



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YENİLİKÇİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPI TASARIMININ ÇOK
FONKSİYONLU MİMARLIK YAKLAŞIMLARI İLE BİRLEŞİMİ**

EDA DOĞAN

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

**Şanlıurfa
2025**



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YENİLİKÇİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPI TASARIMININ ÇOK
FONKSİYONLU MİMARLIK YAKLAŞIMLARI İLE BİRLEŞİMİ**

EDA DOĞAN

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI
Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail HİLALİ**

**Şanlıurfa
2025**

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasını hazırlarken bilgi, emek ve destekleriyle yanımda olan kıymetli insanlara teşekkürü bir borç bilirim.Öncelikle, akademik bilgi birikimiyle bana yol gösteren, her aşamada desteğini hissettiren, kıymetli zamanını ve tecrübelerini benimle cömertçe paylaşan değerli danışmanım **Prof. Dr. İsmail HİLALİ**'ye en içten şükranlarımı sunarım.Tez sürecinde bana her zaman destek olan, değerli bilgilerini paylaşan ve moral kaynağım olan **Araştırma Görevlisi Nergiz ÜLKER**'e içten teşekkür ederim. Gerek akademik rehberliği gerekse samimi yaklaşımıyla sürecin daha verimli ve motive edici geçmesini sağlamıştır. Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu zorlu süreçte de yanımda olan, sevgisi ve duasıyla beni ayakta tutan **sevgili aileme** en derin teşekkürlerimi sunuyorum. Özellikle attığım her adımda bana inanan, destekleyen, sevgisiyle güç veren **biricik ablam Sevgi DOĞAN**'a sonsuz teşekkür ederim. Varlığı, benim için her zaman ilham kaynağı olmuştur. Ayrıca bu süreçte fikir alışverişinde bulunduğum, destekleriyle katkı sağlayan tüm arkadaşlarıma ve akademik gelişimime katkıda bulunan değerli hocalarıma da teşekkür ederim. Bu tez çalışması, yalnızca akademik bir sürecin değil; sabrım, emeğin, dayanışmanın ve manevi desteğin de bir ürünü olmuştur. Her katkı benim için ayrı ayrı kıymetlidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
1. GİRİŞ	1
1.1. Afet Barınağı Türleri	4
1.1.1. Çadırlar.....	4
1.1.1.1. Standart Çadır	4
1.1.1.2. Çerçeve Prototip Çadır (Çerçeve Çadır)	5
1.1.1.3. Tünel Çerçeve Çadırı.....	6
1.1.1.4. Ahşap Kolon ve Bağ Çerçeve Çadır.....	8
1.1.2. Konteynerler	9
1.1.2.1. Standart Taşımacılık Konteynerleri	9
1.1.2.2. Özel Yapım Konteynerler	9
1.1.3. Reaksiyon Konut Sistemi	10
1.1.4. Uber Barınma	11
1.1.5. Konteyner Evler.....	12
1.1.6. Modüler Evler.....	13
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	16
2.1. Gümüşpınar Geçici Yerleşimi	16
2.2. Katrina Evi.....	16
2.3. MAP	18
2.4. Miharü Kasabası'ndaki Geçici Konut	19
2.5. Onagawa Konteyner Geçici Konutları	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
3.1. Havalandırılmalı Güneş Kollektörleri	27
3.1.1. Havalandırılmalı Güneş Kollektörlerinin Kullanım Alanları.....	30
3.1.2. Havalandırılmalı Güneş Kollektörleri Nasıl Çalışır?.....	30
3.1.3. Havalandırılmalı Güneş Kollektörleri Nasıl Uygulanır?.....	31
3.1.4. Sistemin Verimliliğini Neler Etkiler?.....	32
3.1.5. Türkiye'de Nerede Uygulanmıştır?.....	33
3.2. Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci.....	34
3.2.1. Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci Sistemini Etkileyen Faktörler Nelerdir?	37
3.3. Binaya Entegre Fotovoltaik Paneller	38
3.4. Düşey Eksenli Rüzgar Türbini	42
3.4.1. 1000 W Kapasiteli Düşey Eksenli Rüzgar Türbini	42
3.4.1.1. Çalışma Prensibi.....	42
3.4.1.2. Verimlilik ve Performans.....	42
3.4.1.3. Yapısal Tasarım	43
3.4.1.4. Uygulama Alanları	43
3.4.2. Avantajları ve Dezavantajları.....	43
3.5. Yağmur Suyu Depolama Sistemi.....	44
3.5.1. Yağmur Suyu Toplama ve Depolama Süreci.....	45
3.5.2. Yağmur Suyu Depolamanın Avantajları.....	45
3.5.3. Yağmur Suyu Depolama Sisteminin Zorlukları	46
3.5.4. Yağmur Suyu Depolamanın Geleceği	46
4. BULGULAR.....	49
4.1. İhtiyaç Analizi.....	49
4.2. Konsept Tasarım ve Planlama	49
4.3. Yenilenebilir Enerjili, Mimari Estetiğe ve Şehir Planlama Esaslarına Göre Konutun Tasarımı.....	49
4.4. Yapının ve Eklerinin Depremlere Dayanıklı Statik Hesabı ve Montaj Tasarımın Yapılması.....	50

4.5. Tasarımı Yapılan Yapının Yapımında Kullanılacak Malzemeler ve Bunlara Bağlı Olarak Yapının Isı Kaybı-Kazancının Hesaplarının Yapılması	50
4.6. Yapının Güney Cephesinde Kullanılacak Havalandırmalı Güneş Kollektörü, PV, Düşey Rüzgar Türbini ve Termal Panellerin ve Yardımcı Ekipmanlarının (DC-DC/DC-AC Konverter/İnverter, Akü, Fan, Havalandırma Kanalı ve Pompa) Seçimi ve Yerleşimini Belirlemek51	
4.7. Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci ve Bina Yüzeyinde Depolama Amaçlı Kullanılacak Boru Uzunluğunun Tespiti	53
4.8. Yağmur Suyu Deposu Hacminin Belirlenmesi	54
4.9. Havalandırmalı Kollektör Isıl Kapasitesinin Belirlenmesi	55
4.10. Prototip Üretimi ve Yapısal Testler	56
4.11. Tasarımı Yapılan Binanın Temeli ve Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci İçin Alan Hazırlanması	57
4.12. Prefabrik binanın İskeletinin ve Montaj Uçlarının Yapımı; Solarwall, Rüzgar türbini, PV, Termal kollektör ve Yağmur Suyu Depolama Sisteminin Montajı.....	57
4.13. Pilot Uygulama ve Saha Performans Testleri	59
5. TARTIŞMA.....	60
6. SONUÇLAR.....	62
7. ÖNERİLER.....	64
KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	72

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YENİLİKÇİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPI TASARIMININ ÇOK FONKSİYONLU MİMARLIK YAKLAŞIMLARI İLE BİRLEŞİMİ

EDA DOĞAN

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Tez Danışman: Prof. Dr. İsmail HİLALİ
Yıl: 2025, Sayfa : 72

Bu tez çalışması, afet sonrası barınma ihtiyacına yönelik sürdürülebilir, yenilikçi ve psikolojik olarak destekleyici bir prefabrik yapı tasarımını ele almaktadır. Özellikle 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerin ardından ortaya çıkan geniş çaplı yıkım, barınma alanlarının sadece fiziksel değil; aynı zamanda sosyal, çevresel ve psikolojik gereksinimleri de karşılaması gerektiğini bir kez daha gözler önüne sermiştir. Bu bağlamda, önerilen yapı sistemi, hem kullanıcıların temel ihtiyaçlarını karşılamayı hem de onların psikolojik iyileşme süreçlerine destek olmayı hedeflemektedir. Tez kapsamında geliştirilen yapı sistemi, çok işlevli mimari yaklaşımları temel alarak; estetik, enerji verimliliği ve hızlı kurulum gibi çeşitli avantajları bir arada sunmaktadır. Yapıda kullanılan başlıca yenilenebilir enerji sistemleri arasında havalandırılmalı güneş kolektörleri (Solarwall), bina entegre fotovoltaiik paneller (BIPV), toprak kaynaklı ısı değiştiriciler, rüzgar türbinleri ve glikollü su ile çalışan enerji depolama sistemleri yer almaktadır. Bu sistemler, yapının enerji ihtiyacını karşılamada dışa bağımlılığını azaltmakta ve sürdürülebilirliği artırmaktadır. Mimari tasarımda ise psikolojik konfor ön planda tutulmuştur. Doğal ışık alımı, ferah iç mekanlar, açık renk paleti, modüler yapı elemanları ve kullanıcı mahremiyetine duyarlı planlamalar ile yapı, afetzedelerin travma sonrası iyileşme sürecine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Cephe tasarımı, yalnızca estetik değil, aynı zamanda enerji verimliliği gözetilerek güneye yönlendirilmiş ve pasif ısı kazançlarını artıracak şekilde optimize edilmiştir. Tezde, dünya genelinde uygulanan geçici barınma çözümleri karşılaştırılmış; çadır sistemleri, konteyner yapılar, modüler evler ve yenilikçi prototipler analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda, yapıların yalnızca geçici çözümler değil, aynı zamanda kullanıcıların yaşam kalitesini uzun vadede artıracak şekilde tasarlanması gerektiği vurgulanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma; afet sonrası kullanıma uygun, taşınabilir, enerji verimli ve kullanıcı dostu bir barınma modeli önermektedir. Bu model, gelecekte benzer felaketlerde hem fiziksel hem de psikolojik açıdan daha dirençli toplumlar inşa edilmesine katkı sağlayabilecek bir mimari yaklaşım sunmaktadır. Tezin önerdiği yapı sistemi, mimarlık disiplini içinde afet yönetimi, sürdürülebilir tasarım ve insan odaklı yaklaşım alanlarının kesişiminde yer almakta ve bu yönüyle literatüre özgün bir katkı sunmaktadır.

ANAHTAR KELİMELE: Afet sonrası barınma, Yenilenebilir enerji, Modüler tasarım, Sürdürülebilir Mimari

ABSTRACT

MASTER THESIS

The Integration of Innovative and Sustainable Building Design with Multifunctional Architectural Approaches

EDA DOĞAN

**HARRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE EDUCATION
RENEWABLE ENERGY SOURCES**

**Thesis Supervisor: Prof. Dr. İsmail HİLALİ
Year: 2025, Page : 72**

This thesis addresses the design of a sustainable, innovative, and psychologically supportive prefabricated structure intended to meet post-disaster housing needs. In particular, the widespread destruction caused by the earthquakes centered in Kahramanmaraş on February 6, 2023, has once again revealed that shelter solutions must not only fulfill physical requirements but also address social, environmental, and psychological needs.

In this context, the proposed building system aims to meet the basic needs of users while also supporting their psychological recovery processes. The structure developed within the scope of the thesis adopts multifunctional architectural approaches, offering various advantages such as aesthetic value, energy efficiency, and rapid installation.

The main renewable energy systems integrated into the building include ventilated solar collectors (Solarwall), building-integrated photovoltaic panels (BIPV), ground source heat exchangers, wind turbines, and energy storage systems utilizing glycol-based water. These systems reduce the building's dependency on external energy sources and enhance its sustainability.

The architectural design prioritizes psychological comfort. With considerations such as access to natural light, spacious interiors, a light color palette, modular building components, and privacy-sensitive spatial planning, the structure aims to contribute to the post-trauma recovery process of disaster victims. The façade design is optimized not only for aesthetics but also for energy efficiency, oriented towards the south to increase passive heat gains.

The thesis compares various temporary shelter solutions implemented worldwide, including tent systems, container structures, modular homes, and innovative prototypes. The analyses emphasize that such structures should not be limited to temporary solutions but should be designed to improve users' quality of life in the long term.

As a result, this study proposes a portable, energy-efficient, and user-friendly housing model suitable for post-disaster use. This model offers an architectural approach that may contribute to the construction of more resilient communities—both physically and psychologically—in future disasters. The building system proposed in the thesis lies at the intersection of disaster management, sustainable design, and human-centered architecture within the discipline of architecture and thus provides an original contribution to the literature.

KEYWORDS: Post-disaster housing, Renewable energy, Modular design, Sustainable architecture

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Standart Çadır.....	5
Şekil 1.2.	Çerçeveleli Prototip Çadır (Çerçeve Çadır)	6
Şekil 1.3.	Tünel Çerçeve Çadır	7
Şekil 1.4.	Ahşap Kolon ve Bağ Çerçeveleli Çadır	8
Şekil 1.5.	Reaksiyon Konut Sistemi	10
Şekil 1.6.	Uber Barınma	11
Şekil 1.7.	Konteyner Evler	12
Şekil 1.8.	Modüler Evler	14
Şekil 2.1.	Gümüşpınar'daki Geçici Barınma Birimleri	16
Şekil 2.2.	Katrina Evi	17
Şekil 2.3.	MAP.....	19
Şekil 2.4.	Miharu Kasabası'ndaki Geçici Konut.....	20
Şekil 2.5.	Onagawa Konteyner Geçici Konutları	22
Şekil 2.6.	(a) Öteleme Hareketi (b) Dönme Hareketi (c) Önerilen Dönüştürülebilir Birim	26
Şekil 3.1.	Havalandırılmalı Güneş Kollektörleri	27
Şekil 3.2.	Havalandırılmalı Güneş Kollektörleri Sistematiği	28
Şekil 3.4.	Havalandırılmalı Güneş Kollektörlerinin Verimli Yönü	29
Şekil 3.5.	Havalandırılmalı Güneş Kollektörlerinin Çalışma Prensipleri.....	31
Şekil 3.6.	Havalandırılmalı Güneş Kollektörü Uygulanma Sıralaması.....	32
Şekil 3.7.	Havalandırılmalı Güneş Kollektörlerinin Türkiye'de Uygulamaları	34
Şekil 3.8.	Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci.....	36
Şekil 3.9.	Binaya Entegre Fotovoltaik Paneller.....	42
Şekil 3.10.	Düşey Eksenli Rüzgar Türbinleri.....	44
Şekil 3.11.	Proje Aşamaları	48
Şekil 4.1.	Tasarlanan Yapının Kat planı, Vaziyet Planı, İç ve Dış Mekan Tasarımı	50
Şekil 4.2.	Tasarımı Yapılan Yapının Statik Hesaplamaları.....	50
Şekil 4.3.	Duvar ve Çatı Malzemesi	51
Şekil 4.4.	Monokristal PV için Aylık Üretilen Enerji.....	52
Şekil 4.5.	Bina yüzeyi ve toprak kaynaklı ısı değiştirgeci için boru tasarımı.....	54
Şekil 4.7.	Toprak kaynaklı ısı değiştirgeci için deneysel(a) ve teorik ısı(b) kazançları.....	54
Şekil 4.6.	Toprak kaynaklı ısı değiştirgeci için deneysel(a) ve teorik ısı(b) kazançları.....	54
Şekil 4.8.	Şanlıurfa ili için deneysel olarak elde edilmiş güneşlenme şiddeti ve süresi	55
Şekil 4.9.	Havalandırılmalı kollektör (Solarwall) özellikleri	55
Şekil 4.10.	Havalandırılmalı Kollektör (Solarwall)' den Hava Debisine Göre Alınabilecek Isı Miktarı ve Verimi	56
Şekil 4.11.	Prefabrik binanın iskeletinin ve gerekli montaj uçlarının yapımı	58
Şekil 4.12.	Solarwall havalandırma sistemi	58
Şekil 4.13.	Bina içi ve Solarwall Sistemi Ölçüm Noktaları	59
Şekil 4.14.	Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci (TID) Ölçüm Noktaları.....	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1.	Tasarlanan Yapının Isı Kaybı ve Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	51
Çizelge 4.2.	İnverter, Akü ve Düşey Rüzgar Türbini Özellikleri	52

1. GİRİŞ

Depremler, yer kabuğundaki tektonik plakaların hareketinin sonucu ortaya çıkar ve ani, şiddetli şiddetlere neden olan en tehlikeli doğal afetlerden biridir. Bu doğal olaylar, sadece mekanik yıkıma yol açmakla kalmaz; Aynı zamanda toplumsal ve altyapısal kırılmalıklarla birleştğinde, büyük felaketlere dönüşebilir. Örneğin, zayıf yapı stoğu, yetersiz afet hazırlığı veya kırılmalıklı ekonomik sistemler, deprem etkilerinin çok daha yıkıcı hale gelmesine neden olur. Bu durumda, hem insan hem de doğal çevreyi derinden etkileyerek fiziksel, sosyal ve konsantrasyonda geniş bilgi aktarımı sağlar (Sagbas vd., 2024).

Dünya genelinde her yıl birçok küçük ve büyük deprem meydana gelmekte ve bazıları ciddi yıkımlara neden olmaktadır. Örneğin, 6 Şubat 2023'te Türkiye'nin Kahramanmaraş ili merkezli iki büyük deprem, geniş bir alanı etkileyerek 50,000'den fazla insanın yaşamını yitirmesine ve yaklaşık 120,000 kişinin yaralanmasına sebep olmuştur. Bu depremler, yaklaşık 110,000 km²'lik bir bölgede hissedilmiş ve 107 binden fazla bina ya tamamen yıkılmış ya da ciddi şekilde hasar görmüştür. Bununla birlikte, bu afet, bölgedeki yaklaşık 15 milyon insanın sosyal, ekonomik, kültürel ve psikolojik dengelerini derinden sarsmıştır. Afetler, özellikle depremler, toplumsal yaşamın sürdürülebilirliğini tehdit eden ve insanların temel ihtiyaçlarını doğrudan etkileyen olağanüstü durumlardır. Bu süreçte en acil ve kritik ihtiyaçlardan biri, geçici barınma alanlarının hızlı ve etkili biçimde oluşturulmasıdır. Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisinde de yer aldığı üzere barınma, insan yaşamının temel gerekliliklerinden biridir ve afet sonrası toparlanma sürecinin başlangıç noktasını oluşturmaktadır (Arslan,2009). Geçici barınma alanları yalnızca fiziksel barınma ihtiyacını karşılamakla kalmayıp; güvenlik, hijyen, sosyal yaşam ve psikolojik iyileşmeyi de destekleyecek nitelikte tasarlanmalıdır. 6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş merkezli depremler, on binlerce insanın hayatını etkileyen büyük bir felaket olarak kaydedilmiştir (Asadi vd.,2023; Chaudhary vd., 2021).

Depremlerden sonra, yaralıların hızlıca tıbbi yardıma ulaştırılması, barınma ve temel ihtiyaçlar için acil çözümler geliştirilmesi, ayrıca enfeksiyon hastalıklarının yayılmasını önlemek amacıyla hijyen koşullarının iyileştirilmesi hayati önem taşır (Yeon vd., 2020).Doğal afetlerin, fiziksel hasardan çok daha fazla psikolojik hasara yol açma ihtimalinin yaygın olarak kabul edilen bir durum olduğu söylenebilir (Everly ve Lating, 2021).

Doğal afetler, tarih boyunca toplumların sosyal, ekonomik ve psikolojik

yapıları üzerinde derin etkiler bırakmıştır. Özellikle depremler gibi ani gelişen ve geniş çaplı yıkımlara yol açan afetler, insanların yaşam alanlarını ve sosyal bağlarını altüst ederek temel ihtiyaçların karşılanmasını güçleştirmektedir. Bu tür olaylar sonrasında barınma ihtiyacı, yalnızca fiziksel güvenlik değil, aynı zamanda bireylerin ruh sağlığı açısından da büyük önem taşımaktadır. Afetlerin ardından hızla temin edilen geçici barınma çözümleri, genellikle yalnızca işlevsellik odaklı olmakta ve estetik, psikolojik veya sosyal gereksinimleri göz ardı etmektedir. Ancak, yaşam alanlarının insanlar üzerindeki psikolojik etkileri göz önünde bulundurulduğunda, afet sonrası barınma birimlerinin bu tür ihtiyaçlara da yanıt vermesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Afet durumunda bireylerin ruh sağlığı, çevrelerindeki fiziksel mekanların kalitesiyle yakından ilişkilidir. Özellikle barınma alanlarında kullanılan mimari tasarım unsurları, bireylerin travmatik olaylardan sonra iyileşme sürecine katkıda bulunabilir. Doğal ışığın mekana entegrasyonu, ferah ve huzur verici mekan düzenlemeleri, yatıştırıcı renkler ve çevreyle uyumlu cephe tasarımı gibi estetik detaylar, afet sonrası dönemde bireylerin psikolojik dayanıklılığını artırabilir. Bu bağlamda, mimarlık disiplininin estetik ve insana duyarlı tasarım ilkelerinin afet barınma yapılarında uygulanması, yalnızca bir lüks değil, bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Mimari ve iç mekan tasarımı, genellikle estetik katkılar olarak görülüp "inşa edilmiş çevre" nin bir parçası olarak kabul edilmiştir. Mimarlık başlangıçta koruma amacı taşıırken, zamanla bir sanat formuna dönüşmüş, içine yaratıcılık ve güzellik katılmıştır. Bugün ise mimarlık, psikolojik iyi oluşa odaklanarak, hem bir sanat formu hem de psikolojik araştırma ve uygulama konusu olarak evrilmiştir (Ricci ,2018).

Mimarlık, insan yaşamını şekillendiren, estetik ve fonksiyonelliği bir araya getiren önemli bir disiplindir. Ancak, günümüzde hızla artan çevre sorunları, doğal kaynakların tükenme riski ve enerji talebinin yükselmesi, mimari tasarımın yalnızca görsel veya işlevsel boyutlarla sınırlı kalmamasını gerektirmektedir. Mimarlar, artık tasarımlarını oluştururken estetik değerlerin yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik ve enerji verimliliğini de dikkate almak zorundadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımıyla estetik kaygılar arasında kurulan dengeli bir ilişki, hem çevreye duyarlı hem de çağdaş mimari anlayışı yansıtan yapıların temelini oluşturur.

Bir binanın dış cephesi, sadece estetik bir yüzey değil, aynı zamanda enerji performansını açısından stratejik bir alan olarak değerlendirilebilir. Cephe tasarımları, güneş ışığını enerjiye dönüştürme, iç mekânların doğal havalandırmasını destekleme ve yalıtım performansını artırma gibi pek çok işlevi yerine getirebilir. Bu nedenle, mimarlar, cephe sistemlerini tasarlarken görsel çekiciliğin yanı sıra enerji verimliliğini ve çevre dostu teknolojilere de öncelik sağlar. Güneş panelleri, doğal havalandırma sistemleri, enerji depolama çözümleri ve yenilikçi malzeme kullanımları, cephelerin hem estetik hem de işlevsel açıdan optimize edilmesine olanak tanır.

Ayrıca, mimarlık pratiğinde estetik, sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği hedeflerinin bir arada düşünülmesi, sadece bireysel binaların performansını artırmakla kalmaz; şehirlerin genel yaşam kalitesini yükseltir ve doğal çevre üzerindeki baskıyı azaltır. Bu tür bütüncül yaklaşımlar, hem kullanıcıların yaşam konforunu artırır hem de uzun vadede enerji maliyetlerini düşürerek ekonomik fayda sağlar.

Sonuç olarak, mimarlık, geleceğin binalarını tasarlarken estetik ile fonksiyonellik arasında bir denge kurarken çevresel ve enerji sorumlulukları da üstlenmektedir. Bu yaklaşım, hem doğaya saygılı hem de modern tasarım anlayışını temsil eden projelerin hayata geçirilmesini mümkün kılar ve sürdürülebilir bir gelecek için umut vadeder.

Diğer yandan, afet sonrası süreçlerde enerjiye erişim, temel barınma ihtiyacı kadar kritik bir meseledir. Geleneksel enerji kaynaklarının sınırlı olması ve ulaşım zorlukları, yenilenebilir enerji kaynaklarının afet barınma çözümlerine entegrasyonunu kaçınılmaz hale getirmiştir. Solarwall, güneş enerji panelleri (PV paneller), rüzgar türbinleri, toprak kaynaklı ısı değiştiriciler gibi yenilikçi enerji sistemlerinin kullanımı, yapıların enerji verimliliğini artırırken, çevresel sürdürülebilirliği de desteklemektedir. Bu tür teknolojilerin, afet sonrası bağımsız enerji üretimi ve sürdürülebilirlik açısından sağladığı faydalar, yalnızca enerji maliyetlerini düşürmekle kalmayıp, aynı zamanda karbon ayak izini azaltarak çevreye duyarlı bir yaklaşım sunmaktadır.

Bu tez çalışması, afet durumlarında kullanılabilecek, insan psikolojisini destekleyen ve mimari estetik kaygıları gözetken bir prefabrik yapı tasarlamayı amaçlamaktadır. Çalışmada, yenilenebilir enerji teknolojilerinin entegrasyonu ve estetik tasarımın bir araya getirilmesiyle yenilikçi bir barınma çözümü

geliştirilmiştir. Yapı tasarımında şu temel ilkeler gözetilmiştir:

Psikolojik iyileşmeyi destekleyen iç mekan ve cephe tasarımı: Doğal ışık kullanımı, mekan organizasyonu ve renklerin insan ruh sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinden yararlanılmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu: Solarwall, PV paneller, rüzgar türbinleri ve ısı depolayıcı glikollü su gibi sistemlerle enerji bağımsızlığı sağlanmıştır.

Sürdürülebilir ve taşınabilir yapı tasarımı: Hızlı kurulabilir, ekonomik ve çevre dostu bir yapı sistemi geliştirilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma, afet sonrası çevreye duyarlı, enerji verimli ve insana duyarlı tasarım anlayışıyla hayata geçirilen bir prefabrik yapı çözümü sunmayı hedeflemektedir. Çalışmanın, hem literatüre hem de pratik uygulamalara katkı sağlayacak yenilikçi ve bütüncül bir yaklaşım sunduğu düşünülmektedir.

1.1. Afet Barınağı Türleri

Dünyada farklı barınak modelleri bulunmaktadır ve her birinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır. Bu barınaklar, çeşitli ihtiyaçlara hitap etmekte ve depremler, seller ve kasırgalar gibi farklı doğal afet türlerine çözüm sağlamak üzere tasarlanmaktadır (Damon Coppola n.d.).

1.1.1. Çadırlar

Çerçeve çadırı, tünel çerçeve çadırı ve ahşap direk/bağ çadırı gibi çeşitli türleri bulunan tarihsel barınaklardır.

