

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIKTAKİ YENİLENEBİLİR ENERJİ
KAYNAKLARININ VERİMLİLİĞİNİN İRDELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mohamad MOHAMAD

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimarlık Programı

Kasım / 2020

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIKTAKİ YENİLENEBİLİR ENERJİ
KAYNAKLARININ VERİMLİLİĞİNİN İRDELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mohamad MOHAMAD

(Y1813.050020)

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimarlık Programı

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Zülküf GÜNELİ

Kasım / 2020

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum Sürdürülebilir Mimarlıkta Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (09/11/2020)

Mohamad MOHAMAD / İmza

ÖNSÖZ

Tezimi yazarken bakış açımı önemli ölçüde geliştiren ve büyük katkı sağlayan hocam Prof.Dr. Zülküf GÜNELİ'ye, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme çok teşekkür ederim.

Kasım 2020

Mohamad MOHAMAD

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIKTAKİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ VERİMLİLİĞİNİN İRDELENMESİ

ÖZET

Atmosferin, suların ve toprağın koruma altına alınması ile canlı grupları da sağlam ve huzurlu biçimde yaşamlarını devam ettirebilmektedirler. İnsanoğlunun dünya üzerindeki hayatının sürebilmesi açısından tabiata gereksinimleri bulunmaktadır ve söz konusu nedenle koruma altına alınmalıdır. Sürdürülebilir mimarlık açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesinin en üst düzeye çıkartılması, yenilemeyen kaynak türlerinin tüketiminin azaltılması ve kullanılan bütün malzeme çeşitlerinin verimlilik koşulu vardır.

Dünya üzerindeki yenilemeyen kaynak türlerinin aşırı tüketimi, söz konusu kaynakların bilinçsiz bir şekilde tüketilmesi sonucu global bir tehdit ortaya çıkmıştır. Görülen olumsuzlukların gündem oluşturması ve bireylerin bilinçlenmeleri ile yenilemeyen kaynak türlerinin tüketimlerinin düşürülmesi için günümüzde her sektör kendisine göre çözümler ortaya koymaya başlamıştır.

Araştırmalara göre güneş panelleri %20-25 verimle çalıştığı için bölgede olan GES santrallerinde 1 kw'lık sistem ile yılda 1200-1600 kwh aralığında elektrik ürettikleri gözlemlendiğinden inşaat sektörünün sürdürülebilir mimarlıkta yenilenebilir enerji kaynaklarının verimliliğini artıracak yönde binalar yapmak için çalışmalar yapmaya başlaması kaçınılmaz olmuştur. Bu bağlamdan yola çıkarak inşaat sektörü, ihtiyaç duyduğu enerjiyi büyük ölçüde üretebilen ve buna göre tasarlanan "sürdürülebilir mimarlık" kavramını ortaya koymuştur. Sürdürülebilir mimarlık bina projelerinin başlamasıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının verimliliğini ölçmek amacıyla sertifika sistemleri oluşturulmuştur. Hali hazırdaki binaların yenilemeyen kaynak türlerini aşırı tüketimlerini azaltmaları ile beraber yeni yapılacak binalarda enerji verimliliği dikkate alınmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan bina değerlendirme sistemleriyle birlikte geleneksel proje tasarım, yapım ve işletme anlayışı da değişerek bütünsel bir bakış açısı geliştirilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanacak bina projelerinde uzmanlık alanlarının da çeşitlenmesiyle katılımcı sayısı artmış, eş zamanlı ve bütünsel koordinasyon sağlanması gereği ortaya çıkmıştır. Türkiye'de Enerji Kimlik Belgesi ile binalardaki enerji gereksinimi ve enerji tüketim sınıfı belirlenerek, bir enerji performansı oluşturulması amaçlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir mimarlık açısından değerlendirilmiş, Avrupa normlarına bağlı ve ilk sürdürülebilir mimarlık bina değerlendirme sistemi olması bakımından çalışma kapsamında incelenmiştir.

Bütün incelemeler neticesinde enerji verimliliği açısından bina projeleri değerlendirilirken, çevresinde mevcutta bulunan binaların konforunu da etkileyen yani enerji verimliliğine göre tasarlanmış olmaları gerekliliği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Yenilenebilir Enerji, Pasif-Aktif Enerji, Kollektör, Pil

OBSERVING THE EFFICIENCY OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN SUSTAINABLE ARCHITECTURE

ABSTRACT

By protecting the atmosphere, water and soil, living groups can continue their lives in a safe and peaceful manner. Mankind needs nature in order to sustain its life on earth and should therefore be protected. In terms of sustainable architecture, there is a condition to maximize the evaluation of renewable energy sources, to reduce the consumption of non-renewable resource types and the efficiency of all types of materials used.

A global threat has arisen as a result of excessive consumption of non-renewable resource types in the world and the unconscious consumption of these resources. Today, every sector has started to offer solutions for itself in order to create the agenda of the negativities and to reduce the consumption of non-renewable resource types with the awareness of individuals.

According to the researches, since solar panels work with 20-25% efficiency, it is inevitable that the construction industry started to work to build buildings that will increase the efficiency of renewable energy sources in sustainable architecture in the GES power plants in the region, with a 1 kW system. Based on this context, the construction sector has put forward the concept of “sustainable architecture” that can produce the energy it needs and designed accordingly. With the start of sustainable architecture building projects, certification systems have been established to measure the efficiency of renewable energy sources. Energy efficiency should be taken into account in the new buildings, as the existing buildings reduce their overconsumption of non-renewable resource types. Along with building evaluation systems using renewable energy sources, the traditional project design, construction and operation concept has also changed and a holistic perspective has been developed. With the diversification of areas of expertise in building projects that will use renewable energy resources, the number of participants has increased and the need for simultaneous and holistic coordination has emerged. Energy Performance Certificates in Turkey with determined energy requirements and energy consumption in buildings class, aimed at building an energy performance. Renewable energy sources were evaluated in terms of sustainable architecture, they were examined within the scope of the study in terms of being the first sustainable architecture building evaluation system, which is connected to European norms.

As a result of all the examinations, while building projects are evaluated in terms of energy efficiency, the necessity of being designed according to energy efficiency, which affects the comfort of the existing buildings around, has been revealed.

Keywords: Sustainability, Renewable Energy, Passive-Active Energy, Collector, Battery

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
I. GİRİŞ.....	1
A. Tezin Amacı	1
B. Tezin Yöntemi	1
C. Tezin Kapsamı	2
II. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMININ TANIMI VE GELİŞİMİ.....	4
A. Sürdürülebilirlik Kavramı	4
B. Sürdürülebilirliğin Tanımı	4
C. Sürdürülebilirliğin Kapsamı	5
D. Sürdürülebilirliğin Önemi	5
E. Sürdürülebilirliğin Türleri.....	6
1. Ekolojik Sürdürülebilirlik	6
2. Ekonomik Sürdürülebilirlik.....	6
3. Sosyolojik / Toplumsal Sürdürülebilirlik.....	7
F. Sürdürülebilirlik Kavramının Tarihsel Gelişim Süreci	7
III. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ KAVRAMININ TANIMI VE GELİŞİMİ	10
A. Sürdürülebilir Mimari Kavramı.....	10
B. Sürdürülebilir Mimarlık Kavramının Tanımı	10
C. Sürdürülebilir Mimarlık Kavramı Gelişimi	10
D. Sürdürülebilir Mimarlık İlkeleri	11
1. Kaynak Yönetimi	12
a. Enerjinin Etkin Kullanımı	12
b. Suyun Etkin Kullanımı	12
c. Malzemenin Etkin Kullanımı	13
2. Yaşama Denge Tasarımı	13
a. Yapım Öncesi Aşama.....	13
b. Yapım Aşaması.....	13
c. Yapım Sonrası Aşama.....	14
3. İnsana ve Çevreye Saygılı Tasarım	14
a. Doğal koşulların korunması	15
b. Kentsel Tasarım ve Arsa Planlaması	16
c. İnsan Sağlığı ve Konforu İçin Tasarım	16
IV. ENERJİ.....	17
A. Enerji Nedir	17
B. Enerji Çeşitleri	17

1. Yenilenemez Enerji Kaynakları	17
a. Petrol	18
b. Doğalgaz	18
c. Kömür	18
d. Nükleer Enerji.....	18
2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	18
a. Güneş Enerjisi	19
b. Rüzgâr Enerjisi	23
c. Hidroelektrik Enerjisi.....	23
d. Jeotermal Enerjisi	23
e. Biokütle Enerjisi	23
f. Gel-git ve Dalga Enerjisi	24
g. Hidrojen Enerjisi.....	24
C. Dünya’da Enerji Durumu	24
D. Dünyada Yenilenebilir Güneş Enerjisinin Kullanıldığı Yapılar	24
1. Dardesheim, Almanya PV ve Rüzgar Uygulaması	28
2. Japonya PV Çatı Uygulamaları	29
3. Almanya–Europark PV Uygulaması	29
4. Hong Kong PV Uygulaması.....	30
5. Diğer Örnek PV Uygulamaları.....	31
E. Türkiye’de Enerji Durumu.....	32
F. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Yapı Uygulamaları.....	32
1. Didim, Aydın Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Sistem	32
2. Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Sistem Uygulaması	33
V. YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİLMESİ İSTENEN KOORDİNATA	
GÖRE VERİMLİLİĞİN İRDELENMESİ.....	34
A. Fotovoltaik Panel Sistemleri Hesaplama Yöntemleri.....	34
1. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Yapılan Hesaplamalar.....	34
2. Web Uygulamaları İle Yapılan Hesaplamalar	35
a. Andrew Marsh Web uygulaması.....	36
i. Andrew Marsh ile Güneş ışınlarının geliş açılarının hesaplanması	36
ii. Andrew Marsh web uygulaması ile PV panel açılarının hesaplanması	37
iii. Andrew Marsh web uygulamaları ile solar radyasyon miktarının hesaplanması	37
b. CM SAF PVGIS web uygulaması	38
i. CM SAF PVGIS web uygulaması ile panel eğim açılarının hesaplanması	38
ii. CM SAF PVGIS web uygulaması ile solar radyasyon miktarlarının hesaplanması	39
iii. CM SAF PVGIS ile PV panellerinin enerji üretim miktarının hesaplanması	39
VI. ÇALIŞMA ALANI, KULLANILAN VERİ VE TEST ALANI	
UYGULAMASI.....	41
A. Çalışma Alanı ve Kullanılan Veri	41
B. Test Alanı Uygulaması	45
1. Elektrik Tüketiminin Hesaplanması;.....	45
2. Karşılaştırmalar, Hesaplamalar Ve Seçimler	46
a. Şebeke Bağlantı Seçimi	46
b. Panel Seçimi	46

c. Panel Alt Yapı Seçimi.....	47
d. Sistem Karşılaştırmaları.....	53
e. Tasarım.....	53
i. Alternatif Çözüm	53
ii. Örnekler Sistemler Ve Sistem Elemanları	54
f. Uygulanan Sistem.....	58
g. Enerji Ve Maliyet Hesabı	58
VII. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	59
VIII. KAYNAKÇA.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	69

KISALTMALAR

EMO	: Elektrik Mühendisleri Odası
GES	: Güneş Enerji Santralleri
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
BM	: Birleşmiş Milletler
AET	: Avrupa Ekonomik Topluluğu

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1: Şebekeye Bağlı (On-Grid) Sistem [Url-1]	19
Şekil 4.2: Şebekeden Bağımsız (Off-Grid) Sistem [Url-1]	20
Şekil 4.3: Sabit Sistemler [Url-2]	20
Şekil 4.4: Tek Eksenli Hareketli Sistemler-1 [Url-3]	21
Şekil 4.5: Tek Eksenli Hareketli Sistemler-2 [Url-3]	21
Şekil 4.6: Çift Eksenli Hareketli Sistemler-1 [Url-4]	22
Şekil 4.7: Çift Eksenli Hareketli Sistemler-2 [Url-4]	22
Şekil 4.8: Commerzbank Tower binası [URL-5]	25
Şekil 4.9: İngiltere, Londra BedZED PV uygulaması [URL-7]	26
Şekil 4.10: Pearl River Tower binası [URL-8]	26
Şekil 4.11: Dardesheim, Almanya rüzgar enerjisi türbini ve çatı üzeri PV uygulaması (Beermann, 2009)	28
Şekil 4.12: Villa Garten Shin-Matsudo ve Tiara Court Kasukabe, Japonya PV uygulaması [URL-10]	29
Şekil 4.13: Europa Park Rust, Almanya PV uygulaması [URL-11]	30
Şekil 4.14: Hong Kong'da PV panel çatı uygulaması yapılmış bir okul binası [URL-12]	30
Şekil 4.15: EİE Didim Güneş ve Rüzgar Enerjisi Araştırma Merkezi [URL-14]	33
Şekil 4.16: YEGM parkı tesis binası fotovoltaik panel montajı [URL-14]	33
Şekil 5.17: Bakı yönleri ve yüzey penceresi (Yılmaz, 2017)	35
Şekil 5.18: Raster veri hücre yükselti değerleri (Yılmaz, 2017)	35
Şekil 5.19: CM SAF PVGIS- interaktif harita [URL-20]	38
Şekil 5.20: Solar Radyasyon Sonuçları [URL-20]	40
Şekil 6.1: Çalışma Alanı	41
Şekil 6.2: Teras Kat Planı	42
Şekil 6.3: Normal Kat Planı	42
Şekil 6.4: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) [URL-21]	43
Şekil 6.5: Yalova İli Global Radyasyon Değerleri [URL-21]	43
Şekil 6.6: Yalova İli Güneşleme Süreleri [URL-21]	44
Şekil 6.7: Yalova İli Toplam Güneş Radyasyonu [URL-21]	44
Şekil 6.8: Yalova İli ve İlçeleri Toplam Radyasyon ve Güneşleme Değer Süreleri [URL-21]	44
Şekil 6.9: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Fatura Hesaplama Aracı	45
Şekil 6.10: Sabit Panelin Yıllık Ortalama Enerjisi	49
Şekil 6.11: Sabit Güneş Sisteminin Maliyeti	50
Şekil 6.12: Güneş Takip Sisteminin Yıllık Ortalama Enerjisi	50
Şekil 6.13: Güneş Takip Sisteminin Maliyeti	50

Şekil 6.14: Kurulu Sabit Panel [Url-4].....	54
Şekil 6.15: Sabit Panel Ayakları [Url-4].....	54
Şekil 6.16: Dik Monte Edilmiş İki Sabit Panelin Kurulmuş Hali	55
Şekil 6.17: Yatay Monte Edilmiş 8 Sabit Panelin Kurulmuş Hali.....	55
Şekil 6.18: Yan Görünüşler-1	55
Şekil 6.19: Yan Görünüşler-2	56
Şekil 6.20: Ön Görünüş.....	56
Şekil 6.21: Vaziyet.....	57
Şekil 6.22: Uygulama Güney Cephesi	57
Şekil 6.23: Uygulama Doğu Cephesi	58

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 6.1: Aylık ve Yıllık Elektrik İhtiyacı	46
Çizelge 6.2: Fiyat ve Boyut Karşılaştırması	47
Çizelge 6.3: Sabit ve Hareketli Solar Panellerin Maliyet Farkı ve Oranı Tablosu	48
Çizelge 6.4: Sabit ve Hareketli Solar Panellerin Gelir Farkı ve Oranı Tablosu	48
Çizelge 6.5: Sabit ve Hareketli Solar Panellerin Üretim Farkı	49
Çizelge 6.6: Sabit ve Hareketli Solar Panellerin Maliyet-Yıllık Üretim ve Gerekli Kurulum Alanı Fark Tablosu	49
Çizelge 6.7: Sabit Panel Maliyeti.....	51
Çizelge 6.8: Sabit ve Hareketli Solar Panellerin Karşılaştırma Tablosu	53
Çizelge 6.9: Sabit Panel Tercihinde Maliyet.....	58

I. GİRİŞ

A. Tezin Amacı

Çalışmada yeni yapılacak yapıların, yapılacağı coğrafi konumu göz önüne alınarak, uygulanacak Güneş Enerji Sistemlerinin (Güneş pili, kollektör, trombe duvarı, vs.) verimliliğinin artırılabilceği araştırılmıştır. Öte yandan Güneş Enerjisinin pasiv mimari tasarımı passiv mimari tasarımı konusunda verimliliği nasıl artırabileceği anlaşılmıştır.

B. Tezin Yöntemi

Yöntem olarak, Güneş enerjisinin, dünyamız üzerine düşürdüğü enerjinin, bulunduğumuz veya belirleyeceğimiz bir bölgeye, teorik olarak gönderdiği enerji miktarı ve faydalanma şekilleri araştırılmıştır.

Bu teorik bilgiler ışığında, Yalova ili sınırları içerisinde inşa edilmekte olan 30 konutluk alan test çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. Yalova ili Kuru Beldesinde bulunan yapının teras katında 600 m² kullanılabilir alan üzerinde uygulanması irdelenerek projelendirmelerde faydalanma şekli ve miktarı hesaplanmıştır. Böylece sürdürülebilirlik konusu somut şekilde test edilmiştir.

Bu çalışmanın giriş bölümü içinde tezin amacı, yöntemi ve kapsamı açıklanmaktadır. Tezin ikinci bölümünde sürdürülebilirlik kavramı tanımlanmış ile gelişim sürecinden söz edilmiştir. Tezin üçüncü bölümünde sürdürülebilir mimari kavramının tanımından, gelişiminden ve sürdürülebilir mimarlık ilkelerinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde enerji konusundan bahsedilmiş, enerji çeşitleri, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları, dünya da ve Türkiye’de enerji durumu incelenmiştir. Tezin beşinci bölümünde Yalova ili Kuru Beldesinde bulunan 30 konutluk inşa edilmiş bir iskân sitesinde projelendirmelerde faydalanma şekli ve miktarı hesaplanarak belirlenmiştir. Tezin altıncı bölümünde sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

C. Tezin Kapsamı

Küresel açıdan araştırıldığında gelişimini devam ettiren uluslarda süratli insan sayısındaki artışla orantılı şekilde enerji ihtiyacının da arttığı izlenebilmektedir. İnsan sayısında artışın getirdiği bina artışıyla enerji tüketilmesi de gittikçe hız elde etmiştir. Enerji tüketilmesi ile ilişkili olarak kaynakların kıt olması nedeniyle, enerji kullanımı dengesi bozulmakta ve mimari yapıda olumsuz olarak etki altında kalmaktadır. Mimari yapının bozulması nedeni ise, enerji gereksinimini sağlamak açısından fosil yakıtların kullanımına devam edilmesidir. Ayrıca mimari yapının bozulmasının dışında toplumsal yaşamda da bozulmalar olmaktadır (Karabulut, 2012).

Bir şehrin bulunduğu alanı ve alanda hayatını sürdüren insanlar meydana getirir ve sosyal yaşamın gereksinimleri sözkonusu oluşumu yönlendirir. Çalışmamızda da sürdürülebilir mimari, enerji ve yenilenebilir enerji konuları ele alınmıştır. Yenilenebilir enerji için önemli faktörlerden biri zaman-maliyet kavramlarıdır. Bu unsuru en iyi biçimde kullanabilmek, tasarım sırasında en uygun yapım sistemini seçmek ve yapım aşamasında seçilen sistemi en doğru şekilde uygulamakla olur. Ayrıca sürdürülebilir mimarlık ve yenilenebilir enerji ilişkisi incelenmiştir. Bununla birlikte sürdürülebilir mimarlık sistemleri üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Ayrıca sürdürülebilirlik açısından yenilenebilir enerji türleri incelenmiştir.

Tarihsel oluşum ve gelişimde araştırmalar sonucu hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşmenin etkili olduğu görülmektedir. Sürdürülebilir mimaride yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımı, sosyal ihtiyaçlar, giderlerin etkisi değerlendirilmiştir. Yenilenebilir enerji türlerinden güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerjisi, jeotermal enerjisi, biokütle enerjisi, gel-git ve dalga enerjisi, hidrojen enerjisi sürdürülebilir mimarlık bakımından değerlendirilmiştir (Kuşçu, 2006).

Enerji tüketimindeki artışın başlıca sebepleri, sürdürülebilir mimarideki gelişmeler ile binaların hızlı artışıyla orantılı olarak çevresel faktörlerin değişiminde görülen hızlılıktır. Binalar önemli ölçüde hayatları süresince enerji gereksinimi olan geniş sektör kollarına yayılmaları nedeniyle, yenilenebilir enerji türlerinin kullanımındaki farklılaşmaların belli başlı nedenleri arasında bulunmaktadır.

Çalışmada, dünyadaki kullanımı giderek yaygınlaşan yenilenebilir enerji üretim sistemleri konusunda ‘‘Güneş Enerjisi’’ kaynaklı sistemler ele alınarak, bu enerji üretim sistemlerinin verimliliği incelenmiştir.

Çalışma alanı olarak, Yalova ili Kuru Beldesinde bulunan 30 konutluk inşa edilmiş bir iskân sitesi seğilmiştir.

II. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMININ TANIMI VE GELİŞİMİ

A. Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilirlik günümüzde mimarlık ve diğer bilim dallarında ihtiyaçların karşılanırken çevreyi göz önünde bulundurarak doğal kaynakların bilinçli kullanılması ve de bina için veya diğer elemanlar için enerjinin dönüşümünün sağlandığı olgunun ifadesidir.

Çevre sorunları, ekonomi sorunları, hızlı nüfus artışı, maddi imkanların kullanım problemi ve hızlı kentleşme bu kavramın sorunları içerisine girmektedir ayrıca bu konu için oluşturulacak ana temel sorunları içermektedir. Bu nedenle toplumsal gelişme sadece günümüz insanının ihtiyaçlarını değil gelecek kuşakların da ihtiyaçlarının karşılanması problemini ortaya koymuştur. Sürdürülebilir ilerleme çevresel yaşam kalitesi, sosyal yaşam kapasitesi, ekonomik kalkınmayı sağlaması amaçlanmıştır.

B. Sürdürülebilirliğin Tanımı

Sürdürülebilirlik, Ortak Geleceğimiz Raporu'nda "bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamak" (Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu, 1991) biçiminde tanımlanmıştır.

Sürdürülebilirlik küresel ısınma, çevre kirliliği ve doğal kaynakların kullanımının artması sebebiyle son yıllarda göz önünde bulundurulmuş bir olgu olarak ortaya çıkmaktadır. Sürdürülebilir gelişme çevre değerlerinin ve doğal kaynakların tasarruflu şekilde kullanılmasıdır. Savurganlığa yol açmayacak bir biçimde bugünün kuşağını ve gelecek kuşağı göz önünde bulundurarak oluşturulan çevreci dünya görüşüdür. "Sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin elimizde bulunan çevresel

ekonomik ve sosyal ihtiyaçları bütünleştirecek ve karşılayacak çalışmanın adına denir’’ (Yılmaz, 2007).

‘‘Doğal ve insan eliyle yapılmış olanlar arasında kurulan dengenin ve olgunun adı sürdürülebilirliktir, nasıl doğal olan kendini yeniliyorsa, kendini çözümlenebiliyorsa, sürdürülebilir olanda kendini yeniler, bir enerji kaynağını tüketmeden başka bir enerji kaynağına dönüştürür’’ (Zinzade, 2010).

C. Sürdürülebilirliğin Kapsamı

Sürdürülebilirlik ekonomik sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirlik olarak üçe ayrılır. Ekonomik sürdürülebilirlik az maliyet ile fazla gelir elde etmeyi amaçlayan, az sermaye ile fazla üretim malzemesi elde etmeyi amaçlayan kavramın adına diyebiliriz. ‘‘Ekonomik sermaye sadece kullanılan kaynakların tüketimi ile ilgili değil ayrıca kullanılan hava ve suyu da göz önünde bulundurularak kaynakların sürdürülebilir olup olmadığı hesaba katılmalıdır. Enerji ve hammaddenin azaltılması, yenilenebilir kaynak ve enerjilerin etkin kullanılması sonucu maliyetlerin azaltılmasına ekonomik sürdürülebilirlik diyebiliriz’’ (Yılmaz, 2007).

D. Sürdürülebilirliğin Önemi

‘‘İç ve dış hava kalitesinin, üretim ve kullanım, ayrıca insan sağlığının olumlu şekilde etkileyecek şekilde sürdürülebilirliğin insanlar üzerine etkisi vardır. Sağlıklı iç çevre ve bina içi atmosfere herhangi zarar verecek toksik madde salınımını azaltması sürdürülebilirliğin etkisi sebebiyle oluşur. Sağlıklı hava ve hava kalitesini artıracak insanların daha sağlıklı ve ferah ortamlarda nefes alacağı bir hava kalitesi sağlamak sürdürülebilirliğin içine dahildir. Filtre sistemleri ve bitki kullanımı ile iç atmosferin kalitesinin artırılması sürdürülebilirliğin getirileridir’’ (Özçuhadar, 2007).

Bitkiler çok değerlidir. Bitkilerin havayı temizleme özelliği sürdürülebilir ve yenilenebilir özellik olarak kullanılması gerekmektedir. Sürdürülebilir binalarda enerji etkinliği, enerji kullanımı ve ısıtma soğutma sistemleri ile enerji tasarrufu yapılır. ‘‘İyi tasarım yapılırsa ekolojik malzemeler küresel çevre yıkımına neden olmayacak malzeme seçimi özen gösterilmesi örneğin ağaç kullanılacaksa orman alanların korunması ilkesi göz önünde bulundurulmalıdır. Kıyı şeritlerinde görsel ve

yapısal etkilerin azalmasına sebep olabilir, ayrıca bina ve yapıların yerleştirilmesinde su kaynaklarının kirletilmesinin azaltılmasında sürdürülebilirliğin etkisi vardır” (Bilge, 2007).

E. Sürdürülebilirliğin Türleri

1. Ekolojik Sürdürülebilirlik

Ekoloji kelimesi, Antik Çağ felsefesinin kullandığı LOGOS ve OIKIA terimlerinin bir araya getirilmesi ile oluşturulmuştur. Logos, eski Yunanca’ da, akıl, mantık, bilim anlamına gelmekle birlikte, daha çok, değişmeyen evrensel yasa manasında kullanılmıştır. Oikia ise ev anlamındadır. (Kışlalıoğlu ve Berke, 1999) Ekoloji, canlıların hem kendi aralarındaki hem de çevreleriyle olan ilişkilerini tek tek veya birlikte inceleyen bilim dalı olarak ifade edilmektedir (TDK, 2015).

Oxford İngilizce Sözlüğü’nde ise ekoloji, hayat biçimleri ve yetiştikleri ortamlarına kadar, yaşayan organizmaların ilişkileriyle ilgilenen bir bilim dalı şeklinde açıklanmaktadır (Cook, 2001).

Ekoloji, bir ürünün üretiminden yok oluşuna kadar geçen süreçte çevre sistemlerinin olumsuz etkilenmesini en aza indirgeyecek sistemlerin bilimsel olarak araştırılıp uygulanmasının yollarını arayan bilim dalıdır. Terim olarak, ilk defa Alman biyoloji uzmanı Ernst Haeckel tarafından 1866 yılında kullanılmıştır (Tönük, 2001).

2. Ekonomik Sürdürülebilirlik

Ekonomik sürdürülebilirlik; yatırım ve kullanım maliyeti olarak ikiye ayrılmaktadır. Yapım süreçleri ile ve yapı elemanları ve malzemelerinin düşük maliyetli olmalarının yanı sıra, yüksek dayanıklılığa ve tekrar kullanılabilirliğe sahip olmaları önemli olmaktadır.

Bu şekilde binaların yenilenerek tekrar kullanılabilmeleri yoluyla “kaynağın uzun vadeli verimliliği” sağlanmaktadır. Düşük kullanım giderleri, binanın enerjiyi tutumlu kullanması, bakım ve işletiminin kolay olması ile sağlanmaktadır. Sürdürülebilirliğin sosyal ve kültürel boyutları ise sağlık ve konforun korunması ve koruma projelerinin temel amacı olan değerlerin korunması faktörleridir (Cole, 1999).

3. Sosyolojik / Toplumsal Sürdürülebilirlik

Sosyal sürdürülebilirlik kapsamında şu maddeler sıralanabilir;

- Hayat kalitesinin olumlu gelişmesine olanak sağlaması,
- Kültürel bütünlüğün sağlanması,
- Toplum içinde sosyal adaletin gerçekleşmesi,
- Bireyin kendine güveninin artırılması,
- Ulusların da bireylerin de uluslararası bütün kararlara aktif katılım cesaretinin verilmesi,
- Topluma fırsat verilmesi ve halkın yetkilendirilmesinin sağlanması (Du Plessis, 1998).

E. Sürdürülebilirlik Kavramının Tarihsel Gelişim Süreci

Sürdürülebilirlik kavramı çevre sorunlarının 18. yüzyılda baş göstermesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Sanayi devrimi etkileri ile 18. yüzyılın sonlarına ve 19. yüzyılın ortalarına kadar insanlık, dünya, üretim ve yaşama normları büyük değişimler ve gelişmeler yaşamıştır. Üretim, tüketim artmıştır. Bu değişim ve gelişmeler çevre üzerinde önemli etkiler oluşturmuştur. Tüm yeni ekonomik, sosyal, kültürel etkinlikler sonucu ortaya çıkan atıklar bilinçsizce doğaya boşaltılmış ve çevre sorunları büyük boyutlara ulaşmıştır. Bunun sonucunda, 19. yüzyıl sonlarına doğru çevreye verilen zarar insanlığın dikkatini çekmiş ve çevrecilik fikirleri yaygınlaşmaya başlamıştır.

II. Dünya Savaşı'nın başlaması ile birlikte çevrecilik duraksama göstermiştir. Savaş sonunda ise kalkınmacı ekonomi önem kazanmıştır. Kalkınma, yapılan her üretim faaliyetini çevreye etkilerini ölçmeden geçerli ve kabul görmüştür. Savaş sonrası yürütülen ekonomik faaliyetler çevreye verilen tahribatı artırmış ve kaynakların hızla tüketilmesine sebep olmuştur. Açık maden ocakları doğaya zarar vermiş ve maden atıkları su döngüsünü bozmuştur. Bu atıklardan biri olan kükürt, asit yağmurlarına neden olmuştur. Bu süreçte gelişmiş ülkeler, az gelişmiş ülkelerin doğal kaynaklarını ve insan gücünü sömürmüş ve üretimde kimyasal kullanımı artmıştır. Tüm bu etkiler sonucu insan ve hayvan sağlığı önemli ölçüde zarar görmüştür (Kıvıllı, 2006).

Bunların sonucunda dikkatler çevre ve yaşam kalitesi üzerine yoğunlaşmıştır. Özellikle 1960'lı yıllarda çevresel bozulmanın boyutu ve ekolojik sonuçları açıkça kavranmış ve 1970'ler sivil toplum örgütlerinin etkin rol oynamaya başladıkları bir

dönem olmuştur. Çevrenin ve doğanın korunması için mücadele eden Green Peace (Yeşil Barış) 1971 yılında kurulmuştur. 1972’de Ward ve Dubos tarafından çıkarılan ‘Only One Earth’ adlı eser, çevre ve kalkınma arasındaki bağları ve aynı yıl Stockholm’ da insani çevre konulu Birleşmiş Milletler (BM) konferansının toplanmasına neden olan endişeleri konu almıştır.

Çevre konularının ele alındığı ilk kapsamlı girişim ‘Stockholm Konferansı’dır. Konferanstaki tartışmalar, 1970’lerde yeni gelişmeye başlayan küreselleşme konusu etrafında olacağı beklenirken, sanayileşmiş ülkeler ve kirlilik üzerinde yoğunlaşmıştır. Konferans sonucunda, Çevre Programı (United Nations Environment Programme) kurulmuştur ve 1973’te Avrupa Ekonomik Topluluğu’nun (AET), 1. Çevre Eylem Programı yürürlüğe girmiştir. Bu dönemden sonra belirli dönemleri kapsayan eylem programları uygulamaya konulmaya başlanmıştır.

1980’de yayınlanan ‘Dünya Güvenlik Stratejisi’ tartışmaya açık olmakla beraber sürdürülebilir kalkınmayla ilgili ilk küresel açıklama niteliğinde olmuştur. Dünya Güvenlik Stratejisi’nde net olarak tarif edilmemekle birlikte kalkınma ve koruma kavramları arasında uyum olması gerektiği ele alınmıştır ve çevresel, ekonomik, sosyal problemlere değinilmiştir.

1987’de Norveç başbakanı Gro Harlem Brundtland’ın adıyla anılan ‘Ortak Geleceğimiz’ adlı rapor, sürdürülebilirlik veya sürdürülebilir kalkınma kavramının uluslararası gündeme yerleşmesini sağlamıştır. Brundtland raporu 1960’ların kalkınmacı ideolojisi ile 1970’lerin çevreci ideolojisini uzlaştıran bir hareket olarak kabul edilebilir.

Sürdürülebilir kavramının uygulanmasına yönelik çalışmaların temel adımı ise, 1992-Rio Konferansı olarak görülebilir. Çevre konusunda BM’nin düzenlediği ilk uluslararası geniş kapsamlı konferans olan 1972-Stockholm Konferansı’ndan 20 yıl sonra düzenlenen Rio Konferansı’na gelinceye kadar çevreye bakış açısı oldukça değişmiştir. Rio’da bilimsel, çevresel, ekonomik ve sosyal kaynakların dengeli kullanılması ve sürekliliklerinin sağlanabileceği bir sistem oluşturulması temel fikirdir. Rio Konferansı sonucunda Rio Deklarasyonu, İklim Değişikliği Sözleşmesi, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve Gündem 21 adlı önemli belgeler üretilmiştir (Kımillı, 2006).

Gündem 21, sürdürülebilir kalkınma ile ilgili taahhütler konusunu içermesi bakımından bunların içinde özel bir önem arz etmiştir. Gündem 21 sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için bir eylem planı niteliğindedir (UIA,1993).

Ayrıca Habitat II Gündemi'nde de vurgulandığı gibi inşaat sektörü, sosyoekonomik yapının gelişmesinde ve yaşam kalitesinin artırılmasında önemli bir etkiye sahiptir. Bu da inşaat sektörünün ciddi anlamda çevresel etkilerinin olduğunu göstermektedir. Bu gerçekten hareketle, uluslararası düzeyde kabul görmüş olan ‘sürdürülebilir yapım gündemi’nin oluşturulmasına ve bu bağlamda sürdürülebilir yapım konusunda ciddi çalışmalar yapılmasına yönelik önemli bir ihtiyaç ortaya çıkmıştır (Hoşkara ve Sey, 2008).

1993 Viyana'da toplanan İnsan Hakları, 1994 Kahire'de toplanan Dünya Nüfus, 1995 Kopenhag'da toplanan Sosyal Kalkınma, 1995 Pekin'de toplanan Dünya Kadın Konferansları ve 1996 Habitat II İnsan Yerleşimleri Konferansı, 1997 Kyoto protokolü ve benzerleri ile farklı düzlemlerde ilerlemiştir.

2002 yılına gelindiğinde Johannesburg Zirvesi yapılmıştır. Dünya kaynaklarının korunması, sürdürülebilir kalkınma ve insan hayatının standartının yükseltilmesi önündeki engeller ve sorunlar tanımlanmış, sürdürülebilir kalkınma için yüze yakın eylem önerilmiştir (Kımillı, 2006).

III. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ KAVRAMININ TANIMI VE GELİŞİMİ

A. Sürdürülebilir Mimari Kavramı

Sürdürülebilir mimari tasarım enerji ve kaynakların tüketimini azaltmaya yöneliktir. “Sürdürülebilir mimarlık, insan eliyle tasarlanan ve de doğal çevre üzerinde minimum etkiye sahip olan mimarlık olarak tanımlanabilir” (Bilge, 2007). Sürdürülebilir mimari ve tasarımda enerji ve su etkinliğinin korunumu artırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması önemlidir. “Bina yapım aşamalarında çevredeki toksik ve zararlı maddelerin kullanılmaması, hammadde ve malzemelerin etkin kullanılması göz önünde bulundurulur” (Günel, 2004). “Mimari eserin inşaatı sırasında çevresel etkileri, güvenlik sorunları oluşturmayacak malzeme ve ürünlerin seçilmesi, inşaat sırasında oluşan atığın ve bina sonrası oluşacak atıkların sürdürülebilir mimari tasarımın ön şartlarından biridir” (Günel, 2004).

B. Sürdürülebilir Mimarlık Kavramının Tanımı

Sanayi devrimiyle birlikte yapılaşma ve enerji kullanımının artmıştır. 1970’lerde çevre bunalımı yaşanmış ve çevrecilik yeniden gündeme gelmiştir. Avrupa kıtasının yaklaşık olarak yarısının binaların kullanımı, işletmesi toplam enerjinin %25’ini tüketmektedir. 25% ‘lik bu enerji için fosil kaynaklar kullanılmaktadır. Güneş enerjisini tükenmeyen bir kaynak olarak düşünmek ve çevreyi bu düşünceyle tasarlamak gerekmektedir (Tönük, 2001).

C. Sürdürülebilir Mimarlık Kavramı Gelişimi

“Sürdürülebilir mimarlık kavramının gelişmesi bazı kriterlere ve sürece bağlı oluşmuştur. Öncelikle bunun bir tarihsel sebebi vardır. Tarihsel sebeplere bağlı olarak sürdürülebilir mimarlık kavramı şehirlerin gelişmesi, teknolojinin gelişmesi ve ileri teknoloji sonucu oluşan modern mimarinin getirileri sürdürülebilir mimarlık kavramının nedenlerini ortaya çıkarmıştır” (Günel, 2004).

Şehirlerin gelişmesi ile ve insan popülasyonunun artması ile yer sıkıntısı ve enerji sıkıntıları oluşmuştur. Buda sürdürülebilir mimari kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Daha az enerji ile yaşanabilen konut ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Ayrıca kalabalıkların artmasına bağlı olarak ortaya çıkan hava kirliliği sürdürülebilirlik açısından iç hava ve dış hava kalitesinin artmasına dair çözümler ortaya konulmaya başlanılmıştır.

Öncelikle sürdürülebilir mimarlık kavramı, çevreye verdiği zararı ve insan sağlığına zarar veren etkileri azaltan, diğer binalara göre daha az enerji ve su harcamayı hedefleyen bir amaca sahip olmalıdır. Sahaya olan zararları minimum seviyede tutmayı hedeflemelidir. Kaliteli bir iç hava sunan ve iç tasarımda en az enerjiyi harcayan, binayı oluşturan malzemelerin ve mobilyaların yaşam döngüsü içerisinde yapıldığı, geri dönüşümü olan ve çevreye atık bırakmayan malzemelerden seçilmesine dikkat edilmelidir. Binalar kullanım esnasında düşünüldüğü gibi yapım aşamasında da harcadığı enerji düşünülmalıdır. Binanın tarihsel süreç içerisinde toplam enerji kullanımının hesaplandığı tasarımlar oluşturulmalıdır. Bunun gibi birçok fiziksel sebep sürdürülebilir mimarlık kavramının gelişmesine sebep olmuştur. “Mimarlıkta sürdürülebilir gelişmenin ölçeği bu sebeplere bağlı olarak; Küresel ölçekte sürdürülebilirlik, bölgesel ölçekte sürdürülebilirlik ve yerel ölçekte sürdürülebilirlik olarak kendini göstermiştir”(Günel, 2004).

Mimaride sürdürülebilirlik bu boyutlarda gelişirken mimari eserin sürdürülebilir kavramı üç ana başlık altında gelişmiştir; çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik ve sosyal sürdürülebilirlik olarak mimari eserin sürdürülebilir olması sağlanmıştır.

D. Sürdürülebilir Mimarlık İlkeleri

İnsanların ve canlıların ilişkilerini sürdürdükleri, karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları, fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortam ile içinde yaşadıkları doğal ortamdaki oluşan çevre ve yaşam; birbirileri ile doğrudan ilişkili iki kavram olarak karşımıza çıkmaktadır [URL-16].

Sürdürülebilir mimari tasarım şeması ilkeler, stratejiler ve yöntemler olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Bu üç aşama mimarlık ve çevre eğitimi konusunda çevresel

farkındalığın yaratılması, bina ekosistemlerinin anlaşılır hale getirilmesi ve nasıl sürdürülebilir binaları tasarlanabileceği konusunda yol göstericidir. Şemada görülen üç sürdürülebilir mimarlık ilkesini özetle açıklamamız gerekirse;

1. Kaynak Yönetimi

Bina yapımında kullanılan doğal kaynakların çıkarımı, kullanımı ve geri dönüşümünü ele alır. Binanın yapımında kullanılan enerji, su ve doğal kaynakların korunması için bazı önlemler alınması gerekmektedir. Bu hususta, bir yapının inşası esnasında kullanılan doğal kaynakların, bina ömrünü tamamladıktan sonra bir başka yapının inşasında da kullanılabilmesi gerekir.

a. Enerjinin Etkin Kullanımı

Binalarda enerji gereksinimi yapım öncesi dönemde şantiye organizasyonu ile başlar ve söz konusu binanın kullanım ömrü boyunca devam eder. Binada yaşayan kullanıcıların ısıtma, aydınlatma ve havalandırma gibi ihtiyaçları için mutlak suretle enerji gerekmektedir. Günümüzde özellikle bina, ulaşım ve endüstri sektöründeki teknolojik gelişmeler nedeniyle hızla tükenmekte olan fosil yakıtlar ile nükleer yakıtlara alternatif doğal enerji kaynakları konusunda yapılan araştırmalar sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını gündeme getirmiştir (Aykal ve diğ., 2009).

