

**T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK BİLİM DALI**

**AKDENİZ İKLİM ŞARTLARINDA  
GÜNEŞ ODAKLI ENERJİ ETKİN YAPI TASARIMININ  
SU ISITMALI SİSTEM BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Mimar GİZEM TETİK**

**İstanbul, 2014**





**T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK BİLİM DALI**

**AKDENİZ İKLİM ŞARTLARINDA  
GÜNEŞ ODAKLI ENERJİ ETKİN YAPI TASARIMININ  
SU ISITMALI SİSTEM BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Mimar GİZEM TETİK**

**Prof. Dr. Ayşe Bilge IŞIK**

**İstanbul, 2014**

**T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK BİLİM DALI**

**AKDENİZ İKLİM ŞARTLARINDA  
GÜNEŞ ODAKLI ENERJİ ETKİN YAPI TASARIMININ  
SU ISITMALI SİSTEM BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Mimar GİZEM TETİK**

**Prof. Dr. Ayşe Bilge IŞIK**

**İstanbul, 2014**

**T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK BİLİM DALI**

**AKDENİZ İKLİM ŞARTLARINDA  
GÜNEŞ ODAKLI ENERJİ ETKİN YAPI TASARIMININ  
SU ISITMALI SİSTEM BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Mimar GİZEM TETİK**

**Prof. Dr. Ayşe Bilge IŞIK**

**İstanbul, 2014**



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Mimarlık Anabilim Dalı, Mimarlık (Tezli) Yüksek Lisans Programı Y1113.050007 numaralı öğrencisi **Gizem TETİK**' in "AKDENİZ İKLİM ŞARTLARINDA GÜNEŞ ODAKLI ENERJİ ETKİN YAPI TASARIMININ SU ISITMALI SİSTEM BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 03.09.2013 tarih ve 2013/18 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak **kabul** edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 22.01.2014

1) Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ayşe Bilge IŞIK

*Ayşe Bilge Işık*

2) Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nejat ARAL

*Nejat Aral*

3) Jüri Üyesi : Prof. Dr. Murat SOYGENİŞ

*Murat Soygeniş*

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.

## ÖN SÖZ

Bu tez çalışması, hızla tüketilen doğal kaynakların, daha verimli kullanımı için toplumu bilinçlendirmek, bunun yanısıra yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek, güneş enerjisinden pasif ve aktif faydalanmayı yaygınlaştırmak ve güneş enerjili su ısıtma sistemlerinde yaşanan problemlere iyileştirme önerileri sunarak, güneş enerjisinden yararlanarak temiz ve masrafsız sıcak su eldesine teşvik etmek amacıyla yapılmıştır.

Tez çalışmam sırasında ilgisini ve bilgilerini benden esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Ayşe Bilge IŞIK' a, eğitim hayatım boyunca bana destek olan annem Semra, babam Savaş, ablam Sanem ve abim Doğan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	2
1.2. Çalışmanın Yöntemi.....	3
1.2. Çalışmanın Kapsamı.....	3
<b>2. ENERJİ NEDİR</b> .....	6
2.1. Enerjinin Tanımı .....	6
2.2. Enerji Kullanım Alanları.....	7
2.3. Yenilenemez Enerji Kaynakları .....	7
2.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	10
2.4.1. Rüzgar .....	10
2.4.2. Biyokütle(biyomass) .....	12
2.4.3. Okyanustan Enerji Üretimi .....	13
2.4.4. Hidrolik(su gücü) .....	14
2.4.5. Hidrojen.....	14
2.4.6. Nükleer.....	15
2.4.7. Jeotermal .....	17
2.4.8. Güneş .....	18
2.5. Isıl Konfor.....	20
2.5.1. Isıl Konfor ve İnsan İlişkisi.....	20
2.5.1.1. Giysiler .....	23
2.5.1.2. Aktivite .....	23
2.5.2. Isıl Konfor ve Çevre İlişkisi.....	23

2.5.2.1. Isıl Konfor için Çevre Faktörleri .....	23
2.5.2.2. Isıl Konfor için ve Kapalı Çevre İlişkisi .....	25
2.5.2.3. Isıl Konfor için ve Açık Çevre İlişkisi.....	27
2.5.3. Isıl Konfor ve Standart Değerler.....	28
<b>3. GÜNEŞ ENERJİSİNDEN YARARLANMA .....</b>	<b>30</b>
3.1. Güneş ve Güneş Işınları .....	30
3.2. Güneş Açıları .....	31
3.2.1. Esas Güneş Açıları .....	33
3.2.2. Türetilen Güneş Açıları .....	36
3.2.3. Atmosfer Dışına Gelen Güneş Işınımı.....	36
3.3. Dünya Güneş Enerjisi Potansiyeli .....	38
3.4. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	40
3.5. Yasal Dayanaklar.....	42
<b>4. YAPILARDA GÜNEŞ ENERJİSİNDEN YARARLANMA.....</b>	<b>46</b>
4.1. Pasif(edilgen) Yararlanma.....	46
4.1.1. Doğrudan Kazanç .....	47
4.1.2. Dolaylı Kazanç .....	49
4.1.2.1. Organik (Polimer) Güneş Pilleri.....	52
4.1.2.2. Kış Bahçesi(sera) Uygulaması .....	53
4.1.2.3. Trombe Duvarı Uygulaması .....	55
4.1.2.4. Çatı Havuzu Uygulaması .....	57
4.1.2.5. Su Duvarı Uygulaması .....	59
4.1.2.6. Güneş Duvarı .....	60
4.1.2.7. Güneş Tüneli.....	61
4.1.2.8. Pasif Soğutmada Güneş Bacaları .....	62
4.2. Aktif(etkin) Yararlanma.....	64
4.2.1. Güneş Toplaçları .....	64
4.2.2. Güneş Havuzları .....	68
4.2.3. Güneş Bacaları .....	68

4.2.4. Güneş Fırınları(merkezi alıcı sistemler) .....	70
4.2.5. Yoğunlaştırma Yapan Santral Sistemler .....	72
4.2.6. Fotovoltaik Sistemler.....	74
4.3. Pasif Sistemle Güneşten Yararlanılan Yapıların Tasarım Süreci.....	79
4.3.1. Yapıların Konumlandırılması .....	81
4.3.2. Yapılar Arası İlişki .....	81
4.3.3. Yapı Formu ve Yönlendirme .....	84
4.3.4. Mekan Organizasyonu .....	85
4.3.5. Yapı Kabuğu Dahili Özellikler.....	85
4.3.6. Sistem Seçimini Etkileyen Faktörler .....	86
<b>5. AKDENİZ İKLİM ÖZELLİKLERİ .....</b>	<b>88</b>
5.1. Yıl içinde Aylara göre Güneşlenme Süreleri.....	89
5.2. Gün Periyodu İçinde Güneşlenme Süreleri.....	90
<b>6. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ ve ÖRNEK DEĞERLENDİRMESİ .....</b>	<b>92</b>
6.1. Türkiye'de Akdeniz Bölgesinde Uygulanan Güneş Enerjisi.....	
Toplama Yöntemleri .....	92
6.1.1. Basit Güneş Enerjisi Sistemleri .....	49
6.1.2. Güneş Enerjili Boyler Sistemler.....	89
6.2. Örnek Yapı Değerlendirmesi.....	100
6.2.1. Örnek Yapı İyileştirme Önerileri .....	101
<b>SONUÇ .....</b>	<b>104</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>6</b>
<b>ÖZET .....</b>	<b>114</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>115</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	:Avrupa Birliği (European Union)
ABD	:Amerika Birleşik Devletleri (United States)
AET	:Avrupa Ekonomik Topluluğu
A.G.E.	:adı geçen eser
AKÇT	:Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu
BOTAS	Boru Hatları ile Petrol Tasıma Anonim Şirketi
BP	:British Petroleum
Btpe	:Bin Ton Petrol Eş Değeri
°C	:Santigrad Derece
CM	:Santimetre
CO <sub>2</sub>	:Karbondioksit
DPT	:Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı
DSİ	:Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğu
DTM	:Dış Ticaret Müsteşarlığı
EIA	:Energy Information Administration
EİE	:Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğu
EMO	:Elektrik Mühendisleri Odası
EPDK	:Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	:Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAS	:Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GW	:(GWh) Gigawatt (Gigawatt saat)
GWEC	Global Wind Energy Council
HES	:Hidroelektrik Enerji Santralleri
IAEA	:International Atomic Energy Agency
IEA	:International Energy Agency
KW	:(KWh) Kilowatt (Kilowatt saat)
M-M2	:Metre-Metrekare
MTA	:Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
MTPe	:Milyon Ton Petrol Eş Değeri
MW	:Megawatt

- MWe :Megawatt Elektrik  
MWt :Megawatt Isı  
OPEC :Organization of the Petroleum Exporting Countries  
PV :Fotovoltaik (Güneş Pili)  
TÜİK :Türkiye İstatistik Kurumu  
TW :(TWh) Terawatt (Terawatt saat)  
Vb. :Ve Benzerleri  
Vd. :Ve Diğerleri  
YEK :Yenilenebilir Enerji Kaynakları  
\$ :ABD Doları  
€ :Euro

## TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Oluşumlarına Göre Enerji Türleri.....	6
Tablo 2. Ülkelere Göre Dünya Kömür Rezerv Dağılımı .....	22
Tablo 3. Dünya Fosil Enerji Kaynaklarının Toplam Rezervleri .....	9
Tablo 4. Faaliyetler Esnasında Açığa Çıkması Gerekli Miktarları..... Enerji/Saat .....	21
Tablo 5. Hafif İşlerde Rahat Çalışma İçin Sıcaklık, Hava Akım Hızı, ..... Bağıl Nem Değerleri.....	22
Tablo 6. Hafif Yapılan İşe Göre Çalışma Ortamı Sıcaklıkları .....	24
Tablo 7. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Seçilmiş Göstergeler.....	38
Tablo 8. Ülkeler Bazlı Fotovoltatik Kapasite (MW) .....	39
Tablo 9. Yenilenebilir Enerji'de İlk 5 Ülke.....	39
Tablo 10. 2009 Yılı Ülkelerin PV Kapasite Artışları (MW) .....	40
Tablo 11. Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	41
Tablo 12. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin ..... Bölgelere Göre Dağılımı.....	42
Tablo 13. Bölgelere Göre Tavsiye Edilen Isıl Geçirgenlik Kat Sayıları... .. (U Değerleri) .....	43
Tablo 14. R (Isıl Direnç Değeri) Hesap Tablosu.....	44
Tablo 15. U Değeri Hesabı.....	44
Tablo 16. Bölgelerine Göre Tavsiye Edilen Toplam Isı Geçiş Katsayıları ....	45
Tablo 17. Güneş Işınımı Absorbsiyon Değerleri.....	49
Tablo 18. Yıl İçinde Aylara Göre Güneşlenme Süreleri ..... Antalya).....	89
Tablo 19. Güneş Enerjisinden Faydalanma Yolları .....	90

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Yatay Eksenli Rüzgar Türbini Çalışma Prensibi .....	11
Şekil 2. Dikey Eksenli Rüzgar Türbini .....	11
Şekil 3. Biyokütle Atıkları Ve Dönüşüm Santrali .....	12
Şekil 4. Dalga Enerjisi Jeneratörü .....	13
Şekil 5. Türkiye Güneş Haritası .....	19
Şekil 6. Tekil Isıtıcı Ve Sabit Isıtıcı .....	27
Şekil 7. Tribün Isıtması .....	27
Şekil 8. Samanyolu'nun Galaksi Düzlemine Dik Kesiti .....	30
Şekil 9. Güneş .....	31
Şekil 10. Dünyanın Yörüngesel Hareketi .....	32
Şekil 11. Güneş Hareketlerinin Yaz ve Kış Aylarında Durumu .....	33
Şekil 12. Gökküre Üzerinde Güneş Açılımları .....	34
Şekil 13. Deklinasyon Açısının Yıl Boyunca Değişimi .....	35
Şekil 14. Türetilen Güneş Açılımları .....	36
Şekil 15. Radyasyonun Tayfsal Dağılımı .....	37
Şekil 16. Direkt Kazanç Sisteminin Gün Boyunca Çalışma Sistemi .....	47
Şekil 17. Direkt Kazanç Sisteminin Gece Boyunca Çalışma Sistemi .....	48
Şekil 18. Dolaylı Kazanç Sistemleri .....	50
Şekil 19. Isıl Kütle Duvarlarının Çalışma Prensibi .....	51
Şekil 20. Güneş Penceresi .....	52
Şekil 21. Güneş Penceresi Uygulamaları .....	53
Şekil 22. Sera Bahçesi Uygulamaları .....	54
Şekil 23. Sera Uygulaması .....	55
Şekil 24. Trombe Duvarı Uygulamaları .....	56
Şekil 25. Trombe Duvarı .....	57
Şekil 26. Çatı Açıklıkları (Çatı Havuzu) Uygulaması .....	58
Şekil 27. Ayrık Açıklık Uygulaması .....	58
Şekil 28. Su Duvarı Uygulaması .....	60
Şekil 29. Paris – Amsterdam Demiryolu Hattı Üzerine Döşenen .....	
Güneş Panelleri .....	61

Şekil 30. Kanat Duvar Ve Hava Akımları.....	62
Şekil 31. Güneş Bacası.....	63
Şekil 32. Binada Termal Baca Etkisi .....	63
Şekil 33. Isıl Toplaç Örnekleri .....	65
Şekil 34. Düzlemsel Güneş Toplacının Kesiti.....	66
Şekil 35. Güneş Bacası.....	69
Şekil 36. Güneş Bacası Çalışma Prensipleri.....	70
Şekil 37. Güneş Fırını .....	71
Şekil 38. Doğrusal Yoğunlaştırıcı Kollektör .....	72
Şekil 39. Parabolik Çanak Kollektörler .....	73
Şekil 40. Merkezi Alıcılı Güneş Isıl Elektrik Santrali.....	74
Şekil 41. Fotovoltaik Sistemlerin Çatıda, Cephede Kullanımı .....	75
Şekil 42. Pasif Ve Aktif Sistemle Güneş Enerjisinden..... Yararlanma Prensipleri.....	80
Şekil 43. Binanın Yerine Bağlı Olarak Bina Çerçevesindeki İklim..... Koşullarının Değişimi .....	82
Şekil 44. Yerleşme Dokusunun Bina Çevresindeki İklim Üzerinde Etkisi .....	83
Şekil 45. Bina Konumu Ve Güneş Enerjisi İlişkisi.....	83
Şekil 46. Binanın Diğer Binalara Göre Konumu .....	85
Şekil 47. Türkiye' nin Güneş Enerjisi Işınım Haritası.....	91
Şekil 48. Örnek Yapı İncelemesi .....	93
Şekil 49. Güneş Enerjisi transfer Borusu Kesiti.....	94
Şekil 50. Güneş enerjisi Sistemi Örneği.....	94
Şekil 51. Boyler Sistem Örneği .....	95
Şekil 52. Boyler Sistem Örneği .....	97
Şekil 53. Boyler Sistem Örneği .....	98
Şekil 54. Boyler Sistem Örneği .....	98
Şekil 55. Boyler Sistem Örneği .....	99
Şekil 56. Boyler Sistem Örneği .....	100
Şekil 57. Boyler Sistem Örneği .....	100



## 1. GİRİŞ

Enerji ihtiyacı, dünyamızda büyük bir hızla gelişim göstermekte, bu durum sosyal, ekonomik ve aynı zamanda çevresel açıdan birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu sorunlar, enerji ihtiyacının temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasının önemini her geçen gün arttırmaktadır. Güneş enerjisinden, yapılaşma, endüstri ve ulaşım sektörlerinde faydalanılmaktadır. Yapılaşmada, ev aletleri ve ısıtma-soğutma işlemleri sırasında enerji kullanımı gerçekleşmektedir. Yaşamın konforlu şartlarda sürdürülebilmesi için yaşam alanlarının ısıtılması ve soğutulmasında harcanan enerji, tüketimde önemli bir paya sahiptir. Avrupa ülkelerinde, birincil enerji tüketiminin %50'si binaların enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır (Henning, 2007).

Enerji, günlük yaşamın her anında ve yapılan etkinliklerinde insanın en önemli gereksinimidir. Çevresel değerleri tehdit etmeden yeterli düzeyde enerji sağlama ve kullanma, toplumun en önemli sorunudur. Enerji sağlamada kullanılan kaynaklar çeşitlidir, bunlar fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere başlıca iki gruba ayrılabilir.

Fosil yakıtların diğer bir adı da mineral yakıtlardır. Bunlar içeriğinde hidrokarbon bulunduran kömür, petrol ve doğal gaz türündeki enerji kaynaklarıdır. Fosil kaynaklar, ölen canlı organizmaların oksijensiz ortamda milyonlarca yıl boyunca çözülmesi ile oluşur. Fosil kaynaklar endüstriyel alanda çok geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Gıda sanayii, ilaç sanayii ve tekstil sanayii bunların başında gelmektedir. 20. ve 21. yüzyılda dünya çapındaki teknolojik gelişmelerle, enerjide fosil yakıtlardan elde edilen enerjiye ihtiyaç artmakta olduğundan fosil yakıt kullanılmaktadır. Özellikle petrolden elde edilen benzin, büyük çatışmaların ana olmuştur. Fosil yakıtların tükenme riski bulunması ve katı atık ve gaz atık olarak çevre kirliliğine yol açması yenilenebilir enerjiye yönelmeye sebep olmuştur.

Yenilenebilir enerji (kaynakları), sürekli devam eden doğal süreçlerdeki varolan enerji akışından elde edilen enerjidir (Henning, 2007). Bu kaynaklar güneş ışığı, rüzgâr, akan su (hidro güç), biyolojik süreçler ve jeotermal olarak

sıralanabilir. Genel anlamda yenilenebilir enerji kaynağı; kaynağından alınan mevcut enerjiye eşit oranda ve hızlı bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile ifade edilmektedir. En büyük yenilenebilir enerji kaynağı şekli güneşten güneşten ışıyım yoluyla gelen enerjidir. Yenilenebilir enerjinin binalar, hayvanlar ve insanlar tarafından kalıcı bir şekilde tüketilmesi olası değildir. Fosil yakıtlar, çok uzun bir zaman kapsamında teorik anlamda yenilenebilirken, istismarı sonucu yakın gelecekte tükenmesi söz konusudur. Dünyada, fosil yakıtların tükenme durumu ve enerji ihtiyacının artması, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmıştır.

Güneş enerjisi yenilenebilir bir enerji kaynağı olmakla beraber diğer enerji kaynaklarından ayrıldığı en temel özelliği, teknolojik gelişmelere bağılı olarak çevreyi kirletmemesidir. Yani güneş enerjisi çevre dostudur. Güneş enerjisi üzerine çalışmaların artmasının bir diğer sebebi ise karmaşık bir teknoloji gerektirmemesi ve fiyat artışlarından etkilenmemesidir.

### **1.1. ÇALIŞMANIN AMACI**

Günümüzde enerji önemli bir ihtiyaç halini almıştır. Mevcut enerjilerin büyük kısmı tükenebilir enerjilerden elde edilmekte ve zararları insan sağlığını tehdit edecek seviyelerdedir. Yenilenemez enerjinin alternatifi olan enerji çeşitleri doğada var olmaktadır. Dünyada tüketilen enerjinin %50'si yapılarda kullanılırken, mimarlığın çalışmalarını bu konu üzerine yoğunlaştırması gerekmektedir.

Gelişmiş ülkeler, duyarlı bir şekilde yenilenebilir enerjilerden yararlanmakta ve geliştirmek için çalışmalarını sürdürmektedirler. Özellikle yapılarda güneş enerjisinden pasif yararlanma olanakları çok geniş ve büyük teknoloji gerektirmeyen sistemlerdir. Ülkemiz, coğrafi konumu sayesinde güneş enerjisinden oldukça yüksek bir seviyede yararlanma olanağına sahiptir. Yalnız faydasından yararlanma konusunda yapılan çalışmalar üniversitelerin ilgili bölümleri ve bazı devlet kuruluşlarının (AR-GE) bölümlerinin çalışmalarıyla sınırlıdır. Bu çalışmayla ülkemizde, özellikle

mimarlık alanında güneş enerjisinden yararlanma olanaklarına dikkat çekilmesi, yapılacak yeni yapı tasarımlarında güneş odaklılığın ön planda tutulması, güneş enerjisi sistemlerinde uygulanmış ve uygulanmakta olan hatalara eleştirel bir bakış açısıyla getirilen önerilerle en yüksek verimin elde edilmesi ve bu bilgilerin göz ardı edilmemesi için bir katkı olması amaçlanmıştır.

## **1.2. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ**

Öncelikle genel bir araştırma ve literatür taramasından sonra konu ile ilgili araştırmacıların da yönlendirmesiyle tez çalışmasının konusu ve kapsamı belirlenmiştir. Konu belirlendikten sonra fosil enerji kaynakları, yenilenebilir enerji kaynakları ve çeşitleri, yapı sektöründe kullanılan ve tüketilen enerji miktarları, güneş enerjisinden yapılarda yararlanabilme imkanları başlıklarında kaynak taraması yapılmış olup, konuyla ilgili kitap, tez, bildiri, makale ve sanal ortamdaki bilgiler temin edilip incelenmiştir. Elde bulunan kaynaklar derlenerek konu hakkında belirli bölümlere ayrılmış indeks düzenlenmiştir. Sayısal verilerden de yararlanarak tablolar, şekiller ve resimler belirli bir düzen içinde kullanılmış ve yapılarda güneş enerjisinden yararlanma olanakları örneklerle açıklanmıştır. Yapılarda güneş enerjisi sistemi kuran firmalar ile görüşülerek grafikler temin edilmiş, başvuru kitaplarında yer alan grafiklerle karşılaştırılarak iyileştirme önerileri sunulmuştur.

## **1.3. ÇALIŞMANIN KAPSAMI**

Günümüzde dünyamızda ve ülkemizde enerji, gerekliliği ile önemli bir problem hâlini almıştır. Nüfus artışı, şehirleşme, teknolojik gelişmeler ve küreselleşmenin de durdurulamaz yükselişi ile birlikte sanayi ve sektörlerin de paralelde büyümesi mevcut süreci hızlandırmıştır. Sanayileşme sonrası

kullanılan enerji miktarı dünya yeraltı rezervlerini azaltmaktadır. Bu fosil yakıtların yeniden oluşumu için gereken sürenin uzunluğundan üretim, talebi karşılayamamaktadır. Kullanımın gün geçtikçe ivme kazanarak artmasıyla dünyamızın, özellikle yaygın olarak kullanılan tükenebilir enerjilerin atıkları çevre kirliliğine sebep olmasından dolayı, ekolojik dengesinde bozulmalar ve insanlık için konforsuzluk problemi ortaya çıkmaktadır. Sanayide ilerlemiş ülkelerde hava kirliliği günlük yaşamı etkileyen önemli bir sorundur. Bu sebeplerden dolayı yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ekonomiklik ise bir başka yönelim sebebidir. Enerji kaynaklarına sahip ülkeler refah seviyesinde iken, sahip olmayanlar; dışa bağımlı olmuşlardır. Ekonomik gelişme enerji tüketimiyle aşağı yukarı orantılı değişmektedir. 1976'da Amerika Birleşik Devletleri'nde kişi başına tüketilen enerji miktarı 11.5 TET (Ton, Eşdeğer Taşkomuru – 7x10<sup>6</sup>kcal) iken, Kanada'da 10.0, Belçika, İsveç ve Batı Almanya'da 6.0, İngiltere, Norveç, Sovyetler Birliği ve Polonya'da 5.3, İsviçre ve İtalya'da 3.3, İspanya ve Yunanistan'da 2.2, Türkiye ve Suriye'de 0.74, Pakistan'da 0.2 ve Nijerya, Bangladeş, Etiyopya ve Mali gibi ülkelerde ise bu oran 0.01'den daha az seviyelerde gerçekleşmiştir. Ülkemizde 1973'te yaşanan petrol krizi de bu duruma iyi bir örnek teşkil etmektedir. Bunlar dikkate alındığında yenilenebilir enerji kaynakları içindeki güneş enerjisi, yeryüzünün her yerinde ulaşılabilen bir kaynak olma avantajını sürdürmektedir. Buradan hareketle, fiziki çevre koşullarına uyum sağlayan güneş enerjisi etkin yapı tasarımlarına önem verilmektedir.

Ülkemizde zengin linyit yatakları bulunmaktadır. Fakat bu linyitlerin kalitesi düşük olmasından dolayı tesisler yaygınlaşamamıştır. Hidrolik potansiyelden yararlanılmaktadır; ancak bu santrallerin yapımı masraflı ve uzun süreler söz konusudur. Nükleer enerjinin kullanımı riskli olması sebebiyle, toplum tarafından istenmese de son yıllarda yaygınlaşmıştır. Nükleer enerjinin birim maliyeti düşük olma avantajı yanında; yaydığı radyasyon ve hammadde temini zor olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ülkelerin coğrafi konumlarına göre bu anlamda farklılık göstermektedir. Ülkemiz yenilenebilir enerji

kaynakları açısından, rüzgar enerjisinden faydalanabilir konumdadır. Biyogaz, elde etme potansiyeli ve enerji değeri düşük olduğundan dolayı ülkenin ihtiyacına cevap verememekle birlikte uygulama alanı sınırlıdır. Dalga gelgit enerjisinden de faydasında zayıf konumdadır. Hidrojen enerjisi gelişmiş ülkelerde gündemde olup araştırmalar giderek devam etmektedir. Türkiye, deprem ülkesi olmasından dolayı jeotermal potansiyel enerjisi bakımından en zengin ülkelerden biridir. Ülkemizin yabancı olduğu bu sistemler Amerika'da 50 senedir; Avrupa'da ise, 20 senedir kullanılmaktadır. Türkiye'de sistemlerin kurulması için yerli üretici bulunmaması pazara girişi güçleştirmektedir, ancak önümüzdeki senelerde bu enerji türü hakettiği değere ve öneme kavuşacaktır. Türkiye, dünya güneş kuşağı içerisinde yer almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesinde zayıf olmak üzere, yüksek derecede güneş enerjisi potansiyeline sahip ülkemiz bu enerjiye son yıllarda önem vermektedir. İlk yatırım maliyetinin yüksek olması, devletin teşviğini vereceği projelerini belirlememesi ve gerekli teknolojiye ulaşamaması nedeniyle geri kalmış bir pozisyondadır.

Güneş enerjisi, özelde yenilenebilir ve hammadde masrafsızlığı avantajının yanısıra, tüzelde toplum ve çevre sağlığı için bir gerekliliktir. Güneş enerjisinden pek çok alanda yararlanılmaktadır. Bina ısıtılması, bina soğutulması, elektrik enerjisi eldesi, sıcak su temini, endüstriyel kullanımı, ziraatta kurutma işlemleri kullanıldığı en yaygın alanlardır. Enerji açısından bilinçli tasarlanmış bir bina %50 miktarında tasarruf sağlamaktadır. Güneş enerjisinden faydalanırken, binada yaşayan insanların konforu dikkate alınmalıdır.

## 2. ENERJİ NEDİR

Enerji türleri sınıflandırmak istenirse; oluşumlarına göre yenilenemeyen(fosil) ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak ikiye ayrılır.

**Tablo 1.** Oluşumlarına Göre Enerji Türleri [çizen: Gizem Tetik]

OLUŞUMLARINA GÖRE ENERJİ TÜRLERİ	
Yenilenemeyen Enerji	Yenilenebilir Enerji
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fosil Yakıtlar: kömür, linyit, petrol, doğalgaz vb tükenir kaynaklar</li> <li>• Çevre kirliliğine sebep olur ve pahalı hammadde ihtiyacı içerir.</li> <li>• Tükenirler, yenilenmeleri uzun yıllar alır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rüzgar, biyokütle, okyanus kaynaklı, hidrolik, hidrojen, nükleer, jeotermal, güneş enerjileri</li> <li>• Çevre kirliliğine sebep olmazlar.</li> <li>• Tükenmezler, dünya varoldukça varolurlar.</li> </ul>

### 2.1. ENERJİNİN TANIMI

Enerji yunanca kökenli bir sözcük olup 'en' iç, 'ergon' iş kelimelerinden oluşmuştur. Enerji, içeride meydana gelen bir 'iş iş'tir. Sözcük sonradan sosyal nitelik kazanmış, iş üretme becerisi, dinamizm, kuvvet, kudret gibi anlamlarda kullanılmaya başlanmıştır. Enerji, maddenin iş yapabilme yeteneğidir. Enerji maddenin özelliği olup her maddenin kendi enerjisi vardır. Günlük hayatta 'enerji' terimi ile kastedilen, iş ve ısı enerjisidir.

## **2.2. ENERJİ KULLANIM ALANLARI**

Günümüze değin bütün üretim faaliyetlerinde bir enerji kaynağı kullanılmıştır. Bu enerji insan emeği olabileceği gibi, başka kaynaklar da olabilir. Asırlar boyunca insan emeği en fazla önem taşıyan güç kaynağı olmuştur. Bugün mal üretiminde insan gücünden ziyade enerji türlerinin önem kazandığı, insandan ise fikir ve hizmet üretiminde yararlandığı bir gerçektir (Güven, 1997).

Dünya ülkeleri yeni ve yenilenebilir enerji kaynağı arayışı içindedir. Nasıl ki; her canlı yaşamında bedeni için enerjiye ihtiyaç duyarsa, ülkeler de yaşamlarını devam ettirebilmek için enerjiye ihtiyaç duyar. Enerji, ülkenin refah seviyesini ve dışarıya karşı bağımsızlığını simgeler. Ülkelerin kişi başına düşen enerji miktarı gelişmişliklerin en büyük göstergesi olmuştur. Enerji aynı zamanda toplumsal kalkınma ve gelişmiş sanayi anlamına da gelmektedir.

Enerjinin farklı kullanım alanları vardır. Bunlar; sanayii, ulaşım ve yapılaşma olarak ayrılabilir. Yapıda enerji kullanımı, yapı üretiminde ve kullanıcıların kullanımı toplamından oluşmaktadır. Kullanıcılar, ısıtma-soğutma, ev aletleri kullanımı ve haberleşmede enerji tüketimi gerçekleştirmektedir.

## **2.3. YENİLENEMEZ ENERJİ KAYNAKLARI**

Yenilenemez enerji kaynakları, canlıların(bitki, hayvan, vb.) yüzyıllar içinde çürükçül bakteriler tarafından fosilleştirilmiş; kömür, linyit, vb. toprakaltı rezervlerinden oluşan kaynaklardır.

Endüstriyel topluma geçiş sürecinin yenilenemeyen kaynakları fosil yakıtlardır. İnsanoğlu fosil kaynaklardan önce kömürden yararlanmaya başlamıştır. (16 yy.) Kömürden elde edilen yüksek sıcaklık sayesinde metali işlemiş ve endüstri devrimine ilk adım atılmıştır [1].

