneği. EMO Bilimsel Dergi, 5(10), Art. 10.

Geliş, K., Akyürek, E. F., & Yoladi, M. (2020). Effect Of Panel Position And Angle On Photovoltaic Panel Characteristics. Journal of the Institute of Science and Technology, 1899-1908. <https://doi.org/10.21597/jist.686478>

GEPA. (2022). Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

Güven, Ş. (2022). Fotovoltaik Panel Yüzey Sıcaklığının Denizli İli için Çıkış Gücü ve Verim Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. *Mühendis ve Makina*, 63(707), Art. 707.

Kabul, A., & Duran, F. (2014). ISPARTA İLİNDE FOTOVOLTAİK/TERMAL (PV/T) HİBRİT SİSTEMİN PERFORMANS ANALİZİ. *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 6(1), Art. 1.

Kahramanmaraş Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası. (t.y.). Enerji Atlası. Geliş tarihi 14 Aralık 2022, gönderen <https://www.enerjiatlası.com/gunes-enerjisi-haritasi/kahramanmaras>

Karabacak, K. (2021). Şebekeden Bağımsız 3kwe Gücünde Fotovoltaik Sistem Tasarımı Ve Bağ Evi Uygulaması International World Energy Conference.

Kayri, İ., & Bayar, M. (2021). Investigation of Dust Effect on the Efficiency of Photovoltaic Panels: The Case of Batman.

Kerem, A., AtıK, M., & Bayram, A. (2020). Experimental Investigation Of The Effect Of Surface Cooling On Photovoltaic (Pv) Panel System For Electricity Production. *Uluslararası Muhendislik Arastirma ve Gelistirme Dergisi*, 565-578. <https://doi.org/10.29137/umagd.659347>

Martin, K. (2024) Elbistan Meslek Yüksekokulu Çatı Üstü Güneş Enerjisi Santrali Kurulum Simülasyonu: Performans Analizi, *Kiü Fen, Mühendislik Ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 33-42

Özcan, Ö., & İZgi, E. (2020). Şebekeye Bağlı Fotovoltaik Çatı Sisteminin Karşılaştırmalı Performans Analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(3), 127-140. <https://doi.org/10.17780/ksujes.726319>

Şahan, M., & Okur, Y. (2016). Akdeniz Bölgesine Ait Meteorolojik Veriler Kullanılarak Yapay Sinir Ağları Yardımıyla Güneş Enerjisinin Tahmini. 11.

Taşkin, O., & Korucu, T. (2014). Kahramanmaraş İli Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Kullanım Olanakları. 5.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). Güneş. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes>

Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası Bölge İl Güneşlenme Süreleri POWER ENERJİ. (2022, Kasım 8). <https://www.powerenerji.com/turkiye-gunes-enerjisi-potansiyel-haritasi-bolge-il-guneslenme-sureleri.html>

Uz, Ö., Özdemir, T., & Tüzün Özmen, Ö. (2022). Fotovoltaik Enerji Üretiminin Meteorolojik Şartlarla İlişkilendirilmesi: İzmir Bakırçay Üniversitesi Örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. <https://doi.org/10.29048/makufebd.1053282>

Yalçın, C., & Yüce, M. (2019). Burdur İlindeki Mevcut Güneş Enerjisi Santrallerinin (GES) Mekansal Uygunluğunun Değerlendirilmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(2), 132-140. <https://doi.org/10.29048/makufebed.562722>