1.1.1.1. Standart Çadır

Kare tabanlı bir küp şeklinde tasarlanmış ve üzerine üçgen prizma bir çatı yerleştirilmiş bir yapı tipidir(Şekil 1.1). Boyutları 400x400x210 cm olup, ağırlığı 70-100 kg arasında değişir. Gerilim sistemine sahip olan bu çadır, basit araçlar kullanılarak, özellikle bir çekiç yardımıyla hızla kurulabilir. Güneş ışığı ve yağmura karşı doğru koşullarda saklanması gerekir. Hava, kara ve deniz taşımacılığına uygun olan çadırlar, çelik veya ahşap iskeletlerle ve polyester kumaş kaplamalarla üretilir. Özellikle kuru ve sıcak iklimler için uygundur, ancak rüzgâra ve soğuğa dayanıklılığı

sınırlı olabilir. 5 yıla kadar depolanabilen bu çadırlar, hafiflikleri ve taşınabilirlikleri sayesinde farklı çevrelerde kullanılabilir. Özel bir alet gerektirmeksizin monte edilmesi kolaydır. Ancak, yağmurlu veya karlı iklimlerde kullanımı daha zahmetli olabilir. Yardım kuruluşları, soğuk bölgelerde zemin yalıtımı sağlamak için ahşap tabanlar tercih eder; ancak nem, ahşap zeminlerde çürümeye yol açabilir. Çadırların ısı yalıtımı konusundaki araştırmalar, BM ve üniversiteler tarafından hâlâ sürdürülmektedir (Manfield vd., 2000).

Avantajları: Kurulumu basit, kolay taşınabilir ve düşük maliyetlidir.

Dezavantajları: Dayanıklılığı sınırlıdır, yalıtım sağlamaz ve aşırı hava koşullarına karşı savunmasızdır.

Kullanım Alanları: Acil durum müdahalelerinde, mülteci yerleşimlerinde ve geçici barınma gereksinimlerinde sıkça tercih edilir.

Kullanım Amacı: Ilıman hava koşullarında kısa süreli kullanım için tasarlanmıştır.



Şekil 1.1. Standart Çadır

1.1.1.2. Çerçevesiz Prototip Çadır (Çerçeve Çadır)

Bu çadır, kare tabanlı ve üzeri prizma çatılı bir yapı olarak tasarlanmıştır. Boyutları 515x328x286 cm olup, toplam ağırlığı 180 kg'dır (Şekil 1.2). Metal

çerçeve sistemi, çelik profillerin birleştirilmesi ve üzerine tekstil kaplamaların takılmasıyla oluşturulur. Montaj işlemi, vida veya kaynak ekipmanları kullanılarak kısa bir sürede tamamlanabilir. Depolama sırasında neme, güneşe ve yağmura karşı korunması gerekmektedir. Çadır, hava, kara ve deniz yollarıyla kolayca taşınabilir. Üretiminde metal L profiller, polyester kaplamalar, çelik kazıklar ve yangına dayanıklı tekstil malzemeler kullanılır. Isı yalıtım özelliği sayesinde hem sıcak hem de soğuk iklimlerde kullanıma uygundur (Rezazadehbaee ve Balyemez 2024c).

Avantajlar: Standart çadırlara kıyasla daha sağlam bir yapıya sahiptir ve orta düzeydeki hava şartlarına karşı dayanıklılık gösterir.

Dezavantajlar: Kurulumu daha zahmetlidir ve ek araç veya malzeme gerektirebilir.

Kullanım Alanları: Afet riski yüksek bölgelerde, askeri amaçlı operasyonlarda ve geçici sahra hastanelerinde tercih edilir.

Uygunluk: Orta süreli kullanım için tasarlanmıştır ve ılımlı iklim koşullarına uyum sağlar.



Şekil 1.2. Çerçevesiz Prototip Çadır (Çerçevesiz Çadır)

1.1.1.3. Tünel Çerçevesiz Çadırı

Yarım silindirik şeklinde tasarlanan ve 550x1080x310 cm boyutlarına sahip bu

çadır, az sayıda parçasıyla kolayca kurulabilir (Şekil 1.3). Metal boru profillerden oluşan yapısı, anahtar veya tornavida gibi basit araçlarla montajlanabilir ve gerektiğinde modüler bir şekilde genişletilebilir. Yangına dayanıklı kaplaması sayesinde soba tipi ısıtıcılar kullanılabilir.

Soğuk iklimlerdeki afet bölgeleri için uygun olan çadır, güçlü rüzgârlara karşı birleşim noktalarında zayıflık gösterebilir ve zeminden su sızıntılarına karşı önlem alınması gerekebilir. Kurulumdan önce zeminin hazırlanması ve dikey profillerin sabitlenmesi önemlidir. Çelik veya ahşap kazıklarla desteklenen bu çadır, hava, kara ve deniz yoluyla taşınabilir. Sıcak ve soğuk iklimlere dayanıklı, esnek ve kullanışlı bir barınma çözümüdür.

Avantajlar: Geniş iç hacim sunar ve birden fazla çadır birleştirilerek daha büyük barınma alanları oluşturulabilir.

Dezavantajlar: Daha büyük bir zemin alanına ihtiyaç duyar ve kurulumu diğer çadırlara göre daha zahmetlidir.

Kullanım Alanları: Afet sonrası müdahalelerde ve yerinden edilmiş kişiler için geçici konaklama alanlarında tercih edilir.

Uygunluk: Farklı hava şartlarına dayanıklı olup orta vadeli kullanım için idealdir.



Şekil 1.3. Tünel Çerçeve Çadır

1.1.1.4. Ahşap Kolon ve Bağ Çerçevesi Çadır

Bu çadır, kare planlı olup üçgen prizma şeklinde bir çatıya sahiptir ve boyutları 600x700x285 cm'dir (Şekil 1.4). Ahşap direk ve kiriş yapısıyla inşa edilir. Kurulum için çekiç ve çivi kullanılır ve depolama gerektirmez. Afet bölgelerine taşınarak hızlıca monte edilebilir, hava, kara ve deniz yoluyla taşınabilir.

Çadırın montajı basittir ve genellikle ahşap direklerin yere sabitlenmesiyle yapılır. Çadırın çatısı, üçgen prizma şeklindedir ve modüler bir yapıya sahip olup gerektiğinde daha geniş alanlar oluşturulabilir. Rüzgâra dayanıklı kaplaması olsa da, dış etkilere karşı zayıftır. Ayrıca, çadırın kurulumu için temel yerinin dikkatlice seçilip kazılması gereklidir. Temel için üç farklı yöntem vardır: çelik makaralar veya silindirler kullanarak kazı yapılan alanlar ya da parke taşları ile oluşturulan temel. Bu çadır, afet durumlarında hızlı kurulum sağlayarak geçici barınma alanı oluşturur.



Şekil 1.4. Ahşap Kolon ve Bağ Çerçevesi Çadır

Avantajlar: Daha yüksek stabilite ve dayanıklılık sunar, uzun vadeli kullanım için idealdir.

Dezavantajlar: İnşaatı için uzman iş gücü gerektirir ve maliyeti daha yüksektir.

Kullanım Alanları: Uzun süreli afet iyileştirme süreçlerinde ve yarı kalıcı konaklama çözümlerinde tercih edilir.

Uygunluk: Farklı hava koşullarında uzun süreli kullanım için uygundur.

1.1.2. Konteynerler

Konteynerler, küresel ticaretin temel unsurlarındandır; dünya ticaretinin %80'inden fazlası deniz yoluyla taşınmaktadır. Genellikle çelikten üretilse de, alüminyum veya plastikten de yapılabilirler. Barınma amaçlı kullanılan iki ana konteyner türü bulunmaktadır:

1.1.2.1. Standart Taşımacılık Konteynerleri

Sağlam çelikten yapılmış olup su ve rüzgar geçirmez.

10ft, 20ft ve 40ft gibi yaygın boyutlarda gelir.

Kullanıma hazırdır ve ihtiyaca göre modifiye edilebilir.

Kolayca temin edilir ve taşınması basittir.

Aynı zamanda barınağın sabitleme sistemini oluşturabilir.

1.1.2.2. Özel Yapım Konteynerler

Belirli ölçütlere göre tasarlanır ve üretilir.

Boyut, özellik ve özelleştirmeler açısından daha fazla esneklik sunar.

Standart konteynerlerden daha büyük olabilir.

Birkaç birimi birleştirerek veya üst üste koyarak özelleştirilebilir.

Projeye özel çözümler sunar, ancak standart konteynerlere göre daha pahalıdır.

Avantajlar: Sağlam, güvenli ve üst üste yerleştirilebilir.

Dezavantajlar: İç alanı dar, taşıma maliyetleri yüksektir.

Kullanım Alanları: Şehir içi afet müdahalelerinde, inşaat alanlarında ve izole bölgelerde kullanılır.

Uygunluk: Farklı hava koşullarında, orta ve uzun vadeli kullanım için uygundur.

1.1.3. Reaksiyon Konut Sistemi

Bu sistem, acil barınma için esnek ve çok işlevli bir çözümdür ve yangın, deprem, kasırga gibi çeşitli afet durumlarına uygun olarak tasarlanmıştır. Kompozit alüminyum panellerden üretilmiş olup, ısı ve yangına karşı dayanıklıdır. Her birim, bir aileyi barındıracak şekilde iki ana bölümden oluşur. Yataklar duvara monte edilmiştir ve zemin suya dayanıklıdır. Havanın yenilenmesi ve enerji alışverişi için havalandırma boşlukları bulunur. Taşınması ve kurulumu kolaydır, kilitli kapı ve pencereleriyle güvenlik sağlar. Birimler, taşıma sırasında alan tasarrufu sağlamak için üst üste konulabilir. Sistem, tren, gemi, kamyon veya kargo uçağıyla taşınabilir.(Şekil 1.5)

Avantajlar: Kolay montaj, modüler yapısı ve taşıma kolaylığı sağlar.

Dezavantajlar: İç alanı dar olup, aşırı hava koşullarına dayanıklı değildir.

Kullanım Alanları: Acil durumlarda ve afet mağdurları için geçici barınma alanı olarak tercih edilir.

Uygunluk: Ilıman hava şartlarında, kısa ve orta süreli kullanım için idealdir.



Şekil 1.5. Reaksiyon Konut Sistemi

1.1.4. Uber Barınma

Uber Barınma, afetlerden etkilenenler ve mülteciler için taşınabilir, esnek bir barınma çözümüdür. Metal çerçeveli dikdörtgen prizma şeklinde tasarlanmış olup, modüler parçalar birleştirilerek kurulur ve herhangi bir araç kullanılmaz. Parçalar, kolayca taşınabilmesi ve depolanabilmesi için kutuda yatay şekilde muhafaza edilir (Şekil 1.6) (Rezazadehbaee ve Balyemez 2024a).

Uber Barınma, alüminyum profillerden yapılmış ve ısı yalıtımı sağlayan tekstil bir kaplamaya sahiptir. Dış etkilere ve darbeye karşı dayanıklıdır. Şu an tasarım aşamasında olan bu proje, taşınması kolay, yeniden kullanılabilir ve katlanabilir özellikleriyle modern bir yaşam alanı sunmayı amaçlamaktadır. Karayolu ve deniz yoluyla taşınabilir. Farklı iklimler ve araziler için uygun olan bu barınma, iki ana bölümden oluşur: biri barınma alanı, diğeri ise ocak ve buzdolabı gibi ek ihtiyaçları karşılayan alan (Rezazadehbaee ve Balyemez 2024b).



Şekil 1.6. Uber Barınma

Avantajlar: Esnek, hafif ve kolayca taşınabilir.

Dezavantajlar: İç alanı dar olup, ek destek yapıları gerektirir.

Kullanım Alanları: Afet bölgeleri, izole yerler ve geçici barınma ihtiyaçları için uygundur.

Uygunluk: Çeşitli hava koşullarında kısa ve orta süreli kullanım için idealdir.

1.1.5. Konteyner Evler

Konteyner evler, dayanıklı malzemelerin birleşimiyle güvenli ve uzun ömürlü yapılar olarak inşa edilir. Genellikle tek katlı ve kompakt olan bu prefabrik evler, taşınabilir parçalara ve düz paketlemeye sahip olup, farklı kullanım alanlarına uyum sağlar (Şekil 1.7). Isı yalıtımı için EPS, cam yünü ve poliüretan gibi malzemeler kullanılır ve aynı zamanda yangın direncine sahiptirler. Kolayca monte edilip sökülebilen bu evler, renk ve tasarım açısından kişiselleştirilebilir. Ofis, otel ve banyo gibi farklı işlevlere uygun olup, 20 yılın üzerinde kullanım ömrüne sahip ve geri dönüştürülebilir oldukları için çevre dostu ve uzun ömürlü çözümler sunar.



Şekil 1.7. Konteyner Evler

Avantajlar: Kolay kurulum, sağlam yapı, kişiselleştirilebilir özellikler.

Dezavantajlar: İç alanı sınırlıdır, ilave yalıtım gerekebilir.

Kullanım Alanları: Afet sonrası yeniden yapılanma, düşük maliyetli konut projelerinde tercih edilir.

Uygunluk: Çeşitli hava koşullarında orta ila uzun vadeli kullanım için uygundur.

1.1.6. Modüler Evler

Modüler yapı sistemleri, özellikle afet sonrası barınma çözümleri kapsamında hızlı kurulum, esneklik ve maliyet etkinliği açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Bununla birlikte, bu yapı sistemlerinin enerji verimliliği potansiyeli, sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda değerlendirilmesi gereken bir diğer önemli boyuttur.

Modüler yapılar, üretim süreçlerinin fabrika ortamında gerçekleştirilmesi sayesinde hava sızıntılarının ve ısı köprülerinin minimum düzeyde tutulmasına olanak sağlar. Bu durum, yapıların termal performansını artırarak, özellikle ısıtma ve soğutma kaynaklı enerji tüketimini azaltmaktadır (Fulya vd., 2024). Ayrıca fabrikasyon üretimin sunduğu hassasiyet, yapı kabuğunda süreklilik ve sızdırmazlık sağlayarak enerji kayıplarının önüne geçer (Sezer, 2021).

Bu tür yapılarda yenilenebilir enerji sistemlerinin entegrasyonu da oldukça kolaydır. Güneş enerjisi panelleri, rüzgar türbinleri veya toprak kaynaklı ısı değiştiriciler gibi sistemler modüler yapıların çatı veya cephe yüzeylerine kolaylıkla entegre edilebilmektedir. Bu sayede, yapıların kendi enerjisini üretebilmesi mümkün hale gelmekte ve dışa bağımlılık azalmaktadır (Talu vd., 2023). Bu entegrasyon, yalnızca enerji verimliliğini değil, aynı zamanda afet sonrası kesintisiz enerji erişimi gibi yaşamsal ihtiyaçların karşılanmasını da sağlamaktadır.

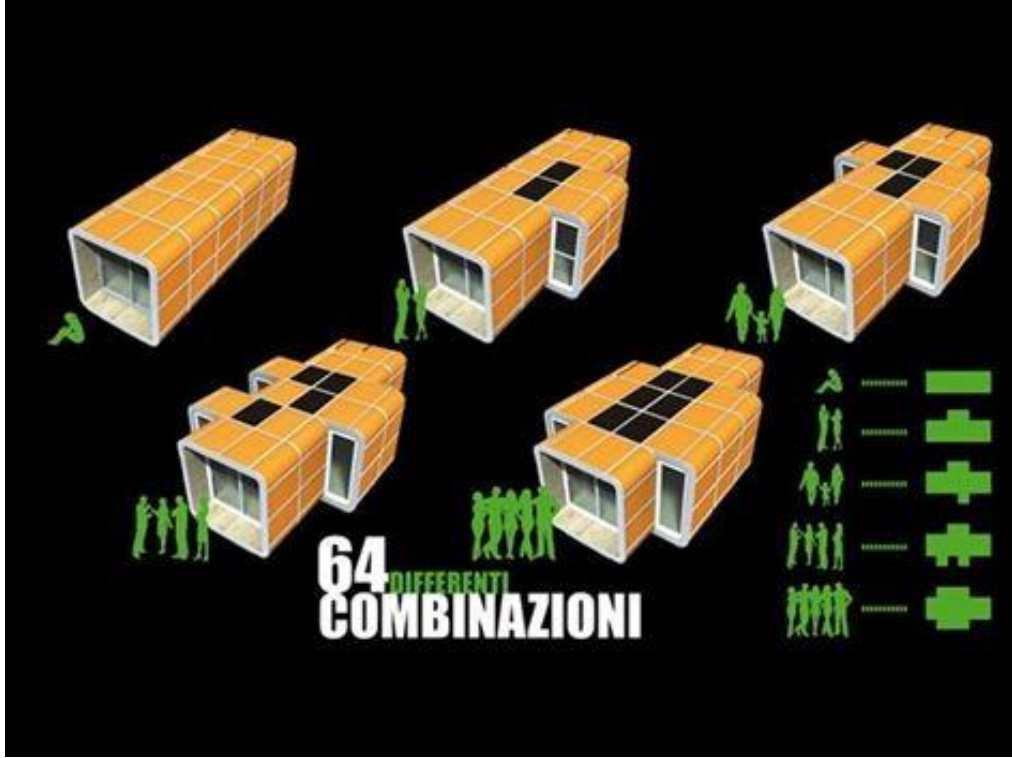
Bununla birlikte, malzeme seçimi de enerji verimliliğini doğrudan etkileyen bir faktördür. Modüler yapılarda sıkça kullanılan hafif çelik, sandviç paneller ve yüksek performanslı yalıtım malzemeleri, hem ısı iletimini sınırlandırmakta hem de yapının taşıma kapasitesini artırarak daha az malzeme ile daha fazla performans elde edilmesini sağlamaktadır (Murat Doğru, LEED AP BD+C n.d.). Ayrıca bu malzemelerin çoğu geri dönüştürülebilir niteliktedir, bu da yapıların çevresel etkisini azaltmakta ve dairesel ekonomiye katkı sunmaktadır.

Türkiye’de modüler yapıların enerji verimliliği kapsamında kullanımı henüz yaygınlaşma sürecindedir. Ancak son yıllarda yapılan çeşitli projeler ve akademik araştırmalar, bu yapıların gerek afet sonrası yerleşimlerde gerekse kalıcı yapılarda sürdürülebilir bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır (Aydin, 2019).

Sonuç olarak, modüler yapı sistemleri, yalnızca hızlı ve ekonomik çözümler sunmakla kalmamakta, aynı zamanda doğru tasarım ve teknoloji ile desteklendiğinde enerji verimliliği açısından yüksek performans sergileyen sürdürülebilir yapı

çözümleri olarak öne çıkmaktadır.

Modüler evler, özelleştirilebilir olmaları, hızlı inşa edilmesi, ekonomik olmaları, kalite kontrolünün sağlanması ve çevresel etkilerinin düşük olması gibi avantajlar sunduğundan giderek daha fazla tercih edilmektedir. Bu evler, fabrika ortamında üretilip, inşa alanında birleştirilerek tamamlanır.



Şekil 1.8. Modüler Evler

Küçük modüler evlerin bazı avantajları şunlardır:

Verimli alan kullanımı: Üreticiler, küçük bir alanda maksimum yaşam alanı sunabilir. Örneğin, 586 metrekarelik evler, oturma odası, mutfak, yemek odası, yatak odası ve banyo gibi alanlar içerir.

Esneklik: Bu tür evler, misafir evleri, arka bahçe konutları, ek yaşam alanları veya kiralık yatırım alanları olarak kullanılabilir.

Özelleştirme: Küçük modüler evler, lüks dekorasyonlar, açık plan düzenlemeler ve ek özellikler (örneğin veranda veya çalışma odası) ile kişiye özel hale getirilebilir.

Üreticiler, 400 metrekareden daha küçük alanlardan, 1.200 metrekareye kadar büyük ev modellerine kadar geniş bir seçenek sunmaktadır. Bu evler, kırsal alanlardan şehir içi arka bahçelere kadar farklı yerlerde kurulabilir.

Artan uygun fiyatlı ve sürdürülebilir konut ihtiyacı, küçük modüler evleri, kaliteli ve kişiselleştirilebilir yaşam alanları arayan bireyler, çiftler ve küçük aileler için daha cazip bir seçenek haline getirmektedir.

Dezavantajlar: Modüler evlerin başlangıç maliyeti, diğer barınak türlerine kıyasla daha yüksektir.

Prefabrik yapılar, hızlı inşaat, yüksek kalite, enerji verimliliği ve çevre dostu malzemelerle avantaj sağlar. Yalıtım seçenekleri ve uzun süreli dayanıklılık sunarak, konforlu ve verimli yaşam alanları oluşturur. Prefabrik barınaklar, afet sonrası geçici konaklama sağlamak için etkili bir çözüm sunar, özellikle çadırların yetersiz kaldığı geçici dönemlerde kullanılır. Ancak, uygun alan ve altyapı gereksinimleri ile başlangıç maliyetlerinin yüksek olması gibi sınırlamaları vardır. Etkili kullanım için planlama ve koordinasyon gereklidir. Gelecekte, tasarım ve kullanımda yapılacak yenilikler, afet sonrası iyileşme çabalarını geliştirebilir.

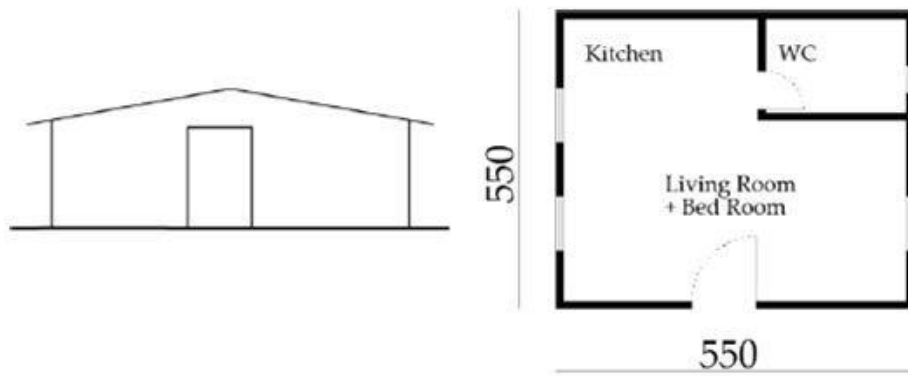
Quarantelli, acil durum binalarını analiz ederek dört ana tipolojiye ayırmış ve her tipin, iyileşme sürecindeki farklı bir aşamaya denk geldiğini belirtmiştir (Quarantelli 1995).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Gümüşpınar Geçici Yerleşimi

Bu vaka çalışması, 1999 Türkiye depremi sonrasında başlatılan geçici barınma programına odaklanmaktadır. Deprem, Marmara ve Bolu bölgelerinde büyük yıkıma yol açmış ve altyapıyı ciddi şekilde tahrip etmiştir. Hükümet, mağdur olanlara kira yardımı yapmayı önerse de, binaların çoğu hasar gördüğü ve birçok kişi çadırda yaşamaya zorlandığı için geçici barınma ihtiyacı doğmuştur. Düzce'de, bu durumu çözmek amacıyla dört farklı geçici barınma programı uygulanmıştır (Arslan vd.,2008; Johnson 2007).

Bu birimler, yerel prefabrik sanayiye dayalı olarak inşa edilmiştir, bu sayede yerel iş gücü ve ekonomi desteklenmiştir. Yapı Şekil 2.1 de görüldüğü üzere yaşam alanı ,yatak odası ,mutfak ve wc alanlarından oluşmaktadır. Binalar, beton temel üzerine yerleştirilen prefabrik panellerden oluşur ve her evde elektrik ve sıhhi tesisat bulunur. Bu sistem, hızlı inşa imkanı sağlasa da, iç mekan genişletme konusunda esneklik sunmamaktadır. Ayrıca, binalar sökülebilir şekilde tasarlanmış olsa da çevresel sürdürülebilirlik açısından yetersizdir. Prefabrik paneller, yüksek enerji tüketimi gerektiren malzemeler içerdiğinden çevresel etkileri olmuştur. Sosyal açıdan, yerel toplulukların sürece dahil edilmemesi, binaların yerel ihtiyaçlara uygun olmayan şekilde inşa edilmesine neden olmuştur. Tasarımda ekonomik faktörler ön planda tutulmuş ancak çevresel ve sosyal unsurlar göz ardı edilmiştir.



Şekil 2.1. Gümüşpınar'daki Geçici Barınma Birimleri

2.2. Katrina Evi

Katrina Evi, 2005'teki Katrina Kasırgası sonrası acil barınma ihtiyacını

karşılama için tasarlanmıştır. Bu kasırga, özellikle Mississippi ve Louisiana'yı vurmuş ve büyük yıkıma yol açarak birçok insanın yerinden olmasına neden olmuştur. Afet sonrasında mağdurları geçici olarak barındırmak amacıyla mobil evler ve seyahat treylerleri temin etmeye karar vermiştir (Maly vd., 2013).

Bu geçici barınma üniteleri, hızlı bir şekilde konaklama sağlasa da uzun süreli kullanım için uygun değildi. Bunun üzerine, ABD Konut ve Kentsel Gelişim Bakanlığı, hem farklı ihtiyaçlara hitap edebilen hem de kalıcı konutlara dönüştürülebilen geçici barınma üniteleri geliştirmek amacıyla Alternatif Konut Pilot Programı'nı başlattı. Tasarımcı, maliyetleri düşük tutarak, dayanıklılık ve esneklik arasında bir denge kurmayı amaçlamıştır. Bu ev, yüksek rüzgar yüklerine dayanabilecek şekilde, ahşap paneller ve çerçevelerle yapılan hafif prefabrik sistemlere dayanıyordu. Çatı, yağmura karşı koruma sağlamak amacıyla sac levhalarla kaplanmıştı. Katrina evi, geçici barınak olarak kullanılan karavanların boyutlarına uygun olarak tasarlanmış ve üç farklı versiyonla sunulmuştu (Şekil 2.2). Her bir model, farklı alan büyüklükleri ve oda sayısına sahipti ancak genel tasarım yapısı aynıydı. Evler, açık plan bir yaşam alanına sahip olup, merkezi bir koridordan odalara geçiş sağlanıyordu. Bir Katrina evinin maliyeti, banyo, mutfak ve veranda dahil yaklaşık 42.000 USD idi. Yapılan anketler, sakinlerin büyük çoğunluğunun bu evlerden memnun kaldığını ancak bazı eksiklikler olduğunu gösterdi. Bu eksiklikler arasında klima eksikliği, küçük alan, verimsiz sıhhi tesisat ve düşük kaliteli iç mekan donanımları yer alıyordu. Geçici kullanım açısından başarılı olsalar da, bu evlerin kalıcı konut olarak kullanımında sınırlamalar vardı. Yine de bazı Katrina evleri, turist konaklaması gibi yeni işlevlerle tekrar kullanıldı. Amerikan bağlamında, bu evler ekonomik açıdan sürdürülebilir olup, sosyal olarak pek çok kişiye konforlu bir barınma sağladı. Çevresel açıdan ise, kullanılan ahşap paneller geri dönüştürülebilir malzemeler sunarken, esneklik eksikliği nedeniyle yeniden kullanım zorlukları yaşanmıştır.



Şekil 2.2. Katrina Evi



2.3. MAP

Örnek olay incelemesinin üçüncüsü, İtalyan Sivil Savunma Departmanı'nın (Protezione Civile) acil durum yapıları için referans modellerinden biri olan MAP'tır (Sperimentazione ve Bologna 2020).