**Tablo 2. Ükelere Göre Dünya Kömür Rezerv Dağılımı [2]****Coal (Kömür)**

Proved reserves at end 2008 (Görünür Rezerv)

Million tonnes	Anthracite and bituminous	Sub-bituminous and lignite	Total	Share of total	R/P ratio
US	108950	129358	238308	28,9%	224
Canada	3471	3107	6578	0,8%	97
Mexico	860	351	1211	0,1%	106
Total North America	113281	132816	246097	29,8%	216
Brazil	-	7059	7059	0,9%	*
Colombia	6434	380	6814	0,8%	93
Venezuela	479	-	479	0,1%	74
Other S. & Cent. America	51	603	654	0,1%	*
Total S. & Cent. America	6964	8042	15006	1,8%	172
Bulgaria	5	1991	1996	0,2%	70
Czech Republic	1673	2828	4501	0,5%	75
Germany	152	6556	6708	0,8%	35
Greece	-	3900	3900	0,5%	58
Hungary	199	3103	3302	0,4%	351
Kazakhstan	28170	3130	31300	3,8%	273
Poland	6012	1490	7502	0,9%	52
Romania	12	410	422	0,1%	12
Russian Federation	49088	107922	157010	19,0%	481
Spain	200	330	530	0,1%	32
Turkey	-	1814	1814	0,2%	21
Ukraine	15351	18522	33873	4,1%	438
United Kingdom	155	-	155	♦	9
Other Europe & Eurasia	1025	18208	19233	2,3%	268
Total Europe & Eurasia	102042	170204	272246	33,0%	218
South Africa	30408	-	30408	3,7%	121
Zimbabwe	502	-	502	0,1%	287
Other Africa	929	174	1103	0,1%	*
Middle East	1386	-	1386	0,2%	*
Total Middle East & Africa	33225	174	33399	4,0%	131
Australia	36800	39400	76200	9,2%	190
China	62200	52300	114500	13,9%	41
India	54000	4600	58600	7,1%	114
Indonesia	1721	2607	4328	0,5%	19
Japan	355	-	355	♦	289
New Zealand	33	538	571	0,1%	111
North Korea	300	300	600	0,1%	17
Pakistan	1	2069	2070	0,3%	496
South Korea	133	-	133	♦	48
Thailand	-	1354	1354	0,2%	75
Vietnam	150	-	150	♦	4
Other Asia Pacific	115	276	391	♦	26

Türkiye'nin sahip olduğu enerji kaynakları arasında kömürün çok önemli bir yeri bulunmaktadır. Türkiye kömür rezervlerinin ülkenin geniş bir coğrafyasına dağılmasına, tüketim merkezlerine yakın olmasına, bağıl olarak düşük üretim maliyetine ve doğal gaz alternatif tek yerli kaynağı olmasına rağmen bu kaynakla ilgili projeler hayata geçirilmemiştir. 2006 yılı toplam enerji tüketiminin %26,7'si kömür kaynaklı olup eşdeğer enerji bazında kömürün %50'si ithal edilmiştir. Linyit tüketiminin %76'sı enerji santrallerinde kullanılmaktadır (Saraçoğlu, 2006).



**Tablo 3.** Dünya Fosil Enerji Kaynaklarının Toplam Rezervleri [3]

Enerji Kaynağı Türü	Kömür (linyit+taş kömürü) (milyar ton)	Petrol (milyar ton)	Doğalgaz ( $10^{12} m^3$ )	Uran (bin ton)
Rezerv Miktarı	512.3 + 519.4	140.9	141.3	3324
Rezerv Ömrü(yıl)	220	42	62	83

Tablo 3' te görüldüğü gibi dünyadaki en büyük yenilenemez enerji rezerv kaynağı kömürdür. Bunu sırasıyla uranyum, doğalgaz ve petrol izlemektedir. Bu verilerle yapılan araştırmalara göre kömür 220, uranyum 83, doğalgaz 62, petrol ise 42 yıl sonra tükeneyeceği öngörülmektedir.

Petrol çağımızın en önemli enerji kaynakları arasındadır. Üretim maliyeti düşük, taşınımı kolay, katı artık bırakmama gibi nedenler tercih edilme sebebi artırmıştır. Petrolün ayrıştırılmasıyla; benzin, mazot, gazyağı, çeşitli makine motor yağları, sentetik lifler, jet yakıtı, metan, bütan ve propan başta olmak üzere çeşitli petrol ürünleri elde edilmektedir.

Petrolün kullanımı, 1859 yılında Pennsylvania'da bulunan bir kuyu ile başlamıştır. Günümüzde özellikle motorlu araçlarda kullanılıyor olması, araştırmalar neticesinde dünya petrol rezervlerinin 50 yıl içinde tükeneyeceğini göstermektedir. 2011 yılı sonu itibariyle dünya petrol rezervlerinin %17.9 ile Venezuela, %16.1 ile Suudi Arabistan, %10.6 ile Kanada, %9.1 ile İran, %8.7 Irak sahiptir [4].

Doğalgaz, yer altında gaz veya sıvı petrol içinde çözülmüş olarak bulunur. Temiz bir enerji çeşididir. Yandıktan sonra az atık bırakmasına rağmen, tükenir özelliğinin olması yenilenebilir olmasına engeldir. Dünyadaki doğal gaz rezervinin 58 sene olduğu bilinmektedir. Türkiye'de doğalgaz ilk 1987 yılında elektrik enerjisi üretimi için kullanılmıştır.

## 2.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Yenilenebilir enerji günlük periyodlar içinde tekrar ulaşılabilen enerji türlerini kapsar. Tükenmeyen, ilk maliyeti haricinde masraf gerektirmeyen, atık bırakmayan enerji türleri gibi özellikleri vardır. Ortalama 100 yıl kullanılmalarına rağmen, dünyayı büyük tehditlerle karşı karşıya bırakmıştır. Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren başlayan dünyayı koruma hareketleri ve toplum bilinçlenme faaliyetleriyle temiz enerji arayışına girilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının karbon emisyonu, yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre çok az olmasından dolayı temiz enerjiler olarak da adlandırılmaktadırlar (Akkaya, 2002). Yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi, coğrafi konumlara göre değişmektedir.

### 2.4.1. Rüzgar

Rüzgar enerjisi, güneşin saatlere göre yer değiştirmesi, yeryüzündeki farklı yüzeylerde, farklı ısınıp soğumanın gerçekleşmesiyle oluşmaktadır. Hareket halindeki havanın kinetik enerjisine rüzgar enerjisi denir. Rüzgar tribünleri kanatları sayesinde rüzgarı yakalamaktadır ve bu sayede kanatlar dönmeye başlamaktadır, Bu devinim sayesinde kinetik enerji jeneratörlere aktarılmaktadır. Bu anlamda, rüzgar jeneratörlerinin enerjisi, rüzgarın hızıyla doğru orantılıdır. Rüzgar tribünleri yüksek katlı yapıların ve kulelerin üzerine yerleştirilerek kullanılmaktadır. Ayrıca, ormansız alanlar, kıyı kesimleri ve açık alanlar da tercih sebebidir.

Rüzgar enerjisinin M.Ö. 2000'li yıllardan itibaren Mezopotamya gibi en eski yerleşmelerden itibaren kullanıldığı bilinmektedir. Bu enerjinin kullanımı hakkında elde edilen ilk yazılı dokümanlar 10. yüzyılda Persia(İran)' da ortaya çıkmıştır. İran ve Afganistan bölgelerinde o yıllardan kalma rüzgar santrallerine rastlanmaktadır. Türbinler yardımıyla elektrik üreten ilk tesis 1891 yılında Danimarka'da kurulmuştur. Rüzgar enerjisinden faydalanarak

enerji üreten modern tasarımlar ilk defa 1930-1955 yılları arasında kullanılmıştır.

Rüzgar gücünden faal olarak elektrik üretiminde, pompaj sistemleri ve ısıll enerji üretiminde faydalanılmaktadır. Rüzgar enerjisi diğer enerji türlerine göre daha pahalıdır. Rüzgar türbini çeşitleri genel olarak yatay eksenli ve dikey eksenli olmak üzere ikiye ayrılır.



**Şekil 1.** Yatay Eksenli Rüzgar Türbini Çalışma Prensibi [5]



**Şekil 2.** Dikey Eksenli Rüzgar Türbini [6]

### 2.4.2. Biyokütle(biyomass)

Biyokütle, elektrik ve diğer enerji şekillerinin üretiminde kullanılan ve yenilenebilen önemli bir enerji kaynağıdır. Bu enerjinin elde edebileceği geniş bir kaynak alanı mevcuttur. Bunlar; tarım ve orman atıkları ve kalıntıları, besinlerin işlenmesinden oluşan atıklar, şehir çöplerinden oluşan katı atıklar, çiftlik hayvan gübreleri, kanalizasyon atıkları ve su ürünü olan yosunlarıdır. Biyokütle enerjisi, bitkisel ana kaynaklar, çöp ve hayvan gübresi gibi maddelerden sağlansa da, karbon içeren elemanların genel bir adıdır (Oluklulu, 2001).

Biyokütle hammaddesi, katı, sıvı veya gaz hallerinde olabilir. Ucuz ve atık geri kazanımı sağlamaktadır. Hayvan gübreleri yakılarak doğaya karışır ve toplum sağlığını tehdit etmez. Olumsuz yanı, şehirlerde hammadde bulma yoğunluğunun azlığı ve yaydığı rahatsız edici kokudur. Bu nedenle yerleşim yerlerinden uzakta yer alan tesislerde çeşitli işlemlerden geçirilmektedir.

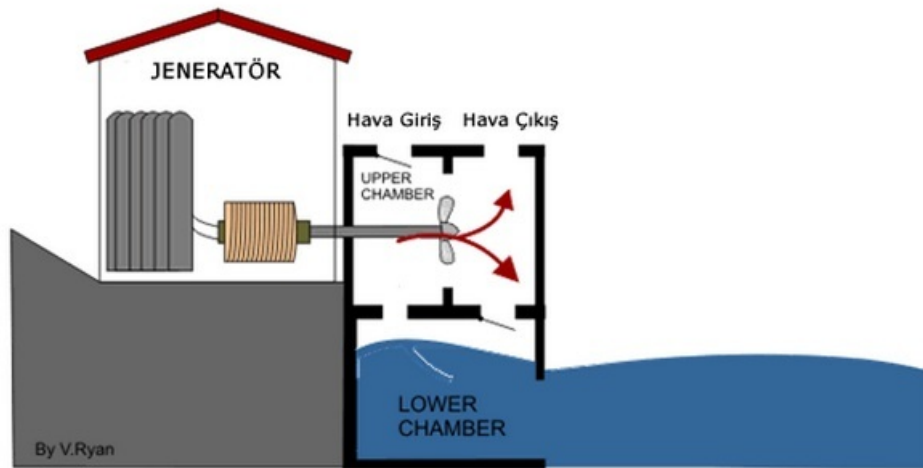


**Şekil 3.** Biyokütle Atıkları Ve Dönüşüm Santrali [7]

### 2.4.3. Okyanustan Enerji Üretimi

Okyanuslar dünyanın %70'i sudan oluşmasına rağmen keşfedilmemiş enerji kaynaklarıdır. Okyanuslardan enerji dört farklı yöntemden elde edilmejitdir. Bunlar dalgaların kuvvetinden, dünyanın ayın hareketleri ile denizlerde yaşanan gel-git olayından, okyanus ısı farkından ve okyanuslardaki metan gazından olarak sıralanabilir.

**Dalga enerjisi**, güneş enerjisinin bir başka formu olarak görülebilir. Şöyleki; Dalga enerjisi, güneş enerjisinin bir başka şeklidir. Dalgalar rüzgârla, rüzgar da Güneş'in yerküreyi ısıtması sonucu oluşur. Bazı bölgeler diğerlerinden daha fazla ısınır. Hava ısındıkça yoğunluğu azalır, hafifler ve yukarı doğru çıkar. Sıcak havadan boşalan yere ise daha yoğun olan soğuk hava hücum eder. Güneşli bir günde hissettiğimiz taze serin esinti, bu akım sayesinde oluşur. Rüzgar su yüzeyinden eserken sürtünerek, yüzeyde kıpırtılara neden olur. Rüzgar bu kıpırtıları sürdürdükçe de büyük dalgalar oluşur. Güneş enerjisinin rüzgâra, ve de dalgalara taşınmasından meydana gelir.



Şekil 4. Dalga Enerjisi Jeneratörü [7]

**Gelgit enerjisi**, Okyanus seviyesinin alçalıp yükselmesi anlamında kullanılan gelgitler, güneş ve ay'ın çekimiyle meydana gelmektedir. Gelgit

hareketlerinden elektrik üretmek için, alçalan ve yükselen gelgit arasındaki farkın en az beş metre olması gerekmektedir.

**Okyanus ısı enerjisi**, okyanusta meydana gelen ısı farklılığının kullanılmasıyla elde edilir. Bu anlamda yüzeydeki ısı ile derindeki suyun sıcaklık farkı ortalama 20°C olmalıdır. Okyanusların güneş ışınları ile ısıtılmasından elektrik enerjisi üretilebilmektedir.

**Okyanuslardaki metan gazı enerjisi**, tamamen son yıllarda gelişmekte olan bir olaydır. Bilim insanları okyanusun derinliklerinde yaşayan tek hücreli canlıların metan gazı ürettiğini belgelemişlerdir. Bu canlıdan üretilen metan gazından faydalanmak için çalışmalar devam etmektedir. Metan, elektrik üretimi ve ısı elde etmek için kullanılmakta olan doğal gazın temel bileşenidir.

#### **2.4.4. Hidrolik(su gücü)**

Hidro enerji, suyun potansiyel enerjiden kinetik enerjiye geçmesinden faydalanarak üretilen elektrik enerjisi gücüdür. Hidroelektrik santralleri doğal olarak yüksek rakımlarda bulunabildiği gibi yapay olarak inşa edilen barajlar şeklinde de olabilir. Barajların potansiyel enerjiyi taşıyabilme konusunda çok sağlam olması gerekmektedir. Barajlar elektrik enerji üretiminin yanısıra çevreye su dağıtan kaynaklar olarak da işlev görmektedir.

#### **2.4.5. Hidrojen**

Hidrojen, ilk olarak 1500'lü yıllarda keşfedilmiş, 1700'lü yıllarda ise yanabilme özelliğinin farkına varılmış olan evrenin en basit ve en çok bulunan elementidir. Renksiz, kokusuz, havadan 14.4 kez daha hafif ve tamamen zehirsiz bir gaz olan hidrojen doğada serbest bulunmaz. En çok bulunabildiği bileşik hali ise sudur. Güneş ve diğer yıldızların termonükleer tepkimeye vermiş olduğu ısının yakıtı hidrojen olup, evrenin temel enerji kaynağıdır.

-252.77°C' de sıvı hale getirilebilen hidrojenin sıvı hacmi gaz halindeki 1/700'ü kadardır. Yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerjiye sahip hidrojenin verimi petrol türevi yakıtların veriminin 1.33 katı kadardır [8].

Dünyanın artan enerji ihtiyacını, çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir şekilde sağlayabilecek en ileri teknoloji den biri de hidrojen enerji olarak kabul edilmektedir. İnsan ve çevre sağlığını tehdit etmeyen hidrojenin yerel üretimi mümkündür. Yakıt şeklinde kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan atık sadece su ve/veya su buharı olmaktadır. Ayrıca kolayca ve güvenli olarak her yere taşınabilmekte ve taşınması sırasında enerji kaybı oldukça az miktarlarda olmaktadır.

Enerji taşıyan hidrojenin, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak sudan üretilmesi tercih edilmektedir. Özellikle güneş-fotovoltaik-hidrojen enerji sistemleri üzerinde durulmaktadır. Fotovoltaik panellerden elde edilecek elektrik enerjisi ile suyun elektrolizi sonucu hidrojen üretimi yöntemiyle, 1m<sup>3</sup> sudan 108.7 kg hidrojen elde edilmekte bu da 422 litre benzine eşdeğer bir enerji sağlamaktadır [8].

Hidrojenin kullanım alanı da oldukça geniştir. Endüstride, ulaşım araçlarında yakıt şeklinde, konutlarda ısınma amaçlı kullanılabilen hidrojenin içten yanmalı motorlarda doğrudan kullanılmakta ve katalitik yüzeylerde alevsiz yanma özelliği de bulunmaktadır. Ancak dünyadaki gelişim, hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı yakıt pili teknolojisi doğrultusundadır. Bu teknoloji ilk olarak 1950'li yılların sonlarında NASA tarafından uzay çalışmalarında kullanılmıştır.

#### **2.4.6. Nükleer**

Atom çekirdeklerinin parçalanmasıyla büyük bir enerji ortaya çıkmaktadır. Filyon ve füzyon tepkimeleri sonucu elde edilen bu enerjiye "çekirdek enerjisi" veya "nükleer enerji" adı verilmektedir [8]. Diğer yenilenebilir enerji türlerinden farklı olarak nükleer enerji hammadde olarak

uranyum ve toryum kullanılabilir. Günümüz santralleri toryum kullanmaktadır. Bu enerji elektrik üretiminde kullanılabileceği gibi dünya'da barışçıl olmayan amaçlarla kullanımı söz konusudur. Nükleer enerjisinden elektrik enerjisi üretimi amacıyla çalışmalar 1950'den sonra, ABD'de başlamıştır. Bunun yanısıra 1986'da Çernobil Nükleer Santrali'nde yaşanan kaza ile yaşanan can kayıpları ve arkasında bıraktıklarından hala insan sağlığını tehdit edebilen güçlü bir enerji türü olması, toplumca istenmemesine sebebiyet vermiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na göre; elektrik üretiminin sürekliliği yönünden, nükleer santraller, termik ve hidrolik santrallere göre daha güvenli ve emre amadedir.

Nükleer santraller ucuz ve sürekli olarak enerji sağlamasına rağmen riskleri de vardır. Ancak gerekli önlemlerin alınmasıyla bu tehditleri kontrol altına almak mümkündür. Çevre ülkelere bakıldığında bu teknolojiden yaygın olarak yararlandığı görülmektedir. Rusya Federasyonu'nda 33, Ukrayna'da 17, Bulgaristan'da 4, İran ve Romanya'da 2 ve Ermenistan'da 1 adet nükleer santral bulunması ve Türkiye'yi komşuları açısından da nükleer bir tehdit ile yüz yüze bırakmaktadır. Ülkemizde elektrik enerjisi arz ve talep projeksiyonlarına bağlı olarak, 2020 yılına kadar, nükleer enerji santrallerinin, elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının en az %5 seviyesine ulaşması hedeflenmektedir. Bu amaçla 5710 sayılı Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun 2007 yılı içerisinde çıkartılmıştır. Mayıs 2010'da Türkiye ile Rusya Federasyonu arasında Mersin-Akkuyu'da nükleer santral yapımına ilişkin hükümetler arası anlaşma imzalanmıştır [8].

Bu alandaki dünyanın en büyük kuruluşu, merkezi Viyana'da olan Uluslar arası Atom Enerji Ajansı (IAEA, International Atomic Energy Agency)'dır [9].



### 2.4.7. Jeotermal

Jeotermal enerji yer kabuğunun derinliklerindeki kayalar içinde biriken ısının akışkanlar tarafından taşınarak rezervuarlarda depolanması sonucu oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay şekilde elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal kaynaklar yoğun olarak aktif kırık sistemleri ile volkanik ve magmatik birimlerin etrafında oluşmaktadır. Jeotermal enerjiye dayalı modern jeotermal elektrik santrallerinde CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> gazlarının salınımı çok düşük olduğundan temiz bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir [8].

Jeotermal enerji, jeotermal kaynaklardan doğrudan veya dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır. Düşük (20-70°C) sıcaklıklı sahalar başta ısıtmacılık olmak üzere, endüstride, kimyasal madde üretiminde kullanılmaktadır. Orta sıcaklıklı (70-150°C) ve yüksek sıcaklıklı (150°C'den yüksek) sahalar ise elektrik üretmekle birlikte ısıtma uygulamalarında da kullanılabilir. Günümüzde jeotermal enerjisi; elektrik üretimi, konutların ısıtılması ve soğutulması, sera ısıtılması, endüstriyel ve tarımsal kurutma, kaplıca turizmi gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Dünya'da ilk jeotermal elektrik üretimi 1904 yılında İtalya'da gerçekleştirilmiştir. Jeotermal enerjinin konut ısıtılmasında kullanımı ilk olarak 1930'lu yıllarda İzlanda'nın Reykjavik kentinde uygulanmıştır. Mekan ısıtması düşük sıcaklıklarda (max. 50-70°C) bile yapılabildiği için jeotermalin en yaygın kullanımlarındandır. Türkiye'de ise 1964'te Gönen Park Otel'le başlamıştır (Kaya, 1994).

Türkiye jeotermal kullanımında dünya'da beşinci, Avrupa'da birinci sıradadır. Ülkemizde jeotermal elektrik dönüşümünde ilk sırada Denizli-Kızıldere (212°C), ikinci olarak Aydın-Germencik(232°C) yer almaktadır [10].

### 2.4.8. Güneş

Güneş dünyadaki tüm canlılara hayat veren ana enerji kaynağı konumundadır. Güneş enerjisi rüzgar, dalga gücü ve hidroelektrik gibi birçok enerjinin de temelini oluşturmaktadır. Dalga da rüzgar esaslı olduğu için, onun temeli de güneşe dayanmaktadır. Hidroelektrikle bağlantısı ise, güneşin suları buharlaştırarak dünyadaki su döngüsünü sağlamasıdır [8].

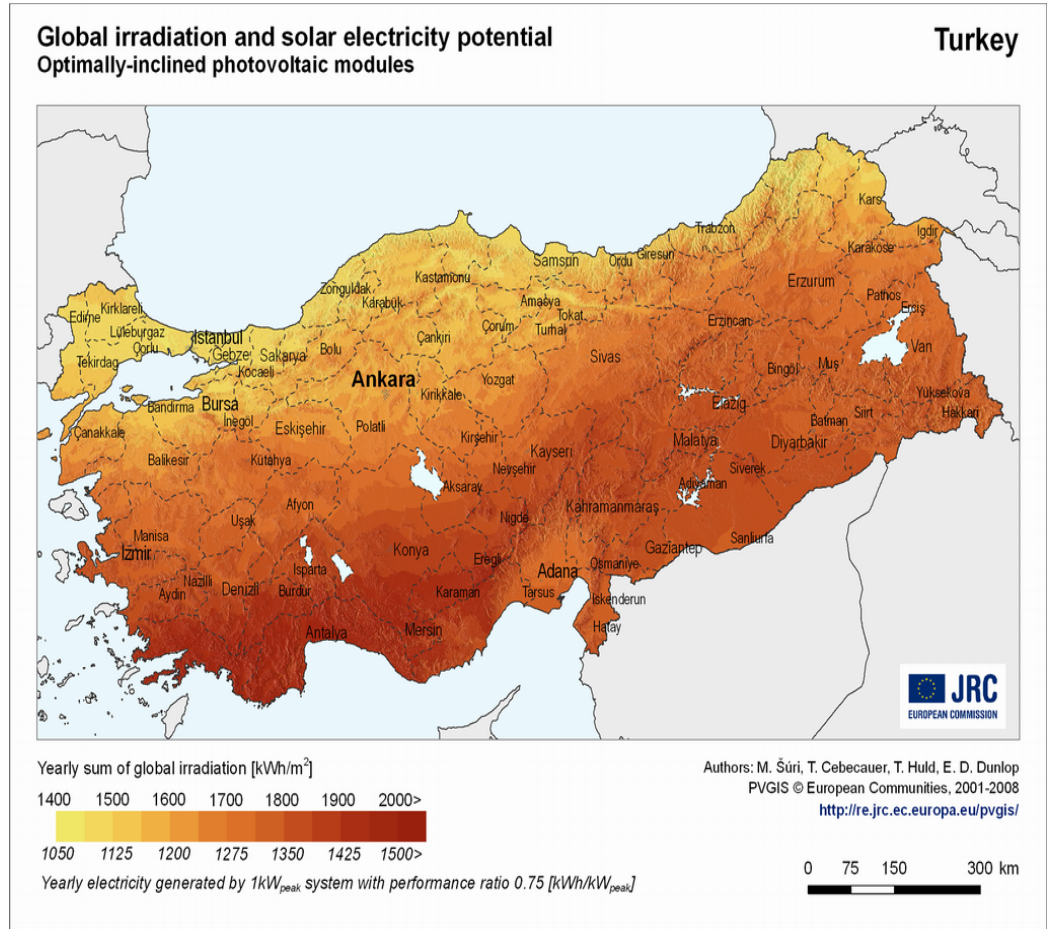
Coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Güneş Enerjisi potansiyeli 380 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır [8].

Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir:

- Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (CSP): Güneş enerjisinden ısı elde edilen bu sistemlerde, ısı doğrudan kullanılabileceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.
- Güneş Pilleri: Fotovoltaik piller olarak da bilinen yarıiletken malzemeler güneş ışığını direct elektriğe çevirirler.

Güneş pilleri için en büyük dezavantaj, halen ticari olan silisyum kristali ve ince film teknolojisiyle üretimlerinin olağanüstü yüksek maliyetler oluşturmasıdır.

Güneş pili kullanımının maliyetlerin düşmesi ve verimliliğin artması ile Türkiye'de güneş pili üretimine bağlı olarak artacağı beklenmektedir. Ayrıca, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası ve CSP teknolojisi ile 380 milyar kWh/yıl enerji üretilebileceği hesaplanmıştır [8].



**Şekil 5.** Türkiye Güneş Haritası [11]

Türkiye’de yüzeyin aldığı ortalama güneşlenme miktarı yılda 1300kwh/m<sup>2</sup>’dir. Bu değer günlük 3,6kwh/m<sup>2</sup>’dir. Bir günlük güneşlenme süresini ise 7,2 saat olarak hesaplanmaktadır. Güneşten verimli şekilde yararlanılabilen gün sayısı da yılda 110 gün seviyesindedir (Keçel, 2007).

Günümüzde güneş enerjisi elektrik üretme ve binalarda ısınma amacıyla kullanımları yoğunluk kazanmış durumdadır; ancak sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeline bakıldığında, ülkemiz yetersiz kalmaktadır, bu alanda çalışmalar hızlandırılmalıdır.

## 2.5. ISIL KONFOR

Isıl konfor “*ısıl çevreden memnun olunan düşünce halı*”, ergonomi de “*insanların anatomik özelliklerini, antropometrik karakteristiklerini, fizyolojik kapasite ve toleranslarını göz önünde tutarak, endüstriyel iş ortamındaki tüm faktörlerin etkisi ile oluşabilecek, organik ve psikososyal stresler karşısında, sistem verimliliği ve insan – makine – çevre temel yasalarını ortaya koymaya çalışan çok disiplinli bir araştırma ve geliştirme alanı*” olarak ifade edilmektedir (Henning, 2007).

Mimarlık, insanlığın varlığından itibaren yaşam konforunu sağlamak için ihtiyaçlara cevap veren bir bilim dalıdır. Isıl konforun insan için en önemli konfor ihtiyacıdır. Çünkü ısı konforun optimum düzeyde olmadığı ortamlarda, insanlar rahatsızlık olur. Bunun sonucunda da hastalık, ölüm, iş kaybı, verim düşüklüğü gibi sorunlar ortaya çıkacaktır. Bu açıdan yapı tasarımında en önemli ihtiyaç ısı konforunun sağlanmasıdır.

### 2.5.1. Isıl Konfor ve İnsan İlişkisi

İnsan vücudu, besin ve oksijen ile etrafına düşük sıcaklıklı ısı yayan ve mekanik anlamda iş ortaya koyan termodinamik bir sistem gibidir. Vücutta üretimi gerçekleşen metabolik enerji taşınım ve ısınım yoluyla duyulur. Daha sonra ısı şeklinde ve buharlaşma ile gizli ısı olarak deriden ve solunum yoluyla ciğerlerden çevreye atılır. Bulunulan ortamın konforu vücutta üretilen enerjinin bulunulan çevreye atılan enerjiye eşitliği ile belirlenir. Vücut, yaşamsal organların fonksiyonlarının zarar görmemesi için, çevresel şartlar ne olursa olsun vücut iç bölme sıcaklığını 36.8 °C de tutmak için kompleks fizyolojik denetim mekanizmalarına sahiptir. Vücut bulunduğu çevre ile enerji dengesini kurabiliyorsa bulunduğu ortam o kadar konforlu demektir (Butera, 1993).

İnsan ısı çok küçük limitler içerisinde kendi kendine kontrol edilebilir. Vücut sıcaklığındaki artış, çalışma yüküne veya çalışma sırasında harcanan kaloriye bağlı olarak değişmektedir.

**Tablo 4.** Faaliyetler Esnasında Açığa Çıkması Gerekli Enerji/Saat Miktarları

Faaliyetler esnasında açığa çıkması gerekli enerji/saat miktarları	
uyku ve oturma halinde	63-100 Kcal/sa 20
oturma, hafif el ve ayak çalışmaları(ofis ortamları)	100-200 Kcal/sa 15-16
oturarak el ve ayak hareketleri, ayakta el hareketleri,	200-350 Kcal/sa
orta ağırlıkta bir malzeme taşımak	300-500 Kcal/sa
ağır bir malzeme taşımak, ağır işler yapmak	

Yüksek sıcaklığın sebep verdiği rahatsızlıklar;

- Isı Çarpması: vücut sıcaklık regülasyonunun bozulması ve vücut sıcaklığının 41 °C 'ye kadar çıkmasıyla meydana gelir.
- Isı Krampları: aşırı terleme nedeni ile kaslarda ani kasılmalar şeklinde olur.
- Isı Yorgunlukları: aşırı yüklenme sonucu tansiyon düşüklüğü ve baş dönmesine neden olur.
- Yüksek sıcaklık kaşıntı uyandıran kırmızı lekeler şeklinde deri ve moral bozuklukları ile birlikte endişeye sebep olabilir.

Yapılan araştırmalar kişilerin başlangıçta sıcaklığa karşı duyarlı yani dayanıksız olduklarını göstermekte ise de; sıcaklığa karşı zamanla alıştıklarını yani uyum sağladıklarını göstermektedir [12].

**Tablo 5.** Hafif işlerde Rahat alışma İçin Sıcaklık, Hava Akım Hızı, Bağıl Nem Değerleri

Hafif işlerde rahat çalışma için sıcaklık, hava akım hızı, bağıl nem değerleri		
sıcaklık	hava akım hızı	havanın bağıl nemi
19.0 - 21.0 C	0,1	%30 - 60
19.5 - 21.5 C	0,2	
21.5 - 23.5 C	0,5	
23.5 - 25.0 C	1,0	

İnsanlar farkında olmadan her gün ısıl konfor deneyimi yaşarlar. Bu durum sıcak bir gün içinde ince ve vücudu kısmi açıkta bırakan; kişleri da kalın ve kapalı kıyafetleri istememiz gibi deneyimlerdir. Isıl konfor insan faktörü yanısıra çevresel faktörlere de bağlıdır. Sıcak bir günde cereyanda kalma isteğimiz; serin bir günde ise, bu durumlara imkan vermeme isteğimiz buna iyi bir örnektir.

Isıl konforun oluşmasını sağlayan insan faktörleri şunlardır:

- Giysiler
- Aktivite

### **2.5.1.1. Giysiler**

Taşınan giysiler vücut ile ortam arasındaki ısı transferi için çok önemlidir. Giysiler soğuk havalarda kalınlıkları ve kapalılıkları ile yalıtım işlevi kazanırken, sıcak havalarda olduğunca ince ve kısmen açık giysiler tercih edilir, nedeni giysilerin ortamla ısı akışını engellemesidir. Birim olarak clo, vücuttaki giysiler toplamının direncidir. Hissedilen hava sıcaklığı arttıkça, clo'su derecesi daha düşük olan giysiler tercih edilir.