Sürdürülebilir anlayış kapsamında mimarlara düşen görev, binaya giren enerjiyi en aza indirirken en fazla kazanımı elde edecek yenilenebilir kaynakların kullanıma yönelik tasarımlar yapmaktır (Tönük, 2001).

b. Suyun Etkin Kullanımı

Su kıtlığının ortaya çıkmasında pek çok etken söz konusudur. Genel kanın aksine su problemi iklim değişikliğinin sonuçlarından bir tanesi değildir. Artan nüfus ve kötü su yönetimi kullanılabilir su kaynaklarını azaltarak, su kirliliği ve çevre sorunlarına neden olmuştur. Günümüzde ve gelecekte insani gereksinimlerin karşılanıp, gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için sadece fiziksel değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel faktörleri kapsayan bir yönetim yaklaşımı izlenmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım suyun hem bir doğal kaynak hem de miktar ve kalitesine

bağlı olarak, kullanım amacı değişebilen, bir meta olarak kabul edilmesini temel almalıdır. (Evsahibioğlu ve diğ., 2010)

c. Malzemenin Etkin Kullanımı

Doğal malzemelerin korunabilmesi açısından yapılarda malzemelerin etkin olarak kullanılması büyük önem taşımaktadır. Yapılarda malzeme kullanımının artması küresel ve yerel ölçekte meydana gelen çevresel etkileri de arttırmaktadır. Bu bakımdan bir tasarımcı yapının eskiz aşamasından itibaren etkin yapı malzemesi kullanımı ile ilgili yeterli bilince sahip olmalıdır (Sev, 2009).

2. Yaşama Denge Tasarımı

Sürdürülebilir mimarlıkta yapım yaşam döngüsü ilkesi, yapım öncesi evre, yapım evresi ve yapım sonrası evre, strateji başlıkları ile yapıya girdi olan tüm kaynakların doğadan temin edilmesinden başlayarak, kullanımlarını, yaşam döngülerini ve tekrar doğaya dönüşlerini değerlendirmektedir. Yapım yaşam döngüsü yapının, yaşam döngüsü boyunca çevresel sorunlara sebep olmadan doğal sürecin parçası olabildiğini amaçlamaktadır (Kim ve Rigdon, 1998).

a. Yapım Öncesi Aşama

Doğru yapılaşma alanının seçilmesi ve fonksiyon açısından kullanıcı gereksinimlerini karşılayan yapı türlerinin birbirlerine yakın konumlandırılması sayesinde ulaşım enerjisinden tasarruf sağlanarak 24 saat yaşayan mekânlar oluşturulabilir. Yaya ulaşımı kolaylığı, toplu taşıma imkânları ve ulaşım yollarına yakınlık arsa seçiminde dikkate alınmalıdır. Kullanıcıların sosyal ihtiyaçları göz önüne alınarak toplumsal yaşamı destekleyen açık alanlara yakın ve yapının bulunduğu konum itibari ile sokak, cadde kavramından uzaklaşmamış, kullanıcılar üzerinde aidiyet duygusunun kaybolmasına izin vermeyen insan ölçeğinde yapılaşma düşüncesine imkân sağlayan yapı alanları seçilmelidir (Çelebi, 2003; Oktay, 2002).

b. Yapım Aşaması

Yapı alanının korunumu stratejisi, yapılaşma süresince mevcut flora ve faunaya aşılması gereken bir engel olarak değil, aksine uyum sağlanması ve korunması gereken zenginlikler olarak görülmesi düşüncesinden hareketle, yapı ve yapı alanı arasında uygun birlikteliğin sağlanmasıdır. Yapılaşma süresince başta kirlilik olmak

üzere, oluşabilecek gürültü, yer altı ve yerüstü su kaynaklarındaki değişiklikler, kazı ve dolgu çalışmaları sonucu oluşabilecek topografik değişimler dikkatle izlenmelidir. Ulaşım veya çok gerekli sebepler olmadıkça bitki örtüsü, ağaçlar ve su kaynakları ile akış yönleri üzerinde değişiklik yapılmamalıdır. Yapının kullanım süresince oluşturacağı çevresel kirlilik ve değişimler izlenmeli, yapının kullanım bakım ve onarım atıkları ile bu süreçlerde kullanılan enerji miktarları izlenerek denetim altında tutulmalıdır. Yapı tesisatı bileşenleri tarafından kullanılan enerji ve ürettikleri CO2 emisyonları izlenmelidir. Isıtma, soğutma, havalandırma ve yapay aydınlatma elemanları ile yapının fonksiyonuna bağlı olarak kullanılabilen enerji tüketen tesisat bileşenleri için, tasarruflu işletme yöntemleri ve bina otomasyon sistemleri kullanılmalıdır (Gültekin, 2007; Çelebi, 2003).

c. Yapım Sonrası Aşama

Yapım sonrası evre yapının kullanıma hazır hale getirilmesi ile başlamaktadır. Yapı kullanıma başlanılmakta ve kullanım süresince sahip olduğu niteliklere bağlı olarak kullanıcı ihtiyaçlarına cevap vermektedir. Kullanım süreci sonunda, kullanım ömrünü dolduran veya kullanım fonksiyonunu kaybeden yapılar için uygulanabilecek iki seçenek vardır, renovasyon (yapının yeniden kullanımı) veya yıkım. Yıkım süreci, tek başına düşünüldüğünde, doğada oluşturduğu atık miktarı ve enerji kaybı bakımından doğru yöntem değildir. Bu noktada, yapının güncel fonksiyonlar için yeniden hazırlanması veya bu yapılamıyorsa yıkım sürecinde yapıya ait geri dönüşüme uygun malzeme ve bileşenlerin yeniden kullanıma kazandırılması ve yapıya ait alt yapı imkânlarının yeni yapılar için kullanılabilirliğinin araştırılması konularında strateji yöntemleri sıralanabilir.

3. İnsana ve Çevreye Saygılı Tasarım

Mimarlık disiplini temel olarak insanların barınma ihtiyacını karşılamanın yanı sıra, insanların güvenlik, fizyolojik - psikolojik sağlık, konfor standartları ve üretkenliğin devamının sağlayabildiği yapay çevreler üretir. Tasarımcıların amacı, üretilen yapay çevrelerin sağlıklı ve konfor düzeyleri yüksek, buldukları çevreye saygılı yapılar olmasını sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda;

1. Yapay çevrenin doğal sistemler üzerindeki etkisinin azaltılması,
2. Topografik koşullara uyum sağlanması,

3. Yeraltı su seviyesine uyumlu bina yapımı,
4. Mevcut flora ve faunanın korunumu,
5. Yapıların karma kullanımını desteklemek,
6. Toplu taşıma ve ulaşımı desteklemek,
7. Isısal konfor sağlanması,
8. Doğal aydınlatma ve görsel konfor sağlanması,
9. Doğal havalandırmanın sağlanması,
10. Dış mekânla görsel ilişki sağlanması,
11. Farklı fiziksel özelliklere sahip kullanıcılar için engel barındırmayan tasarımlar yapmak,
12. Toksin olmayan, zehirli gaz yaymayan malzeme kullanmak, önem taşımaktadır (Sev, 2009).

a. Doğal koşulların korunması

Doğal çevre, kirlilik ve oluşturulan yapay çevrelerin tehdidi altındadır. Yapay çevrelerin genişleme isteği doğal çevre üzerindeki mevcut ekosistemi ve canlı çeşitliliğini tehdit etmektedir. Yapılaşma faaliyetleri yerel ve bölgesel ölçekte, yapıların yapı yaşam döngüleri boyunca ele alınmalı, ekosistem korunmalı, kirlilik düzeyleri düşürülmeli ve tasarım aşamasında kapsamlı planlama yapılmalıdır. Bu bağlamda sağlıklı ve doğal çevrenin korunumu kapsamında geliştirilecek strateji içerikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

Mevcut ekosistemin korunumu oluşturulan yapay çevrenin tasarım aşamasında düşünülmeli yapı veya yapı guruplarının konumlandırılacakları alan üzerindeki mevcut flora ve faunaya ile yer altı kaynaklarına saygılı olması sağlanmalıdır. Yapılaşma alanındaki topografik yapı üzerinde kazı ve yükseltme çalışmaları ile gereksiz değişikliklerden kaçınılmalıdır. topografik yapıdaki büyük değişiklikler yer altı sularının akış ve rüzgârların hareket yönlerinde değişikliğe sebep olarak mikro klimayı olumsuz etkileyebilmektedir. Ayrıca yapıların yapı yaşam döngüleri boyunca oluşabilecek problemler yer altı suyunda seviye değişikliklerine ve kirlilik düzeylerinin artmasına sebep olabilmektedir (Gültekin, 2007; Tönük, 2001; Çelebi, 2008).

b. Kentsel Tasarım ve Arsa Planlaması

Kentsel tasarım ve arazi planlaması ile ilgili stratejiler bireysel yapılardan daha çok büyük ölçekli tasarımlarda sürdürülebilirliğin sağlanması için gereken yöntemleri kapsamaktadır. (Kim ve Rigdon, 1998)

Kentsel ölçekli bir sürdürülebilir mimari tasarımın kullanıcıları toplu taşımaya teşvik etmesi, bisiklet ve yaya ulaşımına olanak tanınması gerekmektedir. (Kim ve Rigdon, 1998) (Sev, 2009) Binlerce bireysel aracın kullanılan araziye günlük giriş ve çıkışları hava kirliliğine, trafik sıkışıklığına neden olmakla birlikte park yeri gereksinimi de beraberinde getirmektedir. (Kim ve Rigdon, 1998) Oysa toplu ulaşımın kolay hale getirilmesi ile insanların kendi araçlarını daha az kullanmasını sağlayarak, trafik kazalarını, hava kirliliğini ve CO2 emisyonunu önemli bir şekilde azaltmak mümkündür. (Sev, 2009)

Sürdürülebilir kalkınma kapsamında konut binalarının, ticaret merkezlerinin, ofislerin ve alışveriş merkezlerinin birbirlerine yakın planlanması teşvik edilir. Çünkü ancak bu sayede insanların yaşadıkları yerlerin yakınlarında çalışmalarını ve alışveriş yapmalarını mümkün olmaktadır. Bu tasarım anlayışı geleneksel banliyölerden çok daha gelişmiş bir toplum duygusu yaratmasının yanı sıra bölgede sağladığı 24 saatlik aktivite olanağı ile de uygulandığı bölgeyi daha güvenli bir yer haline getirmektedir (Kim ve Rigdon, 1998)

c. İnsan Sağlığı ve Konforu İçin Tasarım

Sağlıklı malzeme kullanımı insan sağlığı için kısa ve uzun vadede oluşabilecek rahatsızlıkları engelleyebilecektir. Yapı malzemelerinde, iç mekân tasarımında kullanılan mobilya ve objelerde bulunabilen kimyasal bileşimler yapıya yerleştirilmelerinden yıllar sonra dahi barındırdıkları uçucu bileşikler yaymaya devam etmektedirler. Hammadde, üretim ve kullanım koşullarına bağlı olarak malzemelerden yayılabilecek çok küçük boyuttaki partiküller kullanıcı sağlığını tehdit edebilmektedir. Ayrıca polyester gibi sentetik malzemelerin yoğun olarak kullanıldığı ortamlarda elektrostatik çekme etkisi sonucu ortamdaki iyon dengesi bozulabilmektedir (Sev, 2009; Çelebi, 2003; Topar, 1996).

IV. ENERJİ

İnsanoğlu hayati ihtiyaçlarını karşılayabilmek, insani gelişimini sürdürebilme adına enerji kavramını hayatının her alanında vazgeçilmez bir unsur haline getirmiştir. Ulaşım, sanayiye, konuttan sağlığa, tarımdan gıdaya tüm sektör ve alanlarda ülkeler, sanayileşme ile birlikte bol ve ucuz enerji ihtiyacı arayışında olmuşturlardır. Bunun yanı sıra temiz enerji elde edilmesi ve kullanılması hususu içinde ülkeler, bu konu üzerinde hassasiyetle durmaktadırlar. Ülkelerin tükettiği veya ihtiyaç duyduğu enerji, gelişmişlik düzeyini gösteren bir kriter olmakta, artan dünya nüfusuyla paralel olarak enerjiye ihtiyaç da artış göstermektedir.

A. Enerji Nedir

Enerji, literatürde bir madde ya da maddeler sisteminin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır. Termodinamikte ise enerji; “bir etki meydana getirebilme kapasitesi, kabiliyeti” olarak ifade edilir. Günlük hayatta “enerji” terimi ile enerjinin geçebilen şekilleri olan iş ve ısı kastedilmektedir. Enerjinin birimlerinden en bilinenleri; BTU, kilogram metre, erg, kilowattsaat ve joule’dir (Öztürk, 2013).

B. Enerji Çeşitleri

Doğada buldukları haliyle, kullanılabilen kaynaklar, “Birincil Enerji Kaynakları”, bu kaynakların bir takım proseslerden geçirilmesi sonrasında meydana gelen enerji türleri ise, “İkincil Enerji Kaynakları” olarak tanımlanmaktadır. Fakat biz enerjiyi çeşitlilik açısından genel olarak 2 ana başlık altında inceleyeceğiz. Bunlar; “Yenilenemez Enerji Kaynakları” ve “Yenilenebilir Enerji Kaynakları” olarak açıklanacaktır.

1. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen (fossil) enerji kaynaklarını kömür, doğal gaz ve petrol ve nükleer enerji oluşturmaktadır. Enerji ihtiyacının karşılanmasında kolay dönüştürülebilir ve

kolay ulaşılabilen kaynaklar olduğundan fosil kaynakların kullanımı oldukça yüksektir, ancak bu kaynakların yakılarak kullanıldığından mevcut kaynak rezervlerini hızla azaltmaktadır. Fosil yakıtların kullandıkça tükenmeleri ve kaynak rezervlerinin sınırlı olması nedeniyle bu kaynaklar yenilenemeyen enerji kaynağıdırlar.

a. Petrol

Petrol, başlıca hidrojen ve karbondan oluşan ve içerisinde az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunan çok karmaşık bir bileşimdir. Normal Őartlarda gaz, sıvı ve katı halde bulunabilir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Genel Müdürlüğü, 2018).

b. Doğalgaz

Enerji tüketiminde petrolden sonra doğalgaz ve kömür önemli rol almaktadır. Enerji tüketiminde petrolün ilk sıralarda yer almasına rağmen artan enerji talebiyle birlikte evre bilinci de artmakta bu doğrultuda karbon salınımı daha az, daha ucuz, temiz ve depolanabilir olan doğalgaz kullanımı artmaktadır. Temiz ve depolanabilir olmasından dolayı güncelik hatta sıkça araçlarda, bina ısıtmalarında ve yemek pişirmelerinde de kullanılmaktadır (Anonymous, 2017).

c. Kömür

Yenilenemez enerji kaynakların bir diğerisi de kömürdür. Kömür içerdiği yüksek karbon değerisiyle çevreye büyük ölçüde zarar vermektedir, ancak kömür düşük maliyetle elde edildiğinden en çok kullanılan kaynaklardan biri olmuştur.

d. Nükleer Enerji

Atom enerjisi veya nükleer enerji, atom çekirdeğinin bölünmesi, parçalara ayrılması (filyon) veya iki atom çekirdeğinin birleşmesi, kaynaşması (füzyon) neticesinde açığa çıkan enerji olarak tanımlanabilir (Tombakoğlu ve diğer, 2011).

2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanıldıklarında çevreye verdikleri zarar fosil yakıtlara göre yok denecek kadar azdır, bundan dolayı yeşil enerji denilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, kullanımı arttıkça miktarında herhangi bir azalma

olmayan temiz enerjilerdir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını ise güneş enerjisi, hidrolik enerji, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, biokütle, dalga (Gel-git) ve hidrojen enerjisinden oluşturmaktadır (Anonymous, 2017).

a. Güneş Enerjisi

En yaygın bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri güneş enerjisidir. Güneş enerjisinden farklı yöntem ve malzemelerle ısı ve elektrik enerjisi elde etmek için kullanılır. Güneş enerji teknolojisinin, ilk yatırım maliyetinin yüksekliği, daha önceki yıllarda ucuz olan petrol ve doğalgaz karşısında rekabet edememiştir.

Fotovoltaik (PV) Sistem

Güneş Enerjisi Sistemlerinde Önemli bir yeri olan fotovoltaik güneş hücreleri, üzerine güneş ışıkları(fotonlar) düştüğünde güneş enerjisini direk olarak DC elektrik enerjisine çeviren ve bu anda silikon, galyum, arsenit, Kadmiyum tellurid ya da bakır İndiyum diselenid gibi yarı iletken materyalleri kullanan bir sistemdir.

Fotovoltaik – Solar Sistemlerin Çeşitleri

Solar sistemleri; şebeke seçimine ve panel altyapı tipine göre 2 başlık altında inceleyebiliriz.

Şebeke Seçimine Göre;

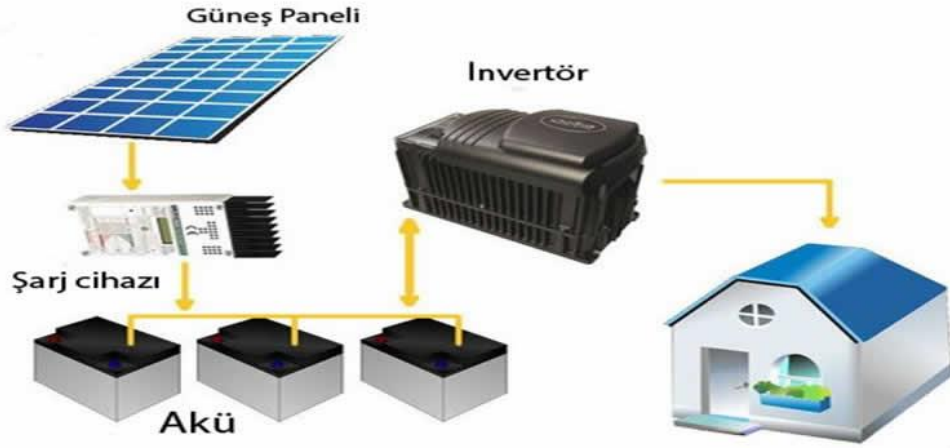


Şekil 4.1: Şebekeye Bağlı (On-Grid) Sistem [Url-1]

Şebeke içi güneş enerjisi sistemi, merkezi elektrik şebekesine bağlı olan ve güneş panellerinden elektrik üreten sistemdir. Fotovoltaik Sistemler ile üretilen elektriğin, üretildiği anda kullanılan ve hiçbir ilave depolama (akü-batarya vb.) ara birimi

bulunmadığından dolayı ihtiyacınızdan fazla üretilen enerjiyi anında şebekeye aktaran Şebekeye bağlı (On-Grid) Sistemler olarak adlandırılmaktadır.

Üretilen elektrik, kullanılmadığı zaman şehir şebekesine satılır. Elektrik üretiminin olmadığı – yetersiz kaldığı durumlarda şebekeden elektrik çekilir. Ay sonu şehir şebekesine verilen – alınan elektrikte mahsuplaşma yapılır.



Şekil 4.2: Şebekeden Bağımsız (Off-Grid) Sistem [Url-1]

Tüketilen elektrik sadece solar paneller tarafından üretilir. Sistem şebekeye bağlı olmadığı için üretilen fazla elektrik enerjisini depolama ihtiyacı duyan sistemdir.

Depolama için aküler kullanılır. Genellikle şebekenin olmadığı bağ evleri gibi yerlerde tercih edilir.

Panel Altyapı Tipine Göre;

Paneller Güney yönüne dönük olacak şekilde belli bir açıyla yerleştirilir. Paneller sabit olduğu için güneşten belli zamanlarda tam verim alınabilir. Bu sistemler maliyeti düşük ve kolay kurulumuna sahip olduğu için daha çok tercih edilmektedir.



Şekil 4.3: Sabit Sistemler [Url-2]

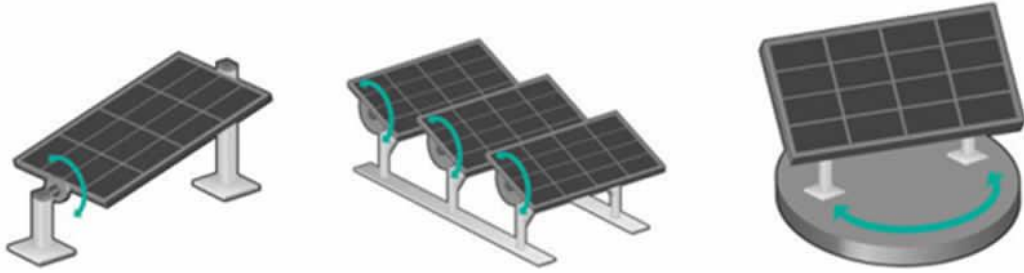
Hareketli Sistemler:

Paneller güneşi takip edecek şekilde bir alt yapıya monte edilir. 2 başlık altında incelenebilir.

Eksen sayısına göre;

- ❖ Tek eksenle kontrol

Bu kontrol sistemlerinde panel sadece tek eksenle hareket etmektedir.



Şekil 4.4: Tek Eksenli Hareketli Sistemler-1 [Url-3]



Şekil 4.5: Tek Eksenli Hareketli Sistemler-2 [Url-3]

Tek eksenli kontrol sistemlerinde çoğunlukla panel, kuzey-güney hattına yerleştirilir ve hareketi doğu-batı ekseninde yapılır.