2009 yılında Abruzzo bölgesinde meydana gelen depremin ardından, yerinden edilmiş bireyler için MAP adı verilen geçici konutlar geliştirilmiştir. Protezione Civile Departmanı tarafından yönetilen proje kapsamında, MAP'ler depremden etkilenen belediyelerde inşa edilmiştir. Bu konutlar, farklı büyüklüklerde ve kullanıcı sayılarına göre üç ana modelde tasarlanmıştır (Şekil 2.3):

MAP 40: Tek kişilik kullanım için yaklaşık 45 m².

MAP 50: İki veya üç kişilik aileler için yaklaşık 55 m².

MAP 70: Dört ila altı kişilik gruplar için yaklaşık 75 m².

Konutlar, ahşap malzeme kullanılarak esneklik, modülerlik ve kolay montaj gibi özelliklere odaklanarak tasarlanmıştır. Deprem sonrasında, bölgedeki farklı yerleşimlerde çeşitli MAP modelleri inşa edilmiştir. Bu modeller arasında kullanılan prefabrik sistemler, panel tasarımları ve malzemeler çeşitlilik göstermiştir. Poggio Pienze'de inşa edilen bir MAP örneği, bu varyasyonlardan biri olarak dikkat çekmektedir.

MAP modeli, ahşap taşıyıcı çerçeve ve ahşap malzemeden oluşan dış cephesiyle dikkat çekmektedir. Isı yalıtımını sağlamak için ahşap yapıların arasına taş yünü yerleştirilmiş, cephelerin iç ve dış yüzeyleri OSB (yönlendirilmiş yonga levhalar) veya alçı levhalarla kaplanmıştır. Dış yüzey sıvayla kaplanarak tamamlanmıştır.

Yapılar, betonarme temel üzerine inşa edilmiş ve zemin döşemesi ahşap kirişlerle bu temele sabitlenmiştir. Kuru yapım yöntemleri ağırlıklı olarak tercih edilse de, temel gibi bazı bileşenlerde ıslak yapım yöntemleri kullanılmıştır. Ancak, betonarme temel ve sıva uygulaması gibi yöntemler, yapı elemanlarının geri dönüştürülebilirliğini sınırlandırarak çevresel etkiyi artırmıştır.

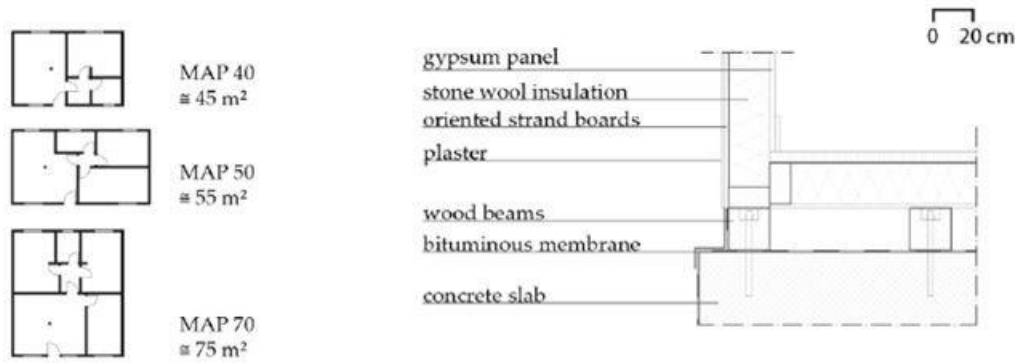
Abruzzo depremi sonrası inşa edilen bu konutların birim maliyeti ortalama

760 €/m² olup, toplamda bir ev için yaklaşık 45.000 €'ya mal olmuştur. Kullanılan malzemeler ve uygulamalar değerlendirildiğinde, bu çözüm ekonomik olarak uygun kabul edilmektedir.

Sosyal açıdan, MAP'ler yerinden edilmiş kişiler için rahat bir yaşam alanı sağlasa da, standart bir model olmaları nedeniyle kullanıcıların özel ihtiyaçlarına yeterince cevap verememektedir. Ayrıca, genellikle şehir merkezlerinden uzak yerleşim alanlarında inşa edildikleri için, bu bölgeler yalnızca konaklama amacıyla kullanılan ve temel hizmetlerden yoksun alanlar haline gelmiştir (Atmaca 2017; Montalbano ve Santi 2023).

MAP'lerin tasarımı ve inşası, Protezione Civile Departmanı tarafından çeşitli bölgelerden seçilen şirketlere verilmiştir. Her ne kadar prefabrik bileşenler kullanılmış olsa da, montaj yöntemi bu yapıların esnekliğini azaltmış ve kullanıcıların kendi bakımını veya inşaatını yapma imkânını kısıtlamıştır.

Günümüzde, Abruzzo bölgesinde kullanılan MAP'ler, zamanla bazı sorunlara rağmen kalıcı konutlara dönüşmüştür.



Şekil 2.3. MAP

2.4. Miharu Kasabası'ndaki Geçici Konut

Dördüncü vaka çalışması, 2011 Büyük Doğu Japonya Depremi sonrasında Fukushima Eyaleti'nde inşa edilen bir geçici konut projesine aittir. Bu konutlar, tsunami ve nükleer kazalardan etkilenmeyen Miharu Kasabası'nda yerleştirilmiştir. Burada, Fukushima Daiichi Nükleer Santrali'ne yakın bölgelere bağlı olarak yaklaşık 800 kişi barındırılmıştır (Maly ve Iwata n.d.).

Bu vaka çalışması, yerel bir işbirliğiyle yapılan bir projeyi yansıtmaktadır.

Miharu Belediyesi, Japon Mimarlar Enstitüsü ve beş yerel inşaatçının birlikte yürüttüğü proje, geleneksel ahşap inşaat tekniklerine odaklanmıştır. Yerel inşaatçılar, bölgeye uygun tasarımın yapılması ve sakinlerin konforunun artırılması amacıyla bilgi ve deneyimlerini paylaşmışlardır. Yapının temel çerçevesi, direk ve kiriş sistemiyle kurulan açık prefabrikasyon sistemlerine dayanıyordu. Maliyetleri düşürmek ve malzeme teminini kolaylaştırmak için standart boyutlarda odun kullanılmıştır. Ahşap, zemin, dış cephe, iç cephe ve çatı slabları gibi temel unsurlarda kullanılmıştır. Cephe ve çatı yalıtılmış olup, çatı, ahşap ve yalıtımı koruyacak şekilde oluklu levhalarla kaplanmıştır. Isı yalıtımını artıran cam üniteler kullanılmıştır. Temeller ise beton ile inşa edilmiştir (Şekil 2.4). Bu geçici konut projesi, önceki örneklere göre daha sürdürülebilir bir yapıya sahiptir.

Standart boyutlarda ahşap kullanımı, yapı bileşenlerinin geri dönüştürülmesini kolaylaştırır ve bu sayede ekonomik ve çevresel maliyetler düşer. Projenin en yenilikçi yönü, tasarım sürecinde benimsenen aşağıdan yukarıya yaklaşım olup, bu yaklaşım hem ekonomik hem de sosyal anlamda olumlu sonuçlar doğurmuştur. Yerel iş gücü ve malzemelerle yapılan inşaat, harcamaların büyük kısmının yerel ekonomiye katkı sağlamasına olanak tanımıştır.



Şekil 2.4. Miharu Kasabası'ndaki Geçici Konut

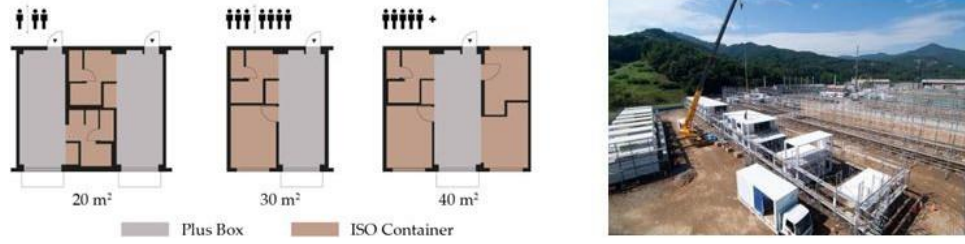
2.5. Onagawa Konteyner Geçici Konutları

Beşinci vaka çalışması, 2011'deki Büyük Doğu Japonya Depremi'ne bağlı olarak Onagawa kasabasını vuran tsunamiden sonra, yerinden edilen insanlar için

barınma sağlamak amacıyla inşa edilen Onagawa Konteyner Geçici Konutları projesidir. Bu proje, Japonya'nın ilk çok katlı geçici konutları olarak dikkat çekmektedir. Normalde Japonya'da geçici konutlar tek katlı olurken, Onagawa'nın dağlık arazisi nedeniyle düz alanlar sınırlıdır ve gelecekteki tsunamilere karşı güvenlik önlemleri alınması gerekiyordu. Bu sebeple, arazi kullanımını minimize etmek amacıyla çok katlı yapılar tercih edilmiştir. Yerleşim için seçilen alan, kasabanın beyzbol sahasıydı ve bu alan, güvenlik standartlarını karşılıyordu.

Geçici konutlar, ISO taşımacılık konteynerleri ve Arup tarafından Kase Warehouse için tasarlanan Plus Box konteynerleriyle inşa edilmiştir. Plus Box, aynı boyutlara sahip bir ISO konteyneriyle benzer olsa da, farklı bir yapıya sahiptir. Çelik bir çerçeve ve çıkarılabilir duvarlardan oluşarak, ISO konteynerlerine göre daha fazla esneklik sunar. Konteynerler, üç katlı veya iki katlı bloklar halinde yerleştirilmiş ve satranç tahtası desenine göre düzenlenmiştir. Bu düzen, aralarındaki açık alanları oluşturarak banyo ve yatak odalarını içeren ISO konteynerlerine yer açmıştır. Plus Box'lar ise esneklik sağlayarak açık alanlar yaratmıştır. Bu düzen, aynı zamanda yapının genel stabilitesini artırmıştır. Konteynerler, twist kilitleri ve köprü bağlantıları gibi standart bağlayıcılarla birleştirilmiştir. Temeller ise, konteynerlerin tamamen sökülebilmesini sağlamak için özel bir çelik plaka sistemiyle yapılmıştır ve bu da beyzbol sahasının zarar görmesini engellemektedir (Hikone ve Tokubuchi 2014).

Üç farklı boyutta konut birimi geliştirilmiştir (Şekil 2.5): bir veya iki kişi için 20 m², üç veya dört kişi için 30 m², beş veya daha fazla kişi için 40 m². Toplamda 189 geçici konut, dokuz blokta yerleştirilmiş ve yalnızca 14 haftada inşa edilmiştir. Onagawa Konteyner Geçici Konutları, hem açık hem de kapalı prefabrike sistemleri bir arada kullanmaktadır. ISO konteyneri kapalı, Plus Box ise açık sistem olarak işlev görür. Farklı prefabrike sistemler farklı işlevlere sahip olup, projede her iki sistemin avantajları birleştirilmiştir. Her ne kadar proje üstten aşağıya bir yaklaşım olsa da, Shigeru Ban'ın afet sonrası deneyimi, sosyal açıdan olumlu sonuçlar doğurmuştur. Konutlar, sakinlerine yüksek bir konfor seviyesinde yaşam sunmuştur. İnşaat maliyetleri, konteynerlerin taşınması ve prefabrikasyonundan dolayı artabilir; ancak yapıların tamamen sökülebilir olması, bu ünitelerin gelecekteki afetlerde tekrar kullanılabilirliğini sağlar.



Şekil 2.5. Onagawa Konteyner Geçici Konutları

Afet mağdurlarının psikolojik durumu önemli bir etkilenen alan olup, sağlık çalışanları (özellikle hemşireler ve psikologlar) genellikle tedavi odaklı psikolojik destek sağlamaktadır (Medina vd.,2024).

Afet yönetiminin yanıt odaklı paradigmadan, risk azaltmaya yönelik bir yaklaşıma dönüşmesi, psikolojik desteğin yönünü değiştirmektedir. Bu değişim, travma sonrası stres bozukluğunun (TSSB) tedavisinden, afet sonrası psikolojik rahatsızlıkları önlemeye yönelik travma sonrası büyüme (PTG) iyileştirilmesine doğru bir kaymadır. PTG, travmatik olaylar sonrasında bireylerin yaşamlarında olumlu değişiklikler yaşaması olarak tanımlanır (Susanti vd.,2024).

Endonezya'da, afet mağdurlarında PTG üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır ve bu konuda yapılan araştırmalar, PTG'yi iyileştirmeye yönelik müdahalelerin eksikliğini göstermektedir (Sattler vd.,2018).

ABD ve Çin'de yapılan çalışmalar, PTG'yi geliştiren müdahalelerin umut verici sonuçlar sunduğunu ortaya koymuştur. Ancak, bu müdahaleler afet mağdurlarına yönelik değildi ve Endonezya'da benzer bir araştırma yapılmamıştır. Bu nedenle, afet mağdurlarındaki PTG'yi incelemek amacıyla bütünleştirici bir inceleme yapılmıştır (Wijoyo vd., 2020).

Depremler, yalnızca fiziksel hasara yol açmakla kalmaz, aynı zamanda travmaya maruz kalan bireylerde uzun süreli psikolojik etkiler bırakabilir. Çocuklar ve ergenler, felaket sonrası genellikle akut stres, travma sonrası stres bozukluğu , anksiyete, depresyon, panik ataklar ve fobiler gibi psikolojik sorunlar yaşayabilirler. Bu tür psikiyatrik rahatsızlıklar, afetlerin ardından yaygın olarak görülen durumlar arasında yer alır (Carmassi vd., 2015; Goenjian vd., 2011; Hong ve Efferth, 2016).

Felaketten sonra çocukların psikososyal açıdan pek çok zorluk yaşadığına dair mevcut veriler bulunmaktadır. Bu sorunların çözülmesi için en erken dönemde

müdahale edilmesi kritik öneme sahiptir. Müdahaleler, toplum temelli ve kapsamlı olmalı, sağlık, eğitim ve hükümet gibi ilgili tüm kurumları kapsamalıdır. Psiko-sosyo-eğitimsel ve klinik müdahalelerin birleştirilmesi, tek bir yaklaşımdan daha etkili sonuçlar verebilir. Ayrıca, afet sonrası çocuk ve ergenlere yönelik müdahalelerde daha fazla sistematik çalışma ve araştırma gerekliliği bulunmaktadır (Rossi ve Attaianesse, 2023).

2000 yılından sonra sürdürülebilirlik ve İnsan Merkezli Tasarım (HCD) arasındaki ilişkiyi inceleyen en kapsamlı değerlendirmeyi sunarak, her iki alandaki teorik ve metodolojik gelişmeleri analiz etmektedir. Literatür taraması, HCD ve sürdürülebilirlik kesişiminde ele alınan bir dizi konuyu ortaya koymakta ve bu da tasarım araştırma topluluğu için yenilikçi fırsatlar yaratmaktadır. Çalışmalar, sürdürülebilirlikle ilgili karmaşık meselelerin, çevresel faktörlerin ötesinde sosyal, ekonomik ve kültürel boyutları da kapsayan tasarım vizyonlarının geliştirilmesini teşvik ettiğini göstermektedir.

Ancak araştırma alanlarında eşit bir dağılım yoktur. Bazı alanlar yenilikçi fırsatlar sunsa da, ürün-hizmet sektörü, sürdürülebilirliğin tüm boyutları üzerinde radikal etkiler yaratmada sınırlı kalmaktadır. Son beş yılda yapılan çalışmaların çoğu, HCD'nin ürün ve hizmet odaklı geleneksel bakış açısının ötesine geçmeye başladığını gösteriyor. Bu dönemde, sanayi pazarı ve yaşam toplulukları gibi alanlar, mühendislik odaklı yenilikler ve geçiş çalışmaları sayesinde dikkat çekmeye başlamıştır.

Araştırmalar, sürdürülebilirlik ile ilgili literatürün, HCD alanındaki gelecekteki araştırmalar için potansiyel fırsatlar sunduğunu göstermektedir. Sağlık, eğitim, sanayi inovasyonu ve şehirler gibi temalar, araştırma topluluğunun şu anda en fazla ilgisini çeken alanlar olmuştur. Ancak, diğer alanlarda hâlâ önemli eksiklikler bulunmaktadır ve bu durum, "Sürdürülebilir HCD" gibi yeni araştırma alanlarının açılmasına olanak tanımaktadır. Sonuç olarak, bu çalışma, sürdürülebilirliğin HCD alanındaki katkılarını detaylı bir şekilde ele alırken, bu iki alan arasındaki bağlantıyı güçlendirebilecek gelecekteki araştırma yollarını ve fırsatlarını tartışmaktadır (Nguyen vd., 2022).

Mevcut tasarım metodolojileri genellikle insan odaklı yaklaşımları dikkate almaz ve bu durum, tasarım sorunlarına, kullanıcı hayal kırıklıklarına ve gereksiz yeniden tasarımlara yol açabilir. Ayrıca, çoğu tasarım metodolojisi yalnızca bazı tasarım unsurlarına odaklanarak pratikte karışıklığa neden olabilir. Bu eksiklikleri

gidermek amacıyla, DIMAND adı verilen çok boyutlu bir tasarım metodolojisi geliştirilmiştir. DIMAND, yaşam döngüsü hizmet tasarımı, paydaş ağlarını, yeni hizmet geliştirme yöntemlerini ve tasarım becerilerini birleştirerek daha etkili ve insan merkezli bir yaklaşım sunar. Bu çalışma, dört şekilde literatüre katkı sağlamaktadır. İlk olarak, DIMAND yaşam döngüsü hizmet tasarımı kapsamlı bir şekilde ele alarak tasarım sürecini tüm aşamalarla kapsar. İkincisi, DIMAND, yaşam döngüsü tasarımında insan aktörlerinin (paydaş ağları) önemini vurgular. Üçüncüsü, yeni hizmet geliştirme yöntemlerini (hem mühendislik hem de mühendislik dışı) DIMAND'a entegre ederek, transdisipliner bir tasarım yaklaşımını teşvik eder. Dördüncüsü, DIMAND, tasarım becerilerinin ve takım çalışmasının önemini vurgular, böylece tasarım ekiplerinin beceri setlerini geliştirmelerine yardımcı olur. Sonuç olarak, DIMAND tasarımcılar ve mühendisler için, yaşam döngüsünün tüm aşamalarında hizmet tasarımı yönetmek için kapsamlı bir metodolojik rehber sunar. Bu yaklaşım, paydaşların tasarımdaki rollerini tanımlamak, transdisipliner bir tasarım süreci oluşturmak ve ekip becerilerini dengelemek için faydalıdır. DIMAND, tasarım süreçlerinde daha etkili ve sürdürülebilir sonuçlar elde edilmesini sağlar. Gelecekte, DIMAND'ın saha uygulamaları ile daha da geliştirilebileceği ve pratik deneyimlerle yeni gelişmeler sağlanabileceği öngörülmektedir.

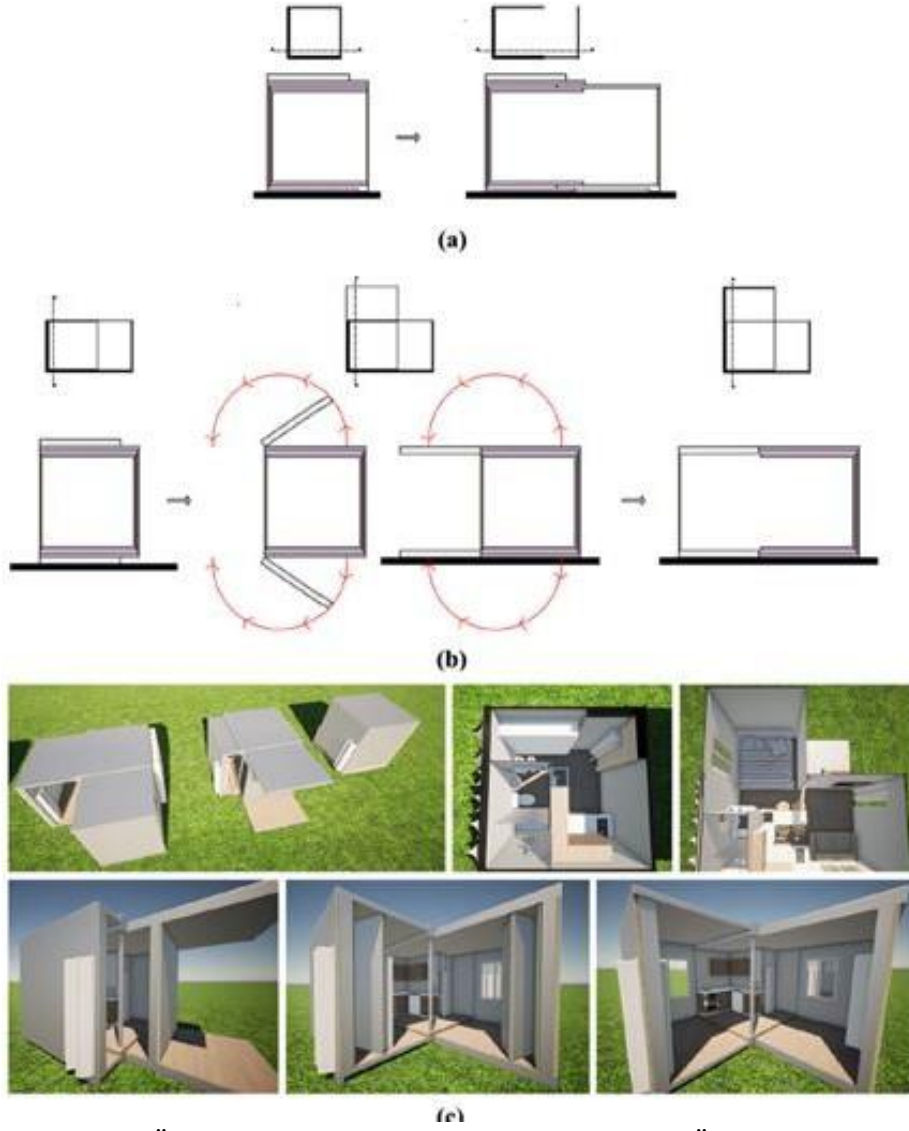
Son yıllarda afetlerin sıklığı ve etkilerinin artmasıyla birlikte bu konutlara olan talep önemli ölçüde yükselmiştir. Bu nedenle araştırmalar, geçici barınakların stratejileri, performansı, optimizasyonu, geri dönüştürülebilirliği, yaşanabilirliği, kullanıcı tercihleri ve yerleşim düzenleri gibi çeşitli yönlerine odaklanmaktadır. Örneğin, Arslan (2007), geçici konutların yeniden kullanımı ve geri dönüşümünü değerlendirerek hem inşaat maliyetlerini hem de malzeme tüketimini azaltmayı hedeflemiştir. Patel ve Hastak (2013), afet sonrası barınma için sorumlu kurumlar tarafından kullanılacak stratejik bir çerçeve geliştirmiştir. Choi vd.(2020), yaşanabilirliği artırmak için bir planlama rehberi hazırlarken, Asgary ve Azimi (2019), afet mağdurlarının barınma tercihlerini incelemiştir. Borodinecs vd.(2019), ise geçici barınakların enerji tüketimini azaltmak ve termal konfor seviyesini yükseltmek amacıyla enerji performanslarını analiz etmiştir. Ghomi vd. (2021), afet yardımı barınaklarının etkinliğini araştırmış ve dönüşebilen bir yaşam alanı kavramsal yaklaşımı önermiştir.

Bununla birlikte, araştırmaların çoğu, afet mağdurları için geçici barınakların geliştirilmesine odaklanmıştır. Örneğin, Henrotay vd.(2006), hafif ve esnek malzemeler kullanarak uyarlanabilir bir barınak sistemi oluşturmak için bir yapı kiti tasarlamıştır. Park (2017) , geri dönüştürülebilir kağıt tüplerden oluşan beş farklı acil

durum barınağı önermiştir. Mesrop (2021), algoritmik tasarım yöntemlerini kullanarak yeni nesil acil durum barınakları geliştirmiştir. Taşınabilir barınaklar üzerinde de çalışmalar yapılmıştır. Örneğin, Rian vd.(2008), origami tekniklerini kullanarak taşınabilir barınaklar tasarlamıştır. Asefi ve Sirus (2012), üçgen şekillerden oluşan ve genişleyebilen dönüştürülebilir bir barınak modeli tasarlamıştır. Benzer şekilde, Medina vd. (2024), karşılıklı bağlantı prensiplerine dayalı, makas bağlantılarından oluşan taşınabilir bir sistem geliştirmiştir.

Cerrahoğlu vd. (2022), çalışmada, 3x3 m boyutunda kapalı bir yapıdan 21 m²'lik genişletilmiş bir alana dönüşebilen, dönüştürülebilir bir geçici barınma ünitesi önerilmiştir. Mevcut önerilerle karşılaştırıldığında, bu ünite, daha önce sunulan tasarımlara göre daha fazla esneklik sunmaktadır (Cerrahoğlu ve Maden 2024).

Önerilen tasarım (Şekil 2.6), farklı birim kombinasyonları oluşturarak farklı aile tiplerine ya da demografik yapılara hitap edebilme kapasitesine sahiptir. Bu öneride afet sonrası kısıtlı kaynaklardan dolayı yaşanması muhtemel sorunlar ele alınmamıştır. Felaketi yaşayan insanların ruh sağlığını da göz önünde bulundurmak zorunda olduğumuzdan sonrasında yaşanacak enerji kısıtlamaları hem faaliyetlerini sınırlandıracak hem de psikolojilerini daha zor toparlamasına sebep olacaktır.