### **2.5.1.2. Aktivite**

İnsan tarafından yayılan toplam ısı, aktivite seviyesi ile doğrudan alakalıdır. Aktivite seviyesi, vücudun aldığı yiyecekleri ısıya çevirir ve metabolizma düzeyini etkiler. Bazı yorucu eylemler sebebiyle ısıya dönüşen birim miktar(met) düşer. Koşan bir insanın meti, oturan bir insanın 9,5 katıdır.

Isıl konforu kontrol altında tutulabilmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlardan öne çıkanları; yönetsel kontroller, mühendislik kontrolleri, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme, ısı yalıtım ve kapsamlı kontrol ölçümleridir.

## **2.5.2. Isıl Konfor ve Çevre İlişkisi**

Isıl konfor, insan sağlığı için önem taşımaktadır. Isıl konfor rahatsızlıkları hastalıktan ölüme kadar çeşitli sonuçlar doğurabilir.

### **2.5.2.1. Isıl Konfor için Çevre Faktörleri**

Isıl konforu sağlayan çevresel faktörler ise şunlardır:

**Ortam sıcaklığı:** İnsan içinde yer aldığı çevre ile konveksiyon(taşınım) yoluyla ısı alışverişinde bulunur. Bu alışveriş sonucu ortalama olarak insanın vücut yüzey sıcaklığı 34-37°C aralığında olması konforu için optimum seviyelerdir.

**Tablo 6.** Hafif Yapılan İşe Göre Çalışma Ortamı Sıcaklıkları

Yapılan işe göre çalışma ortamı sıcaklıkları	
Faaliyetin şekli	%50 nem seviyesinde Hava sıcaklığı(°C)
Oturarak yapılan hafif el işleri	20
Oturarak yapılan hafif kol ve el çalışmaları	20 17
Ayakta yapılan ağır kol işleri	15-16
Çok ağır işler	

**Ortam ışıma sıcaklığı:** kullanıcının çevresinde yer alan yüzeylerin sıcaklık değerleri toplamının kullanıcıya karşı yaptığı etkilerdir. Özellikle geniş yüzeyli dış cepheye sahip, güneşten maruz mekanlarda önemi artmaktadır. Tasarım parametleri girdisi olarak da mekan alanı, şekli, vb. de gözönünde bulundurulmalıdır. Ortamda yer alan sıcak ve soğuk duvarlar, bu duruma örnektir.

**Havanın bağıl hızı:** Ortamda gerekli ısı ve kütle taşımının olabilmesi için belirli bir minimum hava hareketi gereklidir. Gerekli olan minimum hız ısı kaynağının konveksiyonu sonucu oluşan bir hız ise; hesaplama gerek yoktur. Ancak mekanda, ısı kaynağının konumu, açıklıkların konumu ve büyüklükleri durumları hava hareketini etkilemektedir. Havanın bağıl hızı arttıkça insan üşüme hissine kapılır. İnsan aktivitesi de hava hızını arttırmaktadır.



Konfor şartlarının ve nötr deri sıcaklığının sağlanabilmesi için hava hızı ortalama 0,05 m/s olarak önerilmektedir. İklimlendirilmeyen ortamlarda iç ortamdaki hava hızı nadiren 0,1 m/s'yi aşar (Höppe, Marticac, 1998).

**Nem:** Havada belli bir miktarda nem bulunur. Bunlar, mutlak ve bağıl nem olarak ikiye ayrılır.

Mutlak nem, birim havada bulunan su miktarıdır. Ölçüm şartlarında hava içindeki su buharının gerçek miktarının, yine aynı şartlarda hava içindeki doymun durumda bulunan su buharı miktarına oranı şeklinde ifade edilir. Bunu insanın derisinden gerçekleşen buharlaşma dengeler.

Havadaki nem, insan vücudundan olan ısı kaybının üzerinde üç parametre ile etkilidir. Bunlar; derideki su buharı diffüzyonu, deriden terin buharlaşması ve havanın nemi olarak sıralanmaktadır (Höppe, Marticac, 1998).

20°C'lik bir ortamda bağıl nemin optimum değerleri kesin olmamakla birlikte %30-75 aralığında yer alır. Havadaki nem oranının %30'un altına düşmesiyle ısı konfor açısından bir olumsuzluk kanıtlanamamış olmakla birlikte; insanlarda, cilt kuruluğu, göz kuruluğu problemleriyle karşılaşılır. Ortamdaki nemin artmasıyla konforsuzluk da artış gösterir. Bu oran %75'in üzerine çıktığında insanlarda alerjik rahatsızlıklara, mantarların çoğalmasına sebep olur. Yüksek bağıl nem oranı, terleyen insanın vücudundan teri atmasını zorlaştırır ve konforsuzluğa sebep olur. İnsanın yanısıra, yapılarda da yoğunlaşma, mantar ve küflerin artışı gözlemlenmiştir. Optimum nem değeri %50 olarak kabul edilmektedir.

### **2.5.2.2. Isıl Konfor ve Kapalı Çevre İlişkisi**

Konforsuzluğa neden olan hava hızları pencere ve kapıların sızdırmaz olmaması ile birlikte, iç yüzey ve ortam sıcaklığı arasındaki farktan dolayı da kaynaklanmaktadır.

Isıl konfor ilerleyen teknolojiden payını almıştır. Günümüzde HVAC sistemlerle her ortam koşullarını istenilen değerlere getirebilmekte ve uygun koşullarda sağlanabilmektedir.

İşyerlerinde çalışanların %80'ine yakını, sıcaklık hissi bakımından kendilerini en rahat durumda hissettikleri bölgenin tespit gereği yapılan çalışmaları sonucunda “termal bölge” kavramı ortaya çıkmıştır.

Termal konfor bölgesi, iş yapma ve faaliyetlerini sürdürme açısından en rahat durumda olabilmek için gerekli termal konfor koşullarının üst ve alt sınırları arasındaki bölgedir. Bu bölgeye etki eden çok sayıda faktör vardır. Bu faktörlerin değişmesine bağlı olarak termal konfor bölgesi de az ya da çok değişiklikler gösterir. Bu faktörler şunlardır;

- ortam sıcaklığı
- ortamın nem durumu
- ortamdaki hava akımı
- yapılan işin niteliği (hafif iş, orta iş, ağır iş)
- işçinin giyim durumu
- işçinin yaşı ve cinsiyeti
- işçinin beslenmesi
- işçinin fiziki durumu
- işçinin genel sağlık durumu vb.

İnsanların vücutlarından ısı atmalarının güçleşmesi sebebiyle, hava akımı olmayan bir ortamda bunalma hissettikleri sıcaklık ve bağıl nem kombinasyonları bölgesine bunalım bölgesi adı verilir. Bunalım bölgesine girildiğinde, kişi kendini rahatsız hisseder ve rahatsızlık baş gösterir.

Ofis gibi hareketliliğin az olduğu ortamlarda sıcaklıklar, endüstri ortamlarına göre sıcak olmaktadır. Soğuk işyerleri ortamları, çok soğuk hava depolarında ve kışın açıkta yapılan işlerde görülür. Düşük sıcaklık yani soğuk, insan üzerinde olumsuz etkiler yapar. Uyuşukluk, uyku hali, organlarda hissizlik ve donma gibi haller de aşırı soğüğün insanlar üzerindeki olumsuz etkileridir.

### 2.5.2.3. Isıl Konfor ve Açık Çevre İlişkisi

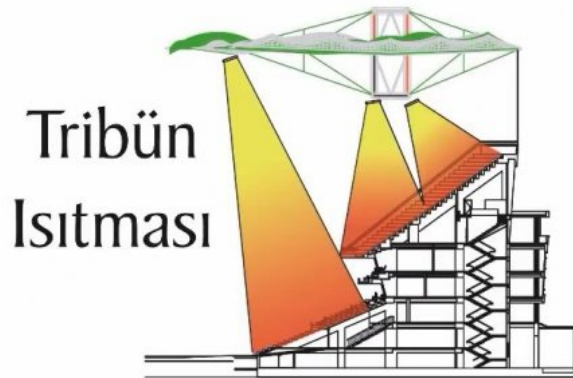
Bulduğumuz çevrenin sıcaklığı, çevre yapılardan ve çevre düzenlenmesinde kullanılan elemanlardan gelen ışıma sıcaklığı, havanın bağıl hızı ve havadaki nem miktarları açık çevrede iken, ısı konforumuzu etkileyen faktörler olmaya devam etmektedir.

Açık çevrede de, kapalı çevre olduğu gibi bir sistem yardımı ile konfor sağlanmakla ve günümüzde, harcanan enerji/elde edilen kazanç oranı yüksek kalmaktadır. Bu sayede verimlilik azalmaktadır. Günümüzde kafelerde;



**Şekil 6.** Tekil Isıtıcı Ve Sabit Isıtıcı [13]

Stadyumlarda tribünlerdeki taraftarlar için; tribün ısıtması vb., farklı ihtiyaçlara cevap veren seçenekler yer almaktadır.



**Şekil 7.** Tribün Isıtması [14]

Bu sistemler ile desteklenilmesine karşın, açık alanda sürekli bir değişkenlik ve karşı kuvvet olması sebebiyle verim kapalı çevredeki seviyelere ulaşmamaktadır.

Bu sebeple, açık çevrede istenen konfor şartına göre teknolojik sistemlerden önce doğal ve sürdürülebilirliğe hizmet eden yöntemler ile düzenleme yapılmalıdır. Hissedilen sıcaklığı azaltmak adına ağaçlandırma yapılması, nem oranını arttırmak için de gölet inşası örnek gösterilebilir.

### **2.5.3. Isıl Konfor ve Standart Değerler**

Belirli bir ortam şartlarında, tüm insanların kendilerini tamamen konforlu hissetmedikleri bilinen bir konudur. Konforu etkileyen çevresel parametrelerden sıcaklık belirli bir ortamda kolaylıkla ölçülebilir. Yine ortam bağıl nemi ölçülerek veya ölçülebilen değişkenler yardımı ile psikometrik diyagramdan tespit edilebilir. Hava hızı ve ortalama ısınım sıcaklığı da yaygın olarak kullanılan anemometreler ve glob termometreleri vasıtasıyla elde edilebilir. Ortam sıcaklığı hem deriden hem de solunum ile olan duyulur ve gizli ısı transferini etkilemektedir. Giyimli bir insan için dinlenme veya hafif iş durumunda 23 °C ile 27 °C operatif sıcaklık (ısınım sıcaklığı ile çevre hava sıcaklığının karşılıklı ısı geçiş katsayılarına göre ağırlıklı ortalaması) aralığı konfor şartlarını sağlarken, çıplak insan için bu aralık 29 °C ile 31 °C dir. Bağıl nem havanın nemi absorblayabilmesinin ölçüsüdür. Bu sayede vücuttan buharlaşma ile atılan ısı miktarını etkilediği için ısı konforunda etkilidir. Arzu edilen bağıl nem aralığı %30 ile %70 aralığındadır ve %50 en çok kabul edilen değerdir. Isıl konforu etkileyen bir faktör de hava hareketleridir. Ortamda yer alan yüksek hava hızları istenmeyen yerel soğumalara ve konforsuzluklara neden olabilir. Arzu edilen hava hızı genellikle yaz ve kış şartlarına bağlı olarak 0.15 m/s ile 0.25 m/s arasında değişmektedir (Yiğit, 1999).

Isıl konfor, aynı zamanda insan faktörüne de bağlıdır. Her insanda farklı biyolojik özellikler bulunması sebebiyle, Uluslararası Standart ISO 7730

ısı konfor ile ilgili olarak en az %80 kullanıcının, ASHRAE Standart-55 ise en az %90'nın memnuniyetini öngörmektedir. Normal şartlarda, insan vücudu iç sıcaklığının 37 °C civarında deri yüzey sıcaklığının ise ortalama 31,5-33,5 °C aralığında olması gerekir. Deri sıcaklığındaki 1-3 °C sıcaklık değişimi insana o derece rahatsızlık vermez. Deri üzerinde ter yoğunlaşmamalı veya izafi nem %20'yi geçmemelidir. Bu şartları insanın sağlayabilmesi ise az giyimli bir insan için çevrenin 24±3 °C kuru termometre sıcaklığında %50 izafi nemde ve rüzgar hızının <0,2 m/s olması gerekir. Çıplak olarak 29-31 °C arasındaki, giyinik olarak da 23-27° C arasındaki bir ortamdaki hareketsiz duran insan (0,6 clo), denge sıcaklığındadır ve kendini konforlu hisseder. Birim olarak clo, vücuttaki giysiler toplamının direncidir. Yazlık hafif giysilerde 0,5-0,6 clo (1 clo=0,155 m<sup>2</sup>K/W), kışlık giysilerde 0,9-1,5 clo dur. 43 W iş metabolizması bulunan 1,0 clo kış şartlarında bir insan için ise sıcaklık 23 °C dir. Bu durumlara göre insanın dinlenme veya düşük aktivite için ortam sıcaklığının kış mevsiminde 20-24 °C, yaz mevsiminde 23-27 °C olması kişiyi konforlu hissettirir ve ideal olarak kabul edilebilir (Yiğit, 1999).

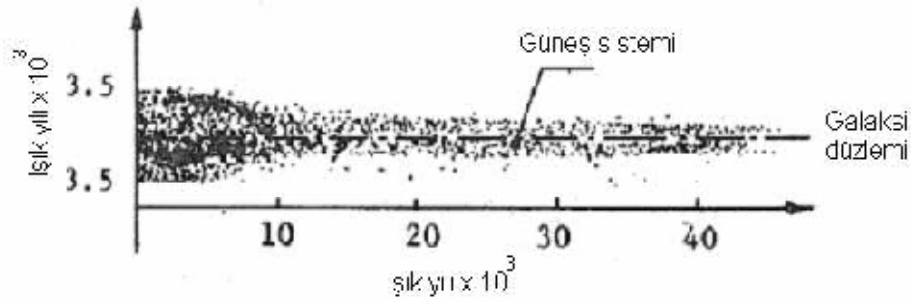
### 3. GÜNEŞ ENERJİSİNDEN YARARLANMA

Enerji çeşitlerinden güneş, ülkemizde büyük potansiyele sahiptir ve yüksek verim elde edilmektedir.

#### 3.1. GÜNEŞ VE GÜNEŞ IŞINLARI

Dünyanın başlangıcından beri canlı yaşamının başlaması ve günümüze kadar olan süreçlerinde en etkin rol güneşin olmuştur. Öyleki; güneşe tapma ilk bilinen dindir.

Yaşadığımız dünya, güneş sisteminin bir üyesi, güneş sistemi de Samanyolu galaksisinin bilinen 200 milyar yıldız kümesinden sadece biridir. Bulutsuz ve rutubetin olmadığı gecelerde gökyüzüne bakıldığında, samanyolu net olarak görülür.

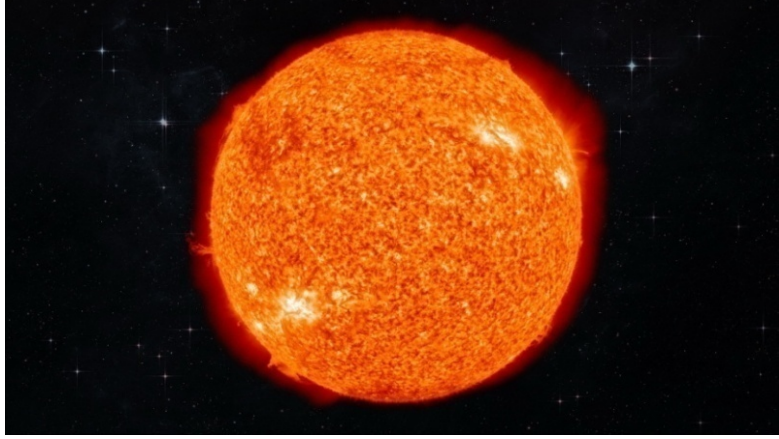


**Şekil 8.** Samanyolu'nun Galaksi Düzlemine Dik Kesiti (Kılıç, 1983)

*Galaksimizin çapı aşağı yukarı 80000 ışık yılıdır ve galaksi merkezinden itibaren önce artan, sonra azalan (mesela, merkezden 20000 ışık yılı mesafede 230km/h ve 40000 ışık yılı mesafede 180 km/s) hızla dönmektedir (Kaya, 1994). Güneş galaksi merkezinden aşağı yukarı 27000 ışık yılı uzaklıkta ve galaksi düzlemine 100 ışık yılı bir mesafenin içindedir.*

Güneş, çekirdeğinde enerji üretimi yapan ve yayan, dönen ve aynı zamanda da manyetik alana sahip olan bir gök cismi olup güneş sisteminin

bir yıldızdır. Bu sistemin ortasında yer alır ve kütle olarak %98.8 ini karşılamaktadır.

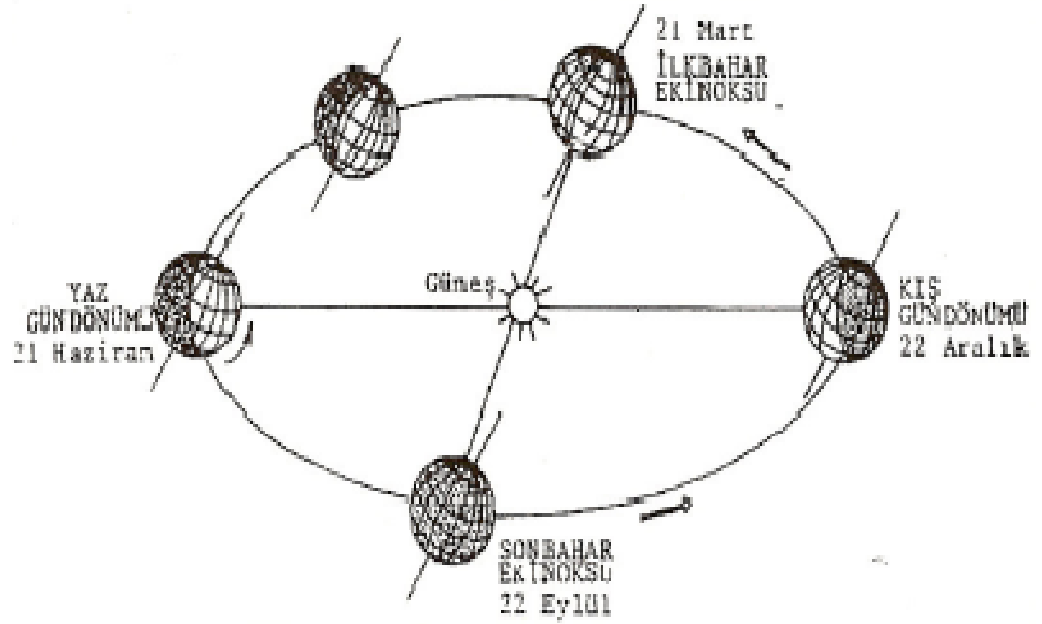


**Şekil 9.** Güneş [15]

Güneşin çapı  $1,39 \times 10^9$  m, dünyadan ortalama uzaklığı  $1,5 \times 10^{11}$  m 'dir. Yüzey sıcaklığı  $5.777^{\circ}\text{K}$ 'dir. Yüzeyden merkeze sıcaklık azalmaktadır, sıcaklığı merkeze doğru  $4 \times 10^6$  ile  $8 \times 10^4$   $^{\circ}\text{K}$  arasında değişmektedir. Yoğunluğu suyun 100 katıdır, çevresi çok yoğun gazlarla sarıdır (Kaya, 1994).

### **3.2. GÜNEŞ AÇILARI**

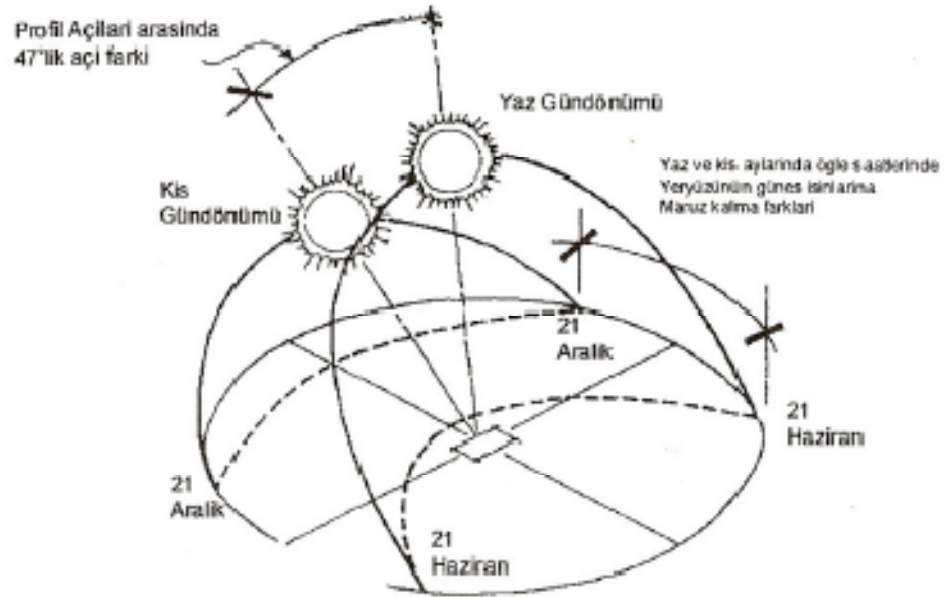
Dünyanın ekseninde yaptığı bir devir 1 gün, güneş etrafında yaptığı devir ise 1 yıl sürmektedir. Yalnız iki dönüş yörüngesi birbirine dik olmamaktadır.  $23^{\circ}27'$  lık bir eğiklik açısı nedeniyle 1 yıl süren tam devirde kuzey ve güney yarım kürelerin güneşle açısal anlamda ilişkisi sürekli değişiklik gösterir (Kaya, 1994).



**Şekil 10.** Dünyanın Yörüngesel Hareketi (Beckman, vd., 1977)

Şekil 10'dan anlaşılacağı üzere 21 Aralık tarihinde Kuzey kutbu, 21 Haziran tarihinde Güney Kutbu güneşten uzağa doğru  $23 \frac{1}{2}^{\circ}$  eğilirken, 21 Mart ve 22 Eylül tarihlerinde iki yarımküre de güneşle  $0^{\circ}$ lik açıya ulaşır. Burada kış aylarında güneş yörüngesi yaz aylarına göre daha kısa ve alçak olduğu sonucuna ulaşılır. Bu durumda kış güneşi doğunun güneyinden yükselir ve batının güneyinden batar. Doğu ve Batı cepheleri kış aylarında güneş ışınımlarından faydalanamazken yaz aylarında ise çok fazla ısınmaya maruz kalır (Kaya, 1994).



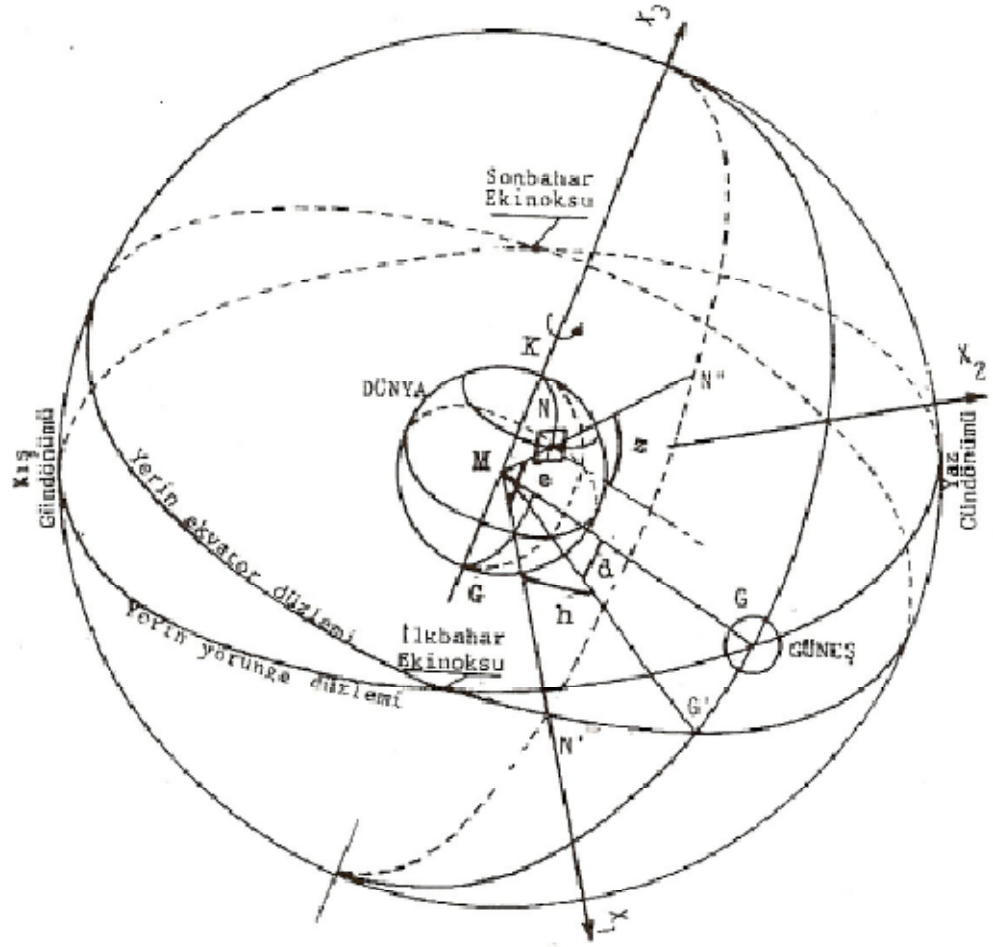


**Şekil 11.** Güneş Hareketlerinin Yaz ve Kış Aylarında Durumu (Beckman, vd., 1977)

Dünya üzerindeki bir noktanın güneşe göre konumu incelendiğinde yıl boyunca daima değişim gösterir. Güneşin sahip olduğu değişken konumunu belirleme noktasında “gökküre” den yararlanılmaktadır. Güneş kontrolünde bilinmesi gerekli olan “güneş açıları” kullanılmaktadır (Yıldırım, 2007).

### 3.2.1. Esas Güneş Açıları

Yeryüzündeki belirli bir N noktasına gelen güneş ışınımının doğrultusunu bulmak için esas güneş açıları adı verilen üç açının bilinmesi gerekir. Bunlar; O yerin enlemini (e), saat açısını (h) ve güneşin azimut açısı (d) şeklinde gösterilir.

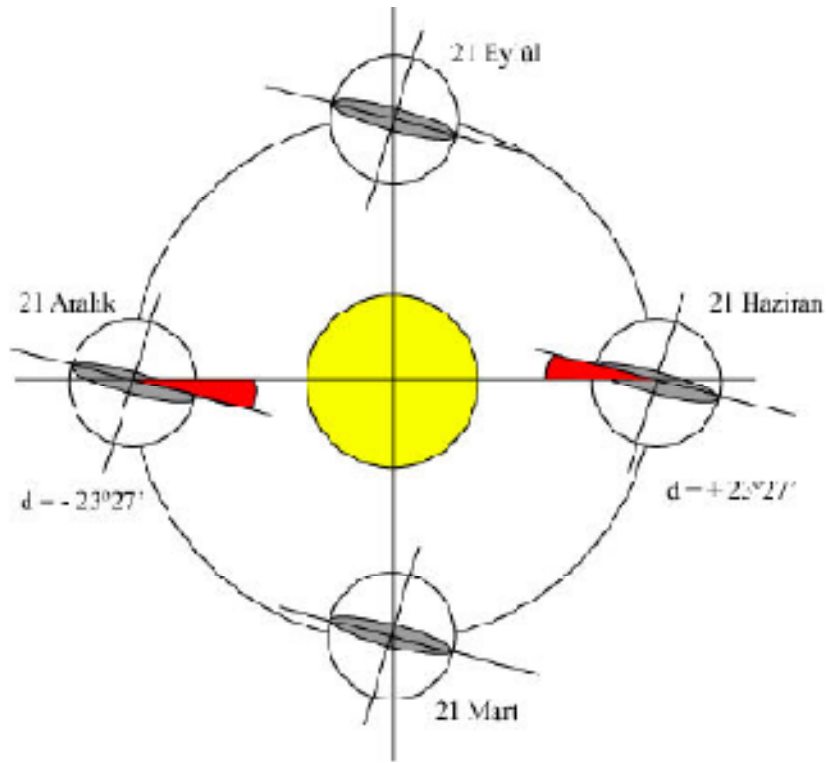


Şekil 12. Gökküre Üzerinde Güneş Açıları (Beckman, vd., 1977)

**Enlem Açısı (e) :** Belirlenen N noktası dünya merkezine (M) birleştirildiğinde doğrunun ekvator ile yaptığı açı enlem açısıdır. Kuzeye doğru pozitif, güneye doğru negatif değerlerdedir.

**Saat Açısı (h) :** Belirlenen yerin boylamı ile güneşi dünya merkezine birleştiren doğrunun (güneş boylamının) arasında kalan açıdır. Ölçüm "güneş öğlesi"nden itibaren gerçekleştirilmektedir. Öğleden önceleri negatif değer, sonraları pozitif değerlerdedir.

**Deklınasyon açısı (d) :** Dünyanın dönme ekseninin yörünge düzlemine göre yaptığı açıdan kaynaklanan bir açıdır. Yani güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır ve yıl boyunca farklılık göstermektedir.



**Şekil 13.** Deklinasyon Açısının Yıl Boyunca Değişimi (Sayın,2006)

21 Eylül ve 21 Mart günlerinde yani ekonoks vaktinde deklinasyon açısı 0(sıfır) olur. 21 Aralık ve 21 Haziran tarihlerinde ise maksimum değeri olan  $23^{\circ}27'$  ye kadar çıkar. Ampirik Cooper (1969) formülüne göre, N, 1 Ocak'tan itibaren gün sayısını vermek üzere,

$$d = 23.45^{\circ} \sin \left( 360 \frac{n + 284}{365} \right)$$

Lunde (1980) denkleminde ise,

$$d = 23.45^{\circ} \sin \left( 360 \frac{n - 80}{370} \right)$$

olarak deklinasyon açıları elde edilebilir (Yıldırım, 2007).

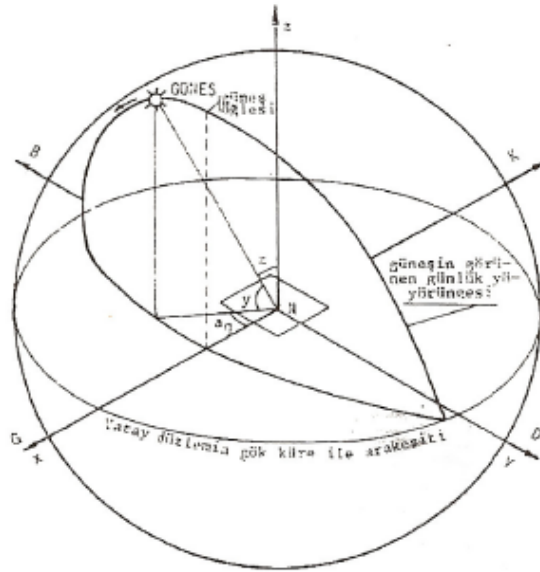
### 3.2.2. Türetilen Güneş Açıları

Güneş kontrol çözümlerinde güneş açıları kullanılmaktadır. Bu değerlerin en başta gelenleri Zenit açısı (z), güneş yükseklik açısı (y), güneş azimut açısı (ag) 'dır.