- Çift eksenle kontrol

İki eksenli kontrol sistemlerinde Güneş'in gökyüzündeki konumunu belirten iki açı değeri ile takip gerçekleştirilir.



Şekil 4.6: Çift Eksenli Hareketli Sistemler-1[Url-4]



Şekil 4.7: Çift Eksenli Hareketli Sistemler-2 [Url-4]

Kontrol yöntemine göre;

- Pasif kontrollü sistemler

Sistemin güneşi takip edebilmesi için gerekli konum bilgisi algılayıcılar tarafından sağlanan ve kapalı çevrim çalışan sistemlerdir. Güneş panellerinin ışığın yoğun olduğu yöne yönelmesi prensibi ile çalışan sistemlerde algılayıcı olarak ışığa duyarlı algılayıcılar veya özel geliştirilmiş algılayıcılar kullanılabilir. Güneş panelinin ön yüzüne yerleştirilen algılayıcı günün değişen saatlerine göre ışığın daha yoğun geldiği yönü algılar ve buna göre bir sinyal üretir. Bu sinyal kontrolör tarafından işlenerek sistemin tek eksenli veya iki eksenli hareketi gerçekleştirilir.

- Aktif kontrollü sistemler

Güneş konumunun belirlenmesi için herhangi bir algılayıcı sistem kullanılmayan, konum bilgisinin matematiksel algoritmalar yardımıyla elde edildiği, açık çevrim takip sistemidir. Güneş'in konumu yıllık ve günlük davranışına göre bazı yaklaşımlarla matematiksel olarak modellenenir. Elde edilen matematiksel modele göre açı değerleri sistemin kontrol değişkenlerini oluşturur.

b. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr, yüksek basınçla alçak basıncın bölgesi arasında yer değiştiren hava akımıdır, hava hep yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru hareket eder. İki bölge arasındaki basınç farkı ne kadar çok olursa, hava akım hızı o kadar çok olur. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında en gelişmiş, ticari açıdan en uygunu ve çevre sorunlarına neden olmayan enerji türü rüzgâr enerjisidir.

c. Hidroelektrik Enerjisi

Hidroelektrik santraller suyun enerjisinden faydalanarak, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle sağlanan bir enerji türüdür. Su kütlesinin düşey bir mesafeden, düşürülmesi sonucu açığa çıkan enerji, türbinlerin dönmesini sağlamak ve jeneratörlerde elektrik enerjisi elde edilmektedir. Santraller içme, kullanma veya sanayi suyu sağlamak amacıyla ırmakların önü kesilerek oluşturulan baraj göllerinde kurulmaktadır (Adıyaman, 2012).

d. Jeotermal Enerjisi

Jeotermal enerji yer kabuğunun çeşitli derinliklerdeki yüksek sıcaklıkta su, gaz buhar veya sıcak kuru kayaların içerdiği, yer kabuğu içerisinde depolanmış bir ısı enerjisidir. Kar, yağmur, deniz ve magmatik suların yeraltındaki gözenekli kayalar kütlelerini besleyerek oluşturdukları rezervuarlar, reenjeksiyon koşulları devam ettiği sürece yenilenebilir olma özelliklerini korurlar (Basar, 2011).

e. Biokütle Enerjisi

Sürdürülebilir, çevre dostu enerji kaynaklarından biride biyokütle enerjisidir. Biyokütle enerjisi kesintisiz enerji sağlayan bir enerji kaynağıdır, güneş ve rüzgâr gibi kesintili değildir. Biokütleden, çok eski çağlardan beri yararlanılmaktadır, ateşin

bulunmasından sonra yemek yapmak ve ısınmak için biyokütle kaynakları kullanılmıştır. Güneş enerjisinin bitkiler tarafından dönüştürülmüş şekli olarak tanımlanabilir, biyokütle enerjisi. Farklı bir ifade ile fotosentez olayı ile kimyasal olarak depo edilen enerjinin daha sonra farklı şekillerde kullanılması olarak ifade edilebilir. Ağaçlar, mısır gibi özel olarak yetiştirilen bitkiler, otlar, yosunlar, evlerden atılan meyve ve sebze atığı gibi tüm organik atıklar, hayvan dışkıları ve sanayi atıkları biyokütle örnekleridir (Adıyaman, 2012).

f. Gel-git ve Dalga Enerjisi

Dalga enerjisi, rüzgârın deniz ve okyanus yüzeylerindeki hareketi sonucunda oluşan dalgalanma hareketinden elde edilen enerjidir. Dalga enerjisinde, elektrik üretimi, dalgaların su türbinini çevirmesi ile elde edilmektedir. Dalga enerjisi, tükenmez, çevreyi kirletmeyen ve temiz bir enerji kaynağıdır. Elektrik üretilebildiği gibi batarya şarjı, hidrojen üretimi gibi depolama işlemleri yapılarak da bu enerjiden kesintisiz faydalanılabilir (Adıyaman, 2012).

g. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen elementi de doğada tek başına bulunmaz, fosil yakıtlarda, suda oksijenle karbon ve diğer elementlerde birleşik halde bulunmaktadır. Hidrojen ayrıştırıldığında enerji olarak kullanılabilir ancak bu ayrıştırma işlemi maliyetli bir işlemdir.

C. Dünya’da Enerji Durumu

Dünya Nüfusunun artışı, kentsel gelişim ve sanayileşme gibi faktörlerle birlikte enerji tüketimi gün gün artmaktadır. BP 2017 yılı raporuna göre 2006 yılı dünya toplam enerji tüketimi 11 milyar 266 milyon TEP iken 2015 yılında 13 milyar 105 milyon, 2016 yılında ise dünya toplam enerji tüketimi 13 milyar 276 milyon TEP (154.372.093 MW) tir (BP Dünya Enerji İstatistik Görünüm Raporu, 2017).

D. Dünyada Yenilenebilir Güneş Enerjisinin Kullanıldığı Yapılar

Güneş enerjisinden çok daha fazla elektrik elde edilebilmesi açısından coğrafi konum ve uzun güneşlenme sürelerinin önemi bilinmektedir. Fakat Berlin veya Tokyo gibi şehirler fotovoltaik teknolojinin uygulanmasında dünyaya öncülük etmelerine rağmen, önemli ölçüde daha az güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Bu şehirlerde

yapılan enerji ihtiyacının bir kısmını veya tamamını yenilenebilir enerjiden karşılamaya yönelik uygulamalar, ülke enerji üretimini çevreci şekilde sağlamaya yönelik bir politika üzerine olmasındandır [URL-5].

Dünya üzerinde yenilenebilir enerjinin kullanıldığı yüzlerce yapı bulunmaktadır. Hatta bu çalışma hazırlama sürecinde bile onlarca insanın kullanımına sunuluyor olacaktır. Bu yapılan çalışmaların her biri yenilenebilir enerjinin farklı bir çeşidini kullandığı gibi hibrit şeklinde kullanmakta olan çalışmalar da mevcuttur. Yenilenebilir teknolojinin, içerisinde yaşam olan her bir yapıda kullanılıyor olması, enerjinin yapı için vazgeçilmez unsur olduğunu da göstermektedir. Ayrıca bu araştırmayla karar verici merciler olan mimar ve mühendislerin; kent dokusunu bozmadan, proje aşamasından imalat aşamasına kadar yenilenebilir enerji kullanımını yapı üzerine entegre etme çalışmalarına gereken önemi verdiklerini göstermektedir. Dünyada genelinde yenilenebilir teknolojiyi bünyesinde bulunduran yapılara ve uygulamalara birkaç örnek vermek gerekirse;



Şekil 4.8: Commerzbank Tower binası [URL-5].

Yapımı 1997 yılında tamamlanan 298 metre yüksekliğindeki Frankfurt, Almanya’da bulunan Commerzbank Tower binası projelendirilmesinden işletilmesine kadar çevreci sistemlerin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı örnek bir uygulamadır. Yenilebilir enerji kaynakları binada aktif ve pasif olarak uygulanmış ve dünyada ilk ekolojik ofis binası olarak bilinmektedir. Bina tasarlanırken optimum havalandırma ve gün ışığından faydalanılacak şekilde dizayn edilmiştir. Bina faaliyete geçmesinden sonra yapılan çalışmalar enerji tüketiminin tahmin edilenden daha az olduğu ve yıldan yıla bu tüketim miktarının azaldığı görülmüştür. Bu

hadiseye sebebiyet veren durumun tasarlanan modelin kullanıcılar tarafından daha verimli bir kullanım gerçekleştirilmesidir. Ayrıca binadaki su tüketimini azaltma için çiller soğutma grubunda yoğunlaşan su tuvaletlerde sifon suyu olarak değerlendirilmiştir. Bina, yılın %60'ı için doğal olarak havalandırılacak şekilde tasarlanmış, bu yaklaşım klimalı sisteme göre enerji tüketimini %50 azaltmıştır [URL-6].



Şekil 4.9: İngiltere, Londra BedZED PV uygulaması [URL-7].

The Beddington Zero Energy Development (BedZED) 2002 yılında Londra, İngiltere’de yapılan 82 ev, 17 apartman ve 1.405 m² çalışma alanından oluşan yaşam kompleksi sıfır enerji sistemine göre projelendirilmiş ve uygulanmıştır. Söz konusu bu kompleks çatılarında bulunan güneş panellerinden elektrik ihtiyaçlarını karşılayacak, baca sistemlerinden doğal havalandırma gerçekleştirecek şekilde tasarlanmıştır. Yağmur sularının depolanıp tekrar kullanıldığı, atıkların geri dönüşümleriyle değerlendirilip güneş enerjisinin yetersiz kaldığı durumlarda biyoyakıt olarak kullanıldığı bir komplekstir. Ayrıca çatısında sıcak su ihtiyacını karşılamaya yönelik güneş kolektörleri de mevcuttur [URL-7].



Şekil 4.10: Pearl River Tower binası [URL-8].

2013 yılında tamamlanan Guangzhou, Çin’de bulunan 309,6 metre yüksekliğindeki Pearl River Tower binası, bina cephesi ara boşluklarına bulutlu ve rüzgarlı günlerde elektrik enerjisi üretmek için hakim rüzgar yönüne gelecek şekilde bina dış cephesinde toplam 4 adet açıklığa 4 adet rüzgar türbinleri yerleştirilmiş şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca güneşli günlerde yine elektrik enerjisi üretmek için bina dışı güneş kırıcıları üzerinde güneş panelleri mevcuttur. Söz konusu bu yapı hibrit teknoloji sayesinde yenilenebilir kaynaklardan olan güneş enerjisi yanında rüzgar enerjisi birlikte kullanıldığı bir yapı örneğidir [URL-8].

Freiburg yıllık yaklaşık 1.800 saat güneşlenme süresine sahip, 204.000 nüfuslu bir Alman şehridir. Schlierberg güneş enerjisi Freiburg (Breisgau) proje semti 125 metre ana yol boyunca yaklaşık 60 evde çatılara güneş enerjisi panelleri kurulması ve 445 kWp elektrik enerjisi elde edilmesi için Almanya Ulusal Yenilenebilir Enerji Biriminin 2000 yılında teşvik verdiği bir uygulama alanıdır. Kapalı otoparkların üzerlerine güneş panelleri yerleştirilmek suretiyle elektrik enerjisi elde edilmesi sağlanmıştır. Çatıların üzerlerine elektrik enerjisi için PV panel ve sıcak su elde edilme amacıyla güneş kolektörleri yerleştirilmiştir. Yapılan bu planlama sonucunda yıllık toplam 420.000 kWh elektrik enerjisi üretimi sağlanmıştır. Yapılmış olan sokak bina yerleşim dizaynı yıllık 2.000.000 kWh enerji tasarrufuna sebep olmuştur. Böylece çalışılan bölgede yüksek miktarda enerji tasarrufu sağlanarak temiz ve sürdürülebilir bir ekosistem oluşturulmuştur [URL-9].

1. Dardesheim, Almanya PV ve Rüzgar Uygulaması



Şekil 4.11: Dardesheim, Almanya rüzgar enerjisi türbini ve çatı üzeri PV uygulaması (Beermann, 2009).

Dardesheim Almanya'da Renanya-Palatina eyaletinde yer alan yaklaşık 3.700 nüfuslu bir şehirdir. Şehrin enerjisinin %100'ünün yenilenebilir enerjiden karşılanması hedeflenmektedir. Yenilenebilir enerji gelişimi buraya 1993 yılında 80 kW'lık rüzgar türbiniyle başlamıştır. Bu kapsamda enerji ihtiyacının büyük bir çoğunluğu rüzgar enerjisinden sağlanırken 9 farklı güneş santraliyle de enerji ihtiyacının büyük bir çoğunluğu karşılanmaktadır. Çoğu çatı uygulaması olan 380 kW PV kurulu gücüyle 250.000 kWh enerji üretilmektedir. Bu da ilçenin enerji üretiminin 1/3'üne denk gelmektedir (Beermann, 2009).

2. Japonya PV Çatı Uygulamaları

< Villa Garten Shin-Matsudo >



< Tiara Court Kasukabe >



Şekil 4.12: Villa Garten Shin-Matsudo ve Tiara Court Kasukabe, Japonya PV uygulaması [URL-10].

Japonya'da çok fazla sayıda fotovoltaik sistemler ile donatılmış bölgesel güneş enerjisi çatı uygulamaları mevcuttur. PV entegre konut sistemleri Japonya'da konut sektöründe fazlaca rağbet görmektedir. Bunlara örnek olarak verilebilecek Tokyo metropol bölgesine yakın bir yerde bulunan Matsudo-Chiba'da 41 PV evi 123 kW kurulu gücüne sahip şebekeye bağlı ve yıllık 2.800 ila 3.050 kWh/yıl enerji üretim kapasitesine sahip bölgesel uygulamadır. Diğer bir örnek uygulama ise yine Tokyo şehri yakınında bulunan Saitama Kasukabe'de 101 kW kurulu güce sahip, şebekeye bağlı ve yıllık 2.840 kWh/yıl enerji üretim kapasitesine sahip olan 35 PV evden oluşan çatı uygulaması gösterilebilir (Şekil 4.12) [URL-10].

3. Almanya–Europark PV Uygulaması

Avrupa'da birçok eğlence ve kültür amaçlı faaliyet gösteren parkta yenilenebilir enerji yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunlardan biri 1975 yılında Almanya'nın Rust şehrinde bulunan Europa Park'tır [URL-11]



Şekil 4.13: Europa Park Rust, Almanya PV uygulaması [URL-11]

Park kurulu yapı alanını doğal ortama adapte ettiği arazi kullanımı ile fotovoltaik paneller, ısı pompaları ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ile dünya üzerinde örnek gösterilebilecek tesislerden biridir. 228 kWp PV kurulumu, şebeke bağlı bir park uygulamasıdır.

4. Hong Kong PV Uygulaması



Şekil 4.14: Hong Kong'da PV panel çatı uygulaması yapılmış bir okul binası [URL-12].

Hong Kong hükümeti ülke genelinde yenilenebilir enerji kullanımını artırmaya yönelik uyguladıkları politika ile mevcut okul binaları çatılarında PV panel kullanılmasını arttırıcı düzenlemelerde bulunmaktadır. Sadece 19 okul binasında yarı çatı alanına PV yerleşimi yapılması neticesinde yılda 2,4 milyon kWh elektrik enerjisi elde edilebileceği hesaplanmıştır. İlkokul binası çatı uygulamasında 40

kWp'lık kurulum ile binanın yıllık enerji ihtiyacının %10'u karşılanmaktadır (Şekil 4.14) [URL-12].

5. Diğer Örnek PV Uygulamaları

Birçok hükümet kamu binalarında yenilenebilir enerji kullanımı çalışması gerçekleştirmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan Minnesota ve Oregon şehirlerinde kamu binalarında yenilenebilir enerji kullanımını gerektirmektedir. Örneğin Oregon yasaları, kamu binaları için proje maliyetlerinin %1,5'inin güneş enerjisi ekipmanı satın alma ve kurulumuna tahsis edilmesini gerektirir. Minnesota, devlet kurumlarından yeni bir binanın öngörülen enerji ihtiyacının en az %2'sini yerinde yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamalarını veya yenilenebilir kaynak kullanımını gerek olmayacağına dair nedenleriyle açıklayan tam bir maliyet ve karbon analizi yapmalarını istemektedir. Florida yasaları, eğitim kurumlarında sıcak su talebi günde 1.000 galonu aşması durumunda okullardan güneş enerjili su ısıtma sistemi kurmalarını istemektedir. ABD dışında, Kıbrıs'ta da uzun yıllar boyunca kamu binalarında güneş enerjili su ısıtıcıları kullanılmaktadır. Londra enerji planı çalışması kapsamında 2050 yılına kadar olan enerji ihtiyacına göre hazırlanmış olan bir çalışma yapılmıştır. Bu kapsamda şehir genelinde ısı ve elektrik talebini azaltmaya yönelik yapısal uygulamaların geliştirilmesiyle ilgili ve elektrikle çalışan taşımacılığın kullanılmasıyla emisyon oranlarını azaltmaya yönelik bir master planı hazırlanmıştır. Akıllı teknolojiler enerji tüketimini ve emisyonları en aza indirebilir, yenilenebilir enerji kullanımını en üst düzeye çıkarabilir ve tüketicilere en düşük maliyetle enerji sağlayabilir. Akıllı sayaçların kullanılması, tüketicilerin enerji kullarımlarını daha iyi anlamalarına yardımcı olacaktır. Piyasa bu sayede tüketicilerin enerji faturalarını azaltma ve daha az enerji kullanımına yardımcı olacak yöntemler geliştirmelerine yardımcı olabilecektir. Bu kapsamda 2002 tarihinde açılmış olan Londra Belediye Hizmet Binası ve diğer kamu binaları enerji tüketimi konusunda 2050 yılı ülke hedefini tutturmada öncülük etmektedirler. Kanada Alberta Hükümeti 2016 yılı başlarında iki inisiyatif içeren bir stratejiyle İklim Liderlik Planı başlatmıştır. Bunlar, metan emisyonlarındaki büyük düşüşler (sera gazı emisyonlarının azaltılması) ve kömür kaynaklı elektrik üretiminden kaynaklanan kirliliğin sona ermesi konularıdır. Bu kapsamda solar PV teknolojisinin faydaları keşfedilerek, büyüyen güncel teknik bilgileri incelenecek ve kamu binalarında

kullanım için teknolojinin uygulamaları ve hangi kısıtlayıcı veya etkinleştirici faktörlerin göz önünde bulundurulması gerektiğini incelenmektedir. Ülkede bulunan çeşitli üniversiteler ve liseler de PV araştırmalarında ve projeler yürütme konusunda pilot uygulamalar yapmaktadırlar. Bu konuyla ilgili ülkede bulunan Banff kasabası proaktif bir yaklaşım benimsemekte olup, işletmelere ve konut sakinlerine güneş enerjisi tesisatlarından şebekeye fazla güç gönderebiliyorlarsa vergi iadesi yapan bir besleme güneş tarife sistemi uygulamaktadır [URL-9].

E. Türkiye’de Enerji Durumu

Ülkemizin gün geçtikçe her alanda yaşanan gelişmelerle enerji ihtiyacı da gün geçtikçe artarak devam etmektedir. 2006 yılında enerji tüketimi 95,8 milyon TEP iken 2015 yılında 131,9 milyon TEP, 2016 yılında ise 137,9 milyon TEP olmuştur [URL-13].

F. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Yapı Uygulamaları

Güneş ışınlarından elektrik üretimi aşamasında herhangi bir atık ürün meydana getirmeyen, çok ciddi işletme ve bakım masrafı olmayan, kurulumu son derece kolay olan fotovoltaik sistemler ülkemiz genelinde giderek yaygınlaşmakta ve sayıları her geçen gün artış göstermektedir. Ülkemizde bunlardan birkaçına örnek vermek gerekirse;

1. Didim, Aydın Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Sistem

Deneysel bir çalışma olarak 1998 yılında ülkemizde ilk kez EİE Didim Güneş ve Rüzgar Enerjisi Araştırma Merkezi'ne 4,8 kWp gücünde şebeke bağlantılı 90 adet güneş pili kullanılarak PV sistemi kurulmuş ve halen işletilmektedir. Enerji maliyetinin pahalı olması nedeniyle güneş pilleri genellikle şebekeden uzak yerlerde küçük güçlerdeki enerji talebinin karşılanmasında kullanılmaktadır. Sistemin günlük ortalama enerji üretimi 20 kWh ve ortalama yıllık elektrik üretimi 5.600 kWh olmaktadır [URL-14].



Şekil 4.15: EİE Didim Güneş ve Rüzgar Enerjisi Araştırma Merkezi [URL-14].

2. Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Sistem Uygulaması

Şebeke bağlantılı sistemlerin demonstrasyonu amacıyla 1,2 kWp gücünde bir şebekeye bağlı güneş pili sistemi YEGM'in Yenilenebilir Enerji Kaynakları Parkı'na tesis edilmiş ve işletilmektedir. Yine YEGM'e ait yerleşkede inşa edilen ve enerjisini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayan (pasif güneş mimarisi, ısı pompasıyla ısıtma, güneş pillerinden elektrik üretme, güneş kolektörlerinden sıcak su temini) örnek binanın çatısında 5,08 kWp gücünde şebeke bağlantılı güneş pili sistemi kurulmuş ve işletilmektedir. Sistemin günlük enerji üretimi 16 kWh civarında olmaktadır [URL-14]. Bu sayede kamusal bir yapıda yenilenebilir enerji kullanımı faaliyete geçirilmiştir.