Şekil 2.6. (a) Öteleme Hareketi (b) Dönme Hareketi (c) Önerilen Dönüştürülebilir Birim

3. GEREÇ VE YÖNTEM

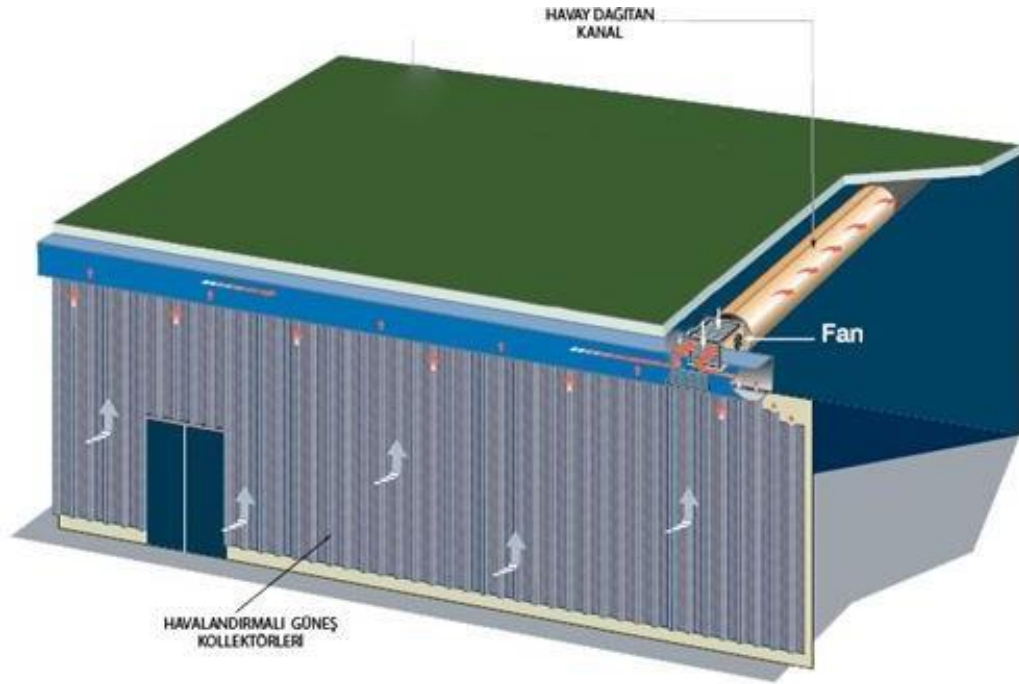
3.1. Havalandırmalı Güneş Kollektörleri

Havalandırmalı güneş kolektörleri, enerjisini Güneşten alan, taze hava ile ısıtma, havalandırma, pasif soğutma yapan çevre ve doğa dostu yeni nesil inovatif bir yenilenebilir enerji teknolojisidir. Havalandırmalı güneş kolektörleri, çeşitli alanlarda havanın ısıtılması veya ön ısıtılması amacıyla etkili bir çözüm sunmaktadır. Güneş enerjisiyle hava ısıtma fikri, uzun yıllar süren araştırma ve testlerin ardından bu yenilikçi sistemi ortaya çıkarmıştır. Güneş hava ısıtma sistemleri, endüstriyel, ticari ve apartman türü binaların dış cephelerinde kaplama amacıyla kullanılmalarının yanı sıra, tek ailelik evlerde de giderek yaygınlaşmaktadır. İklim krizi ve enerji krizine çözüm olmuş sağladığı karbon emisyon azalımı ile yeşil dönüşümün öncüsü yeşil geleceğin anahtar teknolojisidir. Binalarda sağlıklı bir ortam havası elde etmek veya proseslerde kullanılmak üzere gerekli olan sıcak taze havayı, güneş enerjisi ile bedava üretir. Karbonsuz bir gelecek için kendi enerjisini üreten, yeşil bina olma yolundaki ticari ve endüstriyel yapılar için vizyoner bir teknolojidir.



Şekil 3.1. Havalandırmalı Güneş Kollektörleri

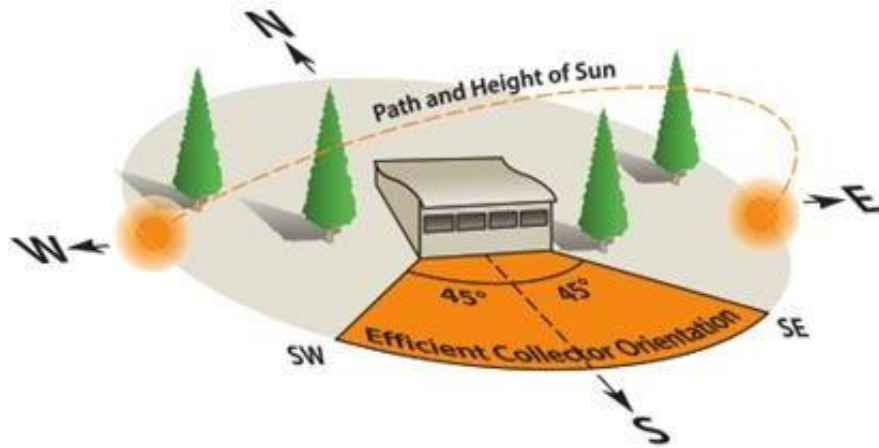
Güneş hava ısıtma sistemi, binanın güney cephesine monte edilen bir güneş kolektörü ile binanın içine yerleştirilen bir fan ve hava dağıtım sisteminden oluşmaktadır (Şekil 3.2). Havalandırmalı güneş kolektörlerinde, güneş enerjisini toplamak için mikro delikli bir plaka kullanılır. Bu tasarım, çoğu ısıtma amaçlı güneş kolektörlerinde bulunan cam kaplamaya olan ihtiyacı ortadan kaldırır. Hava, koyu renkli güneş kolektör plakasındaki mikro deliklerden içeri çekilir ve plakadan geçerken ısınır. Isınan hava, güneş kolektörü ile bina duvarı arasında biriktirilir ve daha sonra binaya yönlendirilir.



Şekil 3.2. Havalandırmalı Güneş Kollektörleri Sistematiği

Bu sistemin verimliliği yüksektir çünkü güneş kolektör plakası, dış hava sıcaklığından yalnızca birkaç derece daha sıcaktır. Bu sayede ısı kaybı minimuma iner ve güneş ışınlarının büyük bir kısmı havayı ısıtmak için kullanılır. Havalandırmalı Güneş kolektörlerini bina cephesinin bir parçası olarak kullanmanın bir başka avantajı, duvardan kaybolan ısıyı geri kazanabilmesidir. Duvar ısısı dışarıya çıkarken, bu ısı kolektörün hava kanalına ulaşır. Kanal boyunca hareket eden havalandırma havası, bu ısıyı alır ve binaya geri verir. Bu işlem, havalandırma havasının duvardan kaybolan ısının yaklaşık yarısını geri kazanmasını sağlar.

Havalandırmalı güneş kolektörlerinin performansını etkileyen birçok faktör vardır bunları iklim koşulları, ortam sıcaklığı, güneş radyasyonu, rüzgar etkisi, yağmur, nem, gökyüzü sıcaklığı, Bina sınırlamaları (Binanın konumu, ısı kaybı/kazancı, eğimi ve çevresi gibi.), kolektör geometrisi (kolektörün boyutu, boşluk boyutları, yüzey kaplamaları, emicilik, malzeme, gözeneklilik) diye sıralayabiliriz. Bu faktörlerle ilgili birçok teorik ve deneysel çalışma yapılmıştır. Bazı çalışmalarda kolektör özellikleri bazılarında iklim koşullarının etkisi çalışılmıştır. Güneye bakan bir duvar, güneşin ufka göre düşük açısından ve mevcut gündüz güneş radyasyonundan yararlanacaktır. Ancak güneyden 20 o'ye kadar sapma da mükemmel sonuçlar verecektir. Bir kolektör güneye doğru 45° yönlendirilse bile daha düşük ancak yine de oldukça kabul edilebilir bir performans düzeyi sunacaktır. (Şekil 3.3)



Şekil 3.4. Havalandırılmalı Güneş Kollektörlerinin Verimli Yönü

Doğuya bakan bir kollektör sabahın erken saatlerindeki güneş radyasyonundan, batıya bakan bir kolektör ise öğleden sonra gelen güneş ışınımından faydalanacaktır. Ayrıca gölgeleme durumu da göz önünde bulundurulmaktadır. Bu faktörler, optimum kolektör tipini ve boyutunu ve güneş kolektörü boyunca gereken hava akışını belirlemek için değerlendirilir. Hava akışı da ortam sıcaklığı üzerindeki potansiyel sıcaklık artışını ve bunun sonucunda elde edilebilecek geleneksel yakıt tüketiminde tasarrufları etkiler.

Estetik Uyum:

- Her tür binaya uygulanabilen, tasarımda sınırları olmayan bir yenilenebilir enerji teknolojisidir.

-Yapının mimarisiyle bütünleşen ve matematiğin, estetikle birleştiği tasarımlar ile binaya estetik bir görüntü katar.

Çevreci Teknoloji:

-Karbondiyoksit emisyonlarını en aza indirir.

-İç hava kalitesini iyileştirir.

-Geri dönüştürülebilir malzemeden üretilmiştir.

-Yeşil Bina sertifikası ve enerji kimlik belgesi için yüksek puan katkısı

sağlar.

-Güneşten aldığı enerjisi ile çevreyi ve doğayı korur.

Ekonomik Teknoloji:

-%80 verimlilikle çalışan, en verimli solar termal panel teknolojisidir.

-En kısa sürede yatırım geri dönüşü sağlar.

- En uzun ömürlü yenilenebilir enerji teknolojisidir. (40 yıldan fazla kullanım ömrü)

- Bakım gerektirmeyen özel katmanlara sahiptir.

-Bina izolasyonunu artırır ve ısı kaybını kazanca çevirir.

- Taze havalı bir ortam sağladığı için çalışanların sağlığını korur. İş verimini artırır.

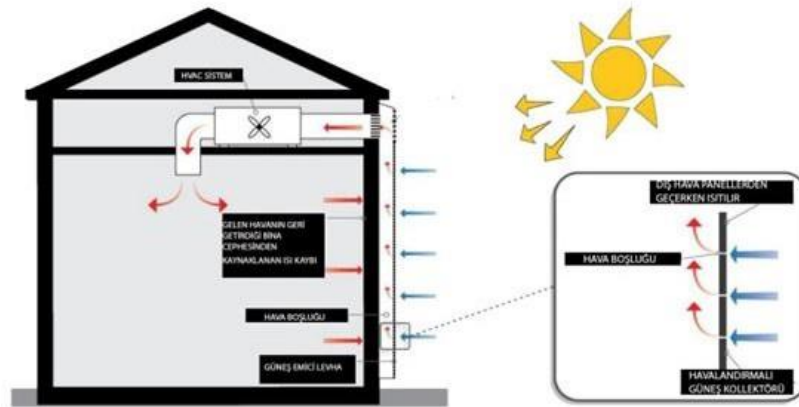
3.1.1. Havalandırılmalı Güneş Kollektörlerinin Kullanım Alanları

Havalandırılmalı Güneş kollektörleri endüstriyel tesislerde (Fabrikalar, Depolar, Hangarlar, Kurutma Tesisleri), Müstakil Evler, Apartmanlar, Siteler, Oteller, İş Merkezleri, Okullar, Hastaneler, Laboratuvarlar, Kampüsler, Seralar, Çiftlikler, Kümesler, Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Ahırları vb. alanlarda kullanılabilir.

3.1.2. Havalandırılmalı Güneş Kollektörleri Nasıl Çalışır?

Soğuk günlerde, güneş kollektörleri havayı önceden ısıtarak, hava işleme ünitesindeki bir ısıtıcı, gerekli kalan ısınmayı sağlar. Serin ve güneşli günlerde, güneş sistemi muhtemelen tüm gerekli hava ısınmasını sağlayabilir. Yaz aylarında ise, hava koşullarına göre bir baypas damperi açılır, böylece klima sistemi üzerinde gereksiz bir yük oluşmaz. Havalandırılmalı Güneş kollektörleri günün ilk ışıklarıyla birlikte ısı enerjisi üretmeye başlar. Paneller ısınmaya başladığında havalandırma fanı çalışarak oluşturulan vakum etkisi sayesinde, taze havanın panellerdeki deliklerden geçmesi sağlanır (Şekil 3.4). %100 taze hava emişi yapılmış olur. Dış ortam havası, Güneş enerjisi ile ısınan panel deliklerinden geçerken ısınır ve %100

taze sıcak hava üretilmiş olur. Havalandırılmalı Güneş kolektörleri ayrıca bina cephesinden kaybedilen ısı enerjisini sisteme yeniden kazandırarak tasarruf sağlar. Üretilen taze sıcak hava, havalandırma kanalları ile kullanılmak istenen ortama veya prosese aktarılır. SolarWall panelleri aynı zamanda pasif soğutma yapar. Paneller bina cephesinin yaz aylarında güneş ışınlarından etkilenecek aşırı ısınmasını engeller. Böylece bina soğutma yükünde 2 ile 4 derece arasında soğutma yükünde düşüş yaşanır. Bu durum, Güneş altında duran bir araba ile bir ağaç gölgesi altında duran aracın arasındaki ısınma farkını düşünerek kolayca algılanabilir.



Şekil 3.5. Havalandırılmalı Güneş Kolektörlerinin Çalışma Prensibi

3.1.3. Havalandırılmalı Güneş Kolektörleri Nasıl Uygulanır?

Havalandırılmalı Güneş kolektörleri, uygulanan binanın dış cephesi ile paneller arasında kalan taşıyıcı karkas sistemiyle birlikte montajı yapılır. Bu, bir insanın iskelet sistemi gibi tüm yapıyı ayakta tutar. Aynı zamanda paneller ile cephe arasında bırakılması gereken hava boşluğu da bu karkas sistemi sayesinde oluşturulmuş olur.

Karkas tasarımı bina cephesinin dayanım verilerine göre statik açıdan en uygun şekilde hesaplanarak yapılır ve uygulanır. Taze havanın sadece Havalandırılmalı Güneş kolektörleri geçmesi istenir. Bu yüzden karkas montajı aşamasında tam bir hava sızdırmazlığı sağlamak için tüm boşluklar kapatılır. Ardından sistemde üretilen %100 taze sıcak havanın kullanım alanına veya prosese iletilmesi için havalandırma kanallarının montajı yapılır (Şekil 3.5).



Şekil 3.6. Havalandırmalı Güneş Kolektörü Uygulanma Sıralaması

3.1.4. Sistemin Verimliliğini Neler Etkiler?

Sistemin maksimum verimlilik sağlayabilmesi için, kolektörlerin doğru cepheye yerleştirilmesi kritik bir öneme sahiptir. Güneş ışığını en verimli şekilde alabilmek için kolektörlerin binanın güneye bakan cephelerine monte edilmesi gerekir. Bunun yanı sıra, kolektörlerin monte edileceği yüzeylerin herhangi bir gölgeye maruz kalmaması gerekmektedir. Gölgeleme, kolektörlerin güneş ışığını absorbe etme kapasitesini azaltacağı için sistemin genel enerji verimliliğini olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle, montajdan önce çevredeki potansiyel gölgeleme kaynaklarının dikkatle analiz edilmesi ve yüzeyin tüm gün boyunca güneş ışığı alacak şekilde planlanması önem taşır.

Boya kaplama yönteminde, yüzey genellikle mat siyah bir boya ile kaplanır. Mat siyah boya, güneş ışığını etkili bir şekilde emme kapasitesine sahip olup, yaklaşık %90-98 oranında yüksek bir emilim değerine ulaşır. Boya kaplama yöntemi düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir bir çözüm sunar.

Fan gücü, sistemdeki hava akış hızını doğrudan belirleyen bir faktördür. Ancak, hava akış hızındaki artış, sistemin genel verimliliği üzerinde ters etki yapar; yani hava akışı arttıkça verimlilik azalır ve tam tersi durumunda verimlilik yükselir. Bu sebeple, bina içinde daha yüksek sıcaklık gerektiğinde fan hızının düşürülmesi, daha düşük sıcaklık gerektiğinde ise fan hızının artırılması önerilir.

Fan gücünde yapılan ayarlamalar, yalnızca plenum içerisindeki hava akışını değiştirmekle kalmaz, aynı zamanda sistemin toplam verimliliği üzerinde de önemli bir rol oynar. Bu nedenle, plenumdaki hava akış hızını doğru şekilde optimize edebilmek için kolektör üzerindeki deliklerin çapı ve bu deliklerin arasındaki mesafelerin dikkatlice belirlenmesi gerekir. Doğru delik çapı ve aralıklarının seçimi, sistemin performansını etkileyen kritik parametrelerden biridir ve bu değerler, fan

gücü, rüzgar hızı ve coğrafi koşullar gibi faktörlere bağlı olarak optimize edilmelidir.

Delik çapı büyüdüğünde, sistemin termal verimliliği azalır. Eğer delik çapı sabit tutulursa, bu durumda delikler arasındaki mesafenin artırılması da termal verimlilik üzerinde olumsuz bir etki yaratır. Bu nedenle, sistemin en iyi şekilde çalışabilmesi için delik çapı ve delik aralıkları arasında optimum bir denge kurulması gerekir.

Bu parametrelerin belirlenmesinde, rüzgâr hızı ve fan gücü gibi faktörler önemli bir rol oynar. Örneğin, yüksek rüzgâr hızları veya fan gücüne bağlı olarak artan hava akışı, delik çapı ve aralıklarının farklı değerlerde optimize edilmesini gerektirebilir. Aynı zamanda, sistemin kurulduğu coğrafi koşullar da bu seçimde belirleyici bir etkidir. Çünkü sistemin bulunduğu çevredeki kum, talaş veya toz gibi partiküller, delikleri tıkama riski taşır ve sistemin performansını düşürebilir.

Bu tür tıkanıklıkları önlemek için öncelikle mümkün olan en küçük delik çapı tercih edilmeli, ardından buna uygun bir delik aralığı belirlenmelidir. Bu şekilde, hem sistemin termal verimliliği korunur hem de çevresel koşulların oluşturabileceği olumsuz etkiler en aza indirgenir (Khanlari vd., 2019).

3.1.5. Türkiye'de Nerede Uygulanmıştır?

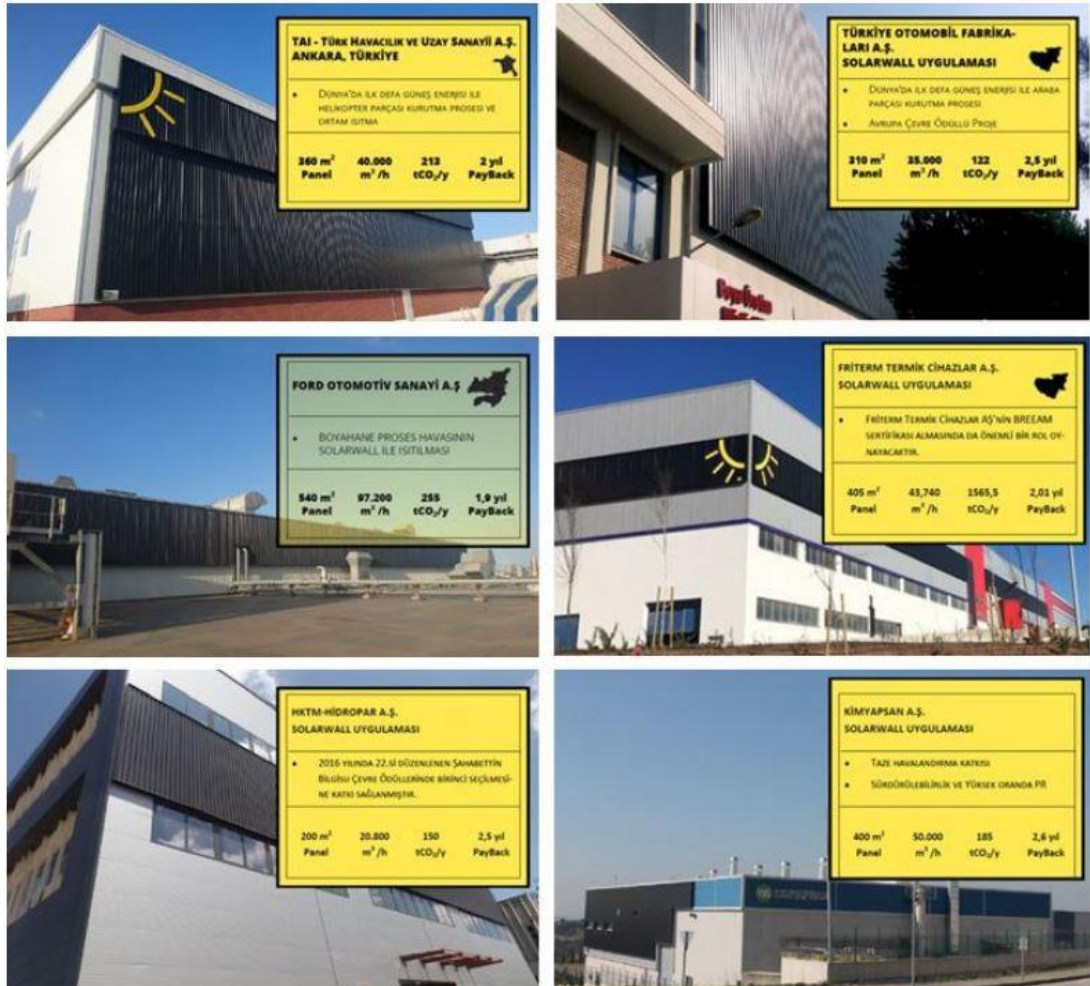
SolarWall teknolojisi, Türkiye'de özellikle sanayi yapılarında enerji verimliliğini artırmak ve ısıtma maliyetlerini düşürmek amacıyla tercih edilen yenilenebilir enerji sistemlerinden biri haline gelmiştir. Güneş ışığını doğrudan kullanarak havayı ısıtan ve yapının iç mekânlarına aktaran bu sistem, düşük karbon salımı ve yüksek verimlilik oranları sayesinde çevresel sürdürülebilirliğe önemli katkılar sunmaktadır.

Türkiye'de SolarWall uygulamaları daha çok organize sanayi bölgelerinde faaliyet gösteren fabrikalarda, üretim tesislerinde ve büyük hacimli endüstriyel yapılarda yaygınlaşmıştır. Bu yapılarda dış cepheye entegre edilen SolarWall panelleri sayesinde, özellikle kış aylarında dış ortam havası güneş enerjisiyle ısıtılarak iç ortama verilmekte ve böylece geleneksel ısıtma sistemlerine duyulan ihtiyaç azaltılmaktadır. Bu durum enerji tüketimini düşürmekle kalmayıp işletme maliyetlerinde de ciddi tasarruf sağlamaktadır.

Ayrıca SolarWall teknolojisinin uygulandığı sanayi yapılarında, sistemin

yatırım maliyetinin kısa sürede amorti edilmesi ve uzun ömürlü olması gibi avantajları nedeniyle tercih edilme oranı her geçen yıl artmaktadır. Türkiye’de bazı özel sektör kuruluşları, sürdürülebilirlik politikaları doğrultusunda yeşil bina sertifikaları almak amacıyla SolarWall gibi pasif güneş enerjisi sistemlerine yönelmektedir.

Görselde, SolarWall teknolojisinin Türkiye’de uygulandığı çeşitli sanayi yapılarının örneklerine yer verilmiştir (Şekil 3.7). Görselde yer alan projeler, farklı iklim bölgelerinde SolarWall’un etkinliğini ve adaptasyon başarısını ortaya koymakta; sistemin geniş bir uygulama yelpazesine sahip olduğunu gözler önüne sermektedir. Bu örnekler üzerinden, SolarWall’un Türkiye’de hem enerji tasarrufu hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından ne denli etkili olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 3.7. Havalandırmalı Güneş Kollektörlerinin Türkiye'de Uygulamaları

3.2. Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci

Güneş, dünyamızın en önemli enerji kaynağıdır. Kullandığımız tüm enerji türleri, aslında güneş enerjisinden türetilmektedir. Ancak, güneş enerjisinin doğrudan depolanması ve kullanılması, kararsız yapısı nedeniyle hem pahalı hem de zordur. Yeryüzüne ulaşan güneş ışınlarının neredeyse yarısı, büyük bir kütleye sahip olan jeokütle tarafından emilir ve burada depolanır. Bu nedenle, yeryüzü, güneş enerjisini depolayarak dış havadan daha düşük sıcaklıklara sahip olduğu soğutma sezonunda ve dış havadan daha yüksek sıcaklıklara sahip olduğu ısıtma sezonunda bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Binalarda ısıtma ve soğutma işlemleri, enerji tüketiminin en büyük kısmını oluşturur. Bu nedenle, enerji tüketimini düşürmek veya bu süreçleri daha verimli hale getirmek amacıyla pasif soğutma sistemlerinin kullanılması önemli bir çözüm olabilir. Bu tür sistemler, enerji harcamalarını azaltarak, binaların enerji verimliliğini artırabilir ve çevresel etkileri minimize edebilir.

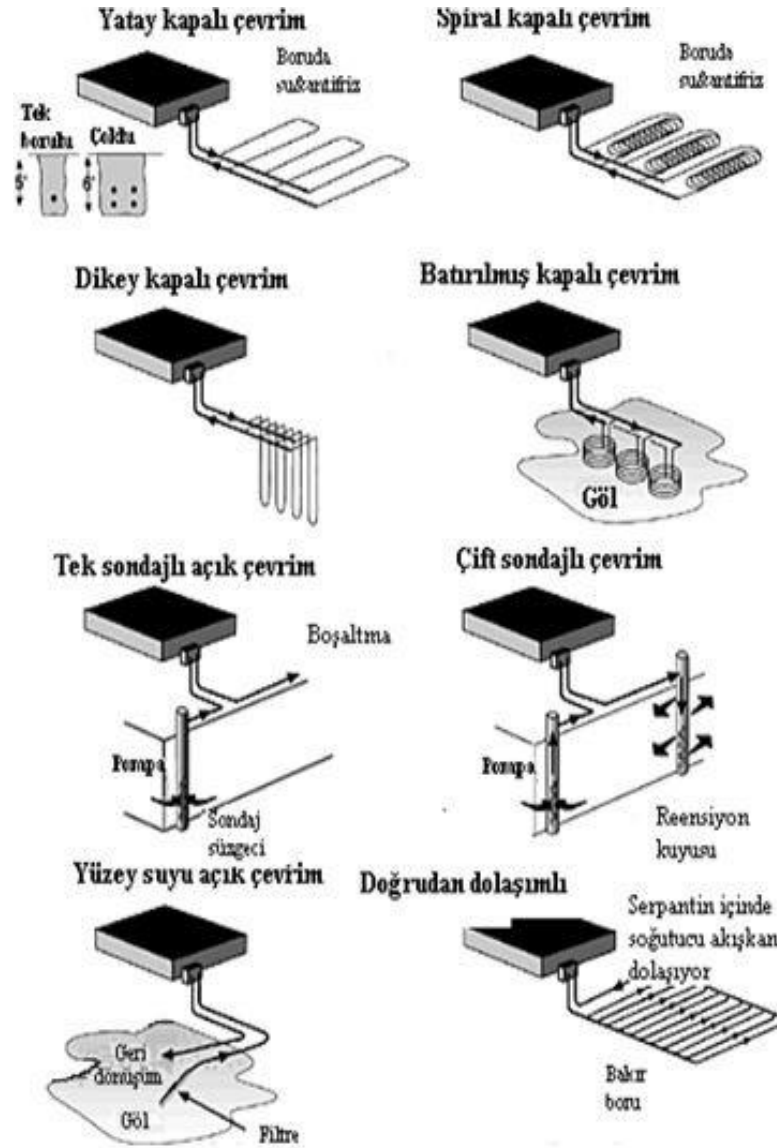
Toprağa yerleştirilen borulardan oluşan sisteme toprak ısı değiştiricisi denir. Bu borular sayesinde, toprağın sahip olduğu ısı, ısı taşıyıcı akışkana veya çevrimdeki atık ısı, ısı taşıyıcı akışkandan toprağa aktarılır. Toprak altına gömülen borularda ısı taşıyıcı akışkan olarak, su ve antifriz karışımı ya da doğrudan genleşmeli sistemlerde soğutucu akışkan kullanılabilir. Ancak, doğrudan soğutucu akışkan kullanılması, bu akışkanın miktarının artmasına yol açar. Bu da, soğutucu akışkanın maliyetinin yükselmesine sebep olur. Bu yüzden genellikle borularda ısı taşıyıcı akışkan olarak su ve antifriz karışımı tercih edilir.