**Zenit Açısı, (z) :** Güneş ışınlarının yatay düzlemin normaliyle yaptığı açıdır. Güneş ışınları yatay düzleme dik olduğu durumda  $z = 0$  olur.

**Güneş Yükseklik Açısı, (y) :** Zenit açısından daha değişik olarak güneş ışınlarının yatay düzlemle yaptığı açıdır. Güneş ışınları yatay düzleme dik olduğu durumda  $y = 90$  dir.  $y + z = 90$ 'dir.

**Güneş Azimut Açısı, (ag) :** Güneş ışınlarının yatay düzlemde bulunan izdüşümü ile güney doğrultusu arasında kalan açıdır.

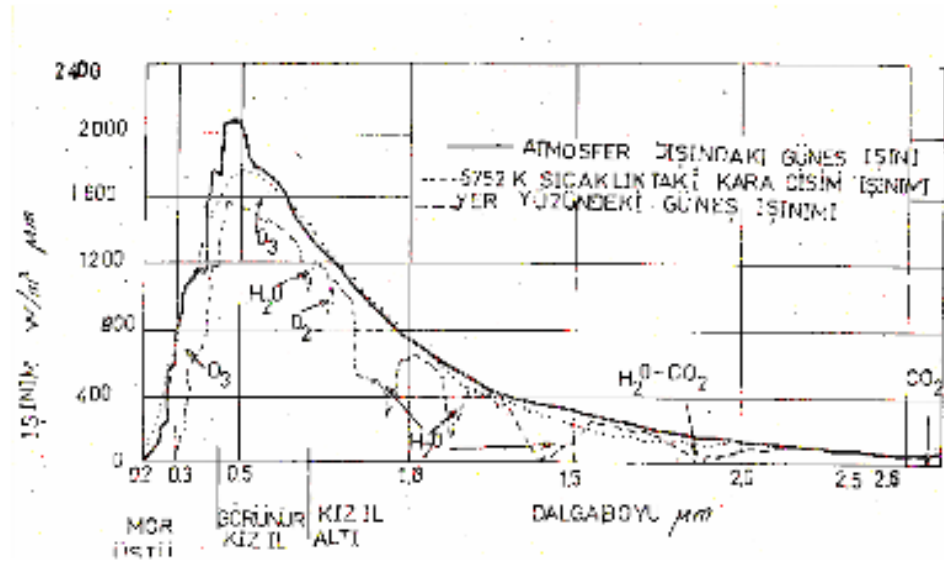


Şekil 14. Türetilen Güneş Açıları (Sayın, 2006)

### 3.2.3. Atmosfer Dışına Gelen Güneş Işınımı

Atmosfer dışına gelen güneş ışınımı yılın günlerine göre değişiklik gösterir. Güneş radyasyonunun atmosfer dışındaki şiddeti güneş sabitidir ve  $I_0$  ile gösterilir. Güneş sabitinin değeri dünya ile güneş arasındaki mesafeye

bağlı olarak değişmektedir. Güneş radyasyonunun dalga boyuna göre yayılan enerji miktarı da değişme gösterir. Yapılan ölçümler ile dünya ile güneş arasındaki ortalama bir mesafede, atmosfer dışında ve yeryüzündeki güneş radyasyonunun tayfsal dağılımı aşağıda verilen şekil 15 'teki gibidir.



**Şekil 15.** Radyasyonun Tayfsal Dağılımı (Sayın, 2006)

Atmosfer Dışına Gelen Güneş Işınımı ( $I_0$ )

$$I_0 = I_{gs} \cdot f \cdot \cos z$$

$I_{gs} = 1353 \text{ W/m}^2$  alınır.  $f$  = Güneş sabitini düzeltme faktörü

$$f = 1 + 0,0033 \cdot \cos(360 \cdot n / 365)$$

Atmosferin dışından yatay birim düzleme bir gün boyunca gelen ışınım miktarı da aşağıdaki formül ile bulunabilir.

$$Q_s = \frac{24}{\pi} I_{gs} \cdot f \cdot \sin \lambda \cdot \sin E \cdot \left( \frac{\pi}{180} \cdot H - \tan H \right)$$

$$S_0 = e^{-1.5 \cdot d} \cdot \frac{|d| \cdot e}{180}$$

Maksimum güneş ışıını alan düzlem eğimi ( $S_0$ ) ise yukarıda yer alan formülle bulunabilir (Yıldırım, 2007).

### 3.3. DÜNYA GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı devamlı artış göstermektedir. Bununla ilgili tablo 7' de enerjiye olan taleple yenilenebilir enerji kaynakları gösterilmektedir.

**Tablo 7.** Yenilenebilir Enerji Kaynakları Seçilmiş Göstergeler [16]

Seçilmiş Göstergeler	2005	2006	2007	2008	2009
Yeni Yenilenebilir Kap. Yatırımı (yıllık/Milyar US\$)	40	55	104	130	150
Yenilenebilir güç kapasitesi(mevcut, büyük hidroelektrik hariç, GW)	187	207	210	250	305
Yenilenebilir güç kapasitesi(mevcut, büyük hidroelektrik dahil, GW)	930	970	1085	1150	1230
Rüzgâr Gücü Kapasitesi(mevcut, GW)	59	74	94	121	159
Şebekeye bağlı güneş pili gücü kapasitesi (mevcut, GW)	3,5	5,1	7,6	13,5	21
Güneş pili üretimi(yıllık, GW)	1,8	2,5	3,7	6,9	10,7
Güneş kaynaklı sıcak su kapasitesi (mevcut, GWh)	88	105	125	149	180
Etanol üretimi(yıllık, milyar litre)	33	39	53	69	76
Biyodizel üretimi (yıllık, milyar litre)	3,9	6	10	15	17
Politik hedefleri olan ülkelerin sayısı	52		68	75	85
Garantili tarife politikaları olan eyalet/vilayet/ülkelerin sayısı	41		51	64	75
Yenilenebilir portföy standardı politikaları olan eyalet/vilayet/ülkelerin sayısı	38		50	55	56
Biyoyakıt talimatları olan eyalet/vilayet/ülkelerin sayısı	38		53	55	65

Tablo 7, incelendiğinde dünya genelinde güneş pili üretimi 2005 yılında 1,8 GW iken 2009 yılında 10,7 GW'a, şebekeye bağlı (grid-connected) güneş pili kapasitesi ise aynı yıllarda 3,5 GW'tan 21,0 GW'a yükselmiştir. Sıcak su kapasitesinde de aynı düzeyde artış gerçekleşerek 88 GW'tan 180 GW'a çıkmıştır. Bu göstergelerde güneş pili üretiminin ve kapasitesinin 6 kat, sıcak su kapasitesinin ise 2 kat arttığı görülmektedir (Oluklulu, 2001).

Güneş enerjisi kurulu gücü bakımından en zengin 3 bölge Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika kıtasıdır. Güneş enerji sistemlerinden elektrik üretimi çoğu ülkede büyüyen bir yapıya sahiptir. Sayısal olarak 2004 ile 2009 arasında şebeke bağlantılı fotovoltaik sistemlerin yıllık kapasite artış oranı ortalama % 65 civarında gerçekleşmiştir (Oluklulu, 2001).

**Tablo 8.** Ülkeler Bazlı Fotovoltatik Kapasite (MW) [17]

Ülkeler	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ÇİN	55	64	68	80	100	145	305
ABD	275	365	479	624	831	1,173	1,650
JAPONYA	860	1,132	1,422	1,708	1,919	2,149	2,633
AB	628	1,334	2,341	3,309	5,279	10,338	15,943
DİĞER	1,000	1,044	1,051	1,235	1,422	1,870	2,347
TOPLAM	2,818	3,939	5,361	6,956	9,550	15,675	22,878

Küreselleşmeye rağmen, fotovoltatik pazarı 2009 yılında 2008'e oranla yaklaşık % 15 oranında büyümeye devam etmiş, dünya genelinde toplam 7,2 GW yeni ilave yatırımı yapılarak % 45 oranında büyüme göstermiş ve 22,9 GW'a ulaşmıştır. En iyi büyüme ince film güneş sistemleri gerçekleşmektedir. Bu anlamda güneş enerjisinden elektrik üretimi üzerine ülkeler stratejik politikalar geliştirmektedirler [18].

**Tablo 9.** Yenilenebilir Enerji'de İlk 5 Ülke [19]

Konu	1	2	3	4	5
Yenilenebilir Enerji Yeni Kapasite Yatırımı	Almanya	Çin	ABD	İtalya	İspanya
Rüzgâr Enerjisi Yeni Yatırım İlavesi	Çin	ABD	İspanya	Almanya	Hindistan
PV Yeni Yatırım İlavesi (Şebeke Bağlantılı)	Almanya	İtalya	Japonya	ABD	Çek Cumhuriyeti
Güneşten Sıcak Su Yeni İlave Yatırım Yapan Ülke	Çin	Almanya	Türkiye	Brezilya	Hindistan

2008 yılında İspanya'dan liderliği geri kazanan Almanya, diğer enerji kaynaklarını da kullanma ve geliştirme çalışmaları yapmaktadır. Almanya pazar gelişimini bu anlamda iki katına katlayarak 2008 yılında 1,8 GW'tan 3,8 GW'a çıkarmıştır. Bu oranla dünya fotovoltatik sektöründe 2009 yılında %52'lik bir kısma ulaşmıştır. Güney Kore ve İspanya 2009 yılında düşüş göstermişlerdir. 2009 yılı dünya genelinde yatırımda ikinci olan İtalya 711 MW yeni kapasite ilave etmiştir [18].

Japonya 484 MW, ABD 477 MW (40 MW'ı şebeke bağlantısız), Çek Cumhuriyeti 411 MW, Belçika 292 MW, Fransa 285 MW ve yeni pazara

katılan Çin ise 160 MW'lık yeni ilave kapasite yatırımı yapmıştır. 2008 yılında İspanya, yeni yatırımda ekonomik kriz ve iç Pazar sorunlarından dolayı 2,600 MW'tan 69 MW'a düşmüştür [18].

**Tablo 10.** 2009 Yılı Ülkelerin PV Kapasite Artışları (MW) [19]

Almanya	3,806	MW
İtalya	711	
Japonya	484	
ABD	477	
Çek Cumhuriyeti	411	
Belçika	292	
Fransa	185	
Çin	160	
Güney Kore	168	
Kanada	70	
İspanya	69	
Avustralya	66	
Portekiz	32	
Hindistan	30	
Diğer	143	
Avrupa Birliği	5,605	
<b>Toplam</b>	<b>7,2</b>	<b>GW</b>

Avrupa Birliği olarak bakıldığında PV sektöründe 2009 yılı yeni kapasite ilave bağlamında, dünya genelinde %78'lik bir paya sahiptir. Bu kapasitede Almanya, %68'lik bir orana sahiptir [18].

### 3.4. TÜRKİYE GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü verilerine göre Türkiye'nin yıllık ortalama güneş ışınımı 1311 kWh/m<sup>2</sup>yıl, ortalama yıllık güneşlenme süresi ise 2640 saattir. Bu değer günlük 3,6 kWh/m<sup>2</sup> güce, aynı zamanda 110 günlük bir güneşlenme süresine eşittir. Gerekli yatırımların



yapılması halinde Türkiye’de birim metrekarede ortalama 1.100 kwh’lik yükseklik açısı, güneş enerjisi elde edilebilir. Yılın 10 ayı boyunca ülke yüzölçümünün %63’ünde ve tüm yıl boyunca %17’sinde güneş enerjisinden yararlanılmaktadır [18].

**Tablo 11.** Türkiye’nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli [20]

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m <sup>2</sup> -ay)	Güneşlenme Süresi (Saat/ay)
Ocak	51,75	103,0
Şubat	63,27	115,0
Mart	96,65	165,0
Nisan	122,23	197,0
Mayıs	153,86	273,0
Haziran	168,75	325,0
Temmuz	175,38	365,0
Ağustos	158,40	343,0
Eylül	123,28	280,0
Ekim	89,90	214,0
Kasım	60,82	157,0
Aralık	46,87	103,0
Toplam	1311	2640
Ortalama	3,6 kWh/m <sup>2</sup> -gün	7,2 saat/gün

EİE Genel Müdürlüğü verilerine göre, Türkiye'nin en fazla güneş alan bölgesi Güneydoğu Anadolu Bölgesidir. İkinci olarak da Akdeniz Bölgesi gelmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ülkemizin enerji açısından en zengin bölgesidir. Bu bölgenin yıllık toplam güneş enerjisi miktarı 1460 kW/m<sup>2</sup> ve yıllık toplam güneşlenme süresi ise 2993 saattir. Karadeniz Bölgesi ise ülkenin en az güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Bu verilere göre Türkiye'de toplam olarak yıllık alınan enerji 1015 kWh kadardır [18].

**Tablo 12.** Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı [20]

BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m <sup>2</sup> yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)
G.DOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

### 3.5.YASAL DAYANAKLAR

18/4/2007 Tarih ve 5627 Nolu Enerji Verimliliği Kanunun amacı; *“enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır”*. (Md.1)

Belirtilen Kanunun kapsamı ise;

*“enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak usûl ve esasları kapsar şekilde belirtilmiştir. Enerji verimliliğinin artırılmasına dair önlemlerin uygulanması ile özellik veya görünümleri kabul edilemez derecede değişecek olan sanayi alanlarında işletme ve üretim faaliyetleri yürütülen, ibadet yeri olarak kullanılan, planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan, yılın dört ayından daha az kullanılan, toplam kullanım alanı elli metrekarenin altında*

olan binalar, koruma altındaki bina veya anıtlar, tarımsal binalar ve atölyeler, bu Kanun kapsamı dışındadır”.(Md.2)

Yapı ve yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlikleri hakkında 8 Mayıs 2000 tarih ve 24043 sayılı Resmî Gazete belirtilmiştir. Bu anlamda hesap değerleri (lamda h) TS 825'de verilmiştir.

“Bina yapımında kullanılacak yapı ve yalıtım malzemelerinde TSE markası ve Türk Standardına Uygunluk Belgesi aranmalı, kullanılacak malzemelere ait (lamda h) ısı iletkenlik hesap değerlerinin ısı yalıtımı projesinde alınan (lamda h) değerine uygunluğu, TSE veya TSE tarafından akredite edilmiş laboratuvarlardan alınacak bir rapor ile belgelendirilmesi gerekmektedir. Ancak, kurumlardan alınacak ısı iletkenlik hesap değerleri TS 825 EK-5'deki değerlerden daha küçük olması durumunda hesaplamalarda TS 825 EK-5'deki (lamda h) değerleri kullanılmalıdır”. (Md.16)

**Tablo 13.** Bölgelere Göre Tavsiye Edilen Isıl Geçirgenlik Kat Sayıları (U Değerleri) [20]

	U <sub>D</sub>	U <sub>T</sub>	U <sub>I</sub>	U <sub>p</sub> *
	(W/m <sup>2</sup> K)	(W/m <sup>2</sup> K)	(W/m <sup>2</sup> K)	(W/m <sup>2</sup> K)
1. Bölge	0,80	0,50	0,80	2,8
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,6
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,6
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

Araştırmalara göre, ısı yalıtımı olmayan betonarme bir binadaki, ısı köprüleri sebebi ile üretilen enerjinin %50-%60'ından yararlanılamadığını göstermiştir. Gelişen teknikler, ısı yalıtımı uygulamasından alınan verimin artmasını sağlamıştır. ISO ve CEN standartlarına göre “izolasyon malzemelerinin ısı iletim katsayısı (lamda değeri) 0.065 W/m<sup>2</sup>k değerinin

altında olmalıdır. Bu değerin üstünde olan bir malzemenin ısı yalıtım özelliği bulunmamaktadır. Isı yalıtım malzemelerinin lamda değerleri 40 – 50 W/mk larda seyrederek”. Binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelere belirli sürelerden sonra deforme olur. Bu anlamda malzemelerin sıcaklık dayanımları, uygulandıkları sıcaklık ile doğru orantılıdır [21].

Yapılarda kullanılan malzemelerin yalıtım değeri bulunmaktadır. Buna Lamda Değeri de denir. Dolayısıyla U Değerini hesaplarırken kullanılan malzemelerin kalınlıklarını ve Isı İletkenlik Değerlerini bilinmesi gerekmektedir [22]. Isıl Direnç Değerini (R) hesaplarırken Yapıda Kullanılan Yalıtım Malzemesi'nin Kalınlığını, Duvar Elemanının Kalınlığını, İç Cephe Kullanılan Sıvanın Kalınlığını ve varsa yapıda kullanılan diğer malzemelerin de her birinin kendi kalınlığını yine kendi Isı İletkenlik Değerlerine (Lamda) bölerek çıkan sonuçları toplanır. Bu işleme İç Ve Dış Cephenin Hava Katsayısı olan 0.17 değerini de ekleyerek Isıl Direnç Değerine (R) ulaşılır.

**Tablo 14.** R (Isıl Direnç Değeri) Hesap Tablosu [20]

		Yalıtım Malz.	Duvar Elemanı	İç Cephe
Sıvası	Varsa Diğer Malzemelerin			
		Kalınlığı	Kalınlığı	
Kalınlığı	Her Birinin Kendi Kalınlıkları			
	R = Hava Katsayı Değ. 0.17 +	----- +	----- +	-----
	-----			
		Isı İlet. Değ.	Isı İlet. Değ.	Isı İlet.
Değ.	Her Birinin Kendi Isı İlet.değeri			

**Tablo 15.** U Değeri Hesabı [20]

	1		
U	Değeri	=	-----
	Isıl Direnç Değeri (R)		

**Tablo 16.** Bölgelerine Göre Tavsiye Edilen Toplam Isı Geçiş Katsayıları: U (k) W/m<sup>2</sup>K [20]

İklim Bölgesi	I. Bölge	II. Bölge	III. Bölge	IV. Bölge
U (k) W/m <sup>2</sup> K	0.70	0.60	0.50	0.40

## 4. YAPILARDA GÜNEŞ ENERJİSİNDEN YARARLANMA

Temiz, yenilenebilir ve tükenmez bir kaynak olan güneşten mimari anlamda yapılarda değişik olanaklarla yararlanılmaktadır. Bu yararlanabilme son yıllarda bina tasarımlarında da değişimleri de gözler önüne sermiştir. Günümüzdeki mevcut yapılar, enerji korunumunu sağlamakta ve de güneşten enerji üretebilen bir sistem konumundadır. Bu anlamda yapı kabuğu, katkı sağlama konusunda en güzel örnekler arasında bulunabilmektedir. Bu katkı aktif ve pasif yararlanma olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir (Göksal, 1998).

### 4.1. PASİF(EDİLGİN) YARARLANMA

Tarih öncesi çağlardan beri insanların güneş enerjisinden yararlandıkları M.Ö. 470-399 yılları arasında yaşamış olan Vitruvius'dan öğrenilmektedir. Socrates ise kış aylarında güneşe bakan evlerin güneşten faydalandığını ve yaz aylarında ise güneşin tepeden geçtiğini, böylece evlerin gölgede kalmasıyla serin olduğunu ifade etmiştir. Güneşten maksimum seviyede yararlanmak için güney cephelerin yüksek, kuzey cephelerin de alçak yapılması önerilmiştir (Mceven, 1990).

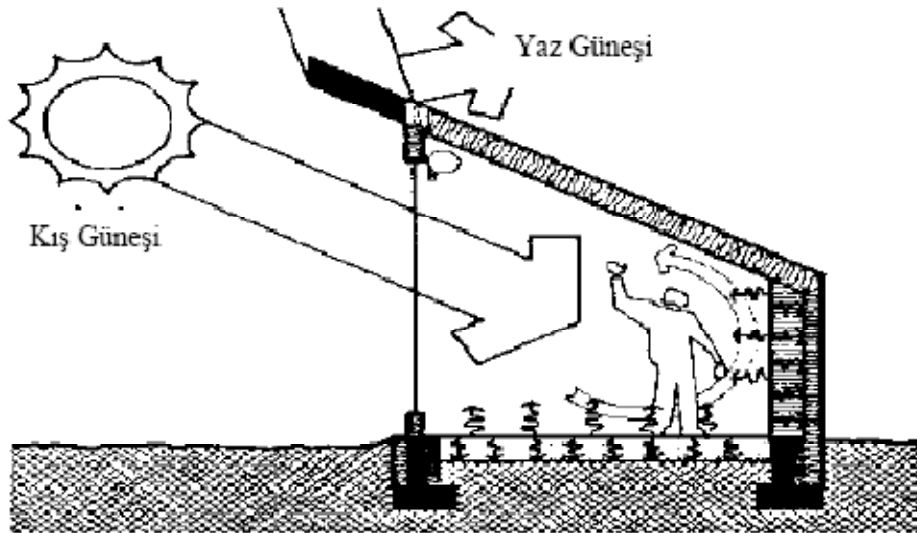
Güneş enerjisinden pasif yararlanmada ana ilke, yapı kabuğunda alınan önlemlerle kabuğa yapılan ek sistemler sayesinde ışınişınımdan maksimum düzeyde yararlanmaktır. Bu yararlanma sonucunda güneş enerjisinden ısı enerjisi elde edilmektedir. Bu sistemin üç temel elemanı vardır. Bunlar, toplaçlar (kollektörler), depolayıcılar ve dağıtıcılarıdır. Toplaçlar, güneş enerjisini ısıya dönüştürmektedir. Depolayıcılar güneş enerjisi olmadığında ısıdan yararlanmayı sağlamaktadır. Dağıtıcıların görevi ise toplanan enerjiyi depolama elemanlarına ve ihtiyaç duyulan mekanlara aktarmaktır. Dağılım ise konveksiyon yoluyla gerçekleşir. Pasif sistemlerin faal olarak kullanılabilmesi ve ısı kaybını azaltarak, verimin maksimum olması için mekanın çok iyi yalıtılması gereklidir (Göksal, 1998). Günümüzde

güneşten pasif olarak yararlanabilmek (ısıtma ve soğutma) için doğrudan ve dolaylı sistemler kullanılmaktadır.

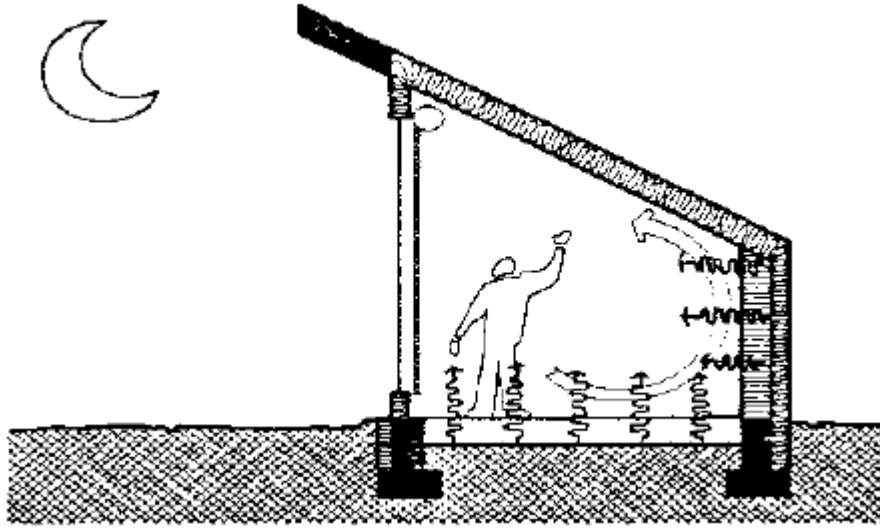
#### 4.1.1. Doğrudan Kazanç

Doğrudan sistemler, güneş ışığının cam yüzeylerle direkt mekana alınmasıyla çalışmaktadır. Bu sistemde, alınan güneş ışığı ışımayla ısıya dönüşmektedir. Bütün yapılarda cam bulunmasından dolayıdır ki, doğrudan sistemleri en yaygın kullanılan ve maliyetsiz pasif ısıtma sistemleridir. Saydamlığdan dolayı mekan sıcaklığının zaman zaman artırır.

Eğer güneye bakan pencereleri varsa çoğu ev doğrudan kazanca sahiptir. Bir doğrudan kazanç sisteminde, güneş alana direkt olarak ışık saçar. İlk olarak oda havası, duvarlar, tabanlar ve diğer ısıtma kütle güneş ve sıcak hava tarafından ısıtılır. Yaşam alanları aşırı ısınmaya başlar ve önemli sıcaklık dalgalanmaları gerçekleşebilir.



**Şekil 16.** Direkt Kazanç Sisteminin Gün Boyunca Çalışma Sistemi  
(Chen, Katan, 1980)



**Şekil 17.** Direkt Kazanç Sisteminin Gece Boyunca Çalışma Sistemi  
(Chen, Katan, 1980)

Doğrudan Kazanç Özelliklerinin avantajlarına baktığımızda;

1. En az maliyetli güneş enerji sistemidir.
2. Bir yapıya uygulanması en kolay pasif güneş enerji tekniğidir.
3. Çok fazla termal kütle gerektirmez.

Dezavantajları ise:

1. Kabul edilmeyecek derecede bir parlaklık oluşur.
2. Mahremiyetsizlik olabilir.
3. Mekanda kullanılan malzemelerin, kızılötesi bozunmalarına sebep olabilir.
4. Oldukça büyük sıcaklık dalgalanmaları gün boyunca olabilir.
5. Güney camlarında çok fazla gece kayıpları olabilir.

Bu anlamda kullanımında dikkat edilecek faktörler şunlardır:

1. Gece ısı kayıplarını düşürmek için gece panjurları veya hareketli izolasyon kullanılmalıdır.
2. Kuzeyde yer alan bölgelerde, hava boşluğu olan üçlü veya dördü camlar kullanılmalıdır.
3. Kaplanan halı ve duvar kağıtları minimum seviyede tutulmalıdır.



4. Isının daha iyi dağıtılması için toplam güneşli alan ortalama güneş absorpsiyonu 0.5'in altına düşmemelidir (Oktik, 2001). Aşağıda tablo 17' de farklı renkler için tipik güneş absorpsiyon değerleri verilmiştir.

**Tablo 17.** Güneş Işınımı Absorpsiyon Değerleri (Oktik, 2001).

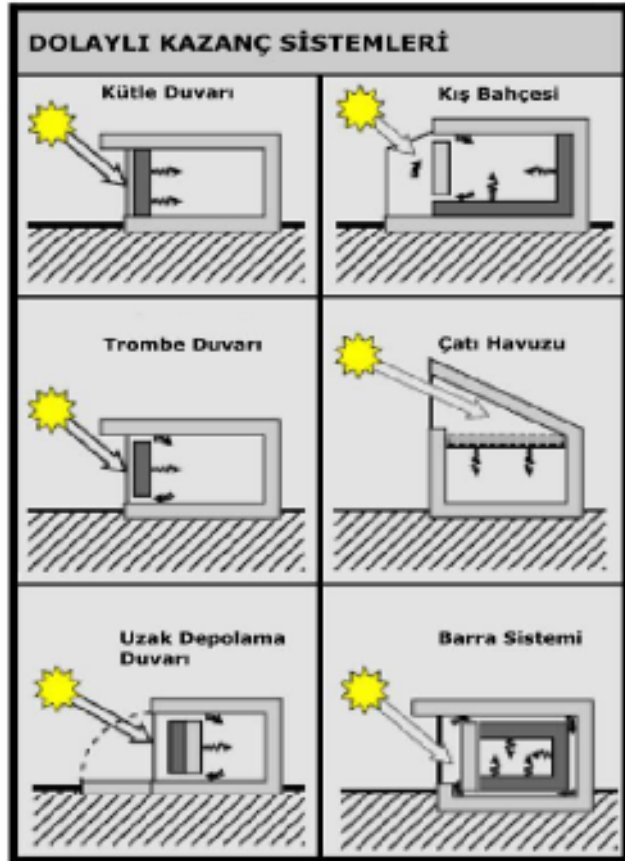
Mat siyah boya	0,98
Siyah beton	0,91
Koyu kayverengi boya	0,88
Kahverengi beton	0,84
Kırmızı tuğla	0,70
Boyanmamış beton	0,65
Sarı boya	0,57
Açık yeşil boya	0,47
Yarı parlak beyaz	0,30
Parlak beyaz	0,25
Alüminyum kaplama	0,15
Yansıtıcı plaka	0,12

#### 4.1.2. Dolaylı Kazanç

Dolaylı sistemlerde güneş ışınımı mekan haricinde ısıya dönüştürülmekte ve sonra mekana iletim, taşınım ve ışınım yollarıyla iletilmektedir. Bu sistemde mekanın dışında bulunan bir toplaç vasıtasıyla kazanım sağlanır. Kazanılan enerji gece saatlerinde mekana verilebilir. Fakat kötü bir yalıtım düzeyine sahip olmalarından dolayı bu sistemlerde oluşan ısı kaybı dezavantajlarından sayılmaktadır.

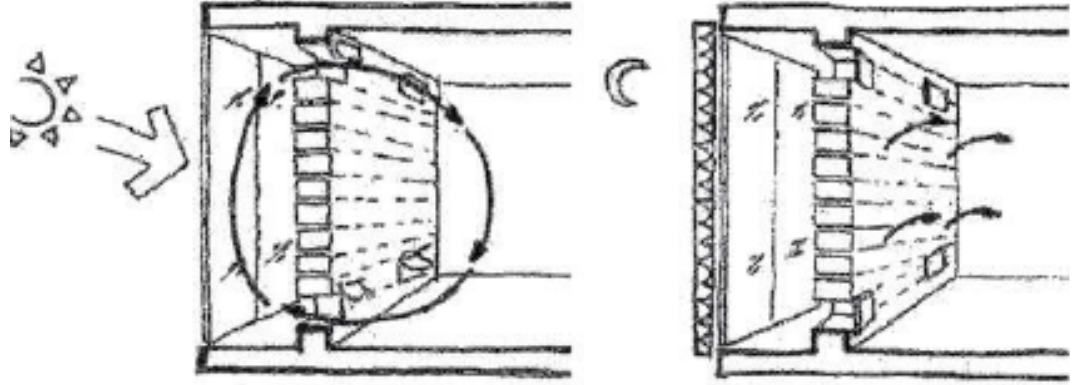
Bu sistemlerde ısı enerjisi, kullanılacak mekana yakın bir elemanda elde edilip, depolanarak diğer bölümlere aktarılır. Güneş ışınları doğrudan mekana girmeyerek, iç ve dış mekan arasında oluşturulan güneş ışığını emen elemanlarda toplanmaktadır. Isıl kütle duvarları (güneş duvar), trombe duvar, uzak depolama duvarları vb.), çatı havuz sistemi ve yalıtılmış alanlar (kış bahçesi, sera vb.) güneş ışığını emmesi için tasarlanan elemanlardır.