Şekil 4.16: YEGM parkı tesis binası fotovoltaik panel montajı [URL-14]

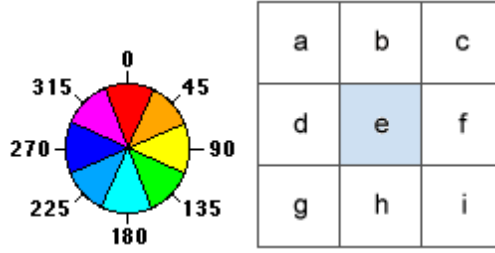
V. YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİLMESİ İSTENEN KOORDİNATA GÖRE VERİMLİLİĞİN İRDELENMESİ

A. Fotovoltaik Panel Sistemleri Hesaplama Yöntemleri

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisinin kullanımında çeşitli sistemler kullanılmaktadır. PV panel sistemleri güneş enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesinde kullanılan önemli uygulamalardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sistemlerin yapılarda uygulanması ise çeşitli kriterlerin yerine getirilmesi ve bazı hesaplamaların yapılmasını getirmektedir. Bunlar uygulama yapılacak yapının bakışı, yapının çatı alanının yeterli ve uygun büyüklükte olması, PV panellerinin yerleştirileceği alanın güneş ışınlarını alma açıları, PV panellerinin uygun azimut ve eğim ile yerleştirilmesi olarak sıralanabilir. PV panel sistemleri kullanılarak gerçekleştirilecek solar potansiyel hesaplamasında web uygulamaları tabanlı yöntem tercih edilmiştir.

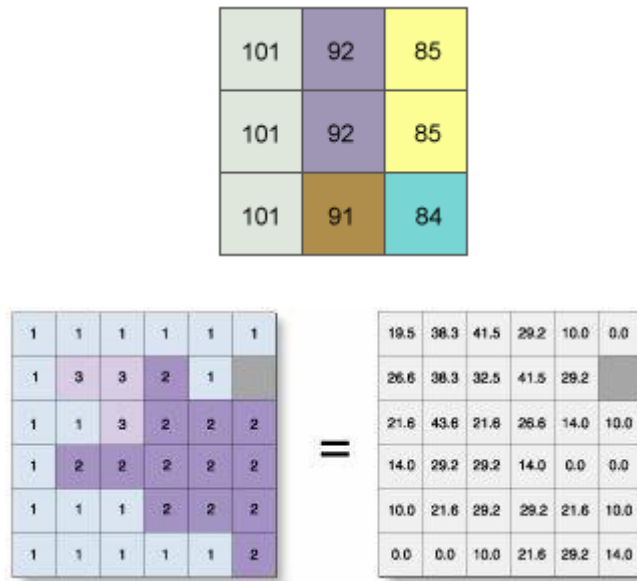
1. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Yapılan Hesaplamalar

Uygulama alanının yerleşime uygunluğunun değerlendirilmesi solar potansiyelin hesaplanmasına yönelik gerçekleştirilecek adımlardan biridir. Bu bağlamda Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulama yapılacak mevcut yapının fiziksel çevre analizlerini gerçekleştirmek için tercih edilmiştir ve yapının bulunduğu çevrenin bakı, eğim ve yükselti gibi özelliklerine ulaşmak için kullanılmıştır. Fiziksel çevre analizleri alanın, bakı özelliklerini, yükseltisini, eğimini hesaplayarak kullanılacak yapının en uygun yönelim ile araziye uyarlanmasını sağlayacaktır. Şekil 5.17’de bakı yönlerini gösteren değerler ve bu hesaplama yapılırken kullanılan yüzey penceresi görülmektedir. En boy veri kümesindeki her hücrenin değeri, hücrenin eğiminin yönünü gösterir.



Şekil 5.1: Bakı yönleri ve yüzey penceresi (Yılmaz, 2017).

Fiziksel çevre kontrolü bağlamında yapılan bir diğer analiz ise yükselti analizidir. Yükselti analizi raster formatta kullanılan verinin her bir hücresinin deniz seviyesinden itibaren denk geldiği rakım değeri ile elde edilmektedir (Şekil 5.18).



Şekil 5.2: Raster veri hücre yükselti değerleri (Yılmaz, 2017).

2. Web Uygulamaları İle Yapılan Hesaplamalar

Güneş enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen PV panel sistemleri uygulaması çeşitli web uygulama adımları ile elde edilen veriler ile gerçekleştirilmiştir. Web uygulamaları aracılığıyla uygulama yapılacak alana düşen güneş ışınlarının geliş açıları, uygulama yapılacak PV panellerinin açılı hesaplamaları, solar radyasyon miktarlarına ve tercih edilen PV panellerinin enerji üretim miktarlarına ulaşım amaçlanmıştır. Bu hesaplamalar Andrew Marsh ve CM SAF PVGIS web uygulamaları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

a. Andrew Marsh Web uygulaması

Andrew Marsh web uygulaması [URL-20] PV panel sistemleri hesaplamaları yapılırken özellikle güneş ışınları geliş açılarının hesaplanmasında ve panel eğim açılarının hesaplamalarında ve solar radyasyon değerlerinin elde edilmesinde kullanılmıştır.

i. Andrew Marsh ile Güneş ışınlarının geliş açılarının hesaplanması

Dünya'nın kendi etrafında ve Güneş'in etrafında dönüşü sonucunda ve Dünya'nın sahip olduğu eliptik şekil ile eksen eğikliği gibi özellikler sebebiyle güneş ışınları farklı açılarla yeryüzüne düşmektedir. Bu farklılık mevsimleri meydana getirmekte ve sıcaklık farklılıkları ile sonuçlanmaktadır. Güneş ışınlarının yeryüzüne geliş açıları yıllara, aylara, haftalara, günlere ve günün farklı saatlerine göre farklı değerlere sahiptir.

Güneş gündönümü olarak adlandırılan ekinoks ve solistis tarihlerinde düşme açısında değişiklik yaşamaktadır. 21 Aralık, 21 Mart, 21 Haziran ve 23 Eylül tarihleri ekinoks ve solistis yani gün dönümü tarihleri olarak bilinirler. 21 Aralık tarihi solistis tarihi olup bu tarihten 21 Mart tarihine kadar geçen sürede güneş ışınları yeryüzüne giderek artan bir açıyla düşmektedir. 21 Mart ekinoks tarihi olup bu tarihten 21 Haziran tarihine kadar geçen sürede ise güneş ışınları giderek daha yüksek açılarla yeryüzüne düşmektedir. 21 Haziran tarihinde güneş olabileceği en yüksek noktadan yeryüzüne düşer ve 21 Haziran tarihi solistis tarihi olup bu tarihten 23 Eylül tarihine doğru güneş giderek azalan bir açıyla yüzeye düşmektedir. 23 Eylül'den 21 Aralık tarihine doğru ise güneş giderek azalan bir açıyla yeryüzüne düşmekte ve bir seneyi tamamlamaktadır

Güneş ışınlarının geliş açılarının sürekli bir değişim içerisinde olması solar PV panel sistemlerinin kurulumunda panel açılarını etkilemektedir. Güneş ışınlarının geliş açılarının hesaplaması ile solar PV panel kurulum açıları belirlenmektedir. Güneş ışınlarının test uygulama alanına hangi açılarla düştüğünün hesaplanması için Andrew Marsh web uygulaması Earth/Sun ve Sun-Path [URL-17] (Şekil 5.4) eklentileri kullanılmıştır.

ii. Andrew Marsh web uygulaması ile PV panel açılarının hesaplanması

Solar PV panel açısı solar radyasyonun maksimum fayda ile kullanılması açısından önem arz etmektedir. Panel açısının hesaplanması ise Güneş ışınlarının yeryüzüne hangi açı ile düştüğüne bağlı olarak ayarlanmaktadır. Solar PV panel sistemleri için açı değerinin önemli olması Güneş ışınlarından faydalanma oranını etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Işınlardan panel yüzeyine dik açıyla düşmesi solar radyasyondan maksimum faydanın sağlanması için gereken kriterlerdendir [URL-17]. Bu açıdan ele alındığında solar PV panel açısının hesaplanmasında Güneş ışınlarının yeryüzüne düşme açısının bilinmesi gereken verilerdendir. Solar PV panel açılarının hesaplanmasında Andrew Marsh web uygulamaları Shadows [URL-18]. (Şekil 5.5) eklentisi kullanılarak uygulama yapılacak yapı lokasyonuna göre panel açıları hesaplanır.

Düzlem=Güneş Işınları Düşme Yüzeyi=Panel Kurulum yüzeyi=EW=180°

Güneş Işığın Geliş Açısı= Yükseklik Açısı (Altitude)= Sun Angle

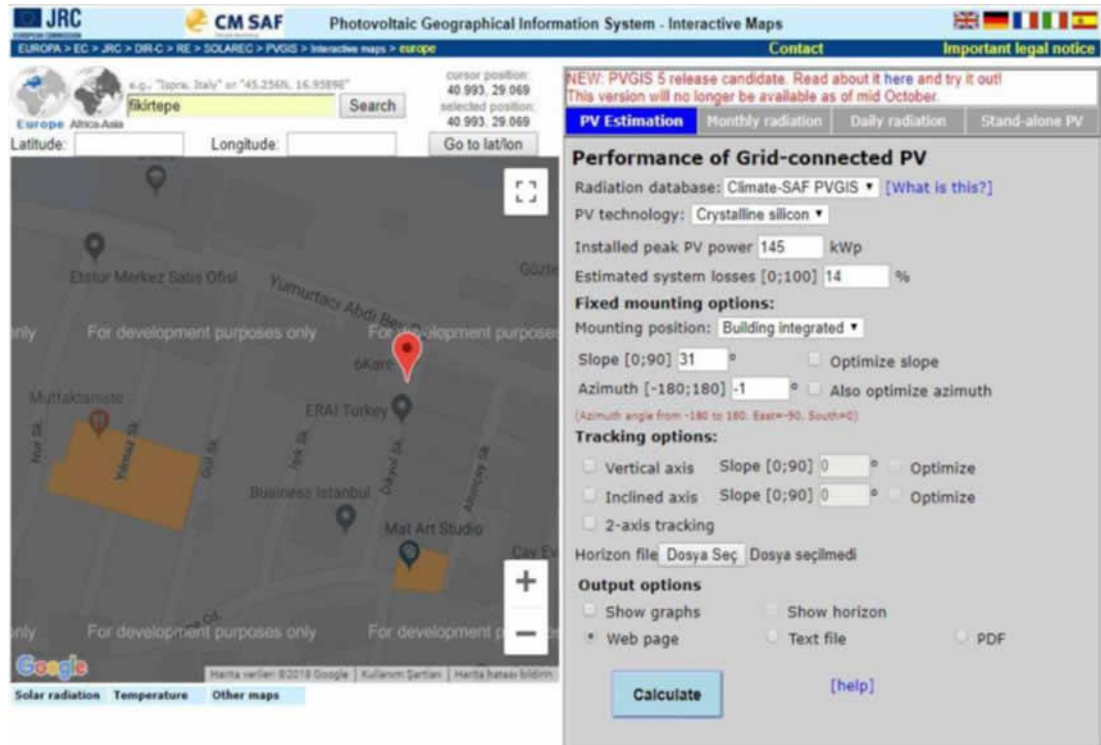
Panel Açısı= Düzlem Açısı-(Güneş Işınları Geliş Açısı+90° (Güneş Işını ve Panel Arasındaki Açı))

iii. Andrew Marsh web uygulamaları ile solar radyasyon miktarının hesaplanması

Güneşten gelen ışınlar atmosferden yeryüzüne ulaşana kadar bazı kayıplara uğrayarak miktarında azalmalar yaşar ve o şekilde yeryüzüne ulaşırlar. Gelen güneş ışınımı (radyasyonu) bütün olarak güneşten kaynaklanır; fakat atmosferin içinden geçerken miktar açısından değişime uğrar. Bu değişim atmosferde yayılma ile topografya ve yüzey elemanlarına uğrayarak, bulutlar ve kirlenmelerce tutularak dünyanın yüzeyinde doğrudan, dağınık ve yansıyan bileşenler olarak toplanırlar. Direkt radyasyon (Direct Radiation), güneşten direkt olarak engelsiz olarak yer yüzeyine ulaşır. Diffüz ya da Dağınık radyasyon (Diffused Radiation), bulutlar ve toz gibi atmosferik bileşenler tarafından dağılmıştır. Yansıyan radyasyon (Reflected Radiation) ise yüzeyde konumlanan yüzey elemanlardan yansiyarak elde edilen ışımalardır. Böylece doğrudan, dağınık ve yansıyan radyasyonun toplamı ile de toplam veya küresel güneş ışınması (Global Radiation) elde edilir [URL-19].

b. CM SAF PVGIS web uygulaması

Avrupa Birliği Komisyonu Uydu Uygulaması Geliştirme Birliğinin Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps [URL-20] olarak geliştirdiği web uygulaması ile çalışma alanının potansiyel aylık ve günlük solar radyasyon verilerine, toplam panel enerji üretim miktarlarına ve ortalama panel açısı değerlerine ulaşılır. Web uygulaması Google Haritalarını ve lokal iklim verilerini kullanarak gerekli tablo ve grafik verilerini üretmektedir. Şekil 5.19'da CM SAF PVGIS web uygulaması ana sayfası görülmektedir.



Şekil 5.3: CM SAF PVGIS- interaktif harita [URL-20]

i. CM SAF PVGIS web uygulaması ile panel eğim açılarının hesaplanması

Web uygulaması ile panel açılarının hesaplanması güneş ışınımından maksimum fayda sağlanması açısından önem arz etmektedir. Web uygulaması gerekli veri girişi ile aylık panel eğimlerine ve sabit açılı panel sistemleri için optimum bir panel açısına ulaşımı sağlar. PV panel sisteminde kullanılacak eğim açıları şu şekilde elde edilir:

- İlk olarak CM SAF PVGIS ana sayfasından Aylık Işınım [URL-20] (Monthly Radiation) bölümüne ulaşılır

- Aktif Google haritasından uygulama yapılmak istenen lokasyon seçilir.
- Aylık, Işıma bölümündeki maddelerde Uygum Eğim Açısı (Optimal Inclination Angle), seçeneği aktifleştirilir.
- Bütün seçimler sonucunda hesaplama yapılmış olur ve sonuç ürün olarak uygum panel eğim açısı ile aylara göre değerler tablosu elde edilir.

ii. CM SAF PVGIS web uygulaması ile solar radyasyon miktarlarının hesaplanması

CM SAF PVGIS web uygulaması panel eğimi, panel türü, panel cinsi ve toplam panel gücü, yersel ölçümler ve konum bilgileri verileri kullanılarak lokasyonun solar radyasyon miktarını aylara göre hesaplamaktadır. CM SAF PVGIS web uygulaması ile ayrıca grafik üretme seçeneği ile radyasyon verilerinin grafiğini üretmektedir. Solar radyasyon değerlerini elde etmek özellikle konum bilgisinin önemini göstermektedir. Seçilen herhangi bir noktaya göre bu değerler farklılık göstermektedir. Solar radyasyon miktarının aylara göre hangi değerlerle yeryüzüne düştüğü şu adımlar izlenerek hesaplanır:

- İlk olarak CM SAF PVGIS ana sayfasından PV hesaplama (PV Estimation) bölümüm seçilir.
- İnteraktif harita bölümünde uygulama yapılacak test uygulama alanı konumu seçilir.
- Web uygulamasında Işınım Veri Tabanı (Radiation Database) bölümü ile uygun veri tabanı seçimi yapılır.
- PV teknolojisi bölümünde test uygulama alanında kullanılacak PV panel türü seçimi yapılır.
- Kullanılan panel türüne göre toplam panel gücü elde edilir ve kurulu panel gücü bölümüne (installed peak power) bilgi girişi yapılır.
- Montaj Konumu bölümünde BIPV panel sistem türü seçilir.
- Panel optimum eğim açısı hesaplama yöntemi ile elde edilen optimum açı değeri veri girişi yapılır.

iii. CM SAF PVGIS ile PV panellerinin enerji üretim miktarının hesaplanması

Solar radyasyon değerleri ile elde edilebilecek enerji üretim miktarı, panel türleri ve bu türlere göre yapılacak hesaplamalar, aylık solar radyasyon miktarı gibi veriler ile

elde edilebilmektedir. PV panel sistemleri ile elde edilecek enerji miktarının hesaplanmasında CMSAF PVGIS web uygulamasına başvurulmuştur. Hesaplama yapılacak panel türü, panel toplam gücü ve uygun panel açısı verileri ile solar radyasyon verileri elde edilebilmektedir. Solar radyasyon verileri sonuçları enerji üretim miktarının hesaplanmasında şu adımlar izlenerek kullanılmıştır:

- Solar radyasyon hesaplaması sonucunda elde edilen sonuçlar veri olarak kullanılır.
- Ortalama aylık elektrik üretimi (kWh) miktarı Şekil 5.10’da verilmiştir. Bu değer kurulan sistemin aylık enerji üretimi miktarı ile yıllık ürettiği enerji bilgisine ulaştırır.
- Test uygulama yapısında kullanılan bütün panel türleri için yapılan bu işlem sonucunda elde edilen yıllık enerji miktarları toplamı kurulu sistemin üreteceği toplam enerjiyi verir.

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 156.0 kW (crystalline silicon)
 Estimated losses due to temperature and low irradiance: 14.2% (using local ambient temperature)
 Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.7%
 Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
 Combined PV system losses: 28.2%

Fixed system: inclination=31°, orientation=0°

Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	275.00	8520	2.32	71.8
Feb	367.00	10300	3.07	86.1
Mar	551.00	17100	4.70	146
Apr	631.00	18900	5.55	166
May	740.00	22900	6.68	207
Jun	763.00	22900	7.06	212
Jul	799.00	24800	7.42	230
Aug	749.00	23200	7.07	219
Sep	632.00	19000	5.86	176
Oct	486.00	15100	4.31	134
Nov	368.00	11100	3.16	94.8
Dec	255.00	7910	2.12	65.9
Yearly average	552	16800	4.95	151
Total for year		202000		1810

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)
 E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)
 H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh m⁻²)
 H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh m⁻²)

Şekil 5.4: Solar Radyasyon Sonuçları [URL-20]

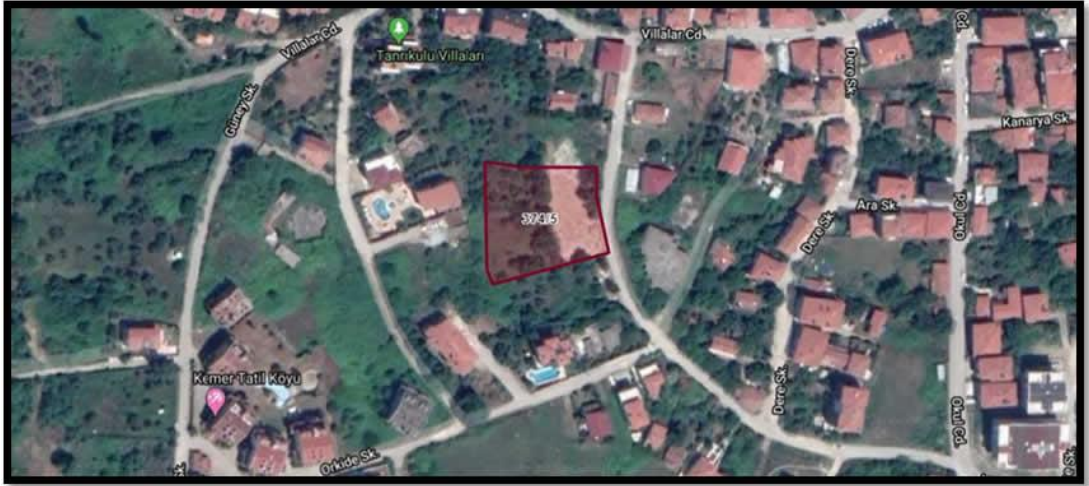
VI. ÇALIŞMA ALANI, KULLANILAN VERİ ve TEST ALANI UYGULAMASI

Tez kapsamında fotovoltaik (PV) panel sistemleri ile elde edilecek enerji miktarının hesaplanması için seçilen test bölgesinde bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada teorik olan bu veriler kayıpsız ve tam verimle çalışacak olan bir sisteme göre yapılmıştır. Güneş panelleri %20-25 verimle çalıştığı için bölgede olan GES santrallerinde; 1 kW'lık sistem ile yılda 1200-1600 kwh aralığında elektrik ürettikleri gözlemlenmiştir.

Yalova ili sınırları içerisinde 30 konutluk bina inşa edilmektedir. Bu binanın elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için fotovoltaik sistem kullanılması planlanmaktadır.