Toprak kaynaklı ısı değiştiricileri, toprakla doğrudan temas sağlayan ve ısının aktarılmasını sağlayan boru sistemleridir. Isıtma döneminde, toprak jeokütlesindeki enerji, ısı taşıyıcı akışkan aracılığıyla ısı pompasının buharlaştırıcısına iletilir, bu sayede soğutucu akışkan buharlaşır. Soğutma döneminde ise ısı pompası, yaşam alanlarından aldığı ısıyı yoğuşturucu vasıtasıyla toprak ısı değiştiricisine verir ve böylece çevrim tamamlanır.

Bu ısı değiştiriciler kapalı bir devre sistemiyle çalışır, yani kullanılan ısı taşıyıcı akışkan sürekli yenilenmez ve miktarı sabit kalır. Isı pompası tarafından kullanılan akışkan, tekrar ısıtılmak veya soğutulmak üzere toprak ısı değiştiricisinde dolaştırılır.

Toprak kaynaklı ısı değiştiricileri farklı geometrik şekillerde olabilir; borular yatay veya dikey olarak yerleştirilebilir, aynı zamanda spiral veya helisel gibi tasarımlar da kullanılabilir. Boru düzenlerinin geometrisini belirlerken, borular

arasındaki ısı etkileşimleri göz önünde bulundurulmalıdır. Toprak ısı değiştiricilerinde kullanılan borular genellikle polietilen malzemeden yapılır ve içinden su ile antifriz karışımı geçirilir. Ancak, doğrudan genleşmeli sistemlerde, bu karışım yerine soğutucu akışkan kullanılır ve bu, ekstra pompa ve ısı değiştiricisi ihtiyacını ortadan kaldırır. Bu sistemlerde bakır borular kullanılır ve ek ısı değiştiricisi bulunmadığı için verimlilik artar.



Şekil 3.8. Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci

Toprak kaynaklı ısı değiştiricileri, akışkanın akış düzenine göre paralel veya seri olarak tasarlanabilir. Bu seçim, sistemin verimliliğini, pompa gereksinimlerini ve maliyetleri etkiler. Seri sistemde tek bir akış yolu bulunurken, paralel sistemde birden fazla akış yolu vardır. Her iki sistemin de avantajları ve dezavantajları vardır.

Seri sistemin avantajları arasında, tek tip boru kullanımı ve daha büyük çaplı borularla daha iyi ısı verim sağlanması sayılabilir. Dezavantajları ise, daha fazla ısı taşıyıcı akışkan ve antifriz kullanılması, boru maliyetlerinin yüksekliği ve pompa giderlerinin artmasıdır.

Paralel sistemin avantajları ise daha küçük boru çaplarının kullanılması sayesinde boru maliyetlerinin düşmesi, daha az ısı taşıyıcı akışkan ve antifriz ihtiyacı, basınç kayıplarının daha düşük olması ve dolayısıyla işletme maliyetlerinin daha az olmasıdır. Bu nedenle paralel sistem, genellikle daha ekonomik bir seçenek olabilir (Demir, 2006).

3.2.1. Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci Sistemini Etkileyen Faktörler Nelerdir?

Derinlik: Boruların yer altına gömülü olduğu derinlik arttıkça, yer altı ve çevre havası arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle zamanlama farkı (zaman gecikmesi) da artar. Bu durum, toprak kaynaklı ısı değiştirici sisteminin daha verimli çalışmasını sağlar. Ancak yapılan incelemeler, boruların 4 metreden daha derinlere gömülmesinin, sistemin performansında belirgin bir iyileşme sağlamadığını göstermektedir (Santamouris vd.,1995; Vidhi, Goswami, ve Stefanakos, 2014).

Uzunluk: Uzun borular, toprak ile daha fazla ısı transferi yaparak genellikle daha iyi verimlilik sağlar. Ancak borularda dolaşan sıvının sıcaklığı, yer altı toprak sıcaklığına yaklaştıkça, ısı transferi giderek azalır. Bu nedenle, boru uzunluğu daha da artırıldığında, hava sıcaklığında belirgin bir düşüş sağlanmaz.

Boru yarıçapı: Birçok araştırma, boru yarıçapının sistem performansına etkisini incelemek amacıyla parametrik analizler yapmıştır. Boru yarıçapı, ısı transferini etkileyen konvektif ısı transfer katsayısını doğrudan etkiler. Küçük yarıçaplı borular, daha yüksek ısı transfer katsayısına sahip oldukları için, toprak ile hava arasındaki termal direnç daha düşük olur (Badescu, 2007; Kumar vd.,2003; Mihalakakou vd., 1994; Puri 1987; Santamouris vd., 1995).

Boru yarıçapı küçüldükçe, toprak kaynaklı ısı değiştirici sisteminin soğutma modunda çıkış sıcaklığını düşürebileceği, ısıtma modunda ise çıkış sıcaklığını artırabileceği anlamına gelir. Ancak bazı çalışmalar, boru yarıçapı arttıkça çıkış sıcaklığının önce düştüğünü, sonra tekrar arttığını göstermektedir.

Hava nemi: Havanın nem oranı ve su buharı içeriği, tasarım sürecinde göz

önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerden biridir. Eğer borulardan geçen hava, yüksek sıcaklıkta ve fazla nem içeriğine sahipse, boru boyunca su buharının yoğunlaşması daha erken gerçekleşebilir (Niu vd., 2015).

Genel olarak, havanın bağıl nemi %30 veya daha az olduğunda yoğuşma olasılığı düşer. Ancak, büyük miktarda yoğuşma meydana geldiğinde, borularda birikmesini engellemek ve sistemin verimli çalışmasını sağlamak için yoğuşan suyun düzenli olarak dışarı pompalanması gerekebilir. Bu, korozyonu önleyerek sistemin uzun vadede verimli kalmasına yardımcı olur.

3.3. Binaya Entegre Fotovoltaik Paneller

Uluslararası Enerji Ajansı'nın verilerine göre, dünya çapında binalar, toplam enerji tüketiminin yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır (Roaf vd.,2015).

Bu oran, binaların enerji tüketiminin küresel enerji ihtiyacındaki önemli bir paya sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, enerji verimliliği sağlamak ve enerji tüketimini azaltmak için alınması gereken önlemlerin acil bir gereklilik haline geldiğini ortaya koymaktadır. Binaların enerji ihtiyacı yalnızca konfor sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda ısıtma, soğutma, aydınlatma ve diğer elektrikli cihazların çalışması gibi birçok temel fonksiyonu da kapsamaktadır. Bu yüksek enerji tüketimi, çevresel etkilerin yanı sıra ekonomik yükler de yaratmakta, dolayısıyla bina enerji verimliliği konusunda iyileştirmeler yapmak, sürdürülebilir kalkınma ve iklim değişikliği ile mücadele açısından büyük önem taşımaktadır. Enerji verimli bina tasarımları ve sistemleri, hem enerji tasarrufu sağlamak hem de çevreye olan olumsuz etkileri en aza indirmek için önemli bir çözüm sunmaktadır.

Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, gelgit enerjisi ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir kaynaklar, günümüzde binaların enerji ihtiyacını karşılamak için giderek daha fazla tercih edilmektedir. Bu kaynaklar, çevreye duyarlı ve sürdürülebilir enerji üretim yöntemleri sunarak fosil yakıtların kullanımını azaltmakta ve karbon salınımını engellemektedir. Özellikle fotovoltaik (PV) paneller, güneş ışığını doğrudan elektriğe dönüştürerek binalarda kullanılan enerji ihtiyacını karşılamakta önemli bir rol oynamaktadır (Al-Waeli vd.,2017).

Son yıllarda PV teknolojisinde yapılan yenilikler sayesinde, bu sistemlerin elektriksiz verimliliği büyük oranda artmış, aynı zamanda maliyetleri de önemli ölçüde düşürülmüştür. Böylece, fotovoltaik paneller daha erişilebilir hale gelmiş ve

daha geniş çapta kullanım alanı bulmuştur. Bu gelişmeler, binaların kendi enerjilerini üretmelerine olanak tanımakta, enerji bağımsızlıklarını artırarak operasyonel maliyetleri azaltmaktadır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin entegrasyonu, binaların enerji verimliliğini artırarak çevresel etkileri minimize etmek ve enerji tüketimini sürdürülebilir bir şekilde yönetmek için kritik bir çözüm sunmaktadır.

PV paneller, elektrik üretirken sadece enerji üretimi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda büyük miktarda ısı da üretir. Bu ısı, panel yüzeyinde birikerek PV hücrelerinin sıcaklığını artırır ve bu da hücrelerin elektriksel verimliliğini olumsuz yönde etkiler. PV panellerinin verimliliğini maksimum seviyede tutabilmek için, bu fazla ısının etkili bir şekilde uzaklaştırılması gerekir. Aksi takdirde, hücrelerin aşırı ısınması hem verimliliği düşürür hem de uzun vadede ekipmanın ömrünü kısaltabilir. Bu nedenle, PV hücrelerinden çıkan ısının yönetimi büyük önem taşır. Bazı ileri düzey sistemlerde, bu fazla ısı, enerji tasarrufu sağlamak amacıyla ısıtma işlemlerinde kullanılabilir. Bu tür hibrit sistemlere fotovoltaik-termal (PVT) kolektörler denir ve bu kolektörler, yalnızca elektrik üretmekle kalmaz, aynı zamanda ısıtma sağlayarak çok daha yüksek bir toplam enerji verimliliği sunar. Bu PVT sistemleri, binalara entegre edildiğinde, bina entegre fotovoltaik-termal (BIPVT) sistemleri olarak adlandırılır. Bu sistemler, hem elektrik hem de ısı üretimi yaparak binaların enerji ihtiyacını önemli ölçüde azaltabilir (Diwania vd.,2020).

BIPVT sistemlerinin en önemli avantajı, binalarda enerji verimliliğini artırmalarının yanı sıra, çevresel etkiyi azaltarak daha sürdürülebilir bir yaşam alanı sunmalarıdır. Ayrıca, bu sistemler enerji tüketimini optimize ederek işletme maliyetlerini de düşürür ve binaların enerji bağımsızlıklarını artırarak daha sürdürülebilir hale gelmelerini sağlar.

Bir BIPVT (bina entegre fotovoltaik-termal) sistemi, genellikle şu temel özelliklere sahip olup, bina ile uyumlu şekilde çalışır:

Bina ile Entegre Edilir: Bu sistem, doğrudan bir binanın yapısına entegre edilerek, binanın dış cephesine veya çatısına yerleştirilir. Bu sayede sistem, binanın enerjisini sağlamak için dışarıdan ek bir yapı oluşturmada doğrudan yapısal unsurlarla birleşir. BIPVT, binanın bir parçası haline gelir ve bu entegrasyon, enerji verimliliğini artıran bir çözüm sunar.

Güneş Enerjisinin Elektriğe Dönüşümü: BIPVT sistemi, güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaik hücrelere sahiptir. Güneş ışığını doğrudan

elektrik enerjisine çevirerek binanın enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılabilir. Bu süreç, yenilenebilir enerji kullanımı sağladığından, fosil yakıt tüketimini ve karbon salınımını azaltmaya yardımcı olur.

Isıl Enerjinin Kullanımı: BIPVT sistemi sadece elektrik üretmekle kalmaz, aynı zamanda güneş ışığından kaynaklanan ısı enerjisiyi de toplar. Bu ısı, binanın ısıtma, soğutma veya havalandırma sistemlerinde kullanılabilir. Sistemde üretilen ısı, iç mekanların sıcaklıklarını düzenlemeye yardımcı olabilir ve bu şekilde bina enerji tüketiminin azaltılmasına katkıda bulunur. Alternatif olarak, ısı enerjisi, ısıtma amaçlı toplanıp depolanarak binaya iletilir. Bu sayede hem elektriksel hem de ısı enerjisi verimli bir şekilde kullanılabilir, bu da binanın genel enerji verimliliğini artırır.

BIPVT sistemleri, uygulama alanlarına göre çatı, cephe, pencere ve gölgeleme bazlı olarak farklı kategorilere ayrılabilir. PVT kolektörlerinin bir binanın cephesine entegrasyonu, sadece binaya ek bir yapı eklemekten daha fazlasıdır; çünkü bu entegrasyon, hem binanın hem de PVT kolektörünün enerji verimliliği üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Cephe bazlı BIPVT sistemlerinin performansı, genellikle aşağıdaki yönlerden değerlendirilir:

Elektriksel Verimlilik: PVT sisteminin elektriksel performansı, PV hücrelerinin ürettiği elektrik enerjisinin, o bölgeye düşen güneş ışınımına oranı olarak tanımlanır. Bu, elektrik verimliliği ile ölçülür ve genellikle sistemin verimliliği, bir gün, ay veya yıl boyunca, her bir metrekare başına üretilen elektrik miktarı ile hesaplanır. Bu ölçüm, sistemin güneş ışığından ne kadar etkin bir şekilde elektrik ürettiğini gösterir.

Isıl Performans: BIPVT sistemlerinin ısı verimliliği, PV panellerinin sıcaklığının yanı sıra, bu sıcaklığın ne kadarının kullanışlı ısıya dönüştürülebildiğiyle değerlendirilir. Yararlı ısı kazançları, PV panellerinden elde edilen ısı miktarıdır ve bu kazançların güneş ışınımına oranı olan termal verimlilik ile ölçülür. Bu performans günlük, aylık veya yıllık olarak her bir metrekare başına hesaplanır ve sistemin ne kadar ısı enerjisi ürettiğini gösterir.

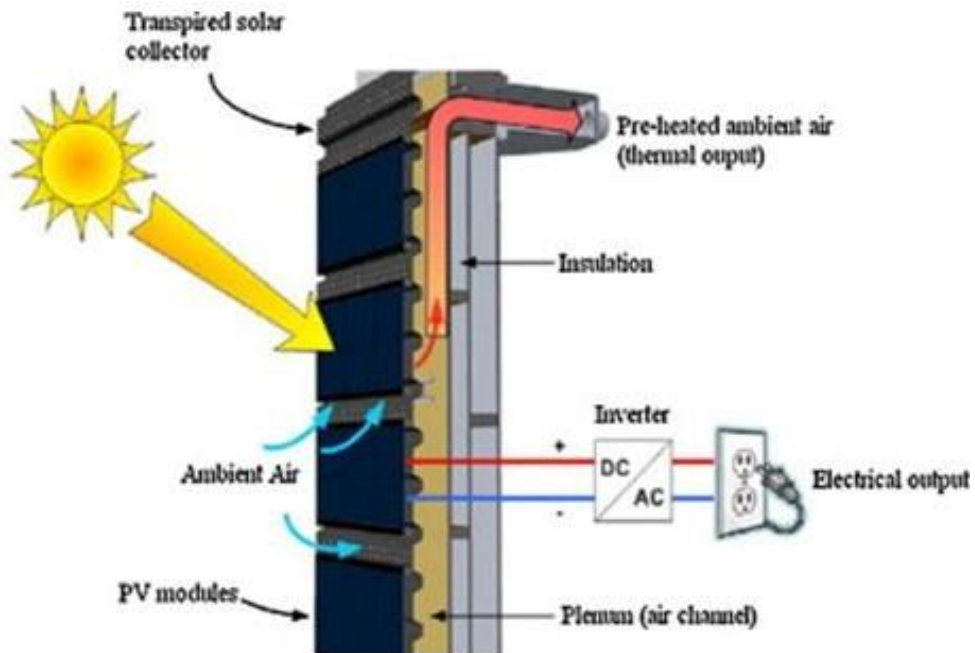
Cephedeki Isı Kayıpları/Kazançları: BIPVT sistemlerinin bir binanın cephesine entegrasyonu, cephenin ısı kazançlarını ve kayıplarını etkiler. Bu etki, cephe başına metrekaredeki ısı kayıp ve kazançları ile ölçülür. Ayrıca, bina içindeki HVAC (ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme) sistemlerinin enerji tüketimindeki değişiklikler de değerlendirilir; bu, ısıtma ve soğutma yüklerindeki azalma veya

artışla belirlenir.

Toplam Verimlilik: BIPVT sistemlerinin genel verimliliği, elektriksel ve termal verimliliklerin birleşik etkisiyle hesaplanır. Bu ölçüm, her iki enerji üretim türünün (elektrik ve ısı) toplam etkinliğini yansıtır.

Fotovoltaik cephelerin enerji verimliliğini artırmak için, Naveed ve ekipleri, fotovoltaik (PV) panelleri ve camsız geçirgen kolektörleri (UTC) birleştirerek yenilikçi bir tasarım geliştirmiştir. Bu tasarım, cepheye entegre edilen PV ve UTC sistemlerinin birlikte çalışmasını sağlayarak, güneş enerjisinin daha verimli bir şekilde dönüştürülmesini hedeflemektedir. Geliştirilen sistemde, güneş enerjisi hem fotovoltaik panellerle elektrik enerjisine dönüştürülürken, aynı zamanda UTC ile de ısı enerjisi toplanarak, yapının ısı verimliliği artırılmaktadır. Bu tasarım, cephelerde enerji üretimi ve ısıl konforu birleştirerek, binaların enerji tüketimini azaltmaya yönelik etkili bir çözüm sunmaktadır (Naveed vd., 2006).

Athienitis ve ekibi , UTC'nin %70'lik kısmını fotovoltaik (PV) modülleriyle kapatarak, aynı boyuttaki UTC ile aynı hava koşulları altında karşılaştırmalar yapmıştır. Yapılan deneyler, BIPV-UTC sisteminin, 1 birim elektriğin 4 birim ısıya eşdeğer olduğu varsayımıyla, tek başına UTC'ye kıyasla %7-17 oranında daha yüksek bir toplam eşdeğer ısı verimliliği sağladığını ortaya koymuştur (Athienitis vd., 2011).



Şekil 3.9. Binaya Entegre Fotovoltaik Paneller**3.4. Düşey Eksenli Rüzgar Türbini**

Düşey eksenli rüzgar türbini (VERT), türbinin ekseninin yatay değil dikey olduğu bir rüzgar türbini türüdür. Bu tür türbinler, rüzgarın her yönden eşit şekilde alınmasını sağlayarak, rüzgar yönüne bağlı kalmadan sürekli enerji üretme potansiyeline sahiptir. Düşey eksenli türbinler, genellikle daha küçük ölçekli uygulamalar için tercih edilir. Özellikle binaların çatılarına kurulum açısından uygun olmaktadır (Manwell ve McGowan, 2016).

3.4.1. 1000 W Kapasiteli Düşey Eksenli Rüzgar Türbini

1000 W kapasiteye sahip bir düşey eksenli rüzgar türbini, genellikle evsel veya küçük endüstriyel enerji ihtiyacını karşılamak için tasarlanır (Şekil 23). Bu tür türbinler, rüzgarın hızına ve verimliliğine bağlı olarak, yılda yaklaşık 1000 kWh enerji üretebilir. Böylece, küçük enerji sistemleri kurmak isteyen kullanıcılar için pratik bir çözüm sunar (Bae, 2014).

3.4.1.1. Çalışma Prensibi

Düşey eksenli rüzgar türbinleri, genellikle Savonius veya Darrieus tipi olmak üzere iki ana tasarıma sahiptir.

Savonius Tipi: Daha düşük hızda çalışabilen, basit ve dayanıklı bir tasarımıdır. Bu türbin, bir çukurdan geçen rüzgarla döner.

Darrieus Tipi: Daha verimli enerji üretimi sağlayan, ancak daha karmaşık bir yapıya sahip olan bir tasarımıdır. Bu türbin, genellikle daha yüksek hızda çalışacak şekilde tasarlanır (Tom, 2021).

1000 W kapasiteye sahip düşey eksenli bir rüzgar türbini, rüzgar hızının ortalama 5-6 m/s olduğu koşullarda etkili bir şekilde çalışabilir.

3.4.1.2. Verimlilik ve Performans

Düşey eksenli türbinlerin verimliliği, tasarım ve kullanılan malzemelere göre değişir. Bu türbinler genellikle %20-40 arasında verimlilik gösterir. Ancak, rüzgar hızına ve türbinin yerleştirileceği çevresel faktörlere bağlı olarak bu verimlilik oranı değişebilir. 1000 W kapasiteye sahip türbin, tipik olarak 3-5 m/s rüzgar hızlarında

maksimum enerji üretimini sağlayacaktır (Nejad vd., 2022).

3.4.1.3. Yapısal Tasarım

Düşey eksenli türbinlerin tasarımı, aerodinamik verimlilik açısından önemlidir. 1000 W kapasiteye sahip bir türbin için önemli tasarım unsurları şunlardır:

Kanat Yapısı: Düşey eksenli türbinlerin kanatları, rüzgarı etkili bir şekilde toplayacak şekilde yerleştirilmelidir. Tasarımda kullanılan malzeme, kanatların dayanıklılığını ve uzun ömürlü olmasını sağlamalıdır. Genellikle alüminyum, çelik veya kompozit malzemeler kullanılır.

Şaft ve Rulmanlar: Türbinin dönme hareketi için güçlü ve dayanıklı bir şaft mekanizması gereklidir. Ayrıca, düşük sürtünme ile uzun ömürlü rulmanlar tercih edilmelidir.

Genaratör ve Elektrik Sistemi: 1000 W kapasiteye sahip türbinlerin elektrik üretim sistemi, düşük enerji kayıplarıyla çalışacak şekilde tasarlanmalıdır. Genellikle senkron veya asenkron motorlar, enerji üretimi için kullanılır.

3.4.1.4. Uygulama Alanları

1000 W kapasiteye sahip düşey eksenli rüzgar türbinleri, çeşitli yerlerde uygulanabilir. Öne çıkan kullanım alanları şunlardır:

Evsel Uygulamalar: Özellikle rüzgar potansiyelinin yüksek olduğu yerlerde, evlerin enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılabilir.

Çiftlikler ve Tarım Alanları: Tarımsal alanlarda, düşük kapasiteli rüzgar türbinleri ile enerji üretimi yapılabilir.

Binaların Çatıları: 1000 W kapasiteye sahip türbinler, binaların çatılarında kolayca kurulabilir ve enerji üretimi sağlanabilir.

Ofisler ve Küçük İşletmeler: Küçük ticari işletmelerin elektrik ihtiyacını karşılamak için uygundur (Didane vd., 2019).

3.4.2. Avantajları ve Dezavantajları

Avantajlar:

Yer Bağımsızlığı: Düşey eksenli türbinler, rüzgar yönüne göre hareket etmedikleri için sabit kurulumlara uygundur.

Düşük Hızda Çalışabilme: Düşük rüzgar hızlarında da enerji üretme kapasitesine sahiptirler.

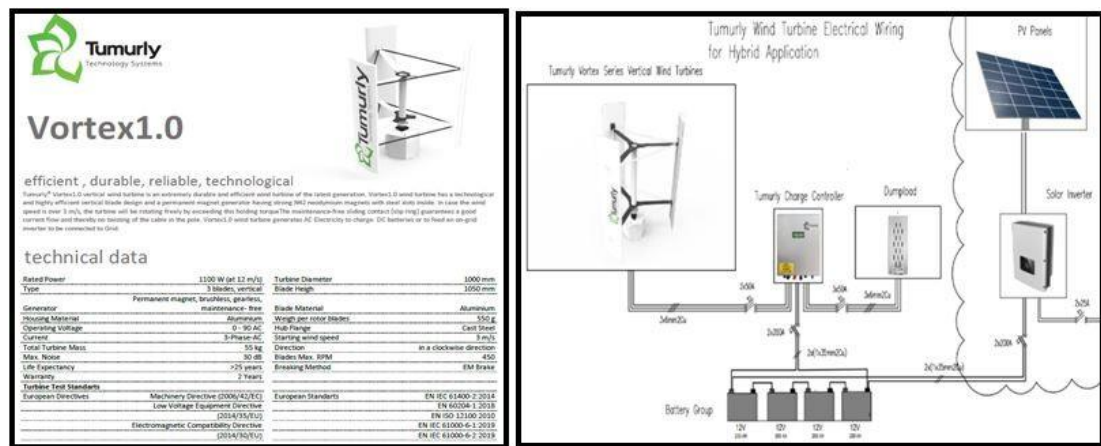
Kompleks Yerleşim Gereksinimlerinin Olmaması: Yatay eksenli türbinlerin aksine, düşey eksenli türbinler, daha küçük alanlarda kurulabilir (Çelik vd.,2021).

Dezavantajlar:

Düşük Verimlilik: Yatay eksenli türbinlere göre verimlilikleri daha düşüktür.

Yüksek Maliyet: Düşey eksenli türbinler, genellikle daha pahalı olabilmektedir çünkü yapısal tasarım ve malzeme gereksinimleri daha fazladır.

Gürültü: Bazı düşey eksenli türbinler, dönme hareketlerinden dolayı gürültü yapabilir.



Şekil 3.10. Düşey Eksenli Rüzgar Türbinleri

3.5. Yağmur Suyu Depolama Sistemi

Yağmur suyu depolama sistemi, doğrudan yağmur suyunun çatılardan, yol yüzeylerinden veya diğer alanlardan toplanarak depolanmasını sağlayan bir yapıdır. Toplanan su, içme suyu dışında birçok farklı amaçla kullanılabilir; sulama,

tuvaletlerde kullanılmak üzere, endüstriyel proseslerde ya da temizlik amacıyla kullanılabilir. Yağmur suyu depolama sistemleri, çevresel etkileri azaltmak ve suyun etkin kullanımını sağlamak amacıyla geliştirilmiştir (Oberts vd., 2009).