Isıl kütle duvarları, konutun masif ısı depolama özelliğine sahip güneye bakan koyu renkli duvarın önüne cam yerleştirilmesi şeklinde enerjinin toplanması ilkesine dayanır. Duvarın üstünde ve altındaki deliklerden alan içerisine alınır.



**Şekil 18.** Dolaylı Kazanç Sistemleri [15]

Isıl kütle duvarlarında, emilmeyen güneş ışınları camdan dışarı çıkamayarak boşluğun ısınmasını sağlar. Bu sıcak hava duvarın üst kısmındaki deliklerden içeri alınarak ısı enerjisini alan içerisine bırakır. Soğuyarak aşağıya inen kullanılmış hava, duvarın alt kısmındaki deliklerden tekrar ısıtılarak duvar ile cam arasındaki boşluğa alınır. Bu döngü duvarda enerji olduğu müddetçe devam eder. Depolama özelliğine sahip duvarlar gündüz toplayıp depoladıkları ısı enerjisini gece olunca iç mekana aktarırlar.



**Şekil 19.** Isıl Kütle Duvarlarının Çalışma Prensibi [15]

Çatı havuzu sisteminde ısı depolayan kütle görevini, çatıda bulunan su kütlesi üstlenir. Güneş ışınlarıyla ısınan suyun depoladığı enerjinin mekana iletilmesi ilkesine dayanmaktadır. Bu sistemin, strüktüre ek yük getirmesi gibi olumsuz bir etkisi vardır. Kış mevsiminde bu sisteminin ısı kaybını önlemek adına geceleri üzeri yalıtım malzemesiyle kapatılmakta, yaz mevsiminde de tersi yapılarak serinleme sağlanmaktadır. Güneş ışınları, konutun güney cephesinde yer alan kış bahçesi ve sera gibi yalıtılmış alanlarda havanın ısınmasını sağlamaktadır. Yaşam alanı ve yalıtılmış alanı birbirinden ayıran duvarın alt ve üst kısmında delikler bırakılarak hava hareketinin sağlanmaktadır.

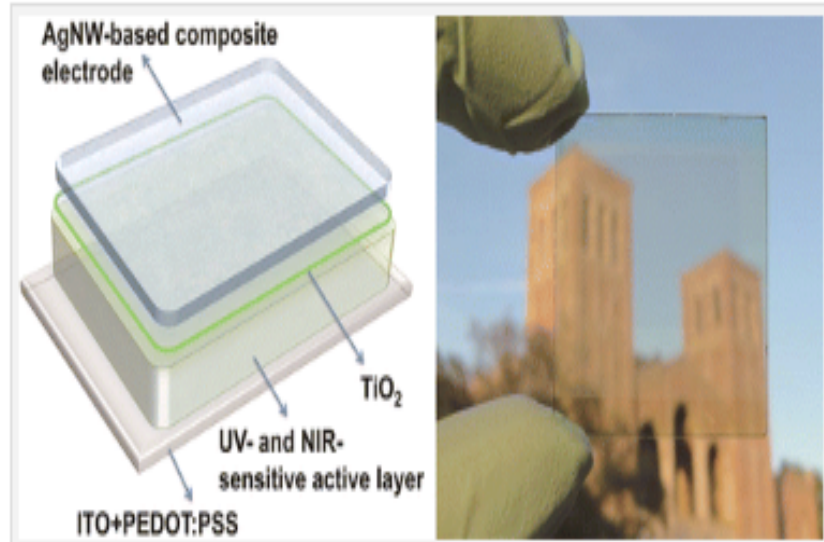
Cephe sistemlerindeki diğer bir sistemde Transparan Isı Yalıtımlı Güneş Duvarları'dır. Bu sistemin çalışma prensibi dolaylı sistemlerin cephe açıklığıyla aynı olup yalıtım düzeyi çok iyi ve ısı kayıpları oldukça azdır. Kapiler, petek, gözenekli ve homojen dokulu şekillerde üretilen bu gereçlerinin yüzeyi plastik esaslı camla kaplanmaktadır (Göksal, 1998).

Çatı açıklıklarında uygulanan sistemin malzemeleriyle cephe açıklıklarında kullanılan malzemeler aynıdır. Yalnız kar yağışlı olan bölgelerde toplacın ısı kazanımının engellenmemesi için çatı eğimli yapılmalıdır. Sulu duvar sistemi çatı sistemlerinde de uygulanmaktadır. Su kapları açılabilen hareketli ısı yalıtım malzemesi ile örtülmekte ve böylece kış günlerinde güneş ışınmasını biriktirmektedir. Yalıtım maddesi gece örtülü

olması nedeniyle depolanan ısı çatı tarafından aşağıdaki mekanlara verilir. Bu sistem hem soğutmada hem de ısıtmada çok fazla kullanılmamaktadır. Arazi eğiminden yararlanarak binanın kotuna güney cephesine yerleştirilen topağtan elde edilen ısı; “ısınan hava yükselir” prensibiyle çalışmaktadır. Isınan hava döşeme altından verilerek kazanç sağlanır. Binanın pencereleri yardımıyla da doğal havalandırma sağlanmaktadır.

#### 4.1.2.1. Organik (Polimer) Güneş Pilleri

Polimer güneş pilleri hafif, esnek ve düşük maliyetli ve şeffaftırlar.



**Şekil 20.** Güneş Penceresi [23]

Araştırmacılar görünen ışıktan daha ziyade kızıl ötesi ışığı emerek enerji üreten insan gözüne %66 oranında şeffaf olan yeni bir polimer güneş pili geliştirmişlerdir.



**Şekil 21.** Güneş Pilleri Uygulamaları [23]

Çalışma prensibi olarak bu polimer güneş pili kızıl ötesi ışığı emerek elektrik enerjisine çeviren fotoaktif bir plastikten yapılan bir araçtır. Bu şeffaf güneş pilleri akıllı pencerelerde ve elektronik sektöründe kullanılmaktadır.

#### 4.1.2.2. Kış Bahçesi(sera) Uygulaması

Pasif ısıtma sistemi ile yapılarda kullanılan bir yöntem de *güneş odası* (*sera*) yöntemidir. Bu yöntem, ısı depolayıcı duvar sisteminde, cam yüzey ile duvar arasında kalan boşluğun büyütülerek güneş odası veya kış bahçesi şeklinde adlandırılan bir mekâna çevirilmesiyle oluşturulur.

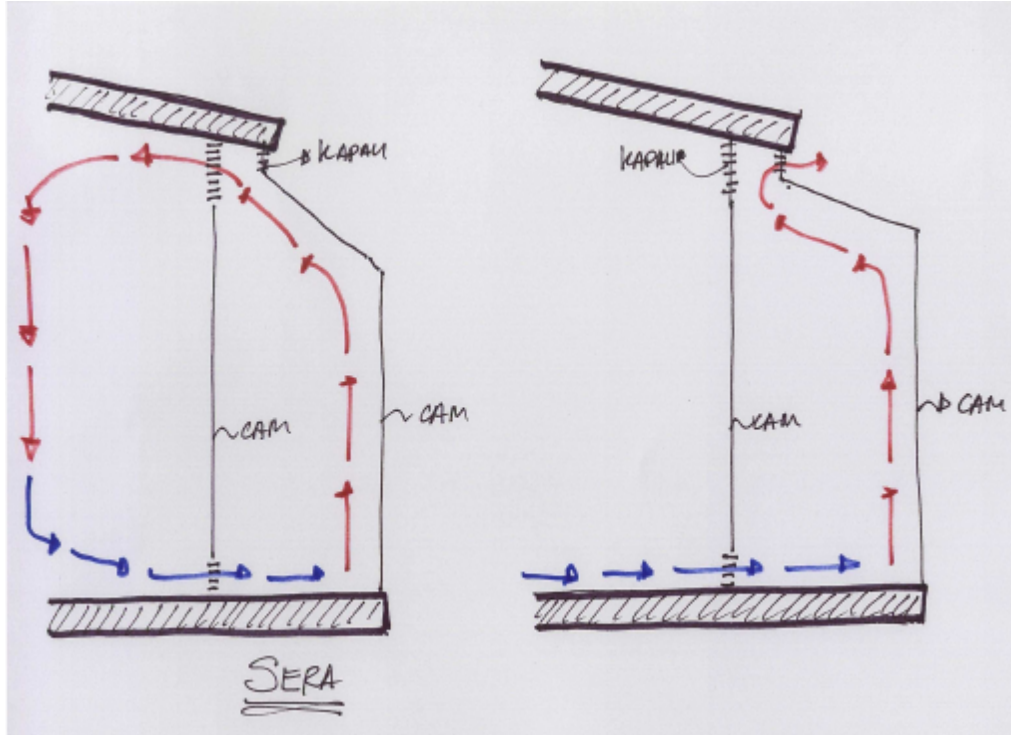
Dolaylı ve dolaysız sistemlerin kombinasyonu şeklinde binaya ilave edilen seralar bir çeşit toplaçtır. Enerji maliyetlerinin düşürülmesine katkı sağlamakla birlikte kışın yapının en konforlu yerini teşkil ederler. Kışın, gündüz saatlerinde topladığı güneş enerjisini ısı kütlesi üzerindeki

açıklıklardan ana yapıya aktarırken, geceyin de ısı kütlesi üzerindeki kapaklar kapatılarak ana yapıyla dış ortam arasında tampon bölge oluştururlar ve ısı kayıplarını en aza indirirler.



**Şekil 22.** Sera Bahçesi Uygulamaları (Tayfun, 2007)

Sera (kış bahçesi) uygulamadaki amaç, yaşam mahallerinden olan ısı kaybını azaltmaktır. Seraların çoğunluğu camda yapılmaktadır. İçerideki havanın ısınması güneş yoluyla gerçekleşmektedir.



Şekil 23. Sera Uygulaması (Tayfun, 2007)

#### 4.1.2.3. Trombe Duvarı Uygulaması

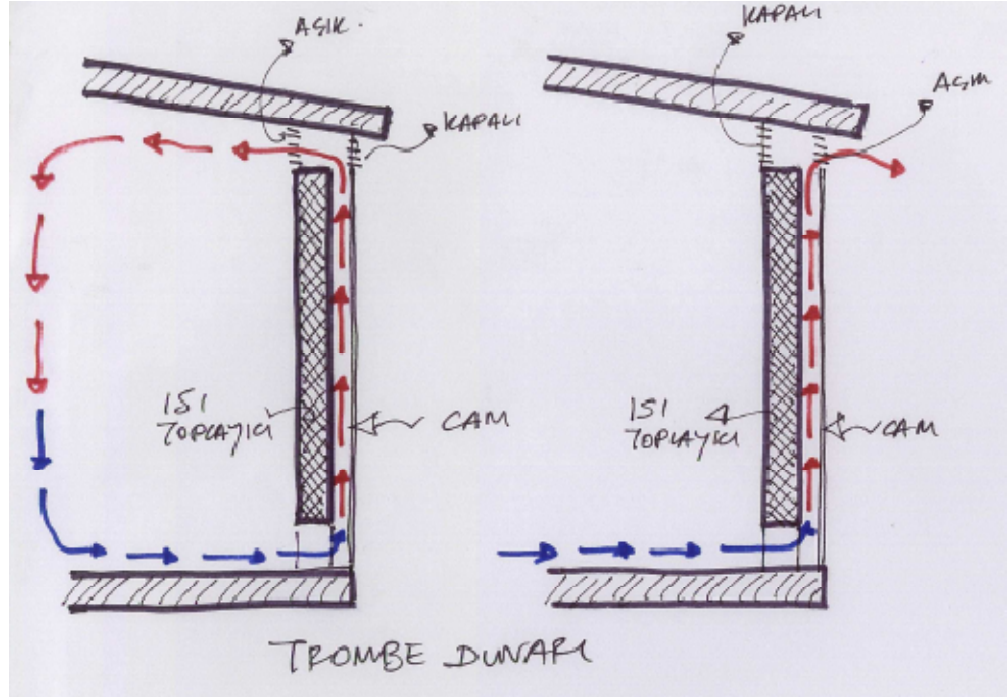
Binanın güney cephesinde saydam bir yüzey ile yaklaşık 10 cm daha içeride yer alan yüksek yoğunluklu malzemeden kalın olarak inşa edilen, koyu renkli ve ısı depolayıcı duvardan oluşan bir sistemdir. Camdan geçen güneş ışınları duvar tarafından emilir ve duvar içerisinde depolanır. Bu sayede cam ile duvar arasında kalan hava ısınır ve iç mekânlara dağıtılır. Duvarın kalın olması, ısı depolamayı ve ısının gecikme ile geceleri iç mekânlara verilmesini sağlar. Bu sistemde baca etkisi söz konusu olup, duvar ile cam arasındaki hava doğal taşınım ile dışarı atılırken, yerine açılmış olan kuzey cephesindeki pencerelerden taze hava girer ve iç mekânların serin kalması sağlanır.



**Şekil 24.** Trombe Duvarı Uygulamaları (Tayfun, 2007)

Trombe duvar uygulamalarında amaç; güneş enerjisinden yararlanarak havanın ısıtılması ve yaşam mahallerine dağıtılmasıdır. Uygulamada ilk yatırım maliyeti diğer pasif yöntemlerle karşılaştırıldığında pahalı olmaktadır. Duvarda normal cam kullanılabildiği gibi değişik tasarımlarda kullanılabilmektedir.



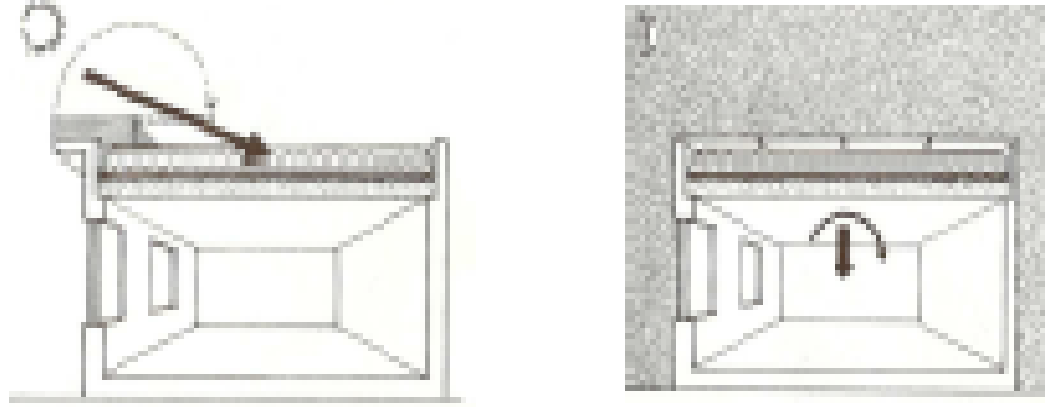


**Şekil 25.** Trombe Duvarı (Tayfun, 2007)

#### 4.1.2.4. Çatı Havuzu Uygulaması

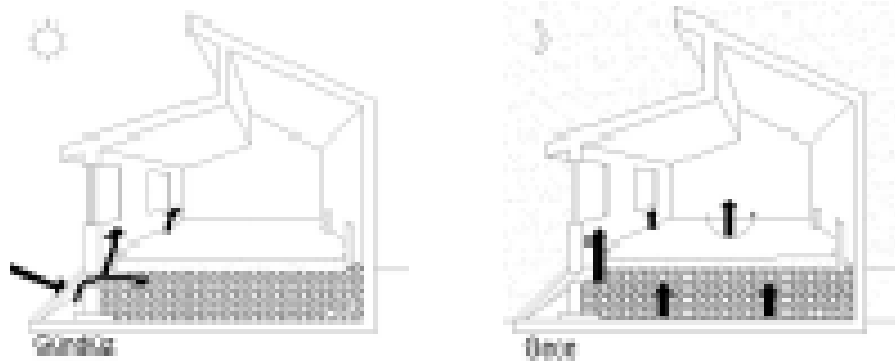
Güneş ışınları, düşey toplayıcı yüzeyler üzerinde kışın  $35^\circ$  Güney ve  $35^\circ$  Kuzey enlemleri arasında hemen hemen faydasız bir konumdadır. Sistem ilk kez California'da Harold Hay (1967) tarafından tasarlanmıştır. Bu sistemde çatıya siyah plastik torbalar içerisinde su konularak, kapaklı şekilde torbaların üzeri yalıtılır. Kışın gündüz kapaklar açılarak güneş ışınları suda depolanır, geceleri de kapaklar kapatılıp sudaki enerjinin dışarı kaçması önlenip enerji binaya aktarılır. Yazında tam tersi yapılarak bina soğutulur. Binada yapılan ölçümlerde, %75–80 oranında enerji tasarrufu sağlanır.

Çatı açıklıkları, yatayda oluşturulmaktadır. Bu yöntemde ısıl kütle görevini çatı havuzu yerine getirmektedir. Genellikle cam, plastik veya fiberglas kaplarda depolanan su, ışınlım ve taşınım yoluyla altta yer alan mekâna iletilerek ısıtma sağlanır. Sistem kışın ısıtıp, yazın da soğutur. Kışın, geceleri yalıtımlı levhalarla kapatılarak ve depolanan ısının kaybı engellenir. Aşağıdaki şekil 26' da bir çatı açıklığı uygulaması görsel ifade edilmektedir.



**Şekil 26.** Çatı Açıklıkları (Çatı Havuzu) Uygulaması (Tayfun, 2007)

Ayrık açıklıklar uygulamasında topoğrafyadan yararlanarak yapıdan daha düşük kotta bulunan bir toplayıcıdan alınan ısınmış şekildeki hava sayesinde mekân ısıtılır. Cam yüzeyin arkasına yerleştirilmiş siyah bir metal levhadan meydana gelen toplayıcıda ısınan havanın yükselmesi sağlanır ve yapı içine alınır. Zemin altına yerleştirilen kanallarla içeriye alınan hava ısıtılırken, içerideki serin hava da tekrar toplayıcıya yönlendirilerek döngü sağlanır. Yazın cam yüzeyin açılmasıyla ısınan hava yükselerek dışarıya çıkmakta, atılan havanın yerine toplayıcıya giren hava mekânın pencerelerinden serin ve taze havayı çekmektedir. Aşağıda yer alan şekilde de bir ayrık açıklık uygulaması görülmektedir.



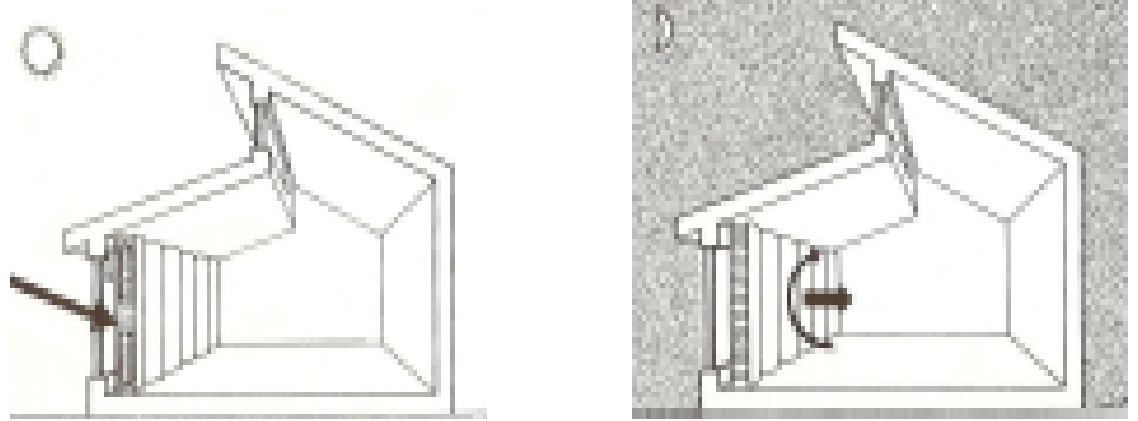
**Şekil 27.** Ayrık Açıklık Uygulaması (Tayfun, 2007)

Aktif sistemlerde, güneş enerjisi mekanik donanımlar vasıtasıyla mekanı ısıtılmaktadır. Bu sistemlerde ısıtılan ve depolanan sıcak su aracılığıyla oluşan enerji iç mekanları ısıtır. Aktif sistem yapılarında genellikle düz toplayıcı denilen donanımlar aracılığıyla güneş enerjisinin toplanması, toplanan enerjinin yapının bitişiğinde veya düşük kotunda yer alan su depoları gibi alanlarda depolanması, depolanan bu enerjinin de pompa ve boru gibi gereçlerle dağıtılması prensibiyle gerçekleşir.

#### **4.1.2.5. Su Duvarı Uygulaması**

1970 yılında Steeve Baer tarafından geliştirilen su duvarı uygulaması sisteminin çalışma prensibi, kullanılan ısı depolama malzemesinin akışkan madde olmasıdır. Bu sistem kullanım yöntemi dışında Trombe duvarı ile benzerlik göstermekte olup kullanılan elemanlar geniş cam yüzey, hareketli yalıtım elemanı ve masif ısı depolama kütesidir. Masif ısı depolama kütlesi (metal veya camdan yapılmış tüp şeklindeki kaplar, bidonlar, beton duvarlar) su veya benzer bir akışkan ile doludur. Gündüz cam yüzeyden geçen güneş ışınları koyu renge boyanmış bidonlarda depolanmakta ve ısı enerjisi bidonun içindeki suyu ısıtmaktadır. Bidonlarda biriken enerji ışınım ve taşınım yoluyla binanın içine iletmektedir. Su, yüksek ısı depolama kapasitesine sahip olduğu için su duvarları katı duvarlardan çok daha yüksek verimliliğe sahiptir. Bu sistemde verim açısından gece, hareketli yalıtım elemanı kapatılarak ısı kayıpları minimuma indirilir.

Özetle güneş duvarına benzeyen su duvarı yönteminde içi su dolu masif duvarlar saydam bir yüzey arkasına yerleştirilerek güneşten ısı enerjisi üretilir. Şekilde su duvarı uygulaması şematik olarak ifade edilmektedir.



**Şekil 28.** Su Duvarı Uygulaması (Tayfun, 2007)

#### 4.1.2.6. Güneş Duvarı

Binanın pencere olmayan bir veya daha fazla cephesi, tüm cephe boyunca veya cephenin bir kısmında delikli, koyu renkli alüminyum ya da çelik levhalarla kaplanır. Deliklerden, metal levha ile duvar arasına giren hava, baca etkisi yaparak yukarıya doğru yükselip ısınır ve hava kanallarıyla binanın diğer bölümlerine taşınır. Hava kanallarının baş kısımlarında yer alan emici fanların kullanılması hava akış hızını artırır. Dışardaki hava sıcaklığına göre dış yüzeyde 40–50° C daha sıcak hava elde edilmektedir (Yamak, 2006).

Metal yüzeyli güneş duvarı sisteminde 1 metrekare panel, yaklaşık 500 Watt'lık ısıtıcının gücüne eşdeğer ısıtma sağlamakta olduğundan bu yöntem daha çok ısıtma ağırlıklıdır. Yaz koşullarında, dışarıdan emilen havanın bacanın üst kısmında yer alan menfezlerden dışarıya atılması duvar serin tutulabilir. Bu duvar sistemi çok basit ve ekonomik bir sistemdir.

#### 4.1.2.7. Güneş Tüneli

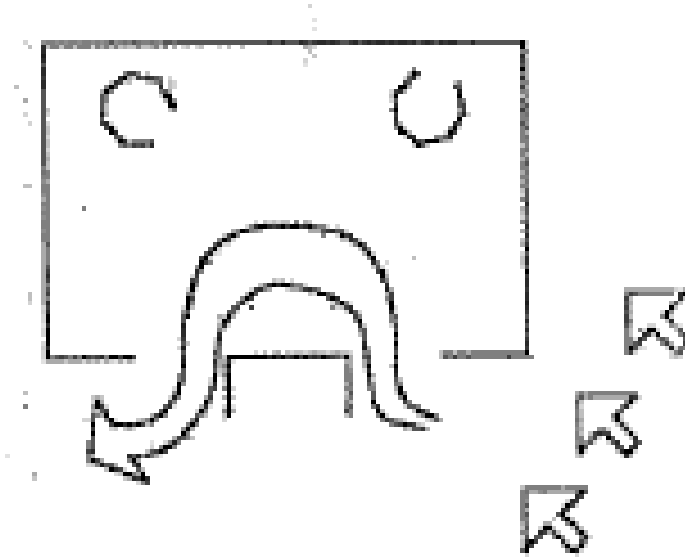
Bu sistem güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren güneş panelleridir. Güneş paneli, üzerinde güneş enerjisini soğurmaya yarayan bir çok güneş hücresi muhafaza eden bir enerji kaynağıdır. Dünyada çok çeşitli güneş paneli uygulamaları bulunmaktadır. Bunlardan biri de Paris – Amsterdam demiryolu hattı üzerine döşenen güneş panelleridir. Güneş paneli uygulamalarının en son örneklerinden biri Paris – Amsterdam demiryolu hattında bulunan 3,3 km'lik tünelin üzerine döşenen güneş panelleridir. Demiryolu güzergâhının Antwerp'ten geçen kısmının ormanlık alanda kalmasından dolayı yüz yıllık ağaçların demiryolu hattının üstüne düşmesini engellemek amacıyla bu tünel inşa edilmiştir. Yılın ortalarında tünel tam 16.000 adet güneş paneliyle 50.000 m<sup>2</sup>lik bir alanı kaplayarak 3.300 MWh'lık elektrik üretmektedir (Yamak, 2006).



**Şekil 29.** Paris – Amsterdam Demiryolu Hattı Üzerine Döşenen Güneş Panelleri (Yıldız, 2003)

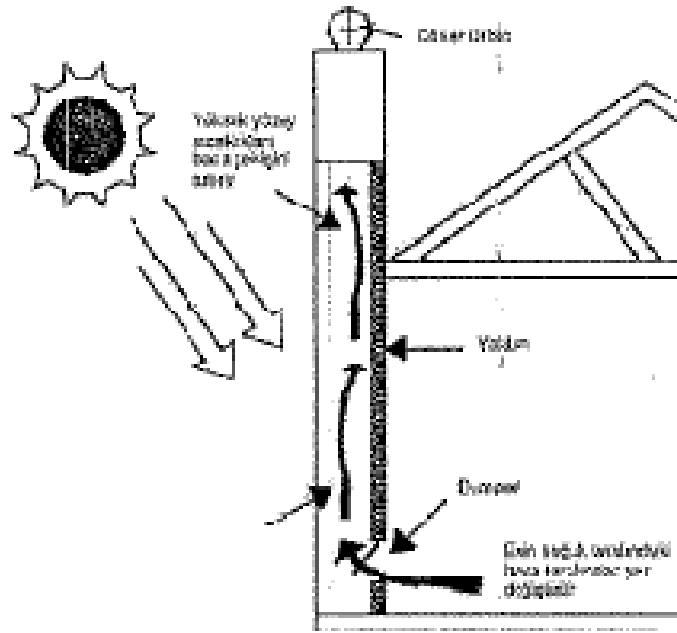
#### 4.1.2.8. Pasif Soğutmada Güneş Bacaları

Güneş ile pasif soğutma sistemleri sıcak iklimlerde doğal havalandırma için kullanılmaktadır. Bu anlamda eğer bir odada sadece bir yüzeye pencere yerleştirilebiliyorsa, bir adet büyük pencereden birbirinden olabildiğince uzak iki pencere daha uygundur. Aşağıdaki şekil incelendiğinde kanat duvarlar pencere kenarında duvara dik yerleştirilmiş panellerdir. Bu paneller basınç farkını, doğal konveksiyonu ve havalandırmayı artırıcı etki yapmaktadır.



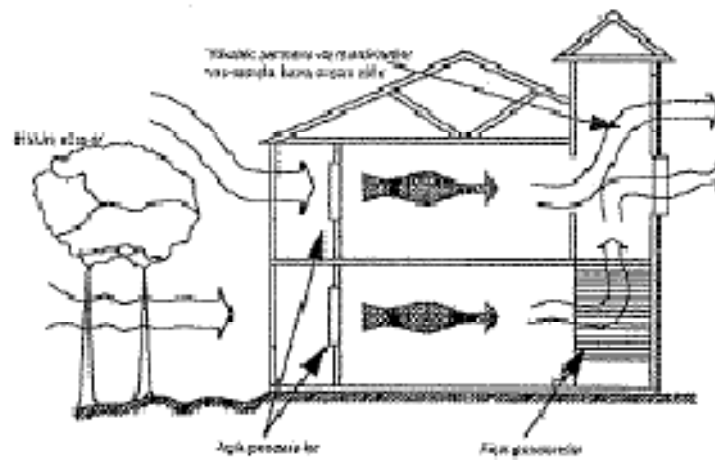
**Şekil 30.** Kanat Duvar Ve Hava Akımları (Yıldız, 2003)

Güneş bacası bina içinden dışa doğru konvektif hava akımları yaratmak amacıyla kullanılan sistemlerdir. Dış ortama açılan biri sıcak diğeri soğuk iki egzost bacası bina içinde hava akımları oluşmasına yardımcı olmaktadır. Güneş bacaları dar bir formda (gerçek bir baca gibi) da tasarlanabilir. Bacanın bir yüzü cam, diğer yüzeyi güneş enerjisini iyi absorbe eden siyah metal ile kaplanır ve bina ile temas noktaları yalıtılarak, bacada yüksek sıcaklık elde edilir.



**Şekil 31.** Güneş Bacası (Yıldız, 2003)

Güneş bacası binanın en yüksek yerinden daha da yukarıya çıkmalı ve sıcak havanın rüzgar etkisiyle çıkışını kolaylaştırmak için metal bir şapkaya sahip olmalı ve şapkanın açık kısmı rüzgarın zıt yönüne gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Sistem oluşan sıcaklık farkları bina içinde hava sirkülasyonu sağlayıp yazın serinleme etkisi yapar.



**Şekil 32.** Binada Termal Baca Etkisi (Yıldız, 2003)

## 4.2. AKTİF(ETKİN) YARARLANMA

Aktif yararlanma, toplaçlar yardımı ile elde edilen ısı enerjisi olarak açıklanabilen termodinamik sistemler ve fotovoltaik paneller yardımıyla güneş enerjisinden elektrik elde etmek için kullanılan fotovoltaik sistemler olarak iki ayrı grupta toplanmaktadırlar.

### 4.2.1. Güneş Toplaçları

Güneş toplaçları, gelen güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştürürler ve toplaçların içindeki akışkan ile ısı enerjisini transfer ederler. Toplanan güneş enerjisi direkt sıcak su olarak, mekan ısıtılmasında veya gecelerde kullanılmak üzere depolanarak kullanılır. Temel olarak iki tip güneş toplacı vardır;

- Sabit güneş toplaçları,
- Güneşi takip ederek odaklayan güneş toplaçlarıdır.