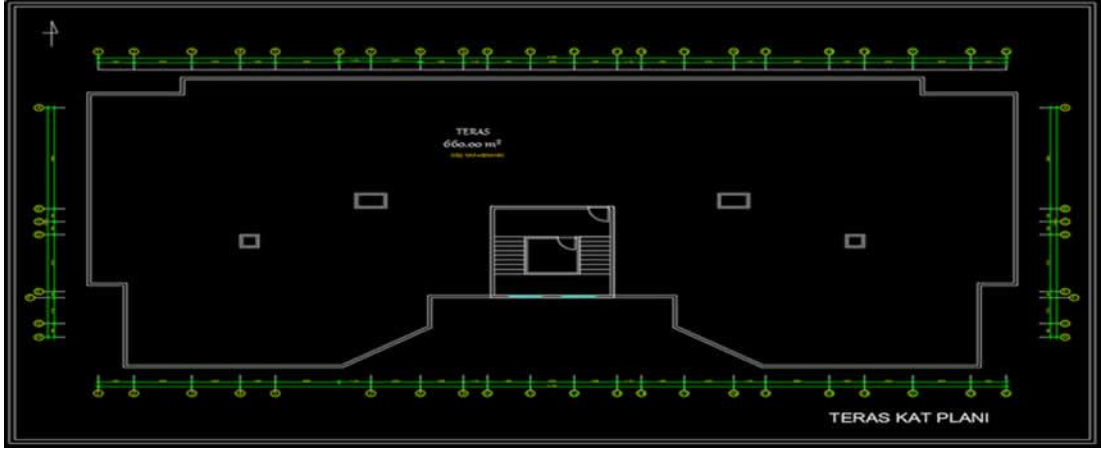
A. Çalışma Alanı ve Kullanılan Veri

Bu tez çalışması kapsamında Yalova ili sınırları içerisinde inşa edilmekte olan 30 konutluk alan test çalışma bölgesi olarak seçilmiştir.

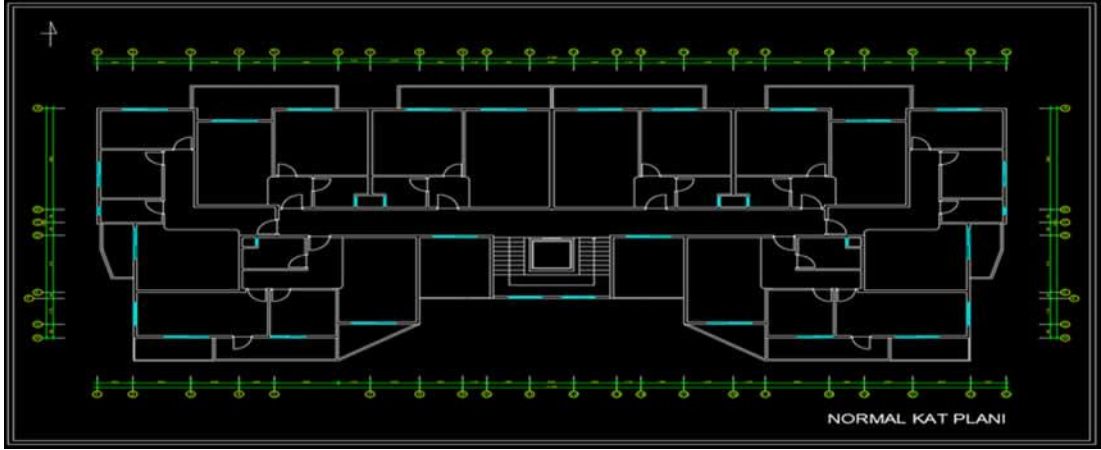


Şekil 6.1: Çalışma Alanı

Yalova ili Kuru Beldesinde bulunan yapının teras katında 600 m² kullanılabilir alan mevcuttur.

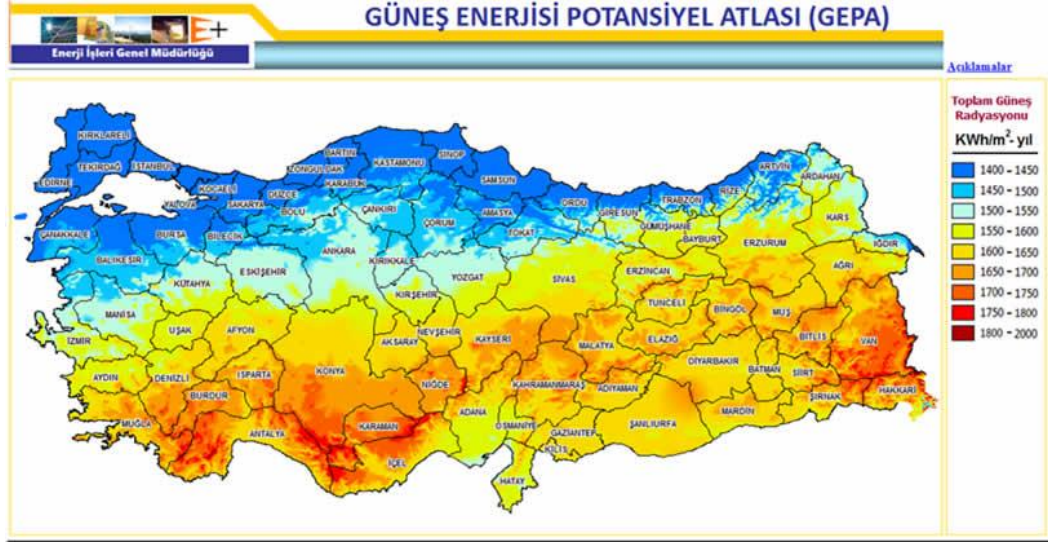


Şekil 6.2: Teras Kat Planı



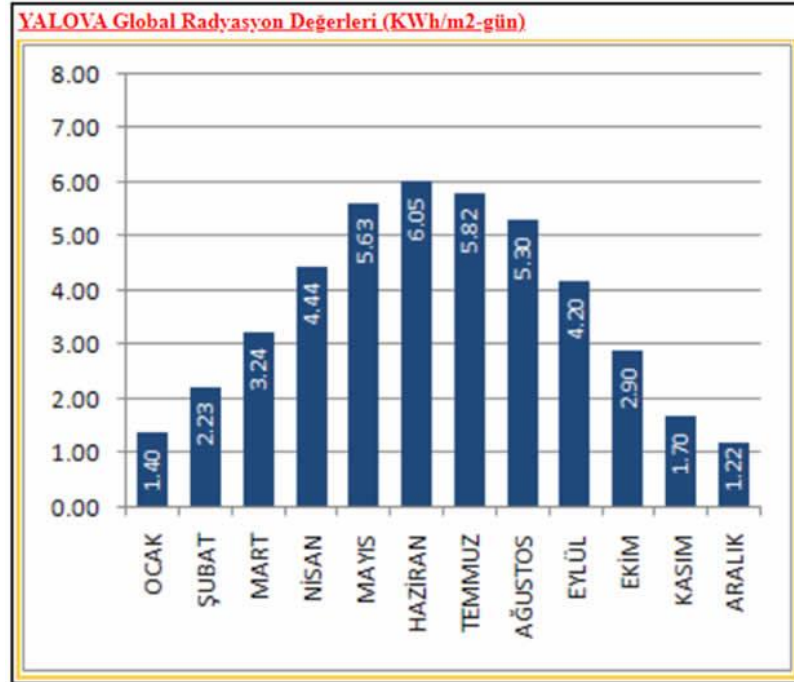
Şekil 6.3: Normal Kat Planı

Zemin + 4 kat olan binada her katta 4 adet 1+1 daire, 4 Adet 2+1 daire bulunmaktadır. 1+1 daireler yarım daire kabul edildiği için her kattaki daire sayısı 6 tane olarak kabul edilmiştir. Bu hesaplama ile yapıda 30 daire bulunmaktadır.

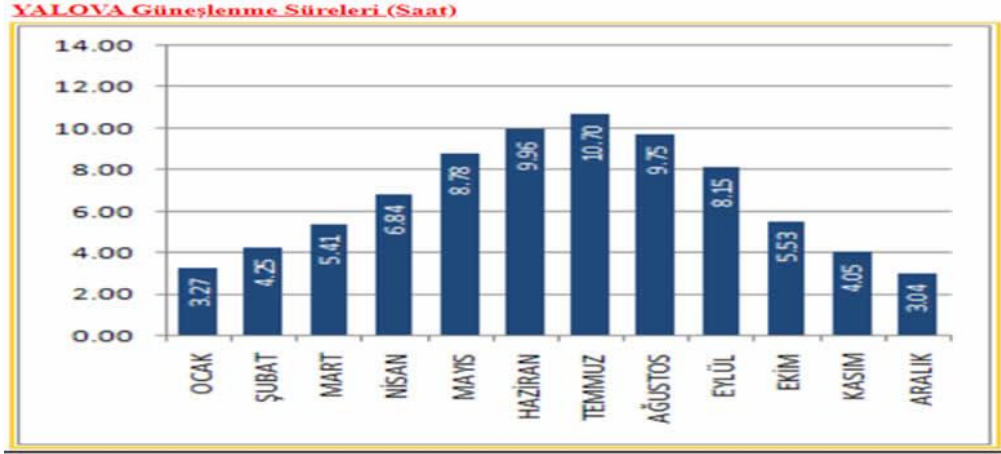


Şekil 6.4: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) [URL-21]

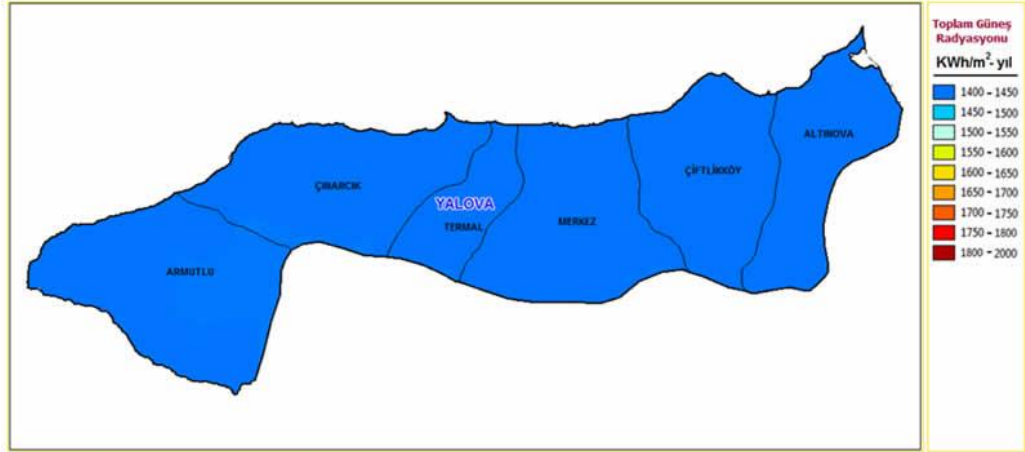
Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'nün (EİGM) sitesinden aldığımız bilgilere göre Yalova ilinde güneşlenme süresi ve radyasyon değerleri şu şekildedir;



Şekil 6.5: Yalova İli Global Radyasyon Değerleri[URL-21]



Şekil 6.6: Yalova İli Güneşlenme Süreleri [URL-21]



Şekil 6.7: Yalova İli Toplam Güneş Radyasyonu[URL-21]

Yalova İli ve İlçeleri Toplam Radyasyon ve Güneşlenme Süresi Değerleri

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yalova	A	1,4	2,23	3,24	4,44	5,63	6,05	5,82	5,3	4,2	2,9	1,7	1,22
	B	3,27	4,25	5,41	6,84	8,78	9,96	10,7	9,75	8,15	5,53	4,05	3,04
Altınova	A	1,4	2,21	3,21	4,43	5,61	6,03	5,79	5,28	4,18	2,89	1,7	1,2
	B	3,28	4,2	5,29	6,7	8,64	9,87	10,44	9,57	8,08	5,44	4,04	3,09
Armutlu	A	1,41	2,39	3,29	4,49	5,69	6,1	5,9	5,34	4,26	2,9	1,71	1,27
	B	3,39	4,34	5,54	6,96	8,86	10,04	10,87	9,89	8,23	5,62	4,11	3,13
Çınarcık	A	1,36	2,16	3,23	4,44	5,64	6,06	5,83	5,3	4,18	2,9	1,7	1,2
	B	3,19	4,24	5,46	6,91	8,87	10,13	11,03	9,92	8,28	5,61	3,99	2,96
Çiftlikköy	A	1,4	2,22	3,21	4,42	5,62	6,03	5,82	5,29	4,19	2,9	1,7	1,21
	B	3,27	4,24	5,35	6,77	8,74	9,88	10,5	9,63	8,09	5,47	4,06	3,07
Merkez	A	1,41	2,21	3,23	4,44	5,62	6,05	5,82	5,31	4,2	2,9	1,7	1,21
	B	3,21	4,23	5,37	6,79	8,75	9,9	10,56	9,68	8,08	5,49	4,04	3,01
Termal	A	1,4	2,2	3,23	4,45	5,63	6,05	5,83	5,3	4,21	2,9	1,7	1,21
	B	3,19	4,24	5,41	6,85	8,79	9,94	10,74	9,78	8,12	5,53	4,02	2,97

A: Toplam radyasyon (kWh/ m²-gün)
B: Güneşlenme süresi (saat)

Şekil 6.8: Yalova İli ve İlçeleri Toplam Radyasyon ve Güneşlenme Değer Süreleri [URL-21]

32 yıllık verilerle oluşturulan bu tablolara baktığımızda;

Yalova genelinde m2 ye 1 yılda 1400 – 1450 kWh radyasyon düşmektedir.

❖ **Önemli Not:**

Teorik olan bu veriler kayıpsız ve tam verimle çalışacak olan bir sisteme göre yapılmıştır. Güneş panelleri %20-25 verimle çalıştığı için bölgede olan GES santrallerinde; 1 kw'lık sistem ile yılda 1200-1600 kwh aralığında elektrik ürettikleri gözlemlenmiştir.

B. Test Alanı Uygulaması

1. Elektrik Tüketiminin Hesaplanması;

Elektrik Mühendisleri Odası'nın (EMO) yaptığı çalışmalarda 4 kişilik bir ailenin aylık asgari elektrik tüketimi 230 kilovatsaat olarak belirlenmiştir.

Yapacağımız proje yazlık bir belde olduğu için kışın kullanımlar azalacak yazın ise fazladan klima gibi soğutucular kullanılacağı için artacaktır. Bu sebeple projemizde hane başına elektrik tüketimini aylık ortalama 250 kilovatsaat olarak alacağız. Çevre ışıklandırma ve bina elektrik giderlerini de 2 daire olarak kabul edeceğiz.

Böylelikle hesaplarımızı aylık ortalama elektrik tüketimi 250 kwh olan 32 daire üzerinden yapacağız.

- ❖ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun (EPDK) sitesindeki fatura hesaplama aracını kullandığımızda;

Elektrik Fatura Hesaplama

İlk Okuma Tarihi: 01.04.2020
Son Okuma Tarihi: 01.05.2020
Tarife Tanımı: Tek Terimli Tek Zamanlı Mesken AG (Alçak Gerilim)

01/04/2020 - 01/05/2020 tarih aralığı parametreleri

Tüketim Miktarı: 250 kWh

Hesapla

İlk Okuma Tarihi: 01/04/2020
Son Okuma Tarihi: 01/05/2020
Tüketim Miktarı: 250,00 kWh

Hesaplanan Tutar*: 177,56 TL (±10 Krş)**

Şekil 6.9: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Fatura Hesaplama Aracı

1 dairenin aylık elektrik faturasının 177,56 yani yuvarlanmış halinin 180 TL olduğunu görmekteyiz. Bu sonuca göre aylık ve yıllık giderlerimizi hesaplayacak olursak şöyle bir tabloya ulaşmaktayız.

Çizelge 6.1: Aylık ve Yıllık Elektrik İhtiyacı

Daire Sayısı	Aylık Tüketim (kwh)	Aylık Fatura (tl)	Yıllık Tüketim (kwh)	Yıllık Fatura (tl)
1	250	180	3.000	2.160
32	8.000	5.760	96.000	69.120

Tabloya baktığımızda binamızın yıllık elektrik ihtiyacının 96.000 kwh olduğu görülmektedir.

2. Karşılaştırmalar, Hesaplamalar Ve Seçimler

a. Şebeke Bağlantı Seçimi

Projemiz şehir içerisinde olduğu için tasarlayacağımız solar sistem şebekeye bağlı olacaktır. Yani on-grid sistem olacaktır.

Avantajları;

- Şebekeye bağlı olduğu için üretilen ve o an kullanılmayan elektrik şebekeye satılacaktır. Bu da akü maliyetinden kurtarmaktadır.
- Gece ve havanın kapalı olduğu durumlarda elektrik şebekeden alınabildiğinden sistemde kesinti yaşanmaz.
- Ay sonu şebeke ile yapılacak mahsuplaşmada eğer üretilen elektrik kullanılandan fazla ise kar sağlanır.

b. Panel Seçimi

Panel seçiminde ise piyasada yaygın ve verimi yüksek olan 2 tür panel bulunmaktadır. Mono silikon ve polisilikon malzemelerden üretilen bu paneller arasında ki farkı şöyle açıklayabiliriz;

Güneş panellerinde verimlilik, güneş paneli yüzey alanına düşen ışınımın % yüzde olarak ne kadarının elektrik enerjisine dönüştürüleceği ile alakalıdır. Örneğin Bu

oran Polikristal güneş panelleri için % 18, monokristal güneş panelleri için %24 seviyelerindedir.

Çizelge 6.2: Fiyat ve Boyut Karşılaştırması

Marka	Tip	Boyut (cm)	Watt	Fiyat (TL)
Lexron	Polikristal	1960x990x40	325	Ort. 1000
Lexron	Monokristal	1640x990x35	325	Ort. 1000

Tabloya baktığımızda aynı verimi, aynı fiyattan almamıza rağmen kapladığı yer açısından monokristalli paneller daha avantajlı olmaktadır. Bu sebeple projede monokristalslikon olan panel tercih edilecektir.

c. Panel Alt Yapı Seçimi

Günümüzde en yaygın kullanılan alt yapı sistemi, sabit sistemdir. Bunun sebebi düşük maliyet ve montaj sonrası bakım gerektirmediğindedir. Hareketli sistemler güneşten yararlanmayı arttırsa da yüksek maliyetleri ve bakım ihtiyaçlarının yüksek olması sebebiyle tercih edilmemektedir. Bununla birlikte arge çalışmaları devam etmekte ve daha pratik ve ucuz hareketli sistemler geliştirilmektedir.

Hareketli panellerin, özellikle güneş takip sistemine sahip olanların sabit olanlara göre daha verimli olduğu yadsınamaz bir gerçektir.

Bununla birlikte bu sistemlerin fazladan ne kadar verim kazandıkları halen kesin bir bilgi değildir. Bunun sebebi araştırmaların kısa süreli oluşu, her bölgenin farklı güneşlenme sürelerinin oluşu ve özel firmaların farklı sistemler kullanmaları.