3.5.1. Yağmur Suyu Toplama ve Depolama Süreci

Yağmur suyu depolama sistemleri, genellikle aşağıdaki bileşenlerden oluşur:

- ♦ **Toplama Alanları:** Çatılar, yol yüzeyleri, park alanları gibi suyun kolayca toplanabileceği alanlar kullanılır. Bu alanlar, suyun kirlenmesini engellemek için genellikle temizlenir ve düzenli bakım yapılır.
- ♦ **Drenaj Sistemleri:** Toplanan yağmur suyu, çeşitli drenaj kanalları aracılığıyla depo alanlarına iletilir. Bu sistemde, yağmur suyunun hızlı bir şekilde toplanmasını sağlayan bir eğim kullanılır.
- ♦ **Depolama Tankları:** Toplanan su, çeşitli büyüklüklerdeki depolama tanklarında biriktirilir. Depolar, yer altı ya da yer üstü olarak tasarlanabilir. Bu tankların büyüklüğü, yağmur suyu miktarına ve kullanım amacına göre belirlenir. Tankların tasarımında, suyun temiz kalması için çeşitli filtrasyon sistemleri kullanılabilir (Smith vd., 2015).
- ♦ **Filtrasyon ve Temizleme:** Toplanan yağmur suyunun kaliteli olması için bir filtrasyon sürecinden geçirilmesi gerekir. Bu süreç, suyun içerisindeki yabancı maddeleri ve kirleticileri temizler, böylece suyun kullanıma uygun hale gelmesini sağlar. Filtreler, mekanik, biyolojik ya da kimyasal işlemlerle gerçekleştirilebilir.
- ♦ **Dağıtım Sistemi:** Depolanan su, kullanıcılara iletmek üzere çeşitli dağıtım sistemleriyle beslenir. Bu sistemler, suyun temizlenmesi ve kullanım noktalarına iletilmesi için çeşitli boru hatları ve pompalar kullanabilir.

3.5.2. Yağmur Suyu Depolamanın Avantajları

Yağmur suyu depolama, birçok çevresel ve ekonomik fayda sağlar. Bunlar arasında şunlar öne çıkar:

- ♦ **Su Tasarrufu:** Su talebinin arttığı bölgelerde, yağmur suyu toplama ve depolama, içme suyu dışındaki kullanım alanları için önemli bir su kaynağı oluşturur (Mekonnen ve Hoekstra 2016).
- ♦ **Çevresel Etkilerin Azaltılması:** Yağmur suyu depolama, şehirlerdeki su baskınları ve selleri engellemeye yardımcı olur. Ayrıca, yer altı suyu seviyelerinin korunmasına yardımcı olur.
- ♦ **Enerji Tasarrufu:** Yağmur suyu depolama, suyun temin edilmesinde enerji tüketimini azaltır. Özellikle uzak bölgelerde, pompalama ve taşıma için harcanan enerji azalır.
- ♦ **Ekonomik Fayda:** Özellikle tarım alanlarında sulama için yağmur suyu kullanmak, su faturalarını azaltabilir. Ayrıca, suyun işleme ve temizlik için yeniden kullanılması, işletmelerin maliyetlerini düşürebilir.

3.5.3. Yağmur Suyu Depolama Sisteminin Zorlukları

Her ne kadar yağmur suyu depolama avantajlı olsa da, bazı zorluklarla karşılaşılacak bir uygulamadır:

- ♦ **Kirlenme Riski:** Yağmur suyu toplama alanları, çeşitli kirleticilere maruz kalabilir. Özellikle çatılardan toplanan su, başta toprak, çamur ve atık maddeler olmak üzere pek çok kirleticiyi taşıyabilir. Bu nedenle, sistemlerin uygun şekilde filtre edilmesi ve bakımının yapılması önemlidir .
- ♦ **Depolama Alanı:** Yağmur suyu depolamak için büyük alanlar gerekebilir. Özellikle şehirlerde, yer kısıtlamaları nedeniyle uygun depolama alanı bulmak zor olabilir.
- ♦ **Yağış Miktarının Değişkenliği:** Yağmur suyu, iklim koşullarına bağlı olarak düzensiz şekilde yağabilir. Bu nedenle, suyun yeterince depolanamaması veya aşırı yağış durumunda depoların dolması gibi sorunlar yaşanabilir (Turral,2008).

3.5.4. Yağmur Suyu Depolamanın Geleceği

Yağmur suyu depolama, gelecekte daha da yaygınlaşacak bir uygulama

olacaktır. Özellikle su kıtlığı yaşayan bölgelerde, bu sistemler suyun sürdürülebilir kullanımı için önemli bir rol oynamaktadır. Teknolojik gelişmelerle birlikte, daha verimli filtreleme sistemleri, depolama çözümleri ve suyun kalitesini artırmaya yönelik inovasyonlar, yağmur suyu depolama sistemlerini daha etkin hale getirebilir.

Proje aşağıda başlıkları verilen aşamalara göre yapılacaktır:

Sismik Dayanıklılık ve Yapısal Güçlendirme: Bina tasarımında hafif çelik taşıyıcı sistemler kullanılacak ve düşük katlı modüler yapılar olarak inşa edilecektir. Deprem yükleri altında davranış analizleri ve yapısal rijitlik hesaplamaları yapılarak, tasarımın depreme dayanıklı olduğu mühendislik hesapları ile desteklenecektir. Ayrıca, yapı elemanlarının titreşim sönümleme kapasiteleri değerlendirilecektir.

Enerji Performansı ve Yenilenebilir Sistemler: Havalandırılmalı güneş kolektörleri ile ısı geri kazanımı sağlanacak ve aktif PV (fotovoltaik) sistemler ile yapının günlük enerji ihtiyacının %70'i karşılanacaktır. BIPV (Bina Entegre PV) sistemleri, çatı ve cephelerde optimum güneş ışınlamı açısına göre konumlandırılacaktır. Isıl kamera ölçümleri ve hava akış analizleri ile bina dış yüzeyinin enerji performansı izlenecektir.

Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci ve Isı Depolama: Yeraltı borulama sistemleri ile güneş enerjisinden elde edilen fazla ısı, glikol-su karışımı içeren toprak kaynaklı ısı değiştirgeçlerinde depolanacaktır. Bu sistem, gece ve bulutlu günlerde ek ısıtma sağlayarak iç mekân sıcaklığını koruyacaktır. Toprak derinliği ve ısı transfer katsayıları hesaplanarak en verimli boru dizilimleri belirlenecektir.

Su Yönetimi ve Yağmur Suyu Hasadı: Çatılarda ve cephelerde yağmur suyu toplama sistemleri kurulacaktır. Toplanan su, filtrasyon ünitelerinden geçirilerek gri su sistemlerine entegre edilecek ve peyzaj sulaması ve hijyenik kullanım için değerlendirilecektir. Gri suyun arıtımı için biyolojik filtreler kullanılacaktır.

Modüler Üretim ve Hızlı Montaj: Modüler üniteler, fabrikada üretilip saha montaj süresi 48 saat olacak şekilde tasarlanacaktır. Prefabrik birleşim detayları, taşıyıcı çerçeve bağlantıları ve yerinde kurulum kolaylığı açısından optimize edilecektir.

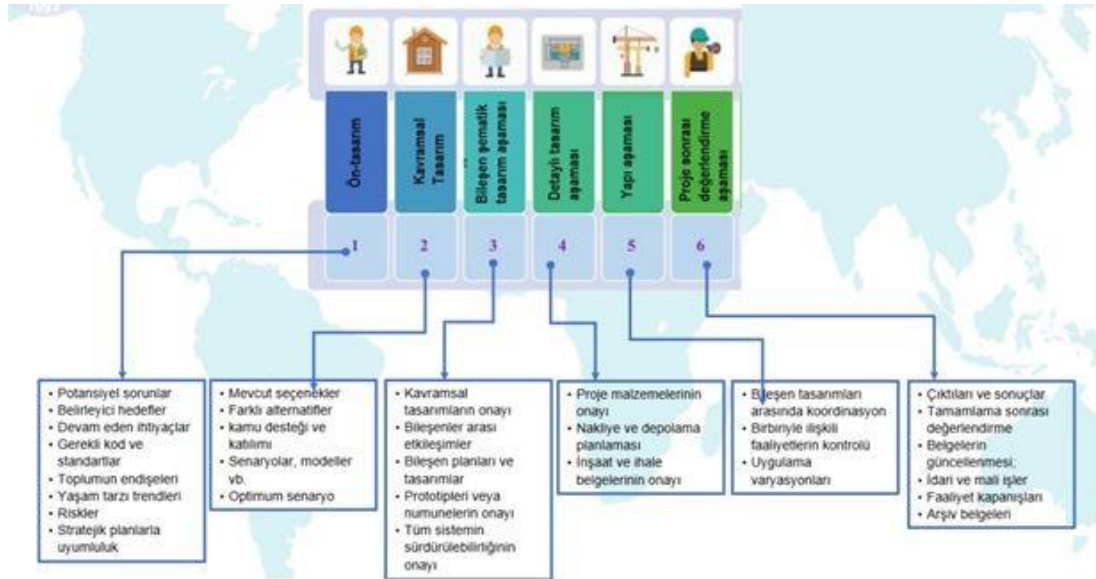
Akıllı Bina Teknolojileri ve Otomasyon: Projede akıllı bina yönetim

sistemleri ile ısıtma-soğutma ve aydınlatma sistemleri optimize edilecektir. IoT (Nesnelerin İnterneti) tabanlı sensörler kullanılarak, enerji tüketimi ve iç ortam hava kalitesi izlenecektir.

Kentsel Planlama ve Afet Senaryolarına Uygunluk: Yerleşim planı, afetzedelerin psikososyal ihtiyaçlarına uygun mahalle dokusu oluşturacak şekilde tasarlanacaktır. Geçici konut alanlarının afet sonrası kalıcı yerleşime dönüşebilmesi için modüler genişleme ve altyapı entegrasyonu senaryoları geliştirilecektir.

Malzeme ve Çevresel Sürdürülebilirlik: Projede uygun malzemeler kullanılarak karbon ayak izi azaltılacaktır. Yangına dayanıklı, nefes alabilen ve yüksek yalıtımlı duvar panelleri ile ısı köprüleri minimize edilecektir.

Pilot Uygulama ve Test Süreci: Proje kapsamında Şanlıurfa’ da test yapılarak, farklı iklim koşullarında bina performansı değerlendirilecektir. Termal kamera ölçümleri, iç ortam sıcaklık sensörleri ve rüzgâr tüneli testleri ile bina tasarımı doğrulanacaktır.



Şekil 3.11. Proje Aşamaları

4. BULGULAR

4.1. İhtiyaç Analizi

Deprem sonrası barınma çözümleri, modüler yapı sistemleri ve yenilenebilir enerji sistemleri üzerine literatür araştırması yapılacak. En iyi uygulamalar incelenecek, geçmiş afetlerde kullanılan barınma çözümleri değerlendirilecek ve mevcut eksiklikler tespit edilecektir. Ayrıca, modüler konut sistemlerine dair ulusal ve uluslararası standartlar gözden geçirilerek ihtiyaç analizi raporu hazırlanacaktır.

4.2. Konsept Tasarım ve Planlama

Konut sistemlerinin modüler ve esnek tasarımı yapılacak, deprem dayanıklılığı, enerji entegrasyonu ve hızlı montaj özellikleri dikkate alınarak dijital modelleme gerçekleştirilecektir. Fotovoltaik paneller, havalandırmalı güneş kolektörleri, toprak kaynaklı ısı değiştirgeçleri ve yağmur suyu toplama sistemlerinin modüler konutlarla entegrasyonu için mühendislik hesaplamaları ve simülasyonlar yapılacaktır.

4.3. Yenilenebilir Enerjili, Mimari Estetiğe ve Şehir Planlama Esaslarına Göre Konutun Tasarımı

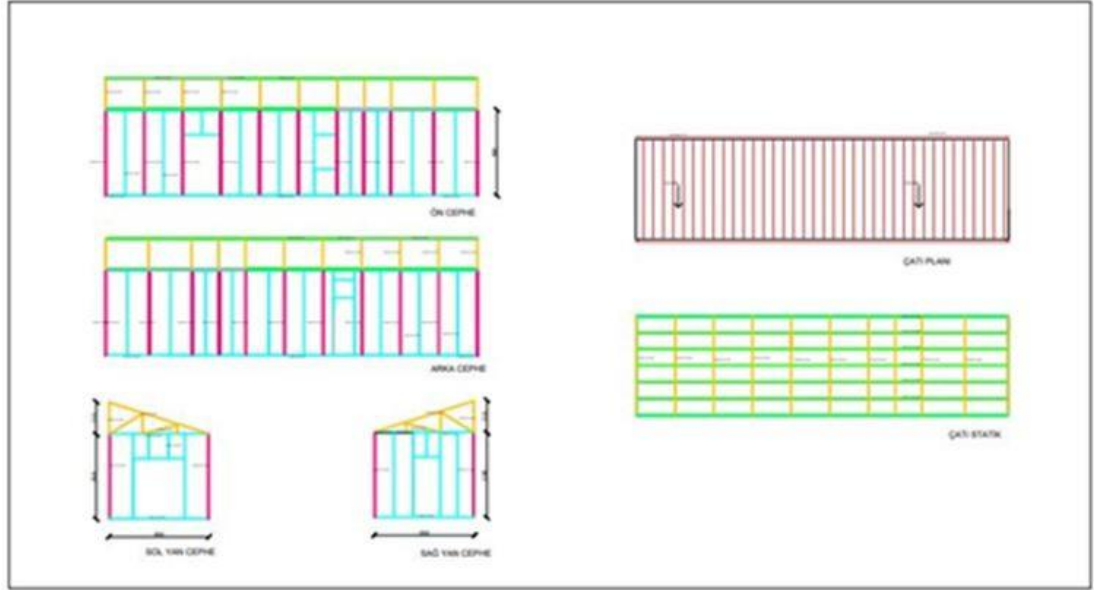
Yüksek dayanıklılık, hızlı inşa edilebilirlik ve çevre dostu malzemelerin kullanımını önceleyen tasarımlar oluşturulacak. Şekil 4.1 de görüldüğü gibi binanın mimari tasarımı birebir ölçekli olarak çizilmiştir. Tasarım sırasında mimari ve statik kısıtlar göz önünde tutulmuştur. Tasarlanan konteyner yapısı, dikdörtgen şeklinde taban altına oturmuş olup, toplam 35 m2 kapalı alana sahiptir. Yapıda kullanılan cephe sisteminin maksimum ısı enerjisi toplaması açısından yapıların geniş yüzeyleri güney-güney doğrultusunda yerleştirilmiştir. Yine aynı sebepten cephe açıklıkları küçük tutulmuş ve cephede siyah renk kullanılmıştır. Mahremiyetin sağlandığı yatak odası bölücü duvarla ayrılmıştır. Yemek ve yaşam alanları ev ortamını hissettirecek şekilde düzenlenmiştir. Yapının girişindeki veranda ile sıcak iklim bölgelerinin ihtiyacı olan yarı-açık mekan ihtiyacı karşılanmıştır. Mahalle dokusunun oluşturulacağı yapı gruplarında okul, market, fırın gibi ortak alanlar, ulaşım yoğunluğu ve kolaylığı açısından daha geniş bir yol aksıyla ulaşılabilir şekilde merkezde yerleştirilmişlerdir.



Şekil 4.1. Tasarlanan Yapının Kat planı, Vaziyet Planı, İç ve Dış Mekan Tasarımı

4.4. Yapının ve Eklerinin Depremlere Dayanıklı Statik Hesabı ve Montaj Tasarımının Yapılması

Mevcutlu yüklere ve bina yapısına göre statik hesaplamalar yapılmıştır (Şekil 4.2). Hesaplamalara sisteme eklenecek ekipmaların yükleri de dahil edilmiştir.



Şekil 4.2. Tasarımı Yapılan Yapının Statik Hesaplamaları

4.5. Tasarımı Yapılan Yapının Yapımında Kullanılacak Malzemeler ve Bunlara Bağlı Olarak Yapının Isı Kaybı-Kazancının Hesaplarının Yapılması

Binanın cephelerinde ve çatıda (Şekil 4.3), A yanmazlık sınıfı cam yünü sandviç panel kullanılacaktır. Binanın mimari açıdan estetik olması için, güney hariç cephelerde ahşap görünümlü uygulamalar yapılacaktır. Oluklu çatı malzemesi hem PV panellerin soğutulması hem de yağmur suyunun toplanması için tercih edilmiştir.

Pencereler çift cam (4-12-4) ısı cam seçilmiştir. Tasarlanan bina için ısı kaybı Tablo 1 de verilmiştir. Şanlıurfa ili için binanın yaklaşık ısı kaybı 2000 W hesaplanmıştır.



Şekil 4.3. Duvar ve Çatı Malzemesi

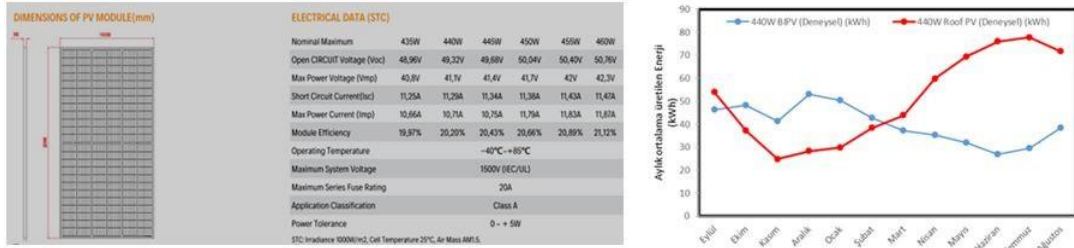
Çizelge 4.1. Tasarlanan Yapının Isı Kaybı ve Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

ISI KAYBI ÇİZELGESİ																
Tesisin Adı (Harfan 1)																
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı					Artırımlar			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Geçen Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Artırımsız Isı Kaybı	Bölünç	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Toplam Isı İhtiyacı
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	W	%	%	%	1+%	W
ODA																
DD1	K	2.4	6	3	18	1	1.89	16.11	0.46	25	185.265					
DD2	G	2.4	6	3	18	1	2.88	15.12	0.46	25	173.88					
DD3	D	2.4	3.7	3	11.1	1		11.1	0.46	25	127.65					
DD4	B	2.4	3.7	3	11.1	1		11.1	0.46	25	127.65					
ÇCP1	G		1.2	1.2	1.44	1		1.44	2.6	25	93.6					
ÇCP2	G		1.2	1.2	1.44	1		1.44	2.6	25	93.6					
DK	K		0.9	2.1	1.89	1		1.89	5	25	236.25					
TA			6	3	18			18	0.26	25	117					
DO			6	3	18			18	1.24	25	558					
											1712.895	7	0	-5	102	1747.1529
$Q(s) = a \times l \times R \times H \times T \times Z_e$																20.38
BANYO																
ID1	G	2.4	3	3	9	1		9	0.46	5	20.7					
ID2	D	2.4	1.7	3	5.1	1	1.89	3.21	0.46	5	7.383					
İK	D		0.9	2.1	1.89	1		1.89	3.1	5	29.295					
											57.378	7	0	-5	102	58.52558
$Q(s) = a \times l \times R \times H \times T \times Z_e$																3.051
Toplam Isı Kaybı (Watt)																1829.1095

4.6. Yapının Güney Cephesinde Kullanılacak Havalandırmalı Güneş Kollektörü, PV, Düşey Rüzgar Türbini ve Termal Panellerin ve Yardımcı Ekipmanlarının (DC-DC/DC-AC Konverter/İnverter, Akü, Fan, Havalandırma Kanalı ve Pompa) Seçimi ve Yerleşimini Belirlemek

Binada 6 adet 440 W nominal güç üretebilen halfcut monokristal PV panel kullanılacaktır (Şekil 4.4). Gapyenev bünyesinde bina cephesine bütünleşmiş PV panellerin özellikleri ve deneysel sonuçlar verilmiştir. Elde edilen sonuçlar çatı için 4 ve düşey için 2 ile çarpılırsa aylık ortalama değerler elde edilir. Bir evde kullanılan asgari elektrikli temel ev aletlerinden, Buzdolabının (30 W) günde 24 saat, televizyonun (65 W) günde 5 saat ve cep telefon şarjının 3 saat çalıştığı öngörülmüştür. İç aydınlatmada kullanılan 3 adet led ampulün aynı anda en fazla 2

tanisinin kullanılacağı kabul edilmiştir. İç aydınlatma 12 saat kullanılmıştır. İç aydınlatma için; 13 W, beyaz ışıklı, A enerji sınıfı, ekonomi ampulleri seçilmiştir. Elektrik tüketimleri yaklaşık aynı (1000 W) olan çamaşır makinesi ve elektrikli fırın ile ütünün güneşlenme süresi içinde çalıştırılacağı ve aynı anda çalıştırılmayacağı düşünülmüştür. Haftalık çalışma günleri, çamaşır makinesi için 2 gün, ütü için 1 gün ve elektrikli fırın için 1 gün olarak kabul edilerek günlük 2 saat çalışacakları öngörülmüştür. Bu durumda, her gün bu makinelerin kullanılması nedeniyle 2000 W elektrik tüketimi gerçekleşir. Böylece elektrikli ev aletlerinin toplam günlük elektrik sarfiyatı 3945 W olarak bulunmuştur.



Şekil 4.4. Monokristal PV için Aylık Üretilen Enerji

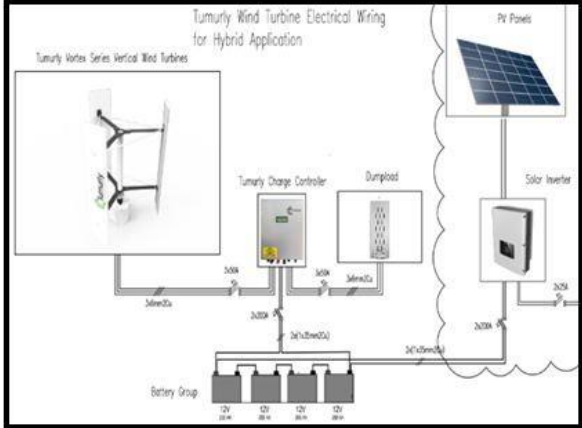
PV panellerle beraber 6250VA/5000W nominal güçte, Tam sinüs inverter ve güneş olmadığında enerji akışının devam edebilmesi için 3 adet 12V, 210Ah kapasiteli Gel akü sisteme entegre edilecektir. Ayrıca Şanlıurfa için ortalama rüzgar hızı 2.8 m/ s ve hakim rüzgar yönü batı olup, Tübitak destekli olarak yerli üretim olan 1000 W kapasiteli 2 adet Düşey rüzgâr türbini sisteme entegre edilecektir (Şartlara göre 3000W kapasiteli bir adet olabilir). Bu sistem mevcut PV Sistemi ile entegre şekilde çalışacaktır. Teknik özellikler Tablo 4.2 de verilmiştir.

Çizelge 4.2. İnverter, Akü ve Düşey Rüzgar Türbini Özellikleri

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	210Ah@10hr-rate to 1.75V per cell @25°C
Weight	Approx. 59.5 Kg
Max. Discharge Current	2100A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 5.2 mΩ
Operating Temperature Range	Disch.: -40 °C~60 °C Charge: -20°C~50°C Storage: -40 °C~60 °C
Normal Operating Temperature Range	25 °C±5°C
Float Charging Voltage	13.6 to 13.8 VDC/Unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current	40A
Equalization and Cycle Service	14.2 to 14.4VDC/Unit Average at 25°C
Self Discharge	LEVRON Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge rate less than 1% per month at 25 °C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal M8
Container Material	A.B.S. UL94-HB

Model	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
Rated Power	1250VA/1000W	2500VA/2000W	3750VA/3000W	3750VA/4000W	5000VA/4000W	6250VA/5000W	6250VA/4000W
Transfer Capability	No	No	No	Yes, 9 units	Yes, 9 units	Yes, 9 units	Yes, 9 units
INPUT	230 VAC						
Voltage	170-280 VAC (For Personal Computers) ; 90-280 VAC (For Home Appliances)						
Frequency Range	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)						
OUTPUT	230VAC ± 5 %						
AC Voltage Regulation (Start Mode)	2000VA						
Load Power	2000VA	4000VA	6000VA	6000VA	8000VA	10000VA	10000VA
Efficiency (Peak)	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Transfer Time	10 ms (For Personal Computers) ; 20 ms (For Home Appliances)						
Waveform	Pure sine wave						
BATTERY							
Battery Voltage	12 VDC	24 VDC	24 VDC	48 VDC	48 VDC	54 VDC (optional 64VDC, please check with us)	24 VDC
Floating Charge Voltage	13.5 VDC	27 VDC	27 VDC	54 VDC	54 VDC	60 VDC (optional 66VDC, please check with us)	27 VDC
Overcharge Protection	15.5 VDC	31 VDC	30 VDC	60 VDC	60 VDC	66 VDC (optional 72VDC, please check with us)	30 VDC
SOLAR CHARGER & AC CHARGER							
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	50VDC	60VDC	75VDC	75VDC	80VDC	80VDC	75VDC
Maximum PV Array Power	600 W	1200 W	1200 W	2400 W	2400 W	2400 W	1200 W
Standby Power Consumption	1 W	2 W	2 W	5 W	5 W	5 W	5 W
Maximum Solar Charge Current	50A	50A	50A	100A	100A	100A	50A
Maximum AC Charge Current	20 A	30 A	30 A	60 A	60 A	60 A	30 A
Maximum Charge Current	50 A	50 A	50 A	110 A	110 A	110 A	50 A
PHYSICAL							
Dimension: D x W x H (mm)	95 x 240 x 310	100 x 272 x 355	100 x 272 x 355	155 x 288 x 455	155 x 288 x 455	155 x 288 x 455	180 x 310 x 475
Net Weight (kg)	5.5	6.4	6.9	7.5	9.8	9.8	12.5
ENVIRONMENT							
Humidity	95% to 99% Relative Humidity (Non-condensing)						
Operating Temperature	0 °C ~ 55 °C						
Storage Temperature	-15 °C ~ 60 °C						

			
Vortex1.0			
efficient, durable, reliable, technological			
Tumury® Vortex1.0 vertical wind turbine is an extremely durable and efficient wind turbine of the latest generation. Vortex1.0 used turbine has a technological and highly efficient vertical blade design and a permanent magnet generator having strong 90% maintenance magnet with steel case inside. To use the wind speed in over 3 m/s, the turbine will be rotating freely by exceeding this rotating speed. The maintenance-free sliding contact (slip ring) guarantees a good current flow and thereby no heating of the cable in the plug. Vortex1.0 used turbine generates AC Electricity to charge DC batteries or to feed an inverter module to be connected to Grid.			
technical data			
Rated Power	1100 W (at 12 m/s)	Turbine Diameter	1000 mm
Type	3 blades, vertical	Blade Height	1000 mm
Generator	Permanent magnet, brushless, gearless, maintenance-free	Blade Material	Aluminum
Housing Material	Aluminum	Weight per rotor blades	500 kg
Operating Voltage	0-50 AC	Hub Flange	Cast Steel
Current	0-20 amp AC	Starting wind speed	3 m/s
Total Turbine Mass	55 kg	Direction	in a clockwise direction
Max. Noise	30 dB	Blade Max. RPM	450
Life Expectancy	>15 years	Braking Method	EM Brake
Warranty	2 years		
Turbine Test Standards			
European Directives	Machinery Directive (2006/42/EC)	European Standards	EN IEC 61400-2:2014
	Low Voltage Equipment Directive (2014/35/EU)		EN 60334-2:2010
	Electromagnetic Compatibility Directive (2014/53/EU)		EN ISO 11100:2017
			EN IEC 61000-6-1:2019
			EN IEC 61000-6-2:2019



The diagram illustrates the electrical wiring for a hybrid application involving a Tumury Vortex Series Vertical Wind Turbine, a solar panel, a solar inverter, a battery bank, and a dump load. The wind turbine's output is connected to a Tumury Charge Controller. The solar panel's output is connected to a Solar Inverter. The Solar Inverter's output is connected to the battery bank. The battery bank's output is connected to the dump load. The diagram also shows the connection of the wind turbine to the charge controller and the solar panel to the inverter.