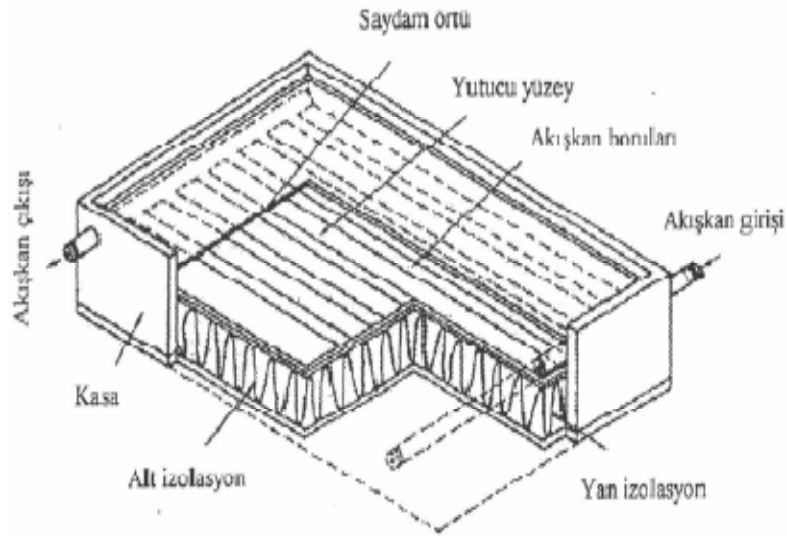
Sabit güneş toplaçları güneş ışınlarını durdurmak ve soğurmak için aynı alana sahiptirler, oysa odaklayan güneş toplaçları radyasyon akışını arttırmak için genellikle konkav yüzeye sahip olup gelen güneş ışınlarını durdurup küçük bir alanda odaklayarak yüksek sıcaklıklara ulaşmayı sağlar. Güneş toplaçlarında ısı transfer akışkanı olarak su, hava ve ısı transfer yağı kullanılabilir.





**Şekil 33.** Isıl Toplaç Örnekleri [24]

Güneş toplaçları temel olarak sabit, hareketli ve su dolaşım sistemine göre çeşitlilik gösterir. Sabit güneş toplaçları sürekli olarak yerleştirildiği pozisyonda kalır ve güneşi takip etmez. Güneş ışınları saydam yüzeyi geçer ve emiciliği yüksek siyah soğurucu yüzey tarafından soğrulur ve akışkan tüp içindeki taşıyıcı sıvıya aktarılır. Aktarılan enerji taşıyıcı sıvı tarafından kullanılmak veya depolanmak üzere taşınır.



**Şekil 34.** Düzlemsel Güneş Toplacının Kesiti (Tezcan, 2001)

Emici tabakanın alt kısmı ve yan tarafları iletimle ısı kayıplarını azaltmak için yalıtılmalıdır. Düz yüzeyli güneş toplacıları, maliyetinin düşük olması, güneşten gelen ışınları ve radyasyonla dağılan ışınları toplamaları, sürekli aynı pozisyonda olmaları böylece güneşi takip etmesine gerek olmaması gibi avantajlara sahiptirler. Güneş toplacıları kuzey yarım küre için güneşe, güney yarım küre için kuzeye bakmalıdır. Güneş toplacılarının optimum eğim açısı bölgesel enlem değerine eşittir ama uygulamaya bağlı olarak  $10^{\circ}$  - $15^{\circ}$  değişebilir. Güneş ile soğutma uygulaması yapılacak ise optimum eğim açısı enlem açısı eksi  $10^{\circ}$  ( $\gamma-10^{\circ}$ ) olmalıdır. Bu şekilde yaz mevsimde güneş ışınları toplaç üzerine dik olarak gelir. Alan ısıtma uygulaması yapılacaksa da optimum eğim açısı enlem açısı artı  $10^{\circ}$  ( $\gamma+10^{\circ}$ ) olmalıdır. Bu durumda da kış aylarında güneş ışınları toplaç üzerine yaklaşık dik olarak gelir. Bununla birlikte yıllık sıcak su üretimi için kullanılacaksa optimum eğim açısı enlem açısı artı  $5^{\circ}$  ( $\gamma+5^{\circ}$ ) olur. Nedeni de kış aylarında sıcak suya daha çok ihtiyaç duyulmaktan dolayıdır (Erkinay, 2012).

Düz yüzeyli güneş toplacıları farklı materyallerden ve çeşitli tasarımlarda inşa edilmekte olup akışkan olarak su, antifriz eklenmiş su veya hava kullanılmaktadır. Güneş toplacılarında ana amaç mümkün olan en düşük maliyette mümkün olan en fazla güneş enerjisini toplamaktır. Güneş

toplaçlarının kaplanması cam kullanılmakta olup gelen uzun dalga boylu güneş ışınlarının % 90'nını geçirirken emici tabaka tarafından yayınlanan uzun dalga boylu ışınları geçirmemektedir. Pencere camı yüksek oranda demir içermesinden dolayı güneş toplaçları için uygun değildir.

Düzensel güneş toplaçları çok yaygın olarak kullanılıp genellikle düşük sıcaklık uygulamaları için 80 °C'ye kadar sıcaklık sağlar. Seçici yüzey tabaka kullanılarak 200 °C'ye kadar ulaşılabilen olup bu tip toplaçlar için 100 °C civarında en iyi verim elde edilebilmektedir. Güneş toplaçlarında aranan özellikler;

- Maksimum verim,
- İyi izole ve çok az ısı kaybı,
- Hafif ve pratik olmalı,
- Dayanıklı olmalı,
- Montaj ve işçiliği ile masrafları az veya hiç olmamalıdır (Erkinay, 2012).

Geleneksel güneş toplaçları güneşli günlerde ve ılık iklimlerde kullanılması için geliştirilmiş olmakla beraber bu toplaçların performansı soğuk, kapalı ve rüzgârlı günlerde oldukça azalmaktadır. Boşaltılmış tüp toplaçlar geleneksel toplaçlardan farklı olarak çalışmakta olup, vakumlanmış tüp içine yerleştirilmiş ısı boruları içermektedir. Vakumlanmış tüp konveksiyonla ve iletimle ısı kayıplarını azaltmakta böylece düz yüzeyli toplaçlardan daha yüksek ısıda çalışabilmektedirler. Boşaltılmış tüp toplaçlarında, ısı transferi için sıvı-buhar faz değiştirici materyaller kullanılmaktadır. Tüp içerisinde bulunan bakırdan yapılmış ısı borularının içinde sıvı bulunmaktadır. Güneş enerjinin etkisi ile buharlaşan sıvı ısıtılacak bölgeye giderek ısıyı yayar ve yoğunlaşarak toplaca geri döner. Enerji dağıtım sıcaklığı ısı kayıplarının olduğu bölgeler azaltılarak artırılabilir. Aynı zamanda güneş enerjisinin toplaçlar üzerinde küçük bir alana odaklanması ile yüksek sıcaklık değerlerine ulaşılabilir.

Su dolaşımılı düzlemsel güneş toplaç sistemleri de kurulumunun basit, dayanıklı ve maliyetinin düşük olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Güneş enerjisini toplayan düzlemsel toplaçlar, depo ve bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa ve kontrol edici gibi sistemi tamamlayan elemanlardan oluşmaktadır. Bu sistemler, tabii dolaşımılı, pompalı, açık ve kapalı olarak dört tiptir.

#### **4.2.2. Güneş Havuzları**

Güneş havuzları, güneş enerjisini toplayan ve uzun süre depolayabilen sistemlerdir. Yapay güneş havuzları genellikle üç bölgeden oluşmaktadır. Bunlar; havuzun en alt kısmında bulunan çok yoğun bölge, depolama bölgesi (DB) veya alt konveksiyonlu bölge (AKB) olarak adlandırılır. Depolama bölgesinin üzerinde bulunan havuzun yüzeyine doğru yoğunluğu azalan tabakalardan oluşan bölge yalıtım bölgesi (YB) veya konveksiyonsuz bölge olarak adlandırılır. YB'deki tuzlu su yükselmez çünkü onun hemen üzerindeki tuzlu su tabakası daha az yoğunluğa sahiptir. Aynı şekilde aşağıda inemez çünkü hemen altında daha fazla yoğunluklu tuzlu su vardır. Bu sayede DB'den konveksiyonla ısı kayıpları engellenir. DB'den ÜKB'ye ısı kayıpları sadece iletim yolu ile gerçekleşir. YB saydam bir yalıtkan gibi davranır güneş ışınının DB'ye geçmesine izin verir ve konveksiyonla ısı kayıplarını önler. YB'nin üzerinde bulunan tatlı sudan oluşan bölge ise üst konveksiyonlu bölge (ÜKB) olarak adlandırılır (Keçel, 2007). Güneş havuzlarında ısı akışı; ışınım yoluyla, konveksiyon yoluyla, iletim yoluyla, yüzeyden buharlaşma şeklinde dört yolla meydana gelmektedir;

#### **4.2.3. Güneş Bacaları**

Güneş bacaları, güneş enerjisini önce ısı enerjisiye, devamında ısı enerjisiye kinetik enerjiye ve son olarak da elektrik enerjisine çeviren, enerji

dönüşüm sistemleridir. Güneş bacaları enerjiyi toplayıp, içinde dolaşan havaya aktaran sera toplayıcı bölümü ve içinde rüzgâr türbinli elektrik üretim sistemi bulunan uzun baca kısmından oluşur. Aşağıdaki şekilde Isparta Süleyman Demirel Üniversitesinde (SDU-Yekarum) kurulu bulunan prototip güneş bacası görülmektedir.



**Şekil 35.** Güneş Bacası (Yıldız, 2003)

Uygulama olarak yüksek ve orta sıcaklık sistemleri, ileri endüstriyel teknolojiyi ve yüksek ilk yatırım maliyetlerini gerektirir. Güneş bacaları çok ileri teknoloji gerektirmez ve bu sistemde ilk yatırım maliyeti 900\$/ kW'ın altında kabul edilir (Sayın, 2006). Bu özellikleriyle güneş bacaları, ülkemiz iklim ve güneşlenme özelliklerine uygun sistemlerdir.



**Şekil 36.** Güneş Bacası Çalışma Prensibi (Yıldız, 2003)

#### 4.2.4. Güneş Fırınları(Merkezi Alıcı Sistemler)

Güneş saniyede 508 milyon ton hidrojeni, 504 milyon ton heliuma çeviren termal bir reaktördür (Sayın, 2006). Güneş enerjisi, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının temel kaynağı olması, sağlanan potansiyel enerjinin farklı uygulamalar için elverişli olması ve dönüşümü sırasında sıfır CO<sub>2</sub> emisyonlu olması dolayısı ile fosil yakıtlara gösterilebilecek en iyi alternatif enerji kaynağıdır. Avantajlarının yanında, dünyaya ulaşan güneş enerjisinin yoğunluğunun düşük olması bölgelere göre değişkenlik göstermesi ve özellikle depolanamıyor olması, güneş enerjisinin kullanımında kısıtlamalar getirmektedir. Bu kısıtlamaların bir kısmını ortadan kaldırmak “güneş fırın” ları ile mümkündür. Güneş fırınları, dünya üzerine düşen düşük yoğunluklu güneş enerjisini aynalar (düz veya parabolik) yardımı ve/veya lens(ler) ile belirli noktalara odaklayan sistemlerdir. “Güneş fırını” uygulamalarında en önemli noktalardan birincisi, dünya üzerine düşen güneş enerjisini oldukça yüksek oranda odaklayıp, sanayide yüksek ısı enerjisi gerektiren uygulamalarda fosil yakıtlarının yerini alabilecek olmaları, ikincisi de elde edilen yüksek ısı enerjisinin bio-gas, kömür ve/veya hidrojen gibi enerji

formlarına dönüştürülerek bir anlamda güneş enerjisini “depolanabilir” enerji çeşitlerine çevrilebilmesinde kullanılabilir.



**Şekil 37.** Güneş Fırını [25]

Merkezi alıcı sistemler iki üniteden meydana gelmektedir. Bunlar alıcıyı taşıyan bir kule ve güneş ışınlarını alıcıya yansıtacak, kuleyi çevreleyecek biçimde yerleştirilmiş aynalardan (heliostat) oluşmaktadır. Bu yöntem çok sayıda tek tek yerleştirilmiş ve güneşi takip eden hareketli aynalar sisteminden ibaret olup, merkezi toplayıcı güneş kulesi vasıtasıyla, güneşten sağlanan enerji ile sıcaklık 350 dereceden 6000 dereceye kadar elde edilir [26].

#### 4.2.5. Yoğunlaştırma Yapan Santral Sistemler

Güneş enerjisi uygulamalarında daha yüksek sıcaklıklara ulaşmak için yoğunlaştırıcı kollektör sistemleri kullanılmaktadır. Kollektörlerde güneş enerjisinin düştüğü net alana "açıklık alanı" ve güneş enerjisinin emilip ısı enerjisine dönüştürüldüğü yüzeye "alıcı yüzey" denir. Düzlemsel güneş kollektörlerinde açıklık alanı ile alıcı yüzey alanı birbirine eşittir. Yoğunlaştırıcı kollektörlerde ise güneş enerjisi, alıcı yüzeye gelmeden önce optik olarak yoğunlaştırıldığı için alıcı yüzey, açıklık alanından daha küçük olmaktadır.

Güneş enerjisini yoğunlaştıran kollektörlerde en önemli kavramlardan biri "yoğunlaştırma oranı" dır. Yoğunlaştırma oranı; açıklık alanının alıcı yüzey alanına oranı olup iki boyutlu yoğunlaştırıcılarda (parabolik oluk) 300, üç boyutlu yoğunlaştırıcılarda (parabolik çanak) 40000 mertebesindedir. Bu tür kollektörlerde güneş enerjisi, yansıtıcı veya ışın kırıcı yüzeyler yardımı ile doğrusal ya da noktasal olarak yoğunlaştırılabilir [27].

Parabolik oluk kollektörler, doğrusal yoğunlaştırma yaparak kesiti parabolik olan dizilerden oluşur. İç kısmındaki yansıtıcı yüzeyler, güneş enerjisini parabolün odağında yer alan ve boydan boya uzanan siyah bir absorban boruya yansıtır. Bu sistemlerde, güneş enerjisi bir doğru üzerinde yoğunlaştırılacağından tek boyutlu hareket ile güneşi izlemek yeterlidir.



**Şekil 38.** Doğrusal Yoğunlaştırıcı Kollektör [28]



İki boyutta güneşi izleyip noktasal yoğunlaştırma yapan ve daha yüksek sıcaklıklara ulaşan bu tür sistemler, parabolik çanak ve merkezi alıcı olmak üzere iki gruba ayrılır. Parabolik çanak kolektörler iki eksende güneşi takip ederek daima güneşi odak noktasına yoğunlaştırırlar.



**Şekil 39.** Parabolik Çanak Kolektörler [28]

Merkezi alıcı sistemde, tek tek odaklama yapan ve heliostat adı verilen düzlemsel aynalardan oluşan bir alan, güneş enerjisini, bir kule üzerine monte edilmiş ve alıcı denilen ısı eşanjörüne yansıtır. Heliostatlar bilgisayar tarafından kontrol edilerek, alıcının sürekli güneş alması sağlanır.



**Şekil 40.** Merkezi Alıcılı Güneş Isıl Elektrik Santrali [28]

#### **4.2.6. Fotovoltaik Sistemler**

Fotovoltaik sözcüğü Yunanca ışık anlamına gelen “photos” ve elektriğin öncüsü Alessandro Volta’dan gelen “voltaic” sözcüklerinin birleşiminden meydana gelmektedir. Fotovoltaik güneş pilleri, güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Fransız fizikçi

Becquerel ilk kez 1839 yılında elektrolit içerisinde daldırılmış elektrotlar arasındaki gerilimin (voltajın), elektrolit üzerine düşen ışığa bağımlı olduğunu gözlemleyerek bulmuştur. Becquerel fotovoltajik etkiyi şöyle tanımlamaktadır. *“Enerjinin bir formu olan ışık, bir fotovoltajik hücrenin içine girer ve elektronları harekete geçirmeye yetecek enerjiyi ortaya çıkarır. Bu enerji elektronların bir elektrik akımı oluşturabilecekleri kadar voltajı üretmelerini sağlar (Sick, Erge, 1996).”*

İlk önce sıvı içinde fark edilen fotovoltajik etki katı maddeler üzerinde ilk defa 1876 yılında G.W. Adams ve R.E. Day tarafından selenyum kristalleri üzerinde bulunmuştur. Daha sonra ilk olarak %1 verimli piller 1914 yılında üretilmiş fakat bunlardan tam anlamıyla bir elektrik üretimi sağlanamamıştır. 1956 yılında Chaplin ve Fuller tarafından %6 verimli piller üretilip elektrik üretimi sağlanmıştır (Sick, Erge, 1996). Bir fotovoltajik sistemi oluşturan bileşenler; PV modüller, invertörler (çeviriciler), aküler, şarj denetim birimleri ve diğer sistem bileşenlerinden oluşur.

Yarı iletken silisyum maddesi kullanım aşamasında yapısal, elektriksel ve soğurma özelliklerini uzun süre muhafaza etmektedir. Değişik metotlarla üretilen silisyum hücreler en çok tercih edilen hücre tipleridir. Tek kristal, çok kristal ve ribbon silisyum kristal olmak üzere 3 farklı çeşidi bulunmaktadır.



**Şekil 41.** Fotovoltajik Sistemlerin Çatıda, Cephede Kullanımı [29]

Tek-kristal silisyum malzeme en yüksek verim sunan pillerdir. Nedeni de silisyum malzemesinin özelliklerini uzun süre muhafaza etmesi ve yapısal ve elektriksel özelliklerinin madde içinde her yerde aynı olup homojen bir yapıya sahip olmasıdır. Tek-kristal silisyumun üretimi pahalı ve zor bir iştir. Siyah koyu kahverengi ve homojen bir görünüşe sahiptirler. Verimlilik oranları %24-30 arasındadır (Göksal, 1998).

Gri-mavi renge sahip çok kristalli hücreler tek-kristal silisyum hücrelere göre daha kolay üretilir ve maliyeti düşüktür. En önemli dezavantajı verimliliğin tek-kristal hücreler kadar iyi olmamasıdır. Nedeni ise çok kristalli madde içinde bulunan damarların yapısal ve elektriksel farklılık göstermesidir. Bu durum verimin düşmesinde neden olmaktadır. Homojen bir yapıya sahip olmayan çok kristalli hücreni laboratuvar ortamında %18'dir.

Tek kristal hücre üretiminde bazı malzeme kayıpları olmaktadır. Şekillendirilmiş-şerit yöntemi adlı bir yöntemle bu kayıpların da azaltıldığı yeni hücreler üretilmiştir. Ribbon silisyum isimli bu hücrelerin farklı kalınlıkları mevcuttur. Laboratuvar şartlarında verimlilikleri %15 civarındadır (Sick, Erge, 1996).

Güneş gözlemlerinde kullanılan malzeme ve işçiliği azaltarak, teknolojiyi de basitleştirerek maliyetlerin düşürülmesi, yarı iletken malzemenin geniş yüzeylerde ince film kaplanarak kullanılmasını ön plana çıkarmıştır. Bu şekilde daha büyük açıklıklı hücreler daha ucuz maliyete üretilmektedir. Uygulanması da kolay olan ince film pillerin verimliliği %18'lere kadar çıkmıştır. Fakat malzeme uzun dönemde kararlılığını koruyamamaktadır. İnce film malzemenin başlıcaları amorf silisyum, kadmiyum tellür ve bakır indiyum-diselenid'dir. En yüksek verime (%24) sahip galyum arsenitten (GaAs) yapılan güneş pilleri maliyeti çok yüksek olduğu için yalnızca uzay araştırmalarında kullanılmaktadır [30].

İnorganik PV hücrelerin üretim teknolojileri her ne kadar gelişse de maliyetleri oldukça yüksektir. Üretiminde daha az toksit madde açığa çıkarması, modüllerin hafif ve esnek olması, maliyetinin düşük olması gibi avantajlarından dolayı geleceğin PV hücreleri olarak bilinmektedir (Salomon,2001).

Güneş pillerinin gelecekte yaygın olarak kullanılmasını cazip kılan belli başlı avantajları şunlardır:

- PV sistemlerin ömrü uzundur.
- Bakımları kolaydır ve masrafları çok azdır.
- Yakıt satın alma ve nakliye maliyeti yoktur.
- Çevreye zararlı atık bırakmazlar ve sessiz çalışırlar.
- Sistemlerin birçoğu taşınabilir bir yapıya sahiptir.
- 1 Wattedan birkaç Kilowatt'a kadar sistemin genişletilebilme imkanı da vardır.
- Kırsal kesimlerde, binaların, arabaların, yatların üzerinde küçük birimler halinde kullanılabilme imkanları vardır.
- Daha az arıza yapar.
- Modül yada batarya arızalandığı takdirde ise sistemin bütünü etkilenmez ve çalışmaya devam eder.
- Yakıt ve bakım masraflarından dolayı daha az maliyetli olmaktadır.
- Üretilen elektrik bataryalarda depolandığı için istenildiği zamanda ve miktarda kullanılabilme serbestliği vardır.
- PV sistemlerde tesisat ve kablolama işlemlerinin elektrik kanunlarına uyma zorunluluğu olmadığı için maliyetleri düşüktür.
- Enerjinin üretildiği ve tüketildiği yer arasında uzun mesafeler olmadığı için enerjinin taşınması sırasında oluşabilecek kayıp miktarı oldukça azdır.
- Sistem, istenildiği takdirde sökülüp kaldırılabilir.

Çok sayıda avantajı olmasına karşın, PV sistemlerin aşağıda sıralanan dezavantajları da mevcuttur:

- İlk yatırım maliyeti yüksektir.
- Yüksek güç gerektiren motorlar ve ısıtma sistemleri için ekonomik değildirler.

- Güneş enerjisini elektriğe dönüştürme oranı düşüktür.
- Sistemin üretim potansiyeli mevsimsel ve günlük hava değişikliklerinden etkilenmektedir.
- Şebeke bağlantısının olmadığı durumlarda depolama ihtiyacı vardır.
- Doğru akım ürettiklerinden, alternatif akıma dönüştürülmesi gereklidir.
- Şebeke elektriğine göre pahalıdır.

PV modüllerden değişik sistemlerde olup mimarlık disiplini ise yapıların geleneksel kabuk işlevini gören yeni bir kabuk sistemi olarak tasarlanabilen PV modüller konvansiyonel çatı ve cephe elemanlarının yerini almaktadırlar. Bina kabuğunun işlevleri çok yönlüdür. Bir yapı elemanı olarak adlandırılan kabuk, yapının içinde yaşanabilir konfor şartlarını sağlayan mekanlar oluşturur. Dış mekan ve iç mekan kavramlarının oluşmasının temel prensibi bir ayırıcının olmasıdır. Kabuk, ayırıcı bir yüzey olmanın dışında birçok işlevi de yerine getirmek durumundadır.

Yapılara entegre edilecek olan PV modüllerin tasarlanması birçok faktöre bağlıdır. Temel amaç olan elektrik üretimi dışında mimari olarak estetik kaygıların da duyulması gerekmektedir. PV modülün performansını etkileyecek olan her türlü çevresel ve bölgesel etken dışında, yapının görünümünü etkileyecek olan bu sistemlerin, entegre bir biçimde tasarımlarının yapılabilmesi, bazı kriterleri göz önünde bulundurmak gereklidir:

a) Arazi seçimi: PV modüllerin entegre edileceği yapının arazisinin üzerinde yapının elde edebileceği maksimum verim yönü belirlenmeli, ve yapı buna göre yönlendirilmelidir. Ayrıca arazinin eğim özellikleri ve çekme mesafeleri (diğer yapılarla olan ilişkileri) de göz önünde bulundurularak tasarıma başlanmalıdır (Sayın, 2006).

b) İklim verileri: Yapının bulunduğu iklim bölgesi PV modüllerin performansını etkileyecek en önemli kriterdir. Yapının bulunduğu bölgenin

iklim özellikleri, yıllık toplam güneşlenme süresi, ortalama bulutlu gün sayısı, rüzgar yükleri, yağış miktarı ve sismik koşullar gibi veriler ışığında PV sistemin tasarımı yapılmalıdır (Sick, Erge, 1996).

c) Gölgeleme: Gölgelemenin PV modülün verimini etkileyen önemli bir faktördür. Özellikle çatıda bulunan bacalar, antenler, depolar ve parapet duvarları yaptıkları gölgelerle modüllerin verimliliğini azaltmaktadır.

d) Modül ve hücre türleri: PV hücrelerin ürettikleri malzemeye bağlı olarak değişen görünümü ve rengi, hücrenin geometrik şekli yapının görünümü etkileyecek en önemli kriterdir.

e) Yapı tipleri: PV modüller bugün her yapıya uygulanabilmektedirler. PV sistemlerin yapıya kazandırdığı direkt enerji katkısı dışında, enerjinin kullanım sürecinde ekonomik olması da gerekmektedir. Özellikle yüksek katlı ofis binalarının ve otellerin cepheleri ile fabrika binalarının geniş ve eğimli çatıları PV modüllerin entegre olabilmeleri için en uygun yapı kabuğu örnekleridir (Oluklulu, 2001).

### **4.3. PASİF SİSTEMLE GÜNEŞTEN YARARLANILAN YAPILARIN TASARIM SÜRECİ**

Yapının tasarım evresinde alınan planlama kararları ve bu kararlar kapsamında seçilen yapı malzemeleriyle güneş enerjisini mekanların ısıtması için kullanmak *pasif sistemler* olarak adlandırılır. Güneş enerjisinden yararlanmak için pasif sistem kullanımının yanı sıra yapılara mekanik donanımların entegre edilmesiyle ekolojik yapı tasarımı aktif sistemle de desteklenebilir. Şekilde pasif ve aktif sistemle güneş enerjisinden yararlanma prensipleri görülmektedir.



**Şekil 42.** Pasif Ve Aktif Sistemle Güneş Enerjisinden Yararlanma Prensipleri (Esin, 2002).

Pasif sistemde güneş enerjisi, yapının duvar, pencere ve çatı elemanları tarafından toplandıktan sonra iletim, dolaşım ve ışınım yollarından bir veya birkaçı kullanılarak iç mekânlara aktarılmaktadır. Pasif sistemlerle tasarlanan yapılara veya mekânlara uygulanabilecek güneş enerjisinden yararlanma sistemlerinin güneş ışınlarını toplama, depolama, dağıtma ve denetleme olmak üzere dört ana işlevi söz konusudur (Zorer, 2005). Günümüzde güneş enerjisinden pasif olarak yararlanmada doğrudan ve dolaylı kazanç sistemleri kullanılmaktadır. Bütün yapılarda cam açıklık kullanılması ve maliyetinin düşük olması nedeniyle doğrudan kazanç sistemi en çok tercih edilen pasif ısıtma sistemidir.



### 4.3.1. Yapıların Konumlandırılması

Yapılarda güneşten yararlanmada tasarımcının dikkate alması gereken önemli parametre olarak öncelikle yapının yer seçimi (yerleşim alanlarının seçimi) önemli bir faktör; güneşi ve rüzgarı en uygun alacak biçimde yapıyı konumlandırmak gerekmektedir.

Yerleşim planları, yapı aralıkları ve yükseklikleri gibi ölçütlere göre hazırlanmalıdır. Yapıların birbirinin güneşini engellememesi öngörülmelidir. Yine yapı çevresinin tasarımı ve ağaçların yerinin ve türünün seçimi, güneşi alabilmek ve engellemek açılarından önem kazanmaktadır. Fiziksel çevre verileri *yer ve yön seçimi, topoğrafya, biyolojik çeşitlilik (flora ve fauna), rüzgâr ve iklimdir*. Yapıda yer ve yön seçiminde ana amaç, kışın güneş ışınımından yararlanmak, yazın da güneşin aşırı etkisinden korunmak olmalıdır (Sayın, 2006). Yapının güneş ışınımına göre yönlendirilmesi, yapı içi ısısal konforu etkilemekte ve istenilen sıcaklıkların elde edilmesini sağlamaktadır. Özetle yapının yer seçiminde ve konumlandırılmasında topoğrafya, biyolojik çeşitlilik, hakim rüzgar yönü ve iklim verilerinin dikkate alınması ekolojik dengenin korunması, insan yaşamı için gerekli konfor ve sağlık koşullarının yerine getirilmesi ve enerji korunumu açısından yarar sağlamaktadır.

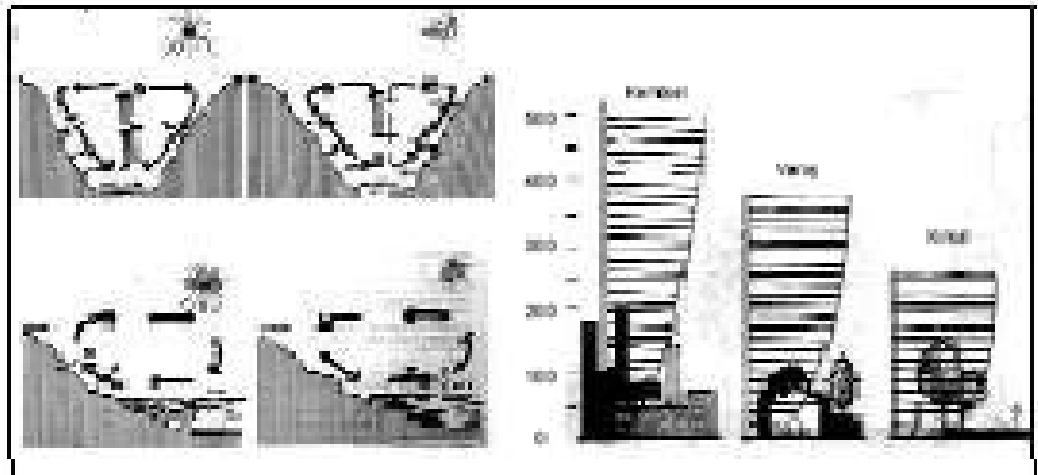
### 4.3.2. Yapılar Arası İlişki

Mimari tasarıma güneş, cephe kimliğinin oluşmasında önemli bir rol oynar. Yapının güneşle kurduğu ilişkide verilen kararlar, yapının fiziksel çevre ile arasında bir sınır oluşturan cephe ve cephe bileşenleri hakkında verilen kararlardır. Bu kararlar yapının bulunduğu iklim koşullarına göre, güneşe karşı nasıl bir tavır alınması gerektiğinin belirlenmesi ile oluşur. Gerek mimari biçimin oluşturulmasında, gerekse iç-dış ortam arasında denetim yapılmasında önemli bir görev üstlenen cephe ve cephe bileşenlerinin malzeme seçimleri oldukça önemli bir konudur. Yapı, bu şekilde fiziksel çevre

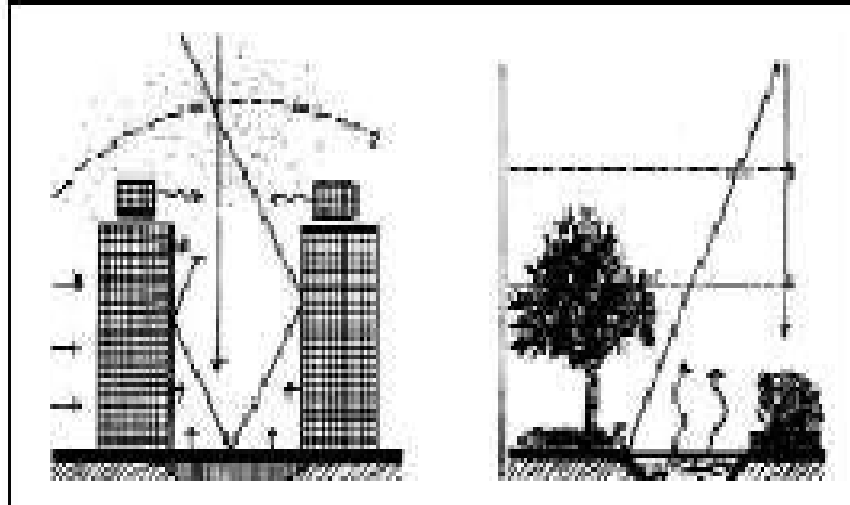
ile özellikle mimari tasarımın en önemli verilerinden biri olan güneşle kurduğu ilişki yapı cephesinde iki farklı şekilde yorumlanabilir.