Bu sistemi Türkiye’de uygulayan Paylaşım Enerji Şirketine ait Gaziantep ilindeki 4000 Adet 250W Solar Panelin Kullanıldığı GES projesinin verileri;

Çizelge 6.3: Sabit ve Hareketli Solar Panellerin Maliyet Farkı ve Oranı Tablosu

Sabit Sistem Santral ile Güneşi Takip Eden Santrallar Arasındaki Maliyet Farkı ve Oranı Tablosu				
Güneş Enerji Santrali Altyapı Şekli	Santral Maliyeti	Sabit Sistem Santral Maliyeti	Maliyet Farkı	Maliyet Farkının Oranı
Sabit Sistem	970.000,00 €	970.000,00 €	0,00 €	0,00%
Tek Eksen Güneş Takip Sistemli	1.120.000,00 €	970.000,00 €	150.000,00 €	15,46%
Çift Eksen Güneş Takip Sistemli	1.270.000,00 €	970.000,00 €	300.000,00 €	30,93%

Çizelge 6.4: Sabit ve Hareketli Solar Panellerin Gelir Farkı ve Oranı Tablosu

Sabit Sistem Santral ile Güneşi Takip Eden Santrallar Arasındaki Gelir Farkı ve Oranı Tablosu							
Güneş Enerji Santrali Altyapı Şekli	İşletme Ömrü	Bir Yıllık Net Gelir	30 Yıllık Gelir Toplamı	Santral İlk Yatırım Maliyeti	30 Yıllık Kar Toplamı	Takip Sisteminin Kazanç Farkı	Yüzdelerik Gelir Farkı
Sabit Sistem	30	149.293 €	4.478.786,65	970.000,00	3.508.786,65 €	0,00 €	0,00%
Tek Eksen Güneş Takip Sistemli	30	194.081 €	5.822.422,64	1.120.000,00	4.702.422,64 €	1.193.635,99 €	25,38%
Çift Eksen Güneş Takip Sistemli	30	216.475 €	6.494.240,64	1.270.000,00	5.224.240,64 €	1.715.453,99 €	32,84%

Çizelge 6.5: Sabit ve Hareketli Solar Panellerin Üretim Farkı

Sabit Sistem Santral ile Güneşi Takip Eden Santrallar Arasındaki Üretim Farkı		
Sabit Sistem Yıllık Toplam Elektrik Üretimi (Gaziantep)	1.537.829kw/h	-
Tek Eksenli Sistemin Yıllık Toplam Elektrik Üretimi (Gaziantep)	1.999.178kw/h	%30 verim
Çift Eksenli Sistemin Yıllık Toplam Elektrik Üretimi (Gaziantep)	2.229.852kw/h	%45 verim

Tablolara ve şirketin verilerine bakıldığında sistemin büyüklüğünden bağımsız olarak şu sonuca ulaşıyoruz;

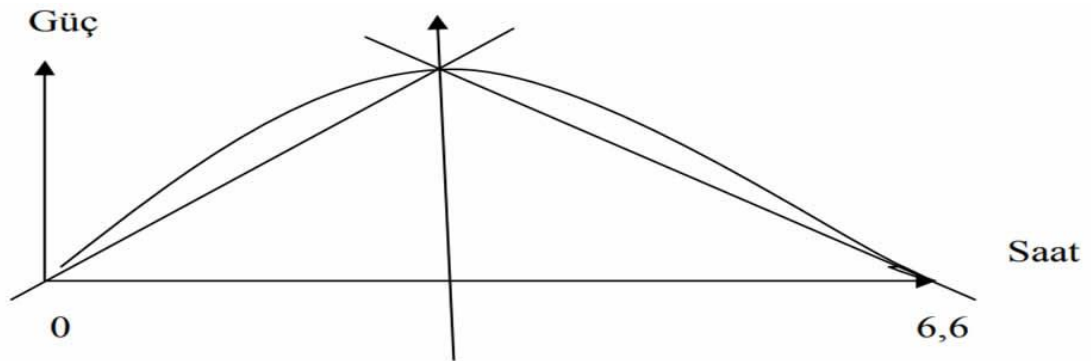
Çizelge 6.6: Sabit ve Hareketli Solar Panellerin Maliyet-Yıllık Üretim ve Gerekli Kurulum Alanı Fark Tablosu

Alt Yapı	Sabit Siteme Göre Maliyet Farkı	Sabit Sisteme Göre Yıllık Üretim Farkı	Sabit Siteme Göre Gerekli Kurulum Alanı Farkı
Tek Eksenli	% 15 Fazla	% 30 Fazla	% 25-50 Fazla
Çift Eksenli	% 30 Fazla	% 45 Fazla	% 75-100 Fazla

Tablolara ve şirketin verilerine bakıldığında sistemin büyüklüğünden bağımsız olarak şu sonuca ulaşıyoruz;

Yıldız Teknik Üniversitesinden Cumali ACAR ve İlkur KILINÇDEMİR'in 2010 yılında yaptıkları solar panel prototipi üzerinden şu veriler elde edilmiştir.

a) Sabit Prototip Panel



Sabit Panelin Yıllık Ortalama Enerjisi

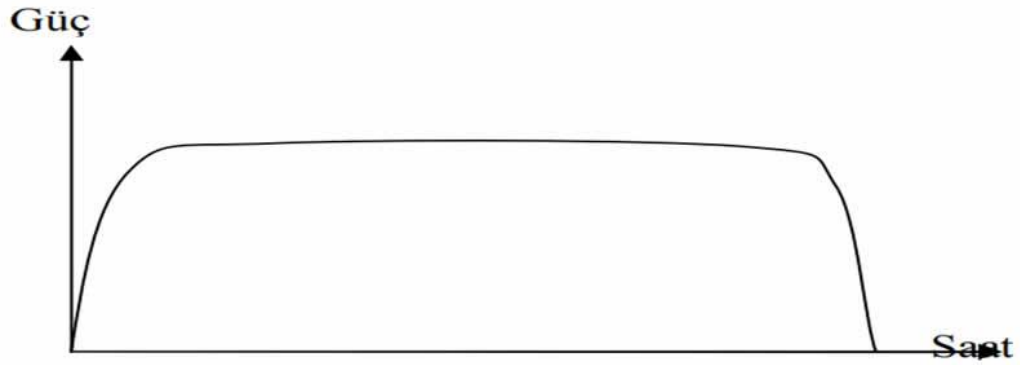
Şekil 6.10: Sabit Panelin Yıllık Ortalama Enerjisi

ELEMAN	BİRİM FİYAT	ADET	TUTAR
Panel (5W)	40 TL	1	40 TL
Metal Kasnak (50cm)	2 TL	1	2 TL
Akü (12V 1.3Ah)	10 TL	1	10 TL
Bağlantı Kabloları	5 TL	1	5 TL
Kutu	5 TL	1	5 TL
İşçilik ve diğer giderler	20 TL	1	20 TL
Toplam	82 TL		

Sabit Güneş Sisteminin Maliyeti

Şekil 6.11: Sabit Güneş Sisteminin Maliyeti

b) Hareketli Prototip Panel



Güneş Takip Sisteminin Yıllık Ortalama Enerjisi

Şekil 6.12: Güneş Takip Sisteminin Yıllık Ortalama Enerjisi

ELEMAN	BİRİM FİYAT	ADET	TUTAR
Redüktörlü motor	15 TL	2	30 TL
Panel (5W)	40 TL	1	40 TL
Rulman	5 TL	3	15 TL
Metal Kasnak (50cm)	1 TL	1	1 TL
Triger Dişlisi	5 TL	2	10 TL
Kayış (40cm)	6 TL	1	6 TL
Akü (12V 1.3Ah)	10 TL	1	10 TL
Elektronik Malzemeler	1.75 TL	2	3.5 TL
Bakır Plaka (5x7cm ²)	1.5 TL	2	3 TL
Bağlantı Kabloları	5 TL	1	5 TL
Kutu	5 TL	1	5 TL
İşçilik ve diğer giderler	30 TL	1	30 TL
Toplam	158.5 TL		

Güneş Takip Sisteminin Maliyeti

Şekil 6.13: Güneş Takip Sisteminin Maliyeti

Bu Araştırmanın Verilerine Göre İki Sistemin Karşılaştırması:

Maliyet $[(158,5-82)/82] \times 100 = \%98$ artmıştır.

$[(10840-6624,75)/10840] \times 100 = \%38,88$ lik bir verim artışı sağlanmıştır.

Yapılan analizler ortalama sonuçlar vermektedir.

İki Araştırmanın Karşılaştırılması

Görüldüğü üzere yapılan araştırmalardan biri büyük ölçekli GES tesisi iken diğeri prototip el yapımı bir sistemdir. Araştırmalar maliyet konusunda farklı sonuçlara ulaştığı halde verim konusunda birbirine yakın sonuçlar almışlardır.

Biz de yapacağımız projede bu iki araştırma sonuçlarının ortalamasına ve piyasan aldığımız fiyatlara göre hareket edeceğiz.

1. Panel ihtiyacı ve Maliyet

- Bina için yıllık enerji ihtiyacı 96.000kW.
- 1 kW'lık sabit sistem ile Yalova'da 1 yılda ortalama; 1600kW elektrik üretilebilir.
- Sistemde kullanması planlanan panel; 2m x 1m ölçülerinde 375 W monokristal paneldir.

Bu durumda sabit panel için;

$96.000 / 1.600 = 60\text{kw}$. Yani binamız için 60kW'lık bir sistem ideal olacaktır. 60kw'lık bir sistem için ise 160 adet 375 W panel gerekmektedir.

Tablo yapacak olursak;

Çizelge 6.7: Sabit Panel Maliyeti

Panel sayısı	Alan ihtiyacı m2	Toplam Panel Gücü	Günlük Üretim (4,5 saat)	Yıllık Üretim (360 Gün)
160	400 (panel + dolaşım)	60 kW	266 kW	96.000 kW

Proje içeriği için piyasadan aldığımız fiyatlar 450.000 TL civarlarında değişmektedir.

Binamızın yıllık toplam fatura gideri 69.120 TL'ydi. 6,5 Yıllık fatura ise 449.280 TL olmaktadır. Böylelikle sistem 6.5 Yıldan sonra kendini amorti etmektedir.

Ürettiğimiz enerji bina ihtiyacını karşıladığı için şebekeye satış olmamaktadır.

Tek yönlü hareketli panel için;

160 adet paneli tek yönlü güneş takip sistemi ile kurduğumuzda tahmini sonuçlar şu şekilde olmaktadır;

Maliyet; $450.000 + \%20 = 540.000$ TL

Yıllık üretim; $96.000 + \%25 = 120.000$ kW

Üretilen fazladan 24.000 kW elektrik şebekeye satılır.

1 kwh = 0,36 TL. ; $24.000 \times 0,36 = 8.640$ TL Şebekeye satıştan kazanılır.

Binamızın yıllık toplam fatura gideri 69.120 TL'ydi.

7 yıllık fatura ise 483.840 TL olmaktadır. 7 yıllık satıştan ise 60.480 TL kazanç sağlanmaktadır.

$483.840 + 60.480 = 544.320$ TL olacağından sistem 7.yıldan sonra kendini amorti etmektedir. Sonraki her yıl ise kullanılan enerjinin yanında 8,640 TL satış elde edilecektir.

Çift yönlü hareketli panel için;

160 adet paneli, çift yönlü güneş takip sistemi ile kurduğumuzda tahmini sonuçlar şu şekilde olmaktadır;

Maliyet; $450.000 + \%40 = 630.000$ TL

Yıllık üretim; $96.000 + \%25 = 139.200$ kW

Üretilen fazladan 43.200 kW elektrik şebekeye satılır.

1 kwh = 0,36 TL. ; $43.200 \times 0,36 = 15.552$ TL Şebekeye satıştan kazanılır.

Binamızın yıllık toplam fatura gideri 69.120 TL'ydi.

7,5 yıllık fatura ise 518.400 TL olmaktadır. 7,5 yıllık satıştan ise 116.640 TL kazanç sağlanmaktadır.

$518.400 + 116.640 = 635.040$ TL olacağından sistem 7,5 yıldan sonra kendini amorti etmektedir. Sonraki her yıl ise kullanılan enerjinin yanında 15.552 TL satış elde edilecektir.

d. Sistem Karşılaştırmaları

Çizelge 6.8: Sabit ve Hareketli Solar Panellerin Karşılaştırma Tablosu

Sistem Tipi	Panel Sayısı	Alan İhtiyacı	Maliyet (TL)	Yıllık Üretim (kW)	Yıllık Satılan Üretim	Amorti Süresi
Sabit	160	400 m ²	450.000	96.000	-	6,5 yıl
Tek Yönlü Hareketli	160	600 m ²	540.000	120.000	24.000 kWh (8.640 TL)	7 yıl
Çift Yönlü Hareketli	160	800 m ²	630.000	139.200	43.200kwh (15.552 TL)	7,5 yıl

- ❖ Çift yönlü sistem; Her ne kadar maliyeti yüksek de olsa 1 yıl fazla olan amorti süresi sonrası daha fazla verim alınmasıyla ön plana çıkmaktadır.
- ❖ Bununla birlikte güneş takip sisteminde ön görülemeyen bakım masrafları sabit panellere göre çok daha fazla olmaktadır. Hareketli paneller rüzgar ve kar yüklerinden korunma ihtiyacı içerisindedir.

e. Tasarım

i. Alternatif Çözüm

Sabit panellerin düşük maliyet az yer kaplama daha az bakım avantajları ile hareketli panellerin yüksek verim avantajlarından birlikte yararlanmak için şöyle bir çözüm düşünülmüştür;

Tasarlanacak olan alt yapı sayesinde paneller yıl içerisinde 2 veya 4 kez (özellikle mevsim geçişlerinde) olmak üzere el ile hareket ettirilecektir. Matematiksel olarak yapılacak bu hareket ile güneşten en fazla yararlanılacak konuma göre ayarlanacaktır.

Bu sistem küçük çaplı GES projelerinde kullanılmaktadır.

Bahsettiğimiz sistem sensörlü sisteme göre daha düşük verim olsa da maliyet açısından daha avantajlıdır.

ii. Örnekler Sistemler ve Sistem Elemanları



Şekil 6.14: Kurulu Sabit Panel [Url-4]



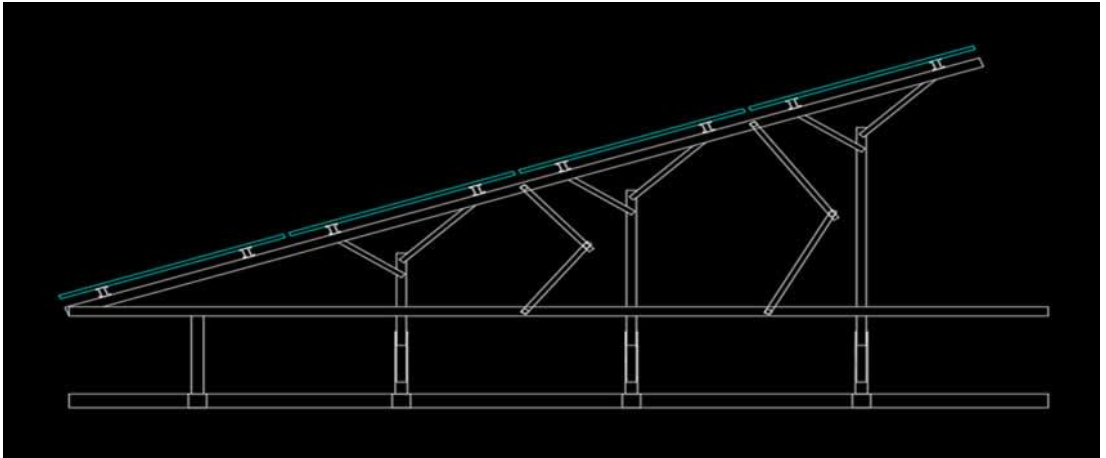
Şekil 6.15: Sabit Panel Ayakları [Url-4]



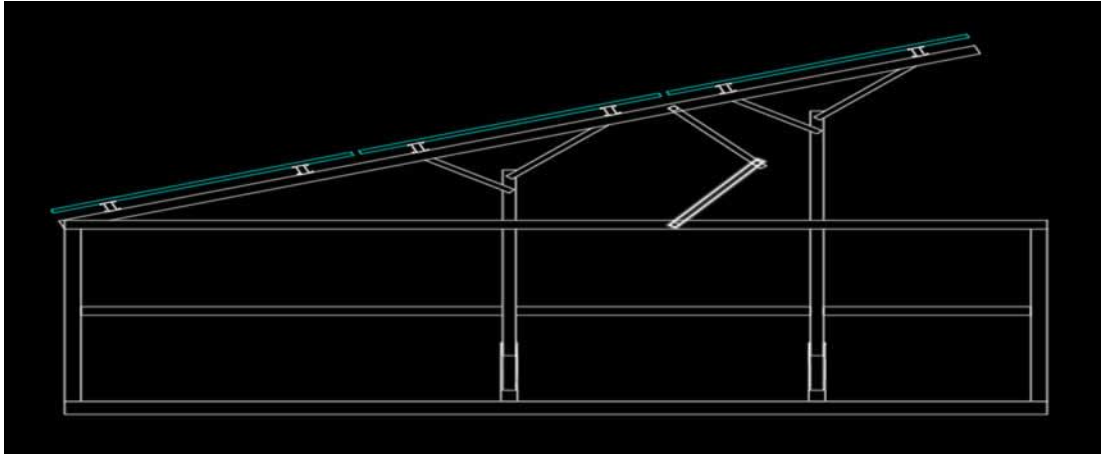
Şekil 6.16: Dik Monte Edilmiş İki Sabit Panelin Kurulmuş Hali



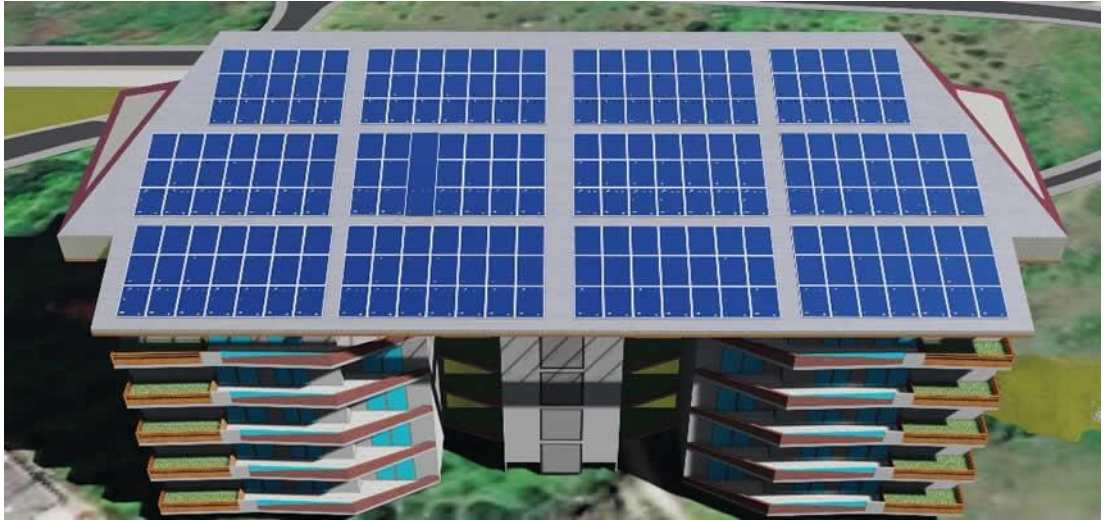
Şekil 6.17: Yatay Monte Edilmiş 8 Sabit Panelin Kurulmuş Hali



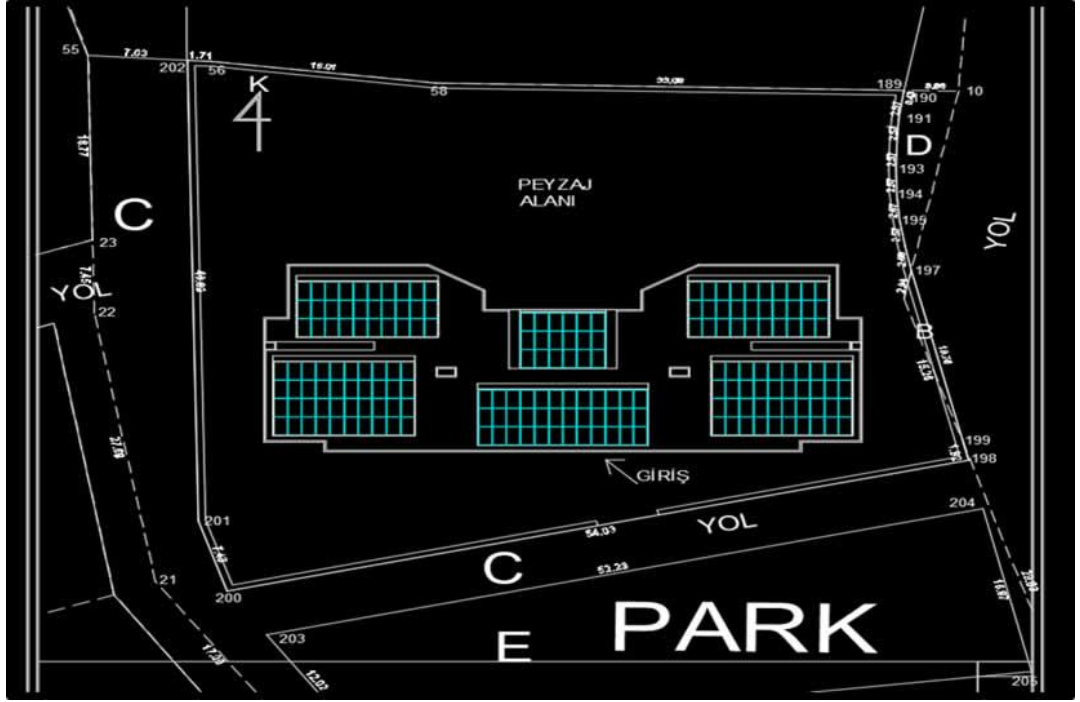
Şekil 6.18: Yan Görünüşler-1



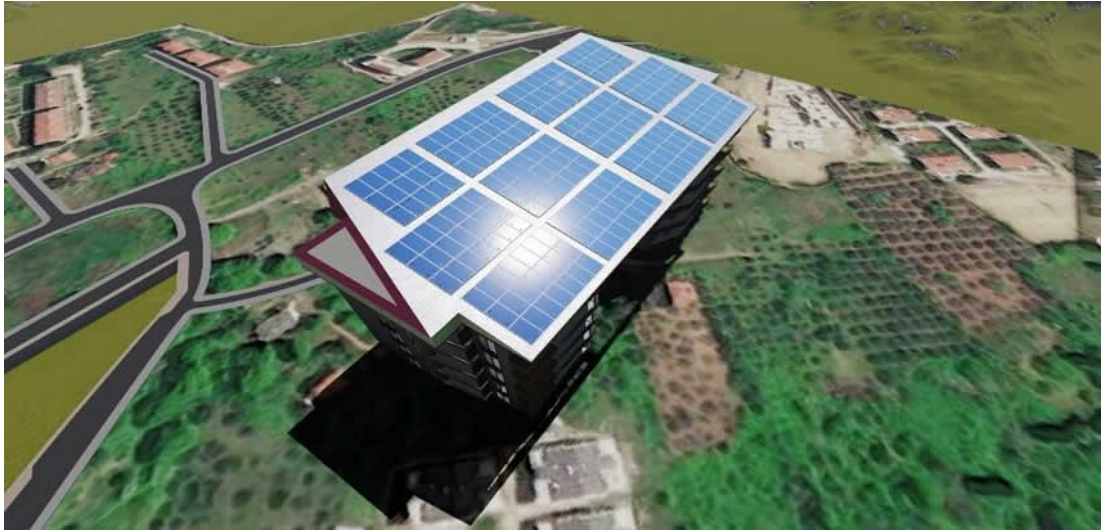
Şekil 6.19: Yan Görünüşler-2



Şekil 6.20: Ön Görünüş



Şekil 6.21: Vaziyet



Şekil 6.22: Uygulama Güney Cephesi



Şekil 6.23: Uygulama Doğu Cephesi

f. Uygulanan Sistem

Takip Sistemli Olmayan Dikey Hareketli Panel: Mevsim geçişlerinde güneşten daha fazla faydalanacak şekilde el ile hareket ettirilip sabitlenebilir.

g. Enerji Ve Maliyet Hesabı

Binamızın terasına 6 parça halinde toplam 194 adet 375 W panel yerleştirdik.