Günlük kullanılan sıcak suyu miktarı göz önüne alınarak yapılan hesaplamalar neticesinde, 2,77 m2 termal güneş kolektörü yüzey alanının yeterli olacağı tespit edilmiştir. Bu sebeple, gerekli yüzey alanı için 2 adet kolektör yeterli olacağı anlaşılmıştır.

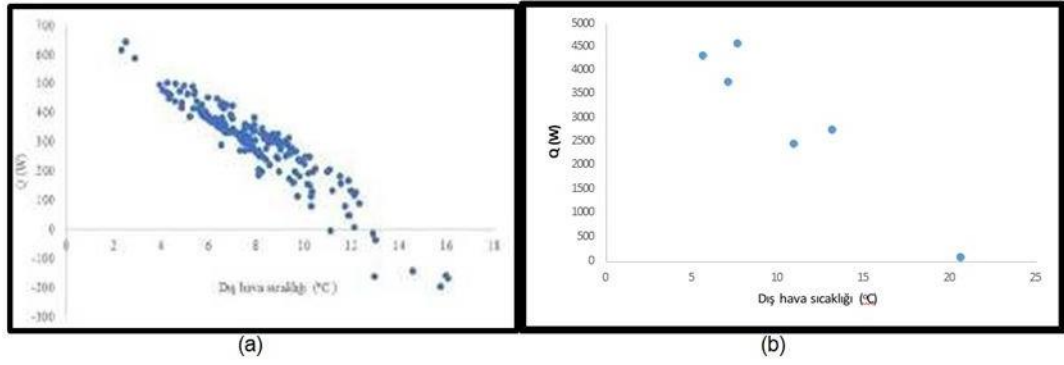
4.7. Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci ve Bina Yüzeyinde Depolama Amaçlı Kullanılacak Boru Uzunluğunun Tespiti

Şekil 4.5’de görüldüğü gibi solarwall’ deki akışı engellemeyecek, aynı zamanda en uygun dizilim göz önünde bulundurularak, 16 mm çapında PEX – A ve PE – RT malzemeli yerden ısıtma boruları kullanılacaktır. Boru uzunluğu yaklaşık 125 m’ dir. Toprak kaynaklı ısı değiştirgeci için yaklaşık bina su basman alanı kadar bir hiçbir gölgeleme etkisinin olmayacağı alan seçilmiştir. Bu alanda yaklaşık (7x5) 35 m2 dir. Boruların gömüleceği derinlik, yıl boyu toprak sıcaklığındaki salınım miktarının ve hafriyat giderlerinin optimum olduğu noktada olması için 1.8 m seçilmiştir. Borular Duvar yüzeyindeki borularla bir ara kolektör vasıtasıyla bağlanacaktır. Böylelikle sistem birbirinden izole edilebilecektir. Borular şekil 30’da görüldüğü gibi, Toprak altında 16 mm çapında borular 50 cm arayla 6 metre uzunlukta spiral formda 4 sıra döşenecektir. Buda yaklaşık 110 m boru uzunluğuna denk gelecektir. Mono Propilen Glikol-su karışımını sirküle etmek için, yaklaşık

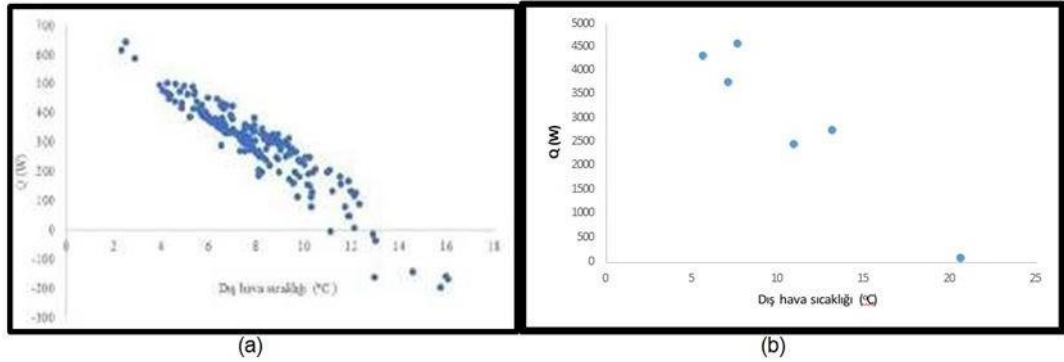
1500 W güçte Frekans kontrollü pompa seçilmiştir. Şekil 4.2’ de görüleceği gibi, Önceki çalışmalardan elde edilen deneysel sonuçlara göre yapılan karşılaştırmadan, en soğuk aylarda 3500-4500 W ısı kazancı olması beklenmektedir. Binanın ısı kaybı 1850 W olduğu düşünüldüğünde, önemli bir kaynak olacaktır.



Şekil 4.5. Bina yüzeyi ve toprak kaynaklı ısı değiştirgeci için boru tasarımı



Şekil 4.7. Toprak kaynaklı ısı değiştirgeci için deneysel(a) ve teorik ısı(b) kazançları



Şekil 4.6. Toprak kaynaklı ısı değiştirgeci için deneysel(a) ve teorik ısı(b) kazançları

4.8. Yağmur Suyu Deposu Hacminin Belirlenmesi

A: Yağmur toplama alanı(m²)=25 m².

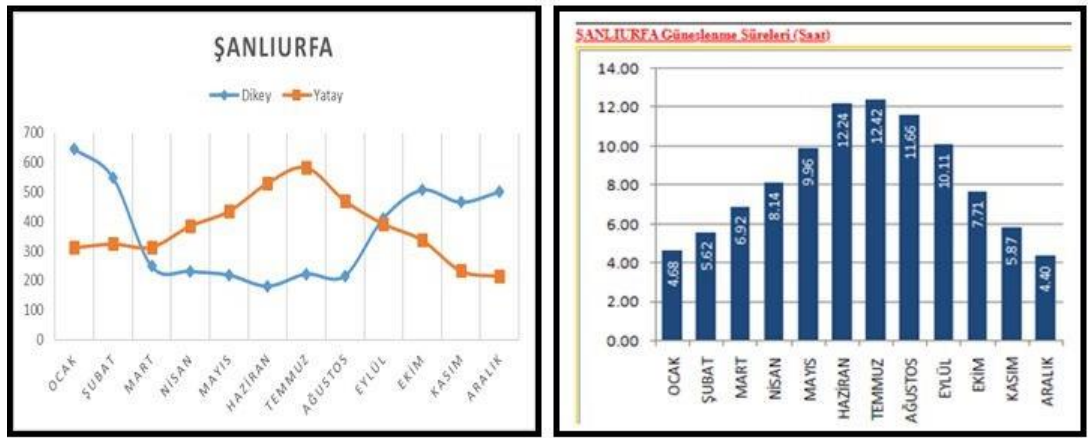
Y: yıllık ortalama yağış miktarı (kg/m²)= 460 mm C: çatı katsayısı= 0,8

F: Filtre etkinlik katsayısı=0,9

Depo hacmi: $A*Y*C*F=25*460*0,8*0,9=\sim 8$ m³ kapasiteli bir depo kullanılacaktır.

4.9. Havalandırılmalı Kollektör Isıl Kapasitesinin Belirlenmesi

Şekil 4.8' de görüldüğü gibi, Şanlıurfa ili, eylül-mart ayları için dikey düzleme gelen ortalama güneşlenme şiddeti 450 W/m² ve süresi ortalama 6 saat olarak verilmiştir



Şekil 4.8. Şanlıurfa ili için deneysel olarak elde edilmiş güneşlenme şiddeti ve süresi

Bina planından da görüleceği gibi güney cephede kullanılacak havalandırılmalı kollektör (Solarwall) alanı yaklaşık 12 m² dir. (Cephede kullanılan PV panellerin altında da kullanılacaktır. Böylelikle PV panellerinde soğutulması sağlanacaktır.) Kullanılacak solarwall özellikleri Şekil 4.10' da verilmiştir .

CERTIFIED COLLECTOR SPECIFICATIONS	
In order to be considered certified, installed collectors must match the following specifications. Collectors must match the design of the sample tested for certification.	
Description	1-Stage, Open-Loop, Unglazed, Transpired, Solar Air Heating Collector
Max. Flow Rate	2.9 scmm/m ² (10 scmf/ft ²)*
Panel Width	945 mm (37.21 in)
Panel Length	Varies
Air Inlet	Front perforated panel
Air Outlet	Varies
Installation Orientation	0° (horizontal) - 90° (vertical)
ABSORBER	
Type	Painted perforated plate
Material	Galvanized steel



Şekil 4.9. Havalandırılmalı kollektör (Solarwall) özellikleri

Müstakil bir bina için en verimli havalandırmalı kollektör (Solarwall) boyutunu belirlemek için dikkate alınması gereken parametreler şunlardır:

- Bina geometrisi, boyutları, görünüş ve konum.
- Binanın ısı kaybı.
- Bina sıcaklığı ayar noktası.
- Havalandırma seviyesi (m³/s) veya gereken saat başına hava değişimi

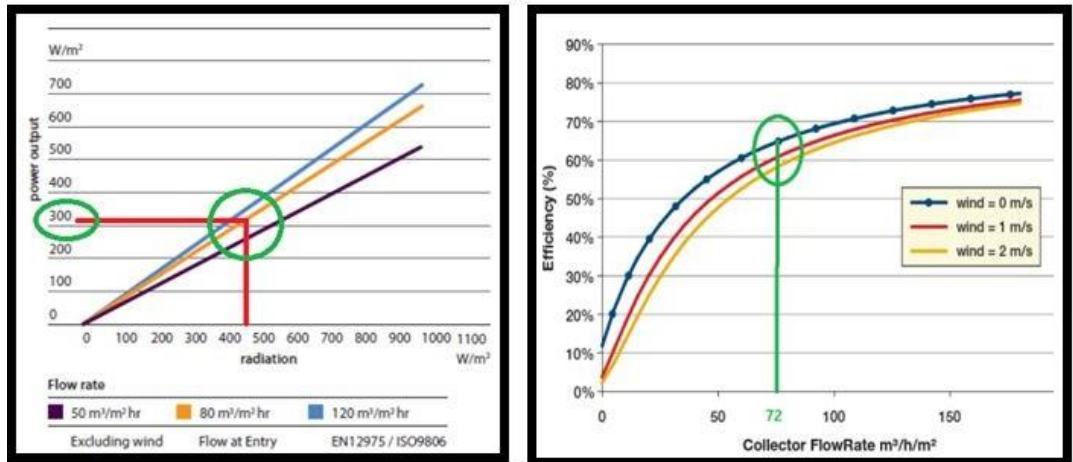
Mahallerin konfor sıcaklık değeri 20°C dir. Bina ısı kaybı: 1830 W dir.

Konutlarda hava değişim sayısı 1-2 arasındır. Ortalama 1 kabul edildi. Binanın hacmi: 4*3*6=72 m³

İhtiyaç duyulan hava debisi= 72*1 = 72 m³/h elde edilir.

Şekil 18' den görüleceği gibi bina için ihtiyaç duyulan hava debisine göre 12 m² den alınabilecek ısı miktarı: $Q = \text{Kollektör Kapasitesi} * \text{Verim} * \text{Alan} = 350 * 0,6 * 12 = 2700 \text{ W}$ olarak hesaplanır.

Bu değer kış şartları için ortalama 6 saat boyunca sağlanabilir. Binanın hesaplanan ısı kaybı 1830 W olduğuna göre fazla enerji glikol-su karışımında depolanabilir. Ayrıca geriye kalan sürede toprak kaynaklı ısı değiştirgeci devreye alınır.



Şekil 4.10. Havalandırmalı Kollektör (Solarwall)' den Hava Debisine Göre Alınabilecek Isı Miktarı ve Verimi

4.10. Prototip Üretimi ve Yapısal Testler

Prototip konutlar inşa edilerek, enerji verimliliği, sismik dayanıklılık ve kullanıcı konforu açısından test edilecektir. Yapısal analizler, ısı yalıtımı ölçümleri ve yenilenebilir enerji verimlilik testleri gerçekleştirilecektir.

4.111. Tasarımı Yapılan Binanın Temeli ve Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci İçin Alan Hazırlanması

Deney sisteminin tasarımı ve ölçülerinin belirlenmesinden sonra temel ve toprak kaynaklı ısı değiştirgeci için kazı işlemine geçilecektir. Prefabrik binanın oturacağı beton zemin hazırlanacaktır. 8 m x 6 m ölçülerinde ve 30 cm yüksekliğinde hazırlanan beton zemin kırılma ve çatlamalara karşı içine demir donatı döşenerek yapılacaktır. Toprak kaynaklı ısı değiştirici için önceki çalışmalardan faydalanarak 2 m derinliğinde 7 m x 5 m ölçülerinde kazı alanı hazırlanacaktır. Toprak kaynaklı ısı değiştirgeci için zemine ısı iletim katsayısını arttırmak için killi toprak serilecek ve borular spiral formda döşenecek ve üstü kapatılacaktır.

4.1112. Prefabrik binanın İskeletinin ve Montaj Uçlarının Yapımı; Solarwall, Rüzgar türbini, PV, Termal kollektör ve Yağmur Suyu Depolama Sisteminin Montajı

Şekil 4.11' de görüleceği gibi binanın statik hesabına göre U profiller kullanılarak çelik konstrüksiyon yapılacaktır. Montaj detaylarına göre prefabrik iskelet üzerinde PV paneller, Rüzgar türbini ve Solarwall için montaj yerleri ve aparatları yerleştirilecektir. Toprak kaynaklı ısı değiştirgecine bağlanan, glikol-su karışımının dolaşacağı borular solarwall' un altına döşenecektir.



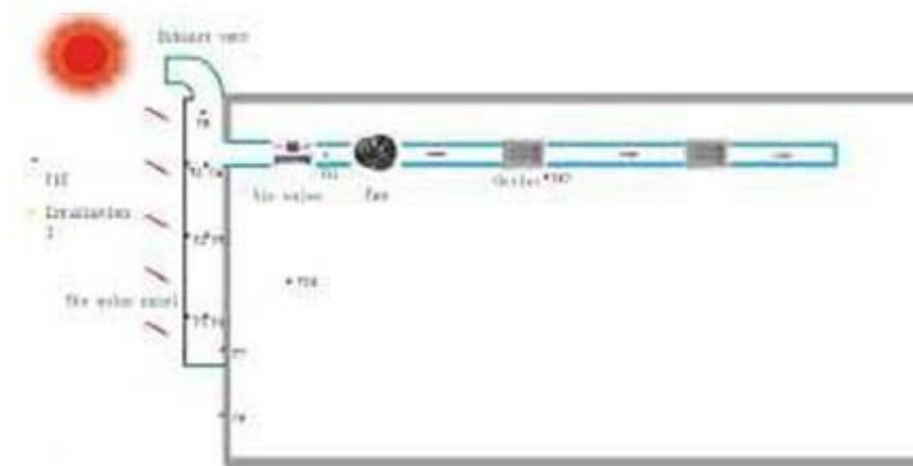
Şekil 4.11. Prefabrik binanın iskeletinin ve gerekli montaj uçlarının yapımı

Güneş ışınlarını en iyi şekilde toplamak için, SolarWall panellerinin güneşe doğru doğru açıda olması kontrol edilecektir. Panellerin verimli bir şekilde çalışmasını sağlamak için, SolarWall'ı doğru şekilde monte etmek, talimatlara uygun şekilde sabitlenmesi önemlidir. Su sızmasını önlemek için uygun sızdırmazlık ve hava koşullarına karşı yalıtım hayati önem taşır. Yapısal bütünlüğü ve yalıtımı korumak için sistemin bina kabuğu ile sorunsuz bir şekilde entegre olması sağlanacaktır. Şekil 4.12' de görüldüğü gibi, Havalandırma kanalı ile bağlantısı yapılacaktır.

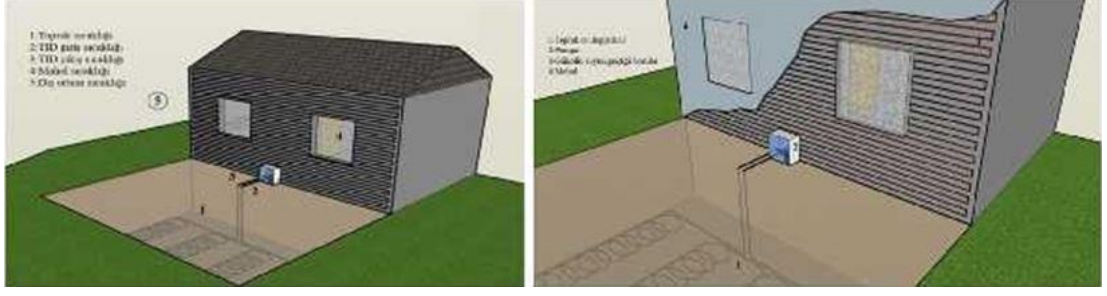
Solarwall montajı ile, Rüzgar türbini, PV ve termal paneller bina yüzeyine ve çatıya yerleştirilerek elektrik, su ve havalandırma tesisatının bağlantıları yapılacaktır. Rüzgar türbinlerinin bina üzerine yapılacak montajları özellikle çatıdaki potansiyel montaj noktalarının belirlenmesi önemlidir. Çatıdaki bölmeler montaj aksamına engel olmayacak şekilde düzenlenecektir. Sistemin performansını izlemek için ölçüm sistemlerinin montajı tamamlanacaktır (Şekil 4.13 ve 4.14). Bu, sorunların erken tespit edilmesine ve enerji üretiminin optimize edilmesine yardımcı olacaktır.



Şekil 4.12. Solarwall havalandırma sistemi



Şekil 4.13. Bina içi ve Solarwall Sistemi Ölçüm Noktaları



Şekil 4.14. Toprak Kaynaklı Isı Değiştirgeci (TID) Ölçüm Noktaları

4.11113. Pilot Uygulama ve Saha Performans Testleri

Modüler konutlar, belirlenen afet bölgelerinde saha testlerine tabi tutulacak, çevresel ve iklimsel uyumluluk açısından performans analizleri yapılacaktır. Gerçek kullanıcı deneyimleri doğrultusunda iyileştirmeler gerçekleştirilecektir.

Havalandırmalı güneş sisteminin (Solarwall) çalışması sırasında boşluk sıcaklığının ve güneş duvarı panelinin yüzey sıcaklığının değişimini ölçülecektir. Şekil 4.10' a göre, güneş panelinin sıcaklığı ve boşluğun sıcaklığı, güneş ışıınının değişimi ile tutarlılığı kontrol edilecektir. Şanlıurfa için seçilen ısıtma döneminde (Ekim- Mart arası, toplam 180 gün). Güneş duvarı sisteminin çalışması sırasında havalandırma sıcaklığının değişimi ölçülecektir. PV panellerden elde edilen enerji değişimleri de tespit edilecektir. “5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu” ve “Binaların Enerji Performansı” Yönetmeliği uyarınca binanın enerji performansı hesaplanacaktır. (Tek katlı konutlar için, Şanlıurfa ilinde referans performans değeri 240 kWh/m.yıl olarak belirlenmiştir) PV panellerden ve rüzgar türbininden elde edilen anlık güç üretimleri de ölçülecektir. Toprak kaynaklı ısı değiştirgecinin bina ısıtma yükünün ne kadarını karşıladığı ve Solarwall ile beraber ne kadar verimli olduğu tespit edilecektir. Enerji Maliyetleri ve yapılan tasarruf tespit edilecektir.

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, afet sonrası geçici barınma ihtiyacına yönelik olarak geliştirilen yenilikçi ve sürdürülebilir prefabrik yapı tasarımı; enerji verimliliği, kullanıcı psikolojisi, estetik kaygılar ve hızlı kurulum gibi temel kriterler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bulgular bölümünde elde edilen sonuçlar, bu yapı sisteminin hem teknik hem de insani ihtiyaçlara etkin bir şekilde yanıt verebildiğini göstermektedir. Tartışma bölümünde, bu bulgular; mevcut literatür, önceki uygulamalar ve sürdürülebilir mimarlık ilkeleri çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Öncelikle, yapı sistemine entegre edilen Solarwall, PV paneller, rüzgar türbini, toprak kaynaklı ısı değiştirici ve glikollü su depolama sistemleri, yapının enerji performansını büyük ölçüde artırmakta ve dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Bu yaklaşım, Borodinecs vd. (2019), afet sonrası yapılar için önerdiği enerji verimliliği kriterleriyle örtüşmektedir. Ayrıca bu sistemler sayesinde yapı, karbon emisyonunu minimize eden, çevresel etkisi düşük ve uzun ömürlü bir çözüm sunmaktadır. Enerji bağımsızlığı, afet sonrası elektrik altyapısının zarar gördüğü durumlarda yaşamsal önem taşımakta ve bu bağlamda yapı, hem teknik hem de sosyal sürdürülebilirliği desteklemektedir.

Yapının mimari tasarımında öne çıkan doğal ışık kullanımı, açık renk paleti, ferah iç mekânlar ve mahremiyete duyarlı planlama, kullanıcıların psikolojik iyilik halini artırmaya yönelik bilinçli tercihlerdir. Bu tercihler, Everly ve Lating (2021) tarafından ifade edilen afet sonrası ruhsal iyileşmede çevresel faktörlerin etkisiyle birebir örtüşmektedir. Özellikle travma sonrası büyüme (PTG) süreçlerinde, bireyin bulunduğu fiziksel çevrenin yapıcı ve destekleyici olması, iyileşmeyi doğrudan etkilemektedir. Doğal ışığın ve mekânsal açıklığın bireylerde stres ve kaygıyı azalttığı, literatürde pek çok çalışma tarafından da ortaya konmuştur (Rossi ve Attaianese, 2023).

Tasarımın modüler ve taşınabilir olması, afet bölgesine hızlı müdahale edilmesini kolaylaştırırken, aynı zamanda kullanıcı ihtiyaçlarına göre özelleştirme imkânı da sunmaktadır. Bu esneklik, Cerrahoğlu ve Maden'in (2024) dönüştürülebilir birim önerileriyle benzerlik göstermekte ve bireysel-demografik farklılıklara cevap verebilecek yapı tipolojilerinin önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca yapı sisteminin sökülebilirliği ve yeniden kullanılabilirliği, çevresel açıdan döngüsel bir sistem yaklaşımını desteklemektedir.

Literatürde yer alan çadır, konteyner ve modüler sistem örnekleriyle karşılaştırıldığında; bu çalışmada önerilen yapı sisteminin, estetik, psikolojik konfor, enerji verimliliği ve taşıma kolaylığı gibi birçok avantaja sahip olduğu görülmektedir. Örneğin; Miharü Kasabası'ndaki geçici konut projesi ile benzer şekilde bu yapı da yerel kaynakların kullanımına, kullanıcı katılımına ve kültürel uyuma önem vermektedir. Ancak bu yapı, ek olarak yenilenebilir enerji sistemleriyle donatılması bakımından daha ileri düzey bir sürdürülebilirlik modeli sunmaktadır.

Bununla birlikte, önerilen sistemin tüm avantajlarına rağmen bazı sınırlılıklar da tartışmaya değerdir. Örneğin; rüzgar türbini gibi enerji sistemlerinin verimliliği, bölgedeki rüzgar potansiyeline bağlıdır ve her bölgede aynı düzeyde etkili olmayabilir. Ayrıca yapıların kurulumu için uygun zemin ve altyapı gereksinimleri, bazı acil durum senaryolarında kısıtlayıcı olabilir. Bu noktada, yapı sisteminin altyapıdan bağımsız çalışabilecek modüllerle desteklenmesi gelecekteki çalışmalarda dikkate alınabilir.

Son olarak, çalışmanın önerdiği yapı sistemi; afet sonrası fiziksel güvenliği sağlamanın ötesine geçerek, bireylerin yaşam kalitesini ve psikolojik iyileşme sürecini destekleyen çok boyutlu bir barınma modeli sunmaktadır. Bu model, sürdürülebilir mimarlık, afet yönetimi ve insan odaklı tasarım ilkelerinin kesişiminde özgün bir katkı sağlamaktadır. Yapının bütüncül tasarımı, afet sonrası toplumların sadece hayatta kalmalarını değil, aynı zamanda yeniden inşa sürecinde daha dirençli, sağlıklı ve umut dolu bireyler olarak gelişmelerini de mümkün kılmaktadır.

6. SONUÇLAR

Bu tez çalışması, afet sonrası geçici barınma ihtiyacına yönelik olarak geliştirilen yenilikçi, sürdürülebilir ve çok fonksiyonlu bir prefabrik yapı sistemini kapsamlı bir biçimde ele almıştır. Özellikle 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerin ardından ülkemizin yaşadığı büyük kayıplar ve ortaya çıkan acil barınma ihtiyacı, yalnızca fiziksel güvenliği değil; sosyal, psikolojik ve çevresel sürdürülebilirliği de dikkate alan yeni barınma modellerinin gerekliliğini açıkça ortaya koymuştur.

Çalışmada önerilen yapı, klasik geçici barınma çözümlerinin ötesine geçerek, estetik, enerji verimliliği, psikolojik iyileşmeyi destekleyici mekân kurgusu ve taşıma kolaylığı gibi çok boyutlu hedefleri aynı anda karşılamayı amaçlamıştır. Bu kapsamda, Solarwall, güneş panelleri (PV), toprak kaynaklı ısı değiştirici, rüzgar türbini ve glikollü su ile çalışan enerji depolama sistemleri gibi yenilenebilir enerji teknolojileri yapıya entegre edilmiştir. Böylece afet sonrası enerjiye erişimde yaşanabilecek kısıtlamaların önüne geçilmiş ve yapı enerji bağımsız hale getirilmiştir.

Mimari tasarımda ise yalnızca teknik yeterlilik değil, aynı zamanda insan psikolojisine duyarlı mekânsal kararlar gözetilmiştir. Geniş açıklıklar, doğal ışık kullanımı, açık renk paleti, mahremiyet sağlayan planlama yaklaşımları ve modüler yapı elemanları, bireylerin afet sonrası psikolojik iyilik haline katkı sağlamak amacıyla bilinçli olarak kurgulanmıştır. Bu yaklaşım, afet mağdurlarında sıkça karşılaşılan travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) ve anksiyete gibi durumların etkisini azaltmada barınma çevresinin önemine dikkat çeken güncel psikoloji ve mimarlık literatürüyle örtüşmektedir.