1. Güneş ışınımının istenmeyen etkilerini cephede tasarlanan elemanlarla önlemek.
2. Yapıya gereken enerjinin tamamını ya da bir kısmını cephede tasarlanan elemanlar aracılığı ile güneş enerjisinden sağlanmak.

Her iki durumda da, yapının güneşle kurduğu ilişkide seçilen malzeme ve bu malzemenin cephede kullanım şekli, cephe karakterinin belirlenmesinde önemli rol oynar.

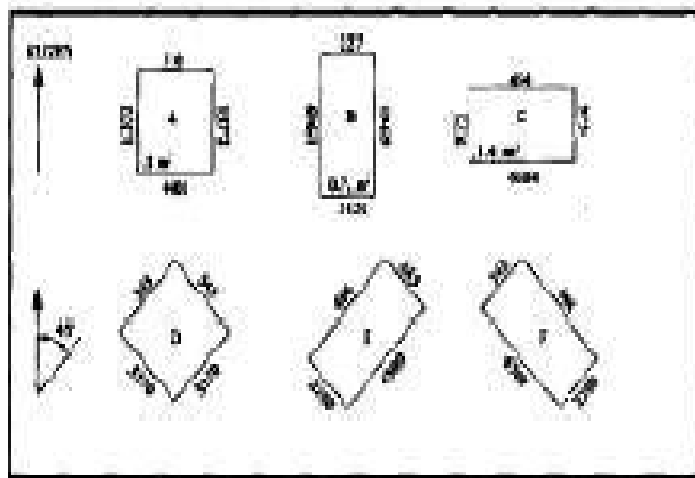


**Şekil 43.** Binanın Yerine Bağlı Olarak Bina Çerçevesindeki İklim Koşullarının Değişimi (Yıldız, 2003)



**Şekil 44.** Yerleşme Dokusunun Bina Çevresindeki İklim Üzerinde Etkisi (Yıldız, 2003)

Binanın konumlandırılış durumu, diğer binalar ve engeller ile arasındaki mesafe, binayı etkileyen güneş ısınımı miktarını ve bina etrafındaki hava akışı hızını ve tipini belirleyen en önemli tasarım değişkenlerindedir. Binanın arazideki konumu güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak veya korunmak amacıyla uygun olarak belirlenmelidir (Sayın, 2006).



**Şekil 45.** Bina Konumu Ve Güneş Enerjisi İlişkisi (Yıldız, 2003)

### 4.3.3. Yapı Formu ve Yönlendirme

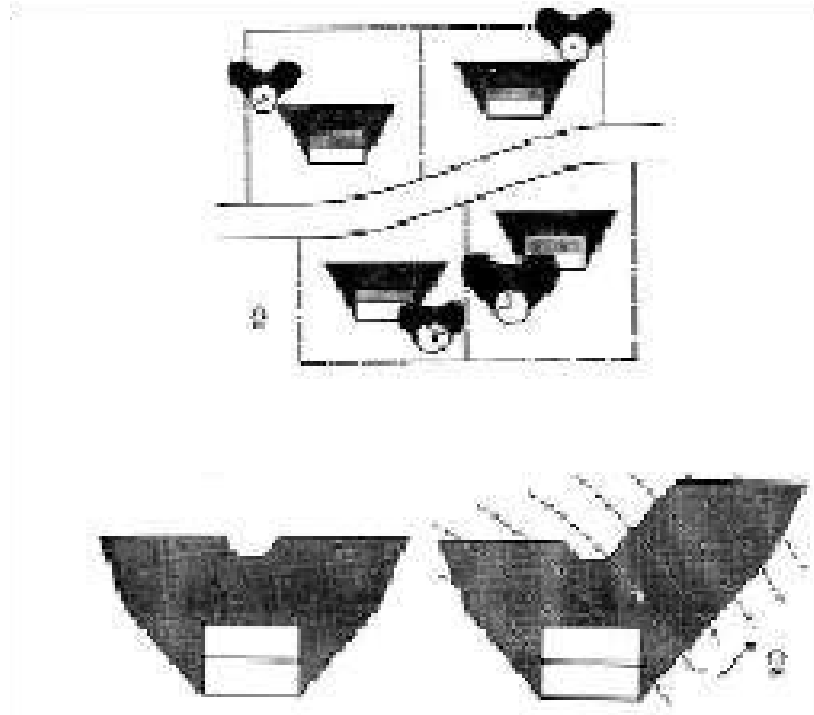
Doğu-Batı yönü boyunca uzatılan bir bina kışın güneş radyasyonunun toplanması için güney kısmından daha fazla yüzey alanına sahip olması gerekmektedir. Bir binanın optimum şekli, yazın ısıdan minimum kazanç ve kışın ise minimum kayıp sağlanması yönündedir. Arazi eğimi bir başka faktör olup soğuk iklimlerde güneşe (optimum yöne) yönelmiş yamaçlar toplu yerleşimler için daha uygundur. Yapının biçimi ve yönelmesi, güneşten maksimum yararlanmayı artırırken ısı kayıplarını da azaltmak üzere tasarlanmalıdır. İç mekanların tasarlanmasında fonksiyona göre yer ve yön seçimi; pencere yerlerinin, ölçülerinin ve yönlerinin seçimi güneşten ve rüzgardan yararlanmanın önemli ölçütleridir. Tasarımcının uygun yapı malzemeleri ve güneşten yararlanma sistemini seçmesi gerekmektedir.

Yapı formu, biçim, yapı yüksekliği, çatı türü ve eğimi, cephe eğimi gibi yapıya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir. Bu değişkenlerin biçim ve organizasyonuna bağlı olarak, doğal ısıtma ve soğutma aracılığıyla yapı ısı kayıplarının azaltılması sağlanabilir.

Yapı formunu etkileyen yapı alanı büyüklüğü, ısı kayıplarıyla doğrudan ilişkilidir. Binanın formu da diğer tasarım parametreleri gibi binanın çevresel etkenlerden yararlanma veya korunma düzeyini, dolayısıyla enerji performansını belirleyen önemli bir parametredir. Soğuk iklim bölgelerinde enerji kaybeden yüzeylerin alanını minimize etmek üzere kompakt formlar, sıcak kuru iklim bölgelerinde ısı kazançlarını minimize etmek, gölgeli ve serin yasama alanları elde etmek açısından kompakt ve avlulu formlar, sıcak nemli iklim bölgesinde karşılıklı havalandırmaya maksimum düzeyde olanak sağlayan hakim rüzgâr doğrultusuna uzun cephesi yönlendirilmiş ince uzun formlar ve ılımlı iklim bölgelerinde mümkün olduğunca kompakt ama soğuk iklim bölgesine göre daha esnek bina formları enerji etkin tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlar arasındadır.

#### 4.3.4. Mekan Organizasyonu

Mekan organizasyonları ve yönlendirmeleri iklim ve arsa koşullarına bağlı olarak en doğru şekilde oluşturulmuştur. Bina aralıkları gibi binanın yönü cephelerin doğal havalandırma olanağını ve binanın taşınım ve hava sızıntısı ile ısı kaybı miktarını da etkiler. O açıdan binanın bulunduğu ilkim bölgesinin ihtiyaçlarına göre binalar güneş ve rüzgârdan gerektiğinde yararlanacak, gerektiğinde ise korunacak şekilde yönlendirilmeli ve mekan organizasyonu yönlendirme kriterine göre yapılmalıdır.



**Şekil 46.** Binanın Diğer Binalara Göre Konumu (Yıldız, 2003)

#### 4.3.5. Yapı Kabuğu Dahili Özellikler

Yapılarda iç ve dış mekanı birbirinden ayıran yapı elemanlarının oluşturduğu bütün, yapı kabuğu olarak ifade edilir. Yapı kabuğu, enerjinin minimum düzeyde kullanımıyla çevresel sorunları önleyen ve ısısal konfor

düzeyini arttıran önemli elemanlardan biridir. Ekolojik tasarımlarda yapı kabuğundaki boşlukların % 40 ile sınırlandırılması önerilmektedir. Bu anlamda kışın yapı içinde ısınan havanın dışarı çıkması ve yazın dışarıdaki sıcak havanın içeri girmesi engellenerek ısısal konfor sağlanabilir (Salomon, 2001).

Binanın ve ısıtma sisteminin ısısal performansını etkileyen en önemli tasarım parametresi olan bina kabuğu opak ve saydam olmak üzere, fiziksel özellikleri ve ısı geçişine karşı davranışları birbirinden farklı iki bileşenden oluşmaktadır. Bina kabuğunun ısısal performansını etkileyen en önemli fiziksel özellikleri;

- opak ve saydam bileşenlerin ısı geçirme katsayısı ( $U$ ,  $W/m^2 \cdot K$ ),
- opak bileşenin genlik küçültme faktörü ( $j$ ),
- opak bileşenin zaman geciktirmesi ( $f$ ,  $h$ ) ve
- opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı geçirgenlik (opak bileşen için geçersiz), yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları ( $t$ ,  $a$  ve  $r$ ) olarak sıralanabilir.

Bir veya birden fazla katmandan oluşmuş herhangi bir kabuk bileşeninin ısı geçirme katsayısı; bileşenin her iki tarafındaki hava sıcaklığı farkı  $1 K$  iken bileşenin birim alanından bu alana dik doğrultuda birim zamanda geçen ısı miktarı olarak tanımlanır (Salomon, 2001).

#### **4.3.6. Sistem Seçimini Etkileyen Faktörler**

Pasif güneş enerjili sistemlerin her biri, bina tasarım parametrelerine göre özel bir dizayna sahiptirler. Sistemlerin birbirlerine göre avantajlarının belirlenebilmesi için, aşağıda belirtilen özellikler çerçevesinde irdelenmesi gerekmektedir. Bu özellikler;

1. Bina formu ve konumu
2. Camların yeri ve alanları
3. Yapı materyali
4. Sıcaklık kontrolü

5. Verimlilik

6. Yeniden değerlendirilebilmedir.

## 5. AKDENİZ İKLİM ÖZELLİKLERİ

Akdeniz iklimi, Ege Bölgesi'nin büyük bir bölümü ile İç Anadolu'nun batı kesiminde ve Akdeniz Bölgesi'nde Torosların güneye bakan kesimlerinde etkilidir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Kıyı kuşağında kar yağışı ve don olayları nadir olarak görülür. Yüksek kesimlerde kışlar karlı ve soğuk geçer. Kıyı kuşağının doğal bitkisini, sıcaklık ve ışık isteği yüksek ve kuraklığa dayanıklı olan kızılçam ve her zaman yeşil olan makiler oluşturur. Yüksek yerlerde ise iğne yapraklı karaçam, sedir, ve köknar ormanları hakimdir. Soğuk ay olan Ocak ayı ortalama sıcaklığı 6.4°C, sıcak ay olan Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 26.8°C, yıllık ortalama sıcaklık 16.3°C civarındadır. Ortalama yıllık toplam yağış 725.9mm'dir ve yağışların çoğu kış mevsimindedir. Yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı %5.7'dir. Bölgede yaz kuraklığı hakim olup yıllık ortalama nispi nem %63.2'dir (Salomon, 2001).

Akdeniz Bölgesinin İkliminin özellikleri maddeler halinde sıralanacak olursa;

- “Yıllık ortalama sıcaklık 15 - 18° civarındadır.
- Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 25°'yi geçer.
- Ocak ayı ortalama sıcaklığı, güneyde 10°'e, Ege kıyılarında 7 - 8°'e civarındadır.
- Yazın güneyden gelen çöl ikliminin etkisinde kaldığından, yağış oluşmaz.
- Yağışların yaklaşık yarısı kışın, cephesel etkiye bağlı olarak Kasım - Nisan ayları arasında düşmektedir. (1000 mm)
- Kıyıya paralel uzanan dağlar, nemli havanın kışın kıyıda yığılmasına yol açarak, kış yağışlarının uzun sürmesine neden olur (Giles, 2008).



Türkiye'de Akdeniz iklimi esas karakterini Akdeniz Bölgesi'nde Torosların denize bakan yamaçlarında 800-1000 metre yüksekliğe kadar olan alanlarda gösterir. Kıyı boyunca kuzeye gidildikçe karakterinde değişiklikler görülmekle birlikte kıyılar ve içeriye doğru uzanan grabenler boyunca görülür. Marmara Bölgesi'nde ise Güney Marmara kıyıları ile Trakya'nın Marmara kıyılarında görülür.

### 5.1. YIL İÇİNDE AYLARA GÖRE GÜNEŞLENME SÜRELERİ

Güneş enerjisinin kullanımı açısından en uygun şehirler; Antakya, Mersin, Gaziantep, Maraş, Antalya, Adana" dır.

**Tablo 18.** Yıl İçinde aylara Göre Güneşlenme Süreleri(Ankara-İstanbul-Antalya) (Demirbilek, 1999)

°C	İSTANBUL	ANKARA	ANTALYA
<b>OCAK</b>	10,20	8,20	17,50
<b>ŞUBAT</b>	9,00	6,60	19,00
<b>MART</b>	9,50	7,80	20,50
<b>NİSAN</b>	11,80	10,70	21,00
<b>MAYIS</b>	15,40	14,50	22,30
<b>HAZİRAN</b>	19,20	18,00	23,50
<b>TEMMUZ</b>	21,90	20,90	23,50
<b>AĞUSTOS</b>	22,90	22,80	28,50
<b>EYLÜL</b>	22,40	21,60	27,80
<b>EKİM</b>	19,80	18,10	25,20
<b>KASIM</b>	16,90	14,60	22,60
<b>ARALIK</b>	13,20	10,90	21,00

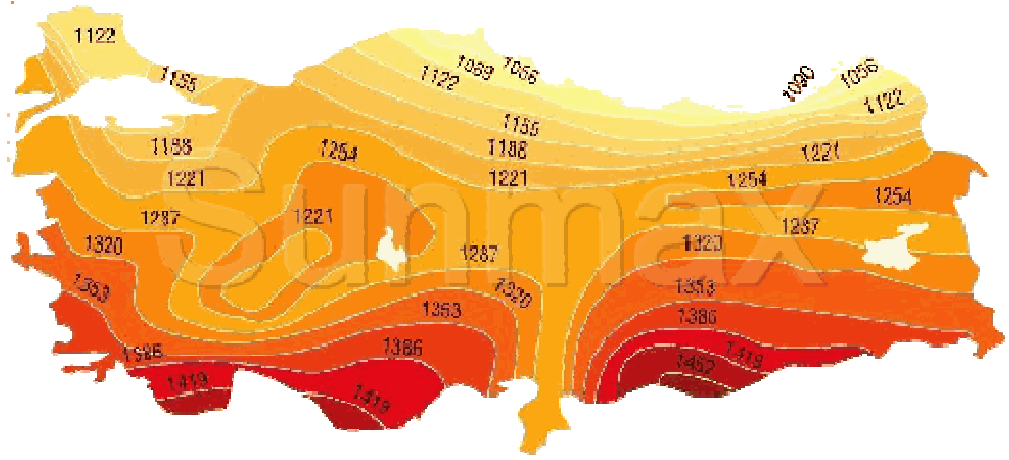
Akdeniz bölgesinde güneş enerjisi uygulamalarını aşağıdaki tablodaki gibi 3 grupta toplanabilir:

**Tablo 19.** Güneş Enerjisinden Faydalanma Yolları (Demirbilek, 1999)

Düşük Sıcaklık Uygulamaları (20-100°C)	Kullanım sıcak suyu eldesi
	Konut ısıtılması-soğutulması
	Sera ısıtılması
	Tarım ürünlerinin kurutulması
	Yüzme havuzu ısıtılması
	Güneş ocakları ve fırınları
	Deniz suyundan tatl su eldesi
	Tuz üretimi
	Sulama
	Toprak solarizasyonu
	Fotovoltaik sistemler
Orta sıcaklık uygulamaları (100-300°C)	Endüstriyel kullanım için buhar üretimi
	Büyük ısıtma-soğutma sistemleri
Yüksek Sıcaklık Uygulamaları (>300°C)	Güneş fırınları

## 5.2. GÜN PERİYODU İÇİNDE GÜNEŞLENME SÜRELERİ

Ülkemiz 36<sup>0</sup>-42<sup>0</sup> Kuzey enlemleri arasında bulunması ve güneş enerjisinden yararlanma açısından en elverişsiz konumda bulunan Karadeniz Bölgesinde dahi yıllık güneşlenme süresinin 1966 saat olması ve bu değerın Güney doğu Anadolu bölgesinde 3000 saatin üstünde olması, Türkiye ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinin güneş enerjisinden yararlanmasının uygunluğunu bariz bir şekilde ortaya koymaktadır.



**Şekil 47.** Türkiye' nin Güneş Enerjisi Işınım Haritası [31]

Ülkemizde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, yıllık güneş enerjisi ışınım şiddeti 1311 kWh/m<sup>2</sup>' dir. Bölgelerimize göre güneş enerji potansiyelinin dağılımında yıllık ortalama güneş ışınım şiddetinin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 1460 kWh/m<sup>2</sup>, Akdeniz Bölgesinde 1390 kWh/m<sup>2</sup>, İç Anadolu Bölgesinde 1314 kWh/m<sup>2</sup>, Ege Bölgesinde 1304 kWh/m<sup>2</sup>, Doğu Anadolu bölgesinde 1365 kWh/m<sup>2</sup> , Marmara Bölgesinde 1168 kWh/m<sup>2</sup> olduğu gözlemlenmektedir. Akdeniz Bölgesinde 2956 saat, Ege bölgesinde 2738 saat, İç Anadolu Bölgesinde 2628 saat güneşlenme süresi görülürken, Doğu Anadolu Bölgesinde 2664 saat, Marmara Bölgesinde 2409 saat Karadeniz Bölgesinde 1971 saat olarak belirlenmiştir (Zorer, 2005).

## **6. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ ve ÖRNEK DEĞERLENDİRMESİ**

Güneş enerjisi sistemleri temiz enerji kaynağı olması ve kullanım masrafının düşüklüğü sebebiyle gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır, ancak bununla birlikte yanlış uygulamalar beklentileri karşılayamamaktadır.

### **6.1. TÜRKİYE'DE AKDENİZ BÖLGESİNDE UYGULANAN GÜNEŞ ENERJİSİ TOPLAMA YÖNTEMLERİ**

Ülkemizde güneş enerjisinden faydalanma varolan potansiyele rağmen maalesef yeni oluşan bir bilinçlenmedir. Kullanılan sistemlerde en yalın haliyle güneş enerjili sistemler ve bunun bir kolu olan güneş enerjili boyler sistemler kullanılmaktadır. Boyler sistem kendi içinde küçük farklılıklar göstermektedir. Kullanılan yöntemler ve tekniklerini aşağıda açıklanmaktadır.

#### **6.1.1. BASİT GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ**

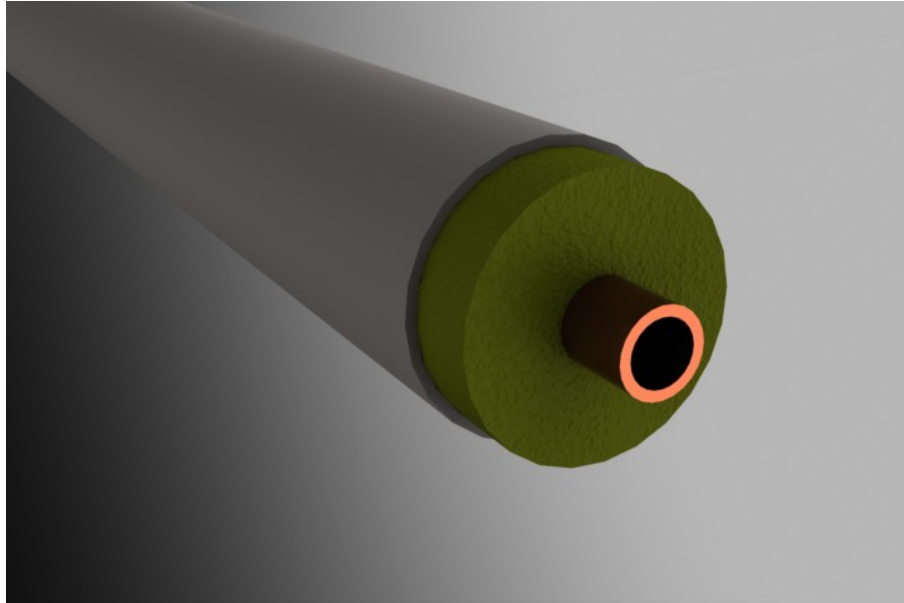
En temel prensibiyle çalışan bir güneş enerjisi sisteminde faydalanma şekli su ısıtmasıdır.



**Şekil 48.** Örnek Yapı İncelemesi

Örnek yapı incelemesini yapılacak bu yapıda da görülen şekilde ülkemizde akdeniz iklim özelliğine sahip bölgelerde bu sistem tercih edilmektedir ve bu sıkça görülen bir manzaradır, ancak bu sistem teknolojiyen geri kalmış durumdadır ve eksiklikler içermektedir.

Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinde fotoğrafta da görülebileceği gibi bina dışında açık hava şartlarına maruz kalan borular yalıtımlı olmak zorundadır. Yalıtım malzemesi olarak cam yünü tercih edilmektedir, cam yünü yapısı ve dokusu dolayısıyla maruz kaldığı şartlarda çok hızlı yıpranacağından dolayı korunması amacıyla kaplama malzemesi kullanılır. Kaplama malzemesi olarak ise; alüminyum folyo veya galvanizli sac tercih edilmektedir.



**Şekil 49.** Güneş Enerjisi Transfer Borusu Kesitİ [32]

Bu basit sistemler genel olarak devir daim pompasına sahip değildir. Konut yapılarında varolan sistemler basit sistemlerdir ve devir daim pompası yer almamıştır.



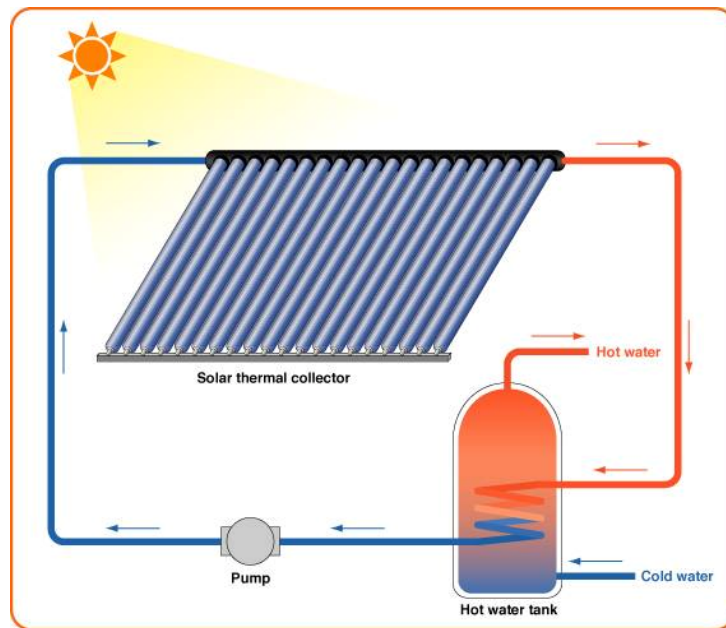
**Şekil 50.** Güneş Enerjisi Sistemi Örneği [33]

Şekilde görülen sistemde altta yer alan depo soğuk su depolar. Alt depodan çıkan boru taşma borusu olup, bu boru atmosfer basıncını

dengelemek amacını taşır. Üstte yer alan depoda sıcak su depolanır. Soğuk su ile sıcak su arasında olan yoğunluk farkı sebebiyle ki; suyun sıcaklığı arttıkça yoğunluğu düşer; bu durum sıcak suyun üste çıkmasını sağlar. Soğuk su deposundan kollektöre bağlantı bulunmamaktadır. Kollektörden çıkan boru ısınan suyu üst depoya gönderir, ikisi arasında direk bağlantı bulunmaktadır.

Üst depoda yer alan sıcak su, direk olarak kullanıcılara dağıtım şebekesi yardımıyla dağıtılmaktadır. Sıcak su kullanılmasa dahi kullanım alanlarının armatürlerine kadar gitmektedir ve kullanıma hazır olarak beklemektedir, ancak kullanılmadığı zamanlarda sıcak olan su beklediği için sıcaklık kaybeder, armatürü açtığımız anda akan suyun istenilen sıcaklıkta olmamasının sebebi budur. Sistemde sürekliliği sağlayan devir daim pompası olsaydı güneşten yararlanılabilen saatler sürecinde sıcak su daimi olacaktı. Bu işleyiş güneş enerjili boyler sistemde bulunmakla birlikte, devir daim pompası basit güneş enerjisi sistemlerinde de eklenebilmektedir.

### 6.1.2. GÜNEŞ ENERJİLİ BOYLER SİSTEMLER



Şekil 51. Boyler Sistem Örneği [34]

Boyerler sistemde ek olarak devir daim pompası vardır ve depolama işleminde farklılıklar yer almaktadır. Özellikle çok katlı yapılarda devir daim pompası olması gerekliliktir, birkaç katta bir yerleştirilecek devir daim pompası ihtiyaç durumundadır.

Güneş enerjisi kollektörlerinden ısınarak gelen sıcak su aşağıya iner, aşağı inen su ısı kaybeder. Boyler deposu içinde serpantin yer alır. Serpantin ısı yalıtımı yüksek bir malzemedir yapılmıştır. Serpantinlerin içinde daimi olarak depo içindeki suya karışmayan su dolaşır. Kullanım suyu depoda biriken sudur, serpantinin amacı depodaki suyu ısıtmaktır. Boyler deposunun üst kısmında yer alan çıkış sıcak su dağıtımının yapıldığı şebekenin çıkış noktasıdır. Deponun alt kısmında yer alan soğuk su girişi ile ısıtılmak üzere hazırlanacak su girişi yapılmaktadır. Boyler içinde soğuk su ve sıcak su arasındaki yoğunluk farkından dolayı sıcak su yukarı çıkar; ancak bu durum boyler içinde yer alan suyun hepsi ısınana kadar geçerlidir; bu işlem depo ve kollektör büyüklüğü ve adedi gibi çeşitli hesaplamalara dahildir.

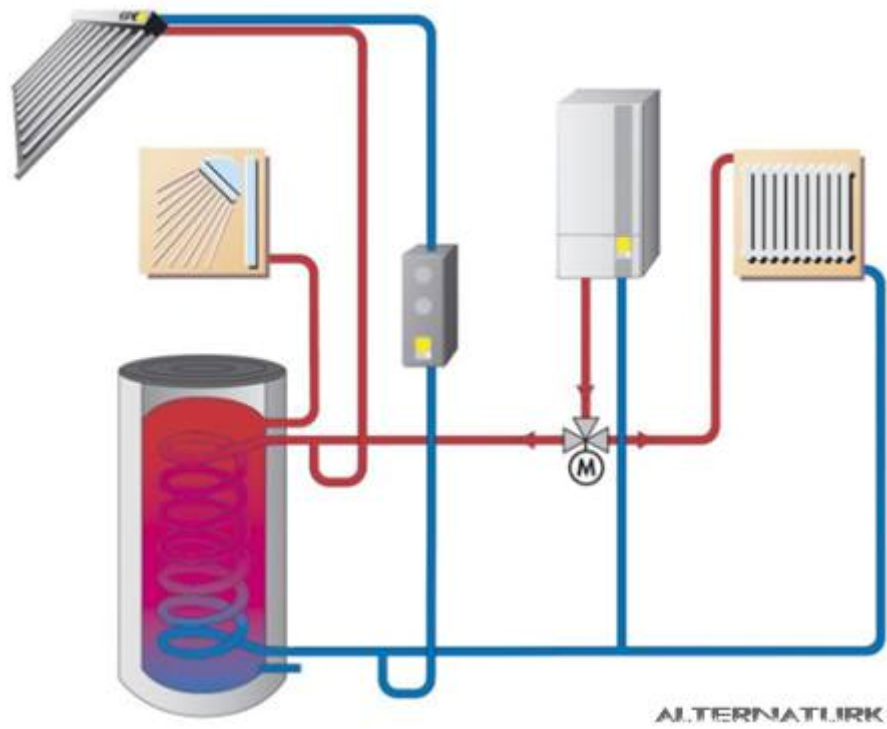
Bu sırada serpantin içinde dolaşan sıcak su ısınıp boyler deposuna verdiği için ısı kaybeder, sistemde görülen pompaya geldiğinde su soğumuş durumda olur. Pompanın amacı; kendisine gelen soğuk suyu kollektörlere pompalayarak ısınmasını sağlamaktır.

Sistemde yer alan pompa için çeşitli alternatifler yer almaktadır. Günümüzde termostatik pompalar tercih edilmektedir, bu pompalar normal pompalar gibi sürekli pompanın çalışmasını engeller, bu durum elektrik tasarrufu sağlar ve minimum gürültü ile çevre rahatsızlığını asgariye indirmektedir. Su kullanılmadığı sürece dolaşan su sıcak kalır. Termostatik pompa x sıcaklık derecesine ayarlandığı takdirde, boylerdeki su x değerine ulaştığı zaman pompa çalışmayı durdurur. Hazır durumda olan sıcak su, kullanılmadığı sürece ısı kaybedecektir ve su sıcaklığı x değerinin altına düşmesi durumunda pompa istenilen sıcaklığa ulaşmak için tekrar çalışmaya başlayacaktır.

Termostatik pompadan farklı olarak termostatlı pompalar kullanımı tercih edilen diğer pompa çeşitlerindedir. Çalışma prensibi termostatik

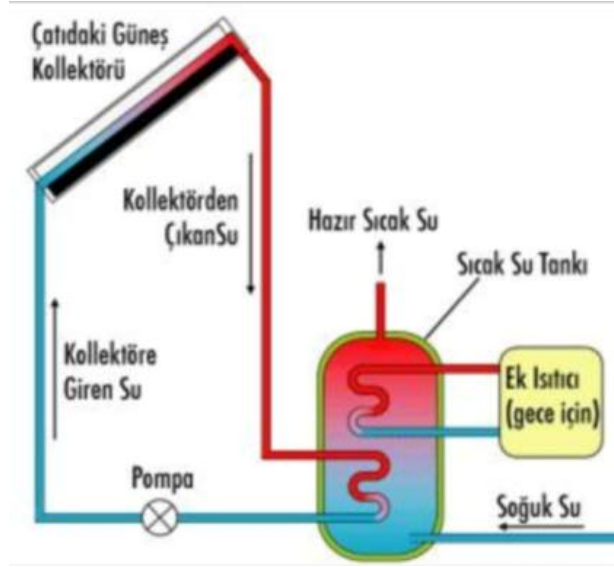


pompa ile aynı olmakla beraber, çalışma sistemi termostatik pompadan farklıdır. Termostatlı pompalar da termostatik pompalar gibi serpantin içinde dolaşan sabit suyu kendine baz almaktadır. Termostatlı pompalarda, termostatik pompalar gibi tek bir pompa yerine; termostat ile pompa arasında elektronik bağlantılar kurularak sistem bütünleştirilmektedir.