Proje içeriği için piyasadandan aldığımız fiyatlar sabit sistem olması halinde 500.000 TL civarlarında değişmektedir. Tasarladığımız sistemi uygulamak istediğimizde ise bu maliyet %10 civarında artmaktadır. Böylelikle sistem maliyeti 550.000 TL olmaktadır

Tablo yapacak olursak;

Çizelge 6.9: Sabit Panel Tercihinde Maliyet

Panel sayısı	Toplam Panel Gücü	Günlük Üretim (4,5 saat)	Yıllık Üretim (360 Gün)
194	72,750 kW	327,375 kW	117.855kW

Tasarladığımız hareketli panel ile yıllık yaklaşık %15 daha fazla enerji üretimi öngörülmektedir. Böylelikle yılda toplam üretim;

Yaklaşık olarak $117.855 \text{ kW} + \%10-11 = 130.000^* \text{ kW}$ civarında olmaktadır.

VII. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sürdürülebilir mimarlık kavramı inşaat sektöründe, yapının ve değerlendiricilerin yapının hayati etkinliklerini sürdürdüğü sürece tabiata, bulunduğu yerdeki egemen atmosfer koşullarına, bütün hayatıyet gösteren varlıkların sağlamlıklarına hassas ve ortama vereceği negatif etkilerin minimuma düşürülerek tasarım ve inşaatının gerçekleştirilmesi anlamını bulundurmaktadır. Yapının tasarım aşamasında sürdürülebilir mimari yapı olabilmesi açısından zorunlu kriterler ehemmiyetle tespit edilmeli ve denetimli kontroller ile beraber uzmanlar sayesinde söz konusu süreç ilk basamağından en son basamağına dek devam ettirilmelidir. Bundan dolayı sürdürülebilir mimari ile yapılmış bina niteliğinin elde edilebilmesi projelendirme aşamasının en başından itibaren başlanarak tespit edilmelidir, aksi takdirde yapının hayati etkinlikleri başladığında yapının enerji giderlerinin arzu edilen düzeylere ulaştırılması olanaksız olmamaktadır.

Sürdürülebilir mimarlıkta yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan tasarım, çevre ile uyumlu dahası tümevarım bakışla, yapı ve değerlendirilmesi yapılan ürün özellikleri kendisine has hale getirilerek, bütün yapı çeşitlerinin hayati döngüleri süresince yenilenebilir enerji kaynakları ile negatif etkilerinin minimuma düşürülmesidir.

Sürdürülebilir mimari; enerji verimliliği yönünden kendisine ve olduğu devletin enerji sorununa iktisadi destek veren, sağlam hayati nitelikleri bulunduran yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan bina inşasını amaçlamaktadır. Günümüz koşullarında, zaman ilerledikçe negatif ölçekleri çoğalarak kendisini fark ettiren atmosfer unsurların neden olduğu problemler, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan bina tasarımı kavramının sürdürülebilirlik kavramı ile aynı kapsamda bulunması gerektiğini göstermiştir. Bu noktadan da görüleceği gibi, tasarım yapanların atmosfer değişikliklerini önde tutarak enerji verimliliğini yükseltecek tasarımlar gerçekleştirmeleri zorunludur.

Bu çalışma kapsamında test çalışma bölgesi olarak seçilen Yalova ili sınırları içerisinde inşa edilmekte olan 30 konutluk alan Yalova ili Kuru Beldesinde bulunan

yapının teras katında 600 m² kullanılabilir alan üzerinde projelendirmelerde faydalanma şekli ve miktarı hesaplanmıştır. Böylece sürdürülebilirlik konusu somut şekilde test edilmiştir. Buna göre 194 adet panel ile takip sistemi olmayan, tek yönlü hareketli güneş istemi kurulduğunda tahmini sonuçlar şu şekilde olmaktadır;

- Maliyet: 550.000 TL
- Yıllık Üretim: 130.000 kW
- Binanın Yıllık Enerji İhtiyacı: 96.000 kW
- Üretilen fazladan 34.000 kW elektrik şebekeye satılır.
- 1 kwh = 0,36 TL. ; 24.000 x 0,36 = 12.240 TL şebekeye satıştan kazanılır.
- Binamızın yıllık toplam fatura gideri 69.120 TL idi.
- 7 yıllık fatura ise 483.840 TL olmaktadır. 7 yıllık satıştan ise 79.560 TL kazanç sağlanmaktadır.
- 483.840 + 79.560 = 563.400TL olacağından sistem 6. yılın son aylarında kendini amorti etmektedir. Sonraki her yıl ise kullanılan enerjinin yanında 12.240 TL satış elde edilecektir.

Gelecekte fosil yakıt rezervlerinin bitmesi ve tabiata yeniden tamiri yapılamayacak zararları vermesi sebebiyle daha fazla sürdürülebilir ve tabiat dostu olan yenilenebilir enerji kaynakları (ör: rüzgar, güneş, biyokütle, dalga, hidrojen, jeotermal vb.) uzunca süredir dünya devletlerinin enerji politikalarını belirlemektedir. Global bir farkındalık durumuna ulaşan temiz enerji, mimaride estetik, mimari ve enerji uyumu hususları popüler olmuştur. Güneş enerjisinin en görünür niteliği, yenilenebilir enerji türlerinde ölçeklenmesi yapılabilen tek teknoloji türüdür. Ölçeklenebilmesi sayesinde fotovoltaik teknolojisi cazibe merkezi haline gelmiş ve karbon salınımı problemi ile beraber de yaygınlık kazanmıştır.

Gerçekleştirilen literatür araştırması sonucunda, çalışmamızı diğer çalışmalardan farklılaştıran en önemli nitelik her ne kadar da konu teknik açıdan alınmış olsa da mimari estetik açıdan değerlendirilmiş, çevre dostu uygulamaların binaya estetik bir şekilde giydirilmesini ve estetik mimariye önem verilmesini önermiştir.

Bulduğumuz dönemde güneş enerjisi santrallerinin kurulum maliyeti yaklaşık 70 Sent/Watt civarında olmaktadır. Maliyeti bu derece fazla olan bir yatırımın geri amortisman süresini en az düzeyde tutmak için tasarım safhasında gerçekleştirilecek

analizlere önem gösterilmelidir. Bu tezde geliştirilen düşüncede yer tercihinden gelir düzeyine dek tüm aşamalar aydınlığa kavuşturulmuştur. Araştırmadaki metot, çatısından kendi elektriğini çevre dostu olarak üretmeyi arzulayan bütün tüketiciler tarafından uygulanabilir olmasıdır. Güneş enerjisi santralleri dağıtık tesis tipleridir ve sadece gündüz vakti elektrik üretmektedirler. Söz konusu tesislerin sayısı fazlaştıkça günlük olarak farklılık gösteren üretim ortaya koyan bu tesislerin öğlenleri tam kapasite ile akşam vakti hiç çalışmamaları şebekede gerilim farklılıklarına neden olacaktır. Bu nedenle ileride gerçekleştirilecek araştırmalarda dağıtık üretim tesislerinin dağıtık şebekelere etkisine incelemeler gerçekleştirilerek söz konusu yapıları şebekeye zarar vermeden varlıklarını nasıl sürdürebilecekleri sorusuna yanıt aranmalıdır. Böylelikle bu çalışmadaki örnek sayılarının uygulamada artması ile şebekeye gelecek bir hasarın önüne geçilmiş olacaktır.

VIII. KAYNAKÇA

KİTAPLAR

- ANONYMOUS, (2017), **BP Statistical Review of World Energy**, 2017.British Petroleum, London: UK.
- AYKAL, F. D., GÜMÜŞ, B. ve AKÇA ÖZBUDAK, Y. B. (2009). **“Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir ve Etken Enerji Kullanımının Yapılarda Uygulanması”**, YEKSEM 09: V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Diyarbakır, Emo Yayınları, 78-83
- AYRANCI, E. (2011). **Doğu Marmara Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu**, Marka Yayınları Serisi
- COLE, R. J. (1999). **“Building Environment Assessment Methods: Clarifying Intentions”**, Building Research&Information, 230-246.
- COOK, J. (2001). **"Ekolojinin Mimarisi"**, Domus M, S.10: 52-57.
- ÇELEBİ, G., GÜLTEKİN A., HARPUTLUGİL, G., BEDİR, M. ve TERCİ, A., (2008). **Yapı Çevre İlişkileri**, TMMOB Mimarlar Odası Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi Yayınları, İstanbul
- KIŞLALIOĞLU, M. ve BERKE, F. (1999). **Çevre ve Ekoloji**, Remzi Kitabevi, İstanbul.
- OKTAY, A. (2002). **Yaşamın sihirli yılları: Okul öncesi dönem** (3. Basım). İstanbul: Epsilon Yayıncılık.
- ÖZTÜRK, H. H. (2013). **Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, İstanbul, Birsen Yayınevi.
- SEV, A. (2009). **Sürdürülebilir Mimarlık**, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- TÖNÜK, S. (2001). **Bina Tasarımında Ekoloji**, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayını, İstanbul.

YILMAZ, M. (2007). “**Mimarlık ve çevre, Çevre ve politika: başka bir dünya özlemi**”, A. Mengi (Derl.), İmge Kitabevi Yayınları, S. 75-92.

MAKALELER

ADİYAMAN, Ç. (2012). **Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları** Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Niğde, 1-163.

AKTEN, M. DOĞAN, M. (2017). “**Çevre Dostu Binalar ve Yeşil Bina Sertifika Sistemleri**”, Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 2, Sayı 3, S. 126,127,128.

BASAR, H. B. (2011). “**Enerji Santrallerinin Çok Kriterli Değerlendirilmesi**” Gazi üniversitesi, Ankara, 1-151

BEERMANN, J. (2009). **100% Renewable Energy Regions in Europe - A Comparative Analysis Of Local Renewable Energy Development, Postgraduate Thesis, Berlin Free University, Department of Social and Political Sciences, Berlin.**

DU PLESİS, C. (1998). "**The Meaning and Definition of Sustainable Development in the Built Environment**", CSIR Building and Construction Technology, University of Pretoria, Pretoria, South Africa,

EVSAHİBİOĞLU, N., AKÜZÜM T. ve ÇAKMAK B. (2010). **Su Yönetimi, Su Kullanım Stratejileri ve Sınırlılaşan Sular**, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara 11-15 Ocak

DURMUŞ ARSAN, Z. (2008). “**Türkiye’de Sürdürülebilir Mimari**”, Mimarlık Dergisi, sayı 340, ss.21-30.

EİCKER, U. DEMİR, E. ve GURLICH, D. (2015). “**Strategies for cost efficient refurbishment and solar energy integration in European Case Study buildings**”, Energy and Buildings, 102: 237-249.

ERMAN, T. (2010). “**Kent, Konut ve Taşıdığı Anlamlar: Bağlamlandırılmış (Contextualized) Bir Yaklaşım**”, Bilkent Üniversitesi, Siyaset Bilimi Bölümü, Dosya 20 Kent ve Konut, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, S 6-12.

GÜLTEKİN, A.B. (2007). "**Sürdürülebilir Mimari Tasarım İlkeleri Kapsamında**

Çözüm Önerileri", 19. International Congress of Building and Life: Future of Architecture, Architecture for Future, Bursa Mimarlar Odası, Bursa.

HORVATH, M., KASSAI-SZOO, D. ve CSOKYNAI, T. (2016). **"Solar energy potential of roofs on urban level based on building typology"**, Energy and Buildings, 111: 278-289.

HOŞKARA, E., SEY, Y. (2008). **Ülkesel koşullar bağlamında sürdürülebilir yapım**. İTÜ dergisi/a, mimarlık, planlama, tasarım,7(1): 50-61.

KIM, J. J. ve RIGDON, B. (1998). **Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design**, National Pollution Prevention Center for Higher Education, Michigan.

MAURER, C. CAPPEL, C. ve KHUM, T.E. (2017). **"Progress in building-integrated solar thermal systems"**, Solar Energy, 154: 158-186.

O'SHAUGFNESSY, E. CUTLER, D. ARDANI, K. ve MARGOLIS, R. (2018). **"Solar plus: A review of the end-user economics of solar PV integration with storage and load control in residential buildings"**, Applied Energy, 228: 2165-2175.

ÖZCAN, U., EROL, H. (2018). **"Yüksek ve Sürdürülebilir"**. Yapı Dergisi (ISSN: 1300-3437, DAAI-Design and Applied Arts Index), Sayı: 435, s:52

YILMAZ, M. (2017). **"İki Eksenli Güneş Takip Sistemlerinde Takip Verimliliğinin Arttırılması"**, Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi Cilt 7, Sayı 1/2

ANSİKLOPEDİLER

TDK, Türk Dil Kurumu Sözlüğü, "Ekoloji" maddesi.

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

ADAM, H. "Hidrokarbon Adam". <http://www.hidrokarbonadam.com/global/seviyelendirilmis-elektrik-maliyeti-levelized-cost-of-electricity/> (Erişim Tarihi: 03.07.2020).

ETKB Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, "Hidrojen Enerjisi", http://www.yegm.gov.tr/teknoloji/h_enerjisi.aspx, (Erişim Tarihi: 03.07.2020).

- URL-1 <https://www.elektrikde.com/gunes-panellerinde-on-grid-ve-off-grid-baglanti-sistemleri>, (Erişim Tarihi: 15 Kasım 2020)
- URL-2 https://tr.foenpv.com/tile-roof-solar-mounting-systems_p88.html, Son Erişim 15/11/2020
- URL-3 <http://www.keremcilli.com/gunes-takip-sistemleri-uretim-karsilastirma> (Erişim Tarihi: 15 Kasım 2020)
- URL-4 <https://nexten.com.tr/tr/ges-santrallerinde-gunes-takip-sistemi-solar-trackeruygulamalari>, (Erişim Tarihi: 15 Kasım 2020)
- URL-5 HAGEMANN, I.B. (2007). Solarsiedlung am Schlierberg Freiburg (Breisgau) Germany, www.pvupscale.org, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-6 Foster+Partners, 1997-Frankfurt Germany Commerzbank Headquarters,<https://www.fosterandpartners.com/projects/commerzbank-headquarters>, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-7 Inhabitat, BedZED: Beddington Zero Energy Development in London, <https://inhabitat.com/bedzed-beddington-zero-energy-development-london>, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-8 Skidmore Owings & Merrill LLP (SOM), Pearl River Tower, http://www.som.com/projects/pearl_river_tower, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-9 Solbak, V. (2016). Solar Energy for Public Buildings in Alberta, http://www.infrastructure.alberta.ca/Content/docType486/Production/Solar_Energy_for_Alberta_final.pdf, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-10 IEA Photovoltaic Power Systems Program, 2008 International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Program, <http://iea-pvps.org>, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-11 <https://www.visit.alsace/en/306000019-europa-park>, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-12 Anel Grup, Anel Enerji Gelişen Kentler Zirvesi, <http://www.solaracademy.com/menus/Gelisen-Kentler-Zirvesi-Konya-AnelEnerji.194405.pdf>, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-13 British Petroleum, BP Energy Outlook 2018 Edition, <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energyeconomy>

- [cs/energy-outlook/bp-energy-outlook-2018.pdf](#), (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-14 ETKB Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, YEGM'nin Güneş Enerjisi Çalışmaları,http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_calismalari.aspx, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-15 <http://andrewmarsh.com>, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-16 <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/main/tools/a-quick-tour-of-geoprocessing-tool-references.htm>, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-17 <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>, Erişim tarihi 03 Temmuz 2020
- URL-18 <https://drajmarsh.bitbucket.io/shadows3d.html>, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-19 <http://blog.hottech.com.tr/surdurulebilir-turizm-ve-yesil-yildiz>, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-20 <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)
- URL-21 <http://www.marka.org.tr/Uploads/Files/DoguMarmaraBolgesiYenilenebilirEnerjiRaporu.pdf>, (Erişim Tarihi: 03 Temmuz 2020)

TEZLER

- ACAR, C. ve KILINÇDEMİR, İ. (2016). Güneş İzleme Sistemleri, Proje, Yıldız Teknik Üniversitesi
- AKSUNGUR, M. ve KURBAN, M. Türkiye'nin Farklı Bölgelerindeki Güneş Işınım Verilerinin Analizi ve Değerlendirilmesi, Proje, Ankara Üniversitesi
- ATILGAN, L. E. (2014). "Tarihi Camilerin Modern Teknolojilerle Enerji Etkin Aydınlatılması", (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- BİLGE, C. (2007). "Sürdürülebilir çevre ve mimari tasarım: Mimariye eleştirel bir bakış", (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü. , Mimarlık Fakültesi, İstanbul S. 9.10.11.12.13.
- GÜNEL, Ö. (2004). "Sürdürülebilir bina tasarımında iklim verilerinin değerlendirilmesi", (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü., Mimarlık Fakültesi , İstanbul S.5,6

- KARABIÇAK, M. ve YÜKSEL, A. (2013). Güneş Takip Sistemi, Proje, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- KARABULUT, E. (2012). “Sürdürülebilir Mimarlık İlkeleri Kapsamında Binalarda Suyun Etkin Kullanımı”, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- KIMILLI, M. (2006). Depreme Duyarlı Bölgelerde Sürdürülebilir Mimari Tasarım; Isparta / Mavikent Örneği, (Yüksek Lisans Tezi), T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- KUŞÇU, A.C. (2006). “Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Geleneksel Konya Evi Üzerine Bir İnceleme”, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÖZÇUHADAR, T. (2007). “Sürdürülebilir çevre için enerji etkin tasarımın yaşam döngüsü sürecinde”, (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü., Mimarlık Fakültesi, İstanbul S. 12,13,14,15,16.
- TOPAR, A.H. (1996). Yapıda Elektro İklimsel Kirlilikle İnsan Sağlığı İlişkisi ve Alınabilecek Önlemler, (Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.
- YEŞİLDAŞ, M. (2017). “Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Eğitim Yapılarının İrdelenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ZİNZADE, D. (2010). “Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi”, (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü., Mimarlık Fakültesi, İstanbul S. 5.

DİĞER KAYNAKLAR

- BİRLEŞMİŞ MİLLETLER, (1991). “**Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu**”, Johannesburg, İlke 1.
- ETKB, (2017). Strateji Geliştirme Başkanlığı Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü Raporu, Ankara, ETKB, Yayın No:15.
- T.C. RESMÎ GAZETE. (2005). “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”. (5346), 10.05.2005, 5-44.
- TOMBAKOĞLU M. ve ark. (2011). FMO 27. Dönem Yönetim Kurulu, TMMOB

Fizik Mühendisleri Odası Nükleer Enerji Raporu, 9-10.
UIA, (1993). Genel Kurul. Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Bağımlılık Bildirgesi
(11),46.

ÖZGEÇMİŞ

Adı – Soyadı : Mohamad MOHAMAD
Doğum Tarihi ve Yeri : 10.10.1983 / Damascus
E-posta : mohamadmimarlik@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans : Damascus Üniversitesi / Mimarlık Fakültesi Mimari Tasarım Bölümü

MESLEKİ DENEYİM:

- Suriye’de Mohamad Mohamad Mimarlık, Taahhüt ve İnşaat Şirketini kurdu ve çok sayıda inşaat ve mimarlık projesi gerçekleştirdi.
- Bursa – Orhangazi adresinde Yapar Grup İnşaat Mimarlık İthalat İhracat Tic. ve San. Ltd.Şti.’ni kurdu. Bu şirket adı altında şimdiye kadar 6 adet inşaat projesini tamamladı.
- Auto Cat Mimari Tasarım Programı, 3D Max Üç Boyutlu Mimari Modelleme Programı, Lomioun Mimari Animasyon Programı ve Scachtup Mimari Modelleme Programını iyi derecede kullanmaktadır.