Tez kapsamında yapılan literatür taraması ve vaka analizleri, mevcut geçici barınma modellerinin çoğunlukla hızlı çözüm üretmeye odaklandığını; ancak uzun vadede yaşam kalitesini, çevresel etkiyi ve toplumsal uyumu gözetmekte yetersiz kaldığını göstermiştir. Buna karşılık önerilen yapı sistemi, sadece kısa vadeli ihtiyaçlara değil, aynı zamanda uzun vadeli sürdürülebilirlik ve toplumsal dayanıklılık ilkelerine de yanıt veren bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır.

Bu çalışma, mimarlık, afet yönetimi ve enerji sistemleri gibi disiplinlerin kesişiminde özgün bir katkı sunmaktadır. Tasarım sürecinde çevreci teknolojilerin kullanımı, estetik duyarlılıkla harmanlanarak sadece bir barınma yapısı değil, aynı

zamanda insan onuruna yakışır, yaşanabilir ve dönüştürülebilir bir mekân önerisi ortaya koyulmuştur. Özellikle yapıların estetikten taviz vermeden enerji verimli ve taşınabilir olması, afet sonrası yerleşimlerin kalitesini ve bireylerin sosyal entegrasyonunu olumlu yönde etkileyecek niteliktedir.

Tezin sınırlılıkları da dikkate alınarak şu önerilerde bulunulabilir: Tasarlanan yapının fiziksel prototipi geliştirilerek saha testleriyle performansı değerlendirilebilir. Farklı iklim koşullarında, farklı demografik gruplarla (çocuklar, yaşlılar, engelliler) kullanıcı deneyimi analizleri yapılabilir. Ayrıca, tasarım sürecine yerel halkın katılımı sağlanarak, daha yerel, kültürel ve sosyal açıdan bütüncül çözümler üretilebilir.

Sonuç olarak bu tez, afet sonrası geçici barınma ihtiyacına mimari, çevresel ve insani boyutları birleştirerek çözüm sunan, uygulanabilirliği olan, yenilikçi ve bütüncül bir tasarım önerisi ortaya koymuştur. Önerilen yapı modeli, sadece afet durumlarında değil, aynı zamanda sürdürülebilir kentleşme politikaları kapsamında da örnek teşkil edebilecek niteliktedir. Bu bağlamda çalışma, mimarlığın insana ve doğaya duyarlı, dönüştürücü gücünü vurgulayan anlamlı bir katkı niteliğindedir.

7. ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında geliştirilen afet sonrası prefabrik yapı modeli, sürdürülebilirlik, enerji verimliliği, estetik ve psikolojik konfor gibi çok boyutlu kriterleri dikkate alarak tasarlanmıştır. Bu bağlamda, çalışmadan elde edilen sonuçlara dayanarak hem akademik hem de uygulamaya yönelik çeşitli önerilerde bulunulması mümkündür. Aşağıdaki öneriler, gelecekte yapılacak benzer çalışmaların daha etkin, kapsamlı ve kullanıcı odaklı bir yaklaşımla yürütülmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Al-Waeli, Ali HA, K. Sopian, Hussein A. Kazem ve Miqdam T. Chaichan. 2017. "Fotovoltaik/Termal (PV/T) Sistemleri: Durum ve Gelecek Beklentileri." *Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri* 77:109–30. doi: 10.1016/J.RSER.2017.03.126.
- Arslan, Hakan. 2007. "Geçici Evlerin Yeniden Tasarımı, Yeniden Kullanımı ve Geri Dönüşümü." *Yapı ve Çevre* 42(1):400–406. doi: 10.1016/J.BUILDENV.2005.07.032.
- Arslan, Hakan ve Nilay Coşgun. 2008. "Geçici Konutların Kullanım Sonrası Yeniden Kullanım ve Geri Dönüşüm Potansiyelleri: Düzce Örneği, Türkiye." *Yapı ve Çevre* 43(5):702–9. doi: 10.1016/J.BUILDENV.2007.01.051.
- ARSLAN, Y. Mim Hakan. 2009. "Afet Sonrası Yeniden Yapılanma Sürecinin Yere Bağlılık, Yer Değiştirme Ve Bilişsel Haritalama Olguları Açısından İrdelenmesi." İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ Anabilim Dalı : Mimarlık Programı : Mimari Tasarım.
- Asadi, Saeedeh, Ali Sharghi, Zoheir Mottaki ve Bahram Salehsedghpour. 2023. "Travma Sonrası Konut Yeniden İnşası: 2003 Depremi Sonrası Bam Konutları Üzerine Bir Poe Çalışması, İran." *Uluslararası Yapılı Çevre Afet Dayanıklılığı Dergisi* 16(1):57–71. doi: 10.1108/IJDRBE-05-2022-0053/FULL/XML.
- Asefi, Maziar ve Faegheh Ahangar Sirus. 2012. "Dönüştürülebilen Barınak: Değerlendirme ve Yeni Mimari Tasarım Önerileri." *Procedia - Sosyal ve Davranış Bilimleri* 51:961–66. doi: 10.1016/J.SBSPRO.2012.08.270.
- Asgary, Ali ve Nooreddin Azimi. 2019. "Acil Durum Barınağı Seçimi: Acil Durum Barınaklarının Temel Niteliklerinin Değerlendirilmesi." *Uluslararası Yapılı Çevre Afet Dayanıklılığı Dergisi* 10(2–3):130–50. doi: 10.1108/IJDRBE-10-2018-0044/FULL/XML.
- Athienitis, Andreas K., James Bambara, Brendan O'Neill ve Jonathan Faille. 2011. "Terlemeli Kollektörle Entegre Bir Prototip Fotovoltaik/Termal Sistem." *Güneş Enerjisi* 85(1):139–53. doi: 10.1016/J.SOLENER.2010.10.008.
- Atmaca, Nihat. 2017. "Afet Sonrası Geçici Konutların Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi." *Bina Araştırma ve Bilgi* 45(5):524–38. doi: 10.1080/09613218.2015.1127116.
- Aydın, Özlem. 2019. "Araştırma Makalesi Binalarda Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılan Projelerin Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği." *Yaşam Dergisi Mimarlık ve Yaşam Dergisi* 4(1):55–68. doi: 10.26835/my.511825.
- Badescu, Viorel. 2007. "Pasif Bir Evin Zemin Isı Eşanjörü için Basit ve Doğru Model." *Yenilenebilir Enerji* 32(5):845–55. doi: 10.1016/J.RENENE.2006.03.004.

- Borodinecs, A., A. Geikins ve S. Smirnov. 2019. “Geçici Barınakların Enerji Performansı.” S. 012017, *IOP Konferans Serisi: Malzeme Bilimi ve Mühendisliği* . Cilt 660. IOP Yayıncılık.
- Carmassi, Claudia, Carlo Antonio Bertelloni, Gabriele Massimetti, Mario Miniati, Paolo Stratta, Alessandro Rossi ve Liliana Dell’Osso. 2015. “DSM-5 TSSB ve Cinsiyetin 512 İtalyan Depremden Kurtulan Kişide Bozulmuş Yeme Davranışları Üzerindeki Etkisi.” *Psikiyatri Araştırması* 225(1–2):64–69. doi: 10.1016/J.PSYCHRES.2014.10.008.
- Cerrahoğlu, Merve ve Feray Maden. 2024. “Afet Sonrası Yardım İçin Dönüştürülebilir Geçiş Barınağı Tasarımı.” *Uluslararası Yapılı Çevrede Afet Dayanıklılığı Dergisi* 15(2):227–43. doi: 10.1108/IJDRBE-05-2022-0049/FULL/XML.
- Chaudhary, Muhammad T., Awais Piracha, Ramesh Agarwal ve Giuseppe Ruta. 2021. “Doğal Afetler - Kökenler, Etkiler, Yönetim.” *Ansiklopedi 2021, Cilt 1, Sayfalar 1101-1131* 1(4):1101–31. doi: 10.3390/ENCYCLOPEDIA1040084.
- Choi, Yu Ra, Eun Jeong Kim ve Mi Kyung Kim. 2020. “Yaşanabilirliğe Odaklanan Geçici Afet Barınakları İçin Bir Planlama Rehberi.” *İç Mekan ve Yapılı Çevre* 29(10):1412–24. doi: 10.1177/1420326X19886051.
- Çelik, İbrahim, Ceyhun Yıldız ve Mustafa Şekkeli. 2021. “Parçacık Sürü Optimizasyonu Kullanılarak Rüzgar Enerjisi Santrali Yerleşim Optimizasyonu.” *Türk Mühendislik Dergisi* 5(2):89–94. doi: 10.31127/TUJE.698856.
- Damon Coppola ve *Uluslararası Afet Yönetimine Giriş* . M. Listewnic tarafından düzenlendi.
- DEMİR, HAKAN. 2006. “Toprak Kaynaklı Isı Pompası Optimizasyonu ve Yer Isı Eşanjörlerinin Geliştirilmesi.” YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ.
- Didane, Djamal Hissein, Nurhayati Rosly, Mohd Fadhli Zulkafli ve Syariful Syafiq Shamsudin. 2019. “Ters Dönen Dikey Eksenli Yeni Bir Rüzgar Türbininin Sayısal Olarak İncelenmesi.” *Sürdürülebilir Enerji Teknolojileri ve Değerlendirmeler* 31:43–53. doi: 10.1016/J.SETA.2018.11.006.
- Diwania, Sourav, Sanjay Agrawal, Anwar S. Siddiqui ve Sonveer Singh. 2020. “Fotovoltaik-Termal (PV/T) Teknolojisi: Uygulamalar ve Gelişimi Üzerine Kapsamlı Bir İnceleme.” *Uluslararası Enerji ve Çevre Mühendisliği Dergisi* 11(1):33–54. doi: 10.1007/S40095-019-00327-Y/TABLES/2.
- Everly, George S. ve Jeffrey M. Lating. 2021. “Psikolojik İlk Yardım (PİY) ve Afetler.” *Uluslararası Psikiyatri Dergisi* 33(8):718–27. doi: 10.1080/09540261.2021.2016661.
- Fulya, Hatice, Cebecioğlu Avcı, and Zafer Akdemir. 2024. “Enerji Etkin Ofis Binalarında Uygulanan Aktif Cephe Sistemleri.” *Modüler Dergi* 7(1–2):181–97. doi: 10.59389/MODULAR.1394734.

- Ghanbarzadeh Ghomi, Sara, Gayan Wedawatta, Kanchana Ginige ve Bingunath Ingirige. 2021. "Yaşayan ve Dönüştüren Afet Yardım Barınağı: Sürdürülebilir Afet Sonrası Konutlar için Kavramsal Bir Yaklaşım." *Yapılı Çevre Projesi ve Varlık Yönetimi* 11(4):687–704. doi: 10.1108/BEPAM-04-2020-0076/FULL/XML.
- Gizem TUNA SEZER, İlkay KOMAN. 2021. "Modüler Hücre Yapımının Çok Katlı Binalar Bağlamında İncelenmesi." *Bâb Mimarlık ve Tasarım Dergisi* 2(2).
- Goenjian, Armen K., Alexandra Roussos, Alan M. Steinberg, Christina Sotiropoulou, David Walling, Marina Kakaki ve Stavroula Karagianni. 2011. "Parnitha Depremi Sonrasında Ergenlerde Travma Sonrası Stres Bozukluğu, Depresyon ve Yaşam Kalitesinin Boylamsal Çalışması." *Duygusal Bozukluklar Dergisi* 133(3):509–15. doi: 10.1016/J.JAD.2011.04.053.
- Henrotay, Caroline, Marijke Mollaert ve Hendrik Hendrickx. 2006. "Acil Durumlarda Barınma İçin Uyarlanabilir Yapı Sistemleri." 63–67.
- Hikone, Shigeru ve Masaki Tokubuchi. 2014. "11 Mart 2011'deki Deprem ve Tsunami Felaketinden Sonra Geçici Çok Katlı Konteyner Ev." *İlerleme, Doğa ve İnsanlar için Mühendislik* 1699–1706. doi: 10.2749/222137814814067950.
- Hong, Chunlan ve Thomas Efferth. 2016. "Wenchuan Depremi Kurtulanlarında Travma Sonrası Stres Bozukluğu Üzerine Sistematik İnceleme." *Travma, Şiddet ve İstismar* 17(5):542–61. doi: 10.1177/1524838015585313.
- Hugh Turral, FAO danışmanı, Jacob Burke ve Jean-Marc Faurès, FAO Kara ve Su Bölümü. 2008. "İklim Değişikliği, Su ve Gıda Güvenliği."
- James F. Manwell, Jon G. McGowan, Anthony L. Rogers. 2016. *Rüzgar Enerjisi Açıklaması: Teori, Tasarım ve Uygulama* - .
- Johnson, Cassidy. 2007. "Afetlerden Sonra Prefabrike Geçici Konutların Etkileri: Türkiye'deki 1999 Depremleri." *Habitat International* 31(1):36–52. doi: 10.1016/J.HABITATINT.2006.03.002.
- Khanlari, Ataollah, Araştırma Makalesi ve Araştırma Makalesi Ataollah KHANLARI. 2019. "POLİTEKNİK DERGİSİ POLİTEKNİK DERGİSİ: Camsız Sızdırmalı Güneş Kollektörleri İçin Optimal Delik Çapı ve Eğim Değerinin Belirlenmesine Yönelik Sayısal Bir Çalışma. Camsız Sızdırmalı Güneş Kollektörleri İçin Optimal Delik Çapı ve Eğim Değerinin Belirlenmesine Yönelik Sayısal Bir Çalışma." *Politeknik Dergisi* 22(1):163–68. doi: 10.2339/politeknik.477094.
- Kumar, Rakesh, S. Ramesh ve SC Kaushik. 2003. "Klimasız Bina ile Birlikte Kullanılan Toprak-Hava-Tünel Sisteminin Performans Değerlendirmesi ve Enerji Tasarrufu Potansiyeli." *Bina ve Çevre* 38(6):807–13. doi: 10.1016/S0360-1323(03)00024-6.
- Maly, Elizabeth ve Tamiyo Kondo. 2013. "Geçiciden Kalıcıya: Katrina Kasırgası Sonrası Mississippi Kulüpleri." *Afet Araştırmaları Dergisi* 8(3):495–507. doi: 10.20965/JDR.2013.P0495.

- Maly, Elizabeth ve Tsukasa Iwata. ve “IOP Konferans Dizisi: Dünya ve Çevre Bilimi Japonya'da Yerelleştirilmiş Konut Kurtarma'nın Evrimi Japonya'da Yerelleştirilmiş Konut Kurtarma'nın Evrimi.” doi: 10.1088/1755-1315/273/1/012055.
- Manfield, Peter, St Johns College, D. Robinson, Les Whitamore, Balzhan Zhimbiyev ve Kara Johnson. 2000. “Soğuk İklimlerde Kullanılan Geçici Barınakların Karşılaştırmalı Bir Çalışması Yurt ve Scott Çadırının Tasarımından Acil Durum Yardımı İçin Barınak Sistemlerinin Gelecekteki Tasarımlarına Bilgi Vermek İçin Neler Öğrenilebilir? Teşekkürler Yardımları ve Tavsiyeleri İçin Aşağıdakilere Teşekkür Etmek İstiyorum.”
- Mekonnen, Mesfin M. ve Arjen Y. Hoekstra. 2016. “Sürdürülebilirlik: Dört Milyar İnsan Ciddi Su Kıtlığıyla Karşı Karşıya.” *Science Advances* 2(2). doi: 10.1126/SCIADV.1500323/SUPPL_FILE/1500323_SM.PDF.
- Mesrop, Andriasyan. 2021. “Acil Durum Barınaklarının Algoritmik Tasarımı ve Değerlendirilmesi.” *Mimarlık Mühendisliği ve Tasarım Yönetimi* 17(3–4):229–41. doi: 10.1080/17452007.2020.1735294.
- Mihalakakou, G., M. Santamouris ve D. Asimakopoulos. 1994. “Dünyadan Havaya Isı Değiştiricilerin Soğutma Potansiyeli Üzerine.” *Enerji Dönüşümü ve Yönetimi* 35(5):395–402. doi: 10.1016/0196-8904(94)90098-1.
- Montalbano, Giammarco ve Giovanni Santi. 2023. “Afet Sonrası Senaryolarda Geçici Konutların Sürdürülebilirliği: Gereksinim Tabanlı Bir Tasarım Stratejisi.” *Buildings* 2023, Cilt 13, Sayfa 2952 13(12):2952. doi: 10.3390/BUILDINGS13122952.
- Murat DOĞRU, LEED AP BD+C, Envision SP. nd “Modüler Mimari Sürdürülebilirlik Hedefi ve Yüksek Teknoloji İle Geri Döndü.” Erişim tarihi: 21 Mayıs 2025 ([https://www.ecobuild.com.tr/post/modüler-mimari-sürdürülebilirlik-hedefi-ve-yüksek-teknoloji-ile-geri-döndü](https://www.ecobuild.com.tr/post/moduler-mimari-surdurulebilirlik-hedefi-ve-yuksek-teknoloji-ile-geri-dondü)).
- N. Sattler, David, Mora Claramita ve Brett Muskavage. 2018. “Endonezya'daki Doğal Afetler: Travma Sonrası Stres, Kaynak Kaybı, Depresyon, Sosyal Destek ve Travma Sonrası Büyüme Arasındaki İlişkiler.” *Kayıp ve Travma Dergisi* 23(5):351–65. doi: 10.1080/15325024.2017.1415740.
- Naveed, AT, EC Kang ve EJ Lee. 2006. “Sırsız Terlemeli Kollektörlerin Polikristalin Silikon Fotovoltaik Modülünün Performansı Üzerindeki Etkisi.” *Güneş Enerjisi Mühendisliği Dergisi* 128(3):349–53. doi: 10.1115/1.2212438.
- Nejad, Amir R., Jonathan Keller, Yi Guo, Shawn Sheng, Henk Polinder, Simon Watson, Jianning Dong, Zian Qin, Amir Ebrahimi, Ralf Schelenz, Francisco Gutiérrez Guzmán, Daniel Cornel, Reza Golafshan, Georg Jacobs, Bart Blockmans, Jelle Bosmans, Bert Pluymers, James Carroll, Sofia Koukoura, Edward Hart, Alasdair McDonald, Anand Natarajan, Jone Torsvik, Farid K. Moghadam, Pieter Jan Daems, Timothy Verstraeten, Cédric Peeters ve Jan Helsen. 2022. “Rüzgar Türbini Aktarma Organları: Son Teknolojiler ve Gelecekteki Geliştirme Trendleri.” *Rüzgar Enerjisi Bilimi* 7(1):387–411. doi:

10.5194/WES-7-387-2022.

- Nguyen, Hien Ngoc, Ganix Lasa, Ion Iriarte, Ariane Atxa, Gorka Unamuno ve Gurutz Galfarsoro. 2022. “Gelişmiş Hizmetler için İnsan Odaklı Tasarım: Çok Boyutlu Bir Tasarım Metodolojisi.” *İleri Mühendislik Bilişimi* 53:101720. doi: 10.1016/J.AEI.2022.101720.
- Niu, Fuxin, Yuebin Yu, Daihong Yu ve Haorong Li. 2015. “Dünya-Hava Isı Değiştiricisinin Isı ve Kütle Transferi Performans Analizi ve Soğutma Kapasitesi Tahmini.” *Uygulamalı Enerji* 137:211–21. doi: 10.1016/J.APENERGY.2014.10.008.
- Park, Jin Ho. 2017. “Kağıt Boru Acil Durum Barınağı: Mülteciler İçin Tasarım Deneyleri.” *Open House International* 42(2):5–10. doi: 10.1108/OHI-02-2017-B0002/FULL/XML.
- Patel, Saumyang ve Makarand Hastak. 2013. “Afet Sonrası Konut İnşa Etmek İçin Bir Çerçeve.” *Uluslararası Yapılı Çevre Afet Dayanıklılığı Dergisi* 4(1):95–114. doi: 10.1108/17595901311299026/FULL/XML.
- Pérez Medina, Dévika, Alejandro Nicolás Sánchez, Pablo Cerezo Martínez, Flavia Roteda Ruffino, Francisco J. Castro-Toledo, Yazarlar Dévika Pérez Medina ve Francisco J. Castro-Toledo Baş Yazarlanıcı PLUSETHICS. 2024. “Belge Belge Revizyon Geçmişi Hakkında.”
- Puri, VM 1987. “Gömülü Boru Sistemleri için Doymamış Zemin Topraklarında Isı ve Kütle Transferi Analizi ve Modellemesi.” *Tarımda Enerji* 6(3):179–93. doi: 10.1016/0167-5826(87)90001-5.
- Quarantelli, EL 1995. “ABD Afetlerinde Barınma ve Konut Modelleri.” *Afet Önleme ve Yönetimi: Uluslararası Bir Dergi* 4(3):43–53. doi: 10.1108/09653569510088069/FULL/XML.
- Rezazadehbaee, Seyedehtita ve Süleyman Balyemez. 2024a. “Afet Sığınakları: Çadır, Konteyner ve Prefabrike Sığınakların Karşılaştırmalı Analizi.” S. 78–86, *SETSCI Konferans Bildirileri* . Cilt 18. SETSCI - Konferans Bildirileri.
- Rezazadehbaee, Seyedehtita ve Süleyman Balyemez. 2024b. “Afet Sığınakları: Çadır, Konteyner ve Prefabrike Sığınakların Karşılaştırmalı Analizi.” *SETSCI Konferans Bildirileri* 18:78–86. doi: 10.36287/SETSCI.18.1.0078.
- Rezazadehbaee, Seyedehtita ve Süleyman Balyemez. 2024c. “Bölüm: Afet Sığınaklarının Mimarisi, Planlaması ve Tasarımı: Çadır, Konteyner ve Prefabrike Sığınakların Karşılaştırmalı Analizi.” 18:78–86. doi: 10.36287/setsci.18.1.0078.
- Rian, Iasef Md, Dongkuk Chang, Jin Ho Park ve Hyung Uk Ahn. 2008. “Afet Sonrası Acil Durum Barınakları için Origamik Mimarinin Pop-up Tekniği.” *Open House International* 33(1):22–36. doi: 10.1108/OHI-01-2008-B0003/FULL/XML.
- Ricci, Natalie. 2018. “Mimari Tasarım Psikolojik Etkisinde.” *CMC Son Tezleri* .

- Roaf, Sue, Luisa Brotas ve Fergus Nicol. 2015. "Konforun Maliyetini Hesaplamak." *Bina Araştırma ve Bilgi* 43(3):269–73. doi: 10.1080/09613218.2014.998948.
- Rossi, Emilio ve Erminia Attaianese. 2023. "Sürdürülebilirlik ve İnsan Merkezli Tasarım Arasındaki Araştırma Sinerjileri: Sistemik Bir Literatür İncelemesi." *Sürdürülebilirlik 2023, Cilt 15, Sayfa 12884* 15(17):12884. doi: 10.3390/SU151712884.
- Sağbaş, Gülşah, Ramin Şeyhi Garjan, Kerem Sarıkaya ve Derya Deniz. 2024. "2023 Kahramanmaraş Deprem Dizisinden Etkilenen Türkiye'deki Endüstriyel Tesislerin Sismik Performansı ve İşlevselliğine İlişkin Saha Keşfi." *Deprem Mühendisliği Bülteni* 22(1):227–54. doi: 10.1007/S10518-023-01741-8/METRICS.
- Santamouris, M., G. Mihalakakou, CA Balaras, A. Argiriou, D. Asimakopoulos ve M. Vallindras. 1995. "Tarımsal Seraların Soğutulması İçin Gömülü Boruların Enerji Tasarrufu Amaçlı Kullanımı." *Güneş Enerjisi* 55(2):111–24. doi: 10.1016/0038-092X(95)00028-P.
- Sperimentazione, Ricerca E. ve Roberto Bologna. 2020. "Afet Sonrası Konutların Zamansallığının Operasyonel Boyutu ve Teknik Kontrol Araçları." *TECHNE - Mimarlık ve Çevre Teknolojileri Dergisi* 20:213–21. doi: 10.13128/TECHNE-8232.
- Susanti, Herni, Arcellia Farosyah Putri, Suryane S. Susanti, Hema Malini, Syahirul Alim ve Dini R. Bintari. 2024. "Afetten Hayatta Kalanların Travma Sonrası Büyümesinin İyileştirilmesi: Bütünleştirici Bir Literatür Taraması." *Uluslararası Acil Hemşirelik* 75:101484. doi: 10.1016/J.IENJ.2024.101484.
- Talu, Esra Gözde ve Ülkü Altınoluk. 2023. "Sürdürülebilirlik Kapsamında Yapı Enformasyon Modelleme (BIM) İle Güneş ve Gölge Analizleri: 'A' Konutu Örneği." *Modüler Dergi* 6(1):1–17. doi: 10.59389/MODULAR.1194823.
- Tom, Nathan M. 2021. "Bir Serbestlik Dereceli Dalga Enerjisi Dönüştürücüleri için Teorik Limitlerin Yeniden İncelenmesi." *Enerji Kaynakları Teknolojisi Dergisi, ASME İşlemleri* 143(9). doi: 10.1115/1.4049287/1091987.
- Vidhi, R., DY Goswami ve EK Stefanakos. 2014. "Düşük Sıcaklıkta Güç Üretimi için Süperkritik Rankine Döngüsü ve Toprak-Hava-Isı Değiştiricisinin Parametresel Çalışması." *Enerji Bildirileri* 49:1228–37. doi: 10.1016/J.EGYPRO.2014.03.132.
- Wijoyo, Eriyono Budi, Herni Susanti, Ria Utami Panjaitan ve Arcellia Farosyah Putri. 2020. "Hemşirelerin Doğal Afetler Sonrası Travma Sonrası Gelişime (PTG) İlişkin Algıları." *BMC Bildirileri* 14(13):1–7. doi: 10.1186/S12919-020-00199-9/TABLULAR/2.
- Yeon, Da Hye, Ji Bum Chung ve Dong Hyeon Im. 2020. "Deprem Deneyiminin Çocuklar ve Gençler İçin Afet Eğitimi Üzerindeki Etkileri." *Uluslararası*

Çevre Araştırmaları ve Halk Sağlığı Dergisi 2020, Cilt 17, Sayfa 5347 17(15):5347. doi: 10.3390/IJERPH17155347.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

İsim Soyisim : EDA DOĞAN
Doğum Tarihi : 1998-04-27
Doğum Yeri : ŞANLIURFA
Telefon : 05520798071
E-Posta : edadogan299@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Okul	Bölüm	Baş. Yılı	Bit. Yılı
Mehmet Güneş Anadolu Öğretmen Lisesi	Lise	2012	2016
Aksaray Üniversitesi	Mimarlık	2017	2021
Harran Üniversitesi	Yenilenebilir Enerji Kaynakları	2022	-1