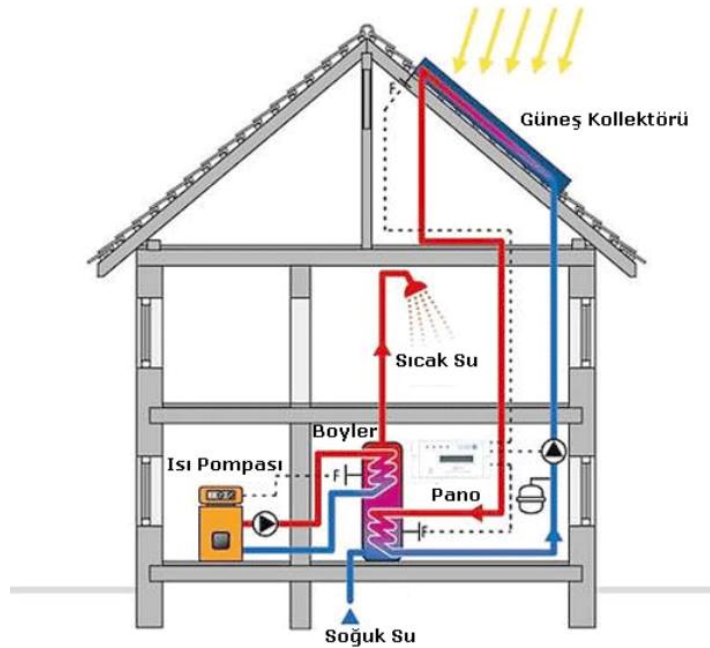
**Şekil 52.** Boyler Sistem Örneği [34]

Şekil 52' de görülen boiler sistemde soğuk su girişi ve pompa bilinen düzenekteki gibidir, ancak; sıcak su şebekesi kullanıcı armatürlerinin yanısıra kombi ve radyatörlere de gidecek şekilde yapılmıştır. Bu sistem masrafı ile göz önüne alındığında, kış mevsiminde istenilen güneşlenme süresi yakalanamadığı için kombinin yoğun kullanım gerektirdiği dönemlerde çok verim elde edilmesini sağlayamayacak ve ilk yatırım maliyetinin artışına sebep olacaktır.



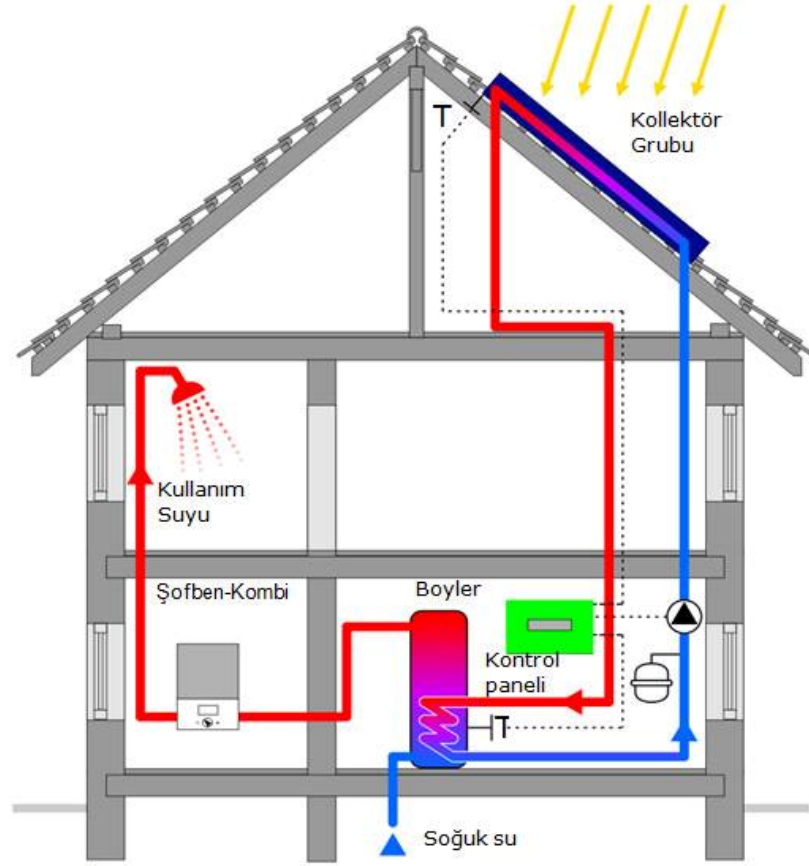
**Şekil 53.** Boyler Sistem Örneği [34]

Şekil 53' de görülen boyler sistemde birtakım eklemeler yapılarak sistem kullanım imkanı artırılmıştır. Sistemde, sıcak su talebinin yoğun olduğu otel, cezaevi, hastane, vb. kalabalık yaşam alanlarında güneşlenmeden faydalanılamayan gece saatleri için hazır sıcak su kullanımı sorununun çözümlendiği görülmektedir.



**Şekil 54.** Boyler Sistem Örneği [34]

Sisteme eklenmiş olan ısı pompası, sıcak su sürekliliğini sağlar dolayısıyla da hızlı sıcak su eldesine destek olmaktadır.



**Şekil 55.** Boyler Sistem Örneği [34]

Şekil 55' te yer alan sistem örneğinde; sisteme kombi(şofben) ilave edildiği görülmektedir. Kullanıma hazır durumda bekleyen sıcak su, kullanılmaması durumunda beklemesinden dolayı ısı kaybedecektir; kombi desteği, güneşlenmeden faydalanılamayan saatlerde yardımcı olmaktadır. Boyler deposunda ılık halde bekleyen su kombiyle ısıtılması ile daha kısa sürede sıcak su eldesini sağlayacaktır.

## 6.2. ÖRNEK YAPI DEĞERLENDİRMESİ



Şekil 56. Örnek Yapı



Şekil 57. Örnek Yapı

Şekil 56 ve 57' de yer alan örnek yapı Türkiye akdeniz iklim şartlarında yer alan bir konut yapısıdır. Yapıda güneş enerjisi sistemi en yalın haliyle yer almaktadır. Sistemde yalıtım bulunmakta; devir daim için pompa bulunmamaktadır.

### 6.2.1. ÖRNEK YAPI İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ

**Yapı dışı boruların yalıtımı;** mevcut durumda uygulanmış olan, sistemde kullanılan borular içindeki suyun kış aylarında donmasını engellemek ve sistemden faydalanılacak durumda kullanıcıya sıcak suyun daha hızlı ulaşmasını sağlayacak gerekliliği olan bir durumdur.

**Yapı içi boruların yalıtımı;** bina içi şebekelerinde geleneksel sistemde yalıtım uygulanmamaktadır. Örnek yapı iyileştirmesinde uygulanacak yalıtım ile borularda hazır olarak bekleyen sıcak suyun kullanım süresi arttırılabilir.

**Mekan organizasyonu;** bina içi dağıtım yapan ana borunun sıcak su kullanım ihtiyacının yoğun olduğu mekanların yakınında yer alması şebeke içinde bekleyecek su miktarını azaltacağı ve şebeke içi borularda ılıyan suyun boşa akıtma işlemini kısa tutacağı için, göz önünde bulundurulması gereken bir uygulama olacaktır. Tasarımcı, mekan organizasyonu prensibinde, sıcak su talebinin yoğun olduğu mekanları dağıtım hattına en kısa ulaşımı sağlayacak şekilde planlamalıdır.

**Şebeke sistemi;** tek dağıtım borusu kullanımı çözümlemesine alternatif olarak depoda bekleyen hazır sıcak suyun her bir kullanım alanına girişine imkan tanıyarak bağımsız şebeke ağları oluşturulabilir. Tek dağıtım borusu kullanımında, binada depolara en yakın konumlandırılmaya sahip olan mekan; en üst kat ; sistemden en konforlu şekilde faydalanan mekan olmaktadır. Kullanıcı konforu üst katlardan alt katlara indikçe doğrusal biçimde düşmektedir. Çoklu şebeke hattı kurulması ile ise; bina içindeki kullanıcıların birbirinden bağımsızlığı sağlanarak, kullanıcıların hazır sıcak su

eldesini kolaylaştıracaktır ve su israfının engellenmesine önemli katkı sağlayacaktır.

**Depoların yalıtımı;** sıcak ve soğuk su depolarının her ikisi için de faydalı olacaktır. Sıcak su deposunda istenilen sıcaklığa getirilmiş ancak beklemede olan suyun, kullanılmaması durumunda kaybedeceği ısı deponun izolasyonu ile minimum seviyeye düşecektir, soğuk su deposunun yalıtımı ile; ısıtılacak olan suyun sıcaklığının daha yüksek derecede olması sistemin işlemlerini hızlandıracaktır, zaten ısıtılmamış olan suyun donma noktasına erişmesi durumunda sistemin işlemlerini engelleyecek durumları ortadan kaldıracaktır. Depolarda izolasyon olmaması durumunda; günlük sıcaklık farklarında güneş saatinde kazanılan enerji, güneş olmayan saatlerde kaybedilecektir; bu durumda güneş sistemi kurma işlemi amacına ulaşamamış olacaktır.

**Devir daim pompasının;** örnek yapıya entegre edilebilmesi için depolar arası sirkülasyonu sağlayacak bağlantı kurularak, depoda sıcak su olmasına imkan verilmelidir. Suyun dağıtım şebekesinde dolaşımı ile tüketilen su artacağı için, suyun armatüre gelişinde devir daim şarttır. Aksi halde; depodan armatüre gelen soğuk suyun akmasından istenilen sıcaklıktaki suyun gelmesine kadar geçen sürede faydalanılamayacak su akıtılmış olur. Bu durum, enerji ve su israfına sebep olacaktır.

**Basit güneş enerjisi sisteminin görselliği;** örnek yapıda da şekillerden görüldüğü üzere, yapının mimari kimliğini bozan, karakteristik özelliğe sahip olmayan; kent ve kentli için görüntü kirliliği oluşturan sistemlerdir. Depoların bina içine yerleştirilmesi görüntü kirliliğini ortadan kaldıracaktır; ayrıca, güneş enerjili boyler sistem kurulumunda, bina dışında görülebilen tek sistem elemanı çatıda yer alan kolektörler olacağından dolayı görüntü kirliliğinin de önüne geçilmiş olacaktır.

## SONUÇ

Enerji, ülkelerin temel sorunlarından biri olmakta ve toplumun tüm kesimlerini ilgilendirmektedir, herkes için gerekli ve vazgeçilmez bir olgudur. Bu sebeple ülkeler arasında savaşlar yapılmakta, bütçeler hazırlanarak enerji kaynaklarını ele geçirmek için uğraşlar verilmektedir. Enerji kaynaklarının üzerinde belirleyici güç olma amaçlı çalışan ülkeler, araştırmalar sonrasında fosil enerji kaynakları ile birlikte yenilenebilir kaynaklarını da kullanmaya yönelmişlerdir. Azalan rezervler ve artan maliyetler, enerji kaynaklarına sahip olan ülkelere önemli stratejik faydalar sağlamaktadır.

Araştırmacıların vardığı temel sonuç, fosil ve türevlerine dayanan enerji kaynakları rezervlerinin her gün azaldığıdır. Bu sonuç, ülkeleri ve firmaları alternatif olarak nitelendirilen kaynaklara yatırım yapmaya yöneltmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biyokütle, rüzgâr ve güneş enerjisi son yıllarda popüler hale gelen ve yoğunlukla tercih edilen enerji kaynakları arasındadır. Enerjinin kullanımı, verimliliğinin artırılması gibi konular yatırımcılar ve ülkeler için büyük önem taşımaktadır.

Bu tezde, enerjinin tanımlanmasının ardından, gelişen teknoloji ve artan nüfusla bireylerin daha iyi hayat standartlarına sahip olma gereksinimleri, ısı konforu sağlama içgüdüleri ile kullanılan enerjiyi önemli ölçüde arttırdığından dolayı enerjinin önemi gözlemlendi. Enerji sektörünün, vazgeçilmezliğinin yanı sıra üretim, iletim ve tüketim aşamalarında artan çevre sorunları yarattığı, buna bağlı olarak enerjinin kıt kaynak olması düşünüldüğünde; Türkiye'nin güneş ışınımı açısından önemli potansiyele sahip bir ülke olması ve bunun yanı sıra, güneş enerjili sistemlerin enerji gereksinimlerinin karşılanması ve ekonomik yarar elde edilmesinden dolayı daha fazla tercih edilmesi gerektiği sonucuna varıldı.

Isıl konforun insan sağlığına etkileri, ısı konforunun sağlanamaması durumunda kişileri hasta ettiği ve ölümlerle sonuçlanabilecek durumlar oluşturabileceği gözlemlenmiştir. Isıl konforun sağlanmasında, insanın günlük yaşantısındaki etmenler; giysiler, aktiviteler ve içinde olunan ortamın

değişkenleri olarak belirlenmiştir ve bu durumlar için gerekli standart değerler belirtilmiştir.

Yenilenemez enerji kaynaklarının tükenmekte olduğu, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynağı potansiyeli çeşitli tablolarla ve haritalarda belirtilerek, faydalanabilecek yenilenebilir enerji kaynakları belirlendi. Ülkemizin sahip olduğu potansiyeller çözümlenerek, en faydalı kaynaklardan birinin güneş olduğu sonucuna ulaşıldı.

Güneş ve güneş enerjisi bilgileri ve verileri ışığında, Türkiye' nin güneş enerjisi potansiyelinin, güneş enerjisi sistemlerinden kazançlı geri dönüşümler elde edilebileceği sonucuna varılmıştır. Bu kapsamda yer alan yasal dayanaklar belirlenmiştir.

Sürdürülebilir mimarlık, doğayla uyumlu çevre tasarlayarak, enerjinin korunumu, doğru kesit ve malzeme seçimi ile yapının üretim-kullanım aşamasında çevreye zararlı atık bırakmamayı amaçlamaktadır. Güneş enerjisinden edilgen yararlanmada; güneş enerjisinin yıl ve gün içerisindeki hareketi değerlendirilerek, yapı ve yerleşim ölçeğindeki tasarım kararlarını bir bütün halinde ele alınması belirlenmiştir. İklim tipine göre değişkenlikler gösteren güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden yararlanarak, kış aylarında iç ortam sıcaklık değerlerinin yükselmesiyle ve bu doğrultuda yapma ısıtma yükünde sağlanan olumlu etkiyle, sürdürülebilir mimari kavramının önemi belirtilmiştir. Edilgen olarak yararlanmak istenildiği zaman, kullanıcı gereksinimleri ve temel hedefler doğrultusunda sisteme ait alternatifler değerlendirilmeli ve bunların göz önüne alınmasının sonrasında tasarıma başlanmalıdır. Etkin yararlanıldığı takdirde, güneşten faydalanarak ısı veya elektrik enerjisi üretebildiği belirtilmiştir.

Ülkemizde iklim tipi elverişli bölgelerde yaşayan kişilerin, güneş enerjisinden su ısıtma sistemlerinde yoğun bir şekilde faydalanma çabasında olduğu, ancak; insanlarda bu bilincin yeni oluşmasının sebebi ile günümüze kadar uygulanmış olan hatalı sistemler tespit edilmiştir. Talebi karşılayamayan sistem önemini yitirmek mecburiyetinde kalmış, bu durum insanları güneş enerjisinden faydalanma yöntemlerinden uzaklaştırmıştır. Toplumda güneş enerjisinden faydalanma farkındalığı oluşturulmak istenmiş,



teknoloji ile gelişen sistemlerin analizi ve varolan mevcut sistemlere iyileştirme önerileri sunulmuş, problemlere çözüm yöntemleri detaylandırılarak getirilmiştir. Öneriler sunulurken; enerji ihtiyacını optimum düzeyde güneş enerjisinden sağlamak ve bu şekilde enerjiyi verimli olarak kullanıp, çevreye daha az atık bırakmak, bu örnekleri yaygınlaştırmak amaçları temel alınmıştır.

Türkiye'de akdeniz iklim bölgesinde kullanılan güneş enerjisi toplama yöntemleri belirlenmiştir. Sistemler açıklanmış, artı ve eksileri, uygulanabilirliği belirlenmiştir. Uygulanmış ve yaygın görülen sistemlerden basit güneş enerjisi sistemine sahip örnek yapı seçilmiştir.

Örnek yapı değerlendirilmesinde, akdeniz iklim şartlarının hakim olduğu bölgede yer alan güneş enerjisi sistemine sahip bir örnek yapı seçilmiştir. Basit güneş enerjisi sistemine sahip yapıda, yapı içi ve dışı boruların ve depoların yalıtımının, mekan organizasyonunun şebeke sistemi ile uyumlu tasarımlarla yapılmasının, şebeke sistemlerinin yapının kullanım amaçlarına göre seçilmesinin gerekliliği, devir daim pompasının güneş enerjisi sistemlerinde mutlaka olmasının ve görselliğin sağlanması amacıyla deponun bina içinde konumlandırılması gerekliliği sonuçlarına varılmış, alternatif öneriler sunulmuştur.

Türkiye'deki binalarda güneş enerjisinin aktif kullanılabilmesi, bu örneklerin yaygınlaştırılabilmesi için öncelikle yasaları kapsayan bir mevzuat ve ivedilikli bir enerji programı gerekliliğine ihtiyaç duyulduğuna karar verilmiştir. Devlet politikası şeklinde benimsenmesi gereken bu program, yapı sektöründe yenilenebilir enerjinin etkin kullanımına dair araştırma, düzenleme ve uygulama programları geliştirilebilmelidir. Bu sayede, Türkiye'nin gelecekteki enerji politikaları bilimsel bulgularla desteklenmeli ve ülke çıkarlarına göre yenilenebilir enerji kaynakları değerlendirmesi yapılmalıdır.

## KAYNAKÇA

- AKKAYA, Ebru, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Açından Değerlendirilmesi", **IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu**, İstanbul, y.y., 2002.
- BECKMAN, William, vd., **Solar Heating Design by the f-Chart Method**, New York, Wiley, 1977.
- BUTERA, Salvatore, **Esposti a Mezzogiorno (Saggi)**, y.y., y.y. 1993.
- CHEN, Y. & KATAN, J., **Effect of solar heating of soil by transparent polyethylene mulching on their chemical properties**, New York, Soil Science, 1980.
- DEMİRBİLEK, N.; "Mimarlıkta Güneşten Pasif Yöntemlerle Yararlanma ve Korunma: Dünyadan ve Türkiye'den Örnekler", **Güneş Günü Sempozyumu**, Kayseri, y.y., 25-27 Haziran 1999.
- ERKINAY, Peyman Umre, **"Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Rüzgar Enerjisinin Türkiye'de Binalarda Kullanımı Üzerine bir İnceleme"**, Yüksek Lisans Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi, 2012.
- ESİN, Tülay, vd., **Marmara Bölgesi için Ekolojik Yapılaşma Kriterlerinin Belirlenmesi ve Örnek Bir Yapı Tasarımı**, İstanbul, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Araştırma Fonu, 2002.
- GILES, Dennler, BRABEC, Christoph, in **Organic Photovoltaics: Materials, Device Physics, and Manufacturing Technologies**, Weinheim, Wiley-VCH, 2008.
- GÖKSAL, Türkan, "Beton Hazır Cephe Elemanları-Strüktür İlişkisi Bağlamında Uygulamaların İrdelenmesi", **Beton Prefabrikasyon Dergisi**, cilt 1, sayı 46, 1998, s. 8-15.
- GÜVEN, Hilmi, "İnsan ve Enerji: Etik Bir Bakış", **Çevre ve Enerji Kongresi Bildirileri**, Ankara, y.y., 1997.
- HENNING, Meyer (2007), "Thinking globally: the reform of the European social model is also a reform of globalisation", **Social Europe journal**", cilt 2, sayı 4, 2007, s. 160-163.

- HÖPPE, Paul, MARTINAC, Ivo, "Indoor climate and Air Quality", **International Journal of Biometeorology**, cilt 1, sayı 42, 1998, s.1-7.
- KAYA, A., "Jeotermal Enerji İle Isıtma", **Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu**, Denizli, y.y., 1994.
- KEÇEL, Selçuk, "**Türkiye'nin Değişik Bölgelerinde Evsel Elektrik İhtiyacının Güneş Panelleri ile Karşılanmasına Yönelik Model Geliştirilmesi**", Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, , 2007.
- KILIÇ, Abdurrahman, ÖZTÜRK, Aksel, **Güneş Enerjisi**, İstanbul, Kipaş İstanbul, 1983.
- MCEVEN, Indra Kagis, **Vitruvius-Writing the Body Of Architecture**, y.y., y.y., 1990.
- OKTİK, Şener, **Güneş-Elektrik Dönüşümleri Fotovoltaik Güneş Gözeleri ve Güç Sistemleri**, Ankara, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 2001.
- OLUKLULU, Çiğdem, "**Güneş Enerjisinden Etkin Olarak Yararlanmada Kullanılan Fotovoltaik Modüller, Boyutlandırılmaları ve Mimarlıkta Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma**", Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, 2001.
- SALOMON, Ashley, vd., "**Photovoltaic Cells Based on Conducting Polymers and Perrylene Diimides**", National Center for Photovoltaics Program Review Meeting, U.S., 2001.
- SARAÇOĞLU, Nedim, "Enerji Ormancılığının Kırsal Kalkınmaya Katkısı", **Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi**, Çankırı, y.y., 2006.
- SAYIN, Selçuk, "**Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları**", Yüksek Lisans Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, 2006.
- SICK, Friedrich, ERGE, Thomas, **Photovoltaics in Buildings: a Design Handbook for Architects and Engineers**, London, James & James Ltd., 1996.
- TAYFUN, Y.; "**Güneş Enerjisinden Edilgen Sistem Yararlanmada Güneş Odası Ekleme Yönteminin İç Ortam Sıcaklığına Etkisinin İncelenmesi İstanbul Örneği**", Yüksek Lisans Tezi, İst Yıldız Teknik Üniversitesi, 2007.

TEZCAN M., "**Düzlemsel Güneş Kolektörleri ve Verim Hesaplamaları**", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, 2001.

YAMAK, Tahsin, "**Türkiye'nin Alternatif Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Ekonomik Analizleri**", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi, 2006.

YILDIRIM, Ayberk, "**Güneş Enerjisi ile Isıtma**", Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi, 2007.

YILDIZ, A., "**Fotovoltaik Modüllerin Binalarda Kullanımı ve PVSYST 3.21 Yazılımı ile Bir Binanın Simülasyonu**", Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, 2003.

YİĞİT, Abdulvahap, "Combining Thermal Comfort Models", **ASHRAE Transactions**, cilt 1, sayı 105, 1999, s. 149 – 156.

ZORER, Gülay, vd., "Bir Okul Yapısına Pasif Isıtma Sistemi Uygulaması", **15. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi**, Trabzon, 2005.

## ELEKTRONİK KAYNAKLAR

- [1] ARDALI, Yüksel, "Çevresel Duyarlılık", 2 Mart 2012,  
(Erişim) <http://www.samikad.com/icerik.php?id=5>, 12 Kasım 2012.
- [2] Ülkelere Göre Dünya Kömür Rezerv Dağılımı, 17 Aralık 2009,  
(Erişim) [http://www.dektmk.org.tr/upresimler/2009\\_enerji\\_raporu.pdf](http://www.dektmk.org.tr/upresimler/2009_enerji_raporu.pdf), 13 Nisan 2012.
- [3] Dünya Fosil Enerji Kaynaklarının Toplam Rezervleri, 05 Ocak 2013,  
(Erişim) <http://dektmk.org.tr/upresimler/TURKIYEENERJIVERILERI2012.pdf>, 12 Mayıs 2013.
- [4] The Energy Challenge, 03 ocak 2012,  
(Erişim) <http://www.bp.com/en/global/corporate/sustainability/the-energy-future/the-energy-challenge.html>, 12 Nisan 2013
- [5] Yatay Eksenli Rüzgar Türbini Çalışma Prensibi, 18 Mayıs 2011,  
(Erişim) [www.evdeelektrik.co](http://www.evdeelektrik.co), 28 Ağustos 2013.
- [6] Dikey Eksenli Rüzgar Türbini, 12 Nisan 2012,  
(Erişim) <http://www.alternaturk.org/ruzgar.php>, 20 Şubat 2013.
- [7] Biyokütle Atıkları Ve Dönüşüm Santrali, 12 Aralık 2011,  
(Erişim) <http://www.alternaturk.org/yenilenebilir-enerji.php>, 16 Ekim 2012.
- [8] Güneş, 12 Mart 2013,  
(Erişim) <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=gunes&bn=233&hn=&nm=384&id=40695>, 24 Aralık 2013.
- [9] IAEA Tools and Methodologies for Energy System Planning and Nuclear Energy System Assessments, 14 Aralık 2009,  
(Erişim) <http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloads/INPRO/Files/INPROP ESS-brochure.pdf> , 22 Mayıs 2012.
- [10] Güneş Enerjisi Kullanım Engelleri, 29 Haziran 2010,  
(Erişim) <http://www.guneshaber.net/haber/653-uzman-gozuyle-gunes-enerjisi-kullanim-engelleri.html>, 14 Mayıs 2012.
- [11] Türkiye Güneş Haritası, 23 Aralık 2012,  
(Erişim) <http://www.alternaturk.org/turkiye-gunes-enerji.php>, 07 Mayıs 2013.

- [12] "İş Sağlığı ve İş Güvenliği için Termal Konfor", İSK Teknik, Mart 2010,  
(Erişim) <http://www.iskteknik.com/?pid=23139>, 20 Haziran 2013.
- [13] Tekil Isıtıcı Ve Sabit Isıtıcı, 20 Aralık 2012,  
(Erişim) <http://wowturkey.com/tr553/cture2lisitici.jpg>, 17 Mart 2013.
- [14] Tribün Isıtması, 03 Mart 2013,  
(Erişim) <http://wowturkey.com/tr553/Yucel11İSaracoglulisitici.jpg>,  
17 Mart 3012.
- [15] Güneş, 26 Mayıs 2010,  
(Erişim) [www.yeniansiklopedi.com](http://www.yeniansiklopedi.com), 21 Kasım 2012.
- [16] Yenilenebilir Enerji Kaynakları Seçilmiş Göstergeler, 06 Ekim 2013,  
(Erişim) <http://www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx>, 20  
Aralık 2013.
- [17] Bazlı Fotovoltatik Kapasite, 10 Mayıs 2010,  
(Erişim) [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Tphx4x8hAIAJ:iap.esa.int/c/eare/documents/237/Global\\_Market\\_Outlook\\_for\\_Photovoltaics\\_until\\_2014.pdf+%&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Tphx4x8hAIAJ:iap.esa.int/c/eare/documents/237/Global_Market_Outlook_for_Photovoltaics_until_2014.pdf+%&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr), 23 Mart 2013.
- [18] Energy Regulation: a Bridge to 2025, 17 Aralık 2013,  
(Erişim) [http://epia.org/fileadmin/user\\_upload/Position\\_Papers/EPIA\\_reply\\_to\\_ACER\\_pre-consultation\\_final\\_17\\_Dec\\_2013\\_01.pdf](http://epia.org/fileadmin/user_upload/Position_Papers/EPIA_reply_to_ACER_pre-consultation_final_17_Dec_2013_01.pdf), 25 Aralık 2013.
- [19] Renewables 2013 Global Status Report, 12 Haziran 2013,  
(Erişim) <http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013%20PPT.pdf>, 18 Eylül 2013.
- [20] Çevre ve Orman Bakanlığı 2009 Faaliyet Raporu, 08 Nisan 2010,  
(Erişim) [http://sgb.cevreorman.gov.tr/Strateji/Files/duyuru/faaliyetrpr/2009\\_F.pdf](http://sgb.cevreorman.gov.tr/Strateji/Files/duyuru/faaliyetrpr/2009_F.pdf), 01 Ekim 2013.
- [21] Mantolama, 15 Ekim 2012,  
(Erişim) <http://www.izolasyontr.com/mantolama.html>, 11 Mart 2013.
- [22] Türkiye Isı Yalıtım Haritası, 10 Haziran 2012,  
(Erişim) <http://www.isiyalitim.org/yalitim-haberdetay-turkiye-isi-yalitim-haritasi>,  
05 Ocak 2013.

- [23] Güneş Penceresi, 18 Ekim 2008,  
(Erişim)<http://hci.frontstepsmedial.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2007/12/Solar-Window-22.jpg>, 16 Mayıs 2012.
- [24] Isıl Toplaç Örnekleri, 21 Ocak 2009,  
(Erişim)<http://www.koeri.boun.edu.tr/meteoroloji/enerji1.htm#GÜNESENERJISI>, 28 Kasım 2012.
- [25] Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretiminde Merkezi Alıcı Sistemler ve Parabolik Çanak Sistemleri ,10 Şubat 2011,  
(Erişim)<http://www.limitsizenerji.com/haberler/makaleler/1110-parabolik-canak-merkezi-alici>, 23 Eylül 2012.
- [26] Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretiminde Merkezi Alıcı Sistemler ve Parabolik Çanak Sistemleri, 10 Şubat 2011,  
(Erişim)<http://www.limitsizenerji.com/haberler/makaleler/1110-parabolik-canak-merkezi-alici>, 23 Mayıs 2012.
- [27] Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri, 20 Şubat 2011,  
(Erişim)<http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/yogunlastiricilar.html>, 14 Nisan 2013.
- [28] Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri, 07 Temmuz 2010,  
(Erişim)<http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/yogunlastiricilar.html>, 04 Eylül 2012.
- [29] Fotovoltaik Sistemlerin Çatıda, Cephede Kullanımı, 22 Haziran 2010,  
(Erişim)[www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2000/haziran/gunes.htm](http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2000/haziran/gunes.htm), 09 Nisan 2013.
- [30] Ask an Expert, 28 Şubat 2013,  
(Erişim)[http://www4.eere.energy.gov/solar/sunshot/resource\\_center/ask/question/what\\_are\\_environmental\\_benefits\\_using\\_solar\\_power\\_main\\_energy\\_source](http://www4.eere.energy.gov/solar/sunshot/resource_center/ask/question/what_are_environmental_benefits_using_solar_power_main_energy_source), 10 Nisan 2013.
- [31] Türkiye'nin Güneş Enerjisi Işınım Haritası, 16 Nisan 2012,  
(Erişim) [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr), 29 Mart 2013.
- [32] Boyler Sistem Örneği, 14 Kasım 2012,

(Erişim)<http://www.bayeko.com/wp-content/gallery/enerji-transfer-borulari/enerji-transfer-borulari-0.jpg>, 05 şubat 2013.

[33] Boyler Sistem Örneği, 02 Mart 2012,

(Erişim)<http://www.kuzeyanadolugazetesi.com/resim/gunes%2520enerjili%2520evler.jpg>, 19 Kasım 2013.

[34] Boyler Sistem Örneği, 02 Mart 2012,

(Erişim)<http://www.kuzeyanadolugazetesi.com/resim/gunes%2520enerjili%2520evler2233.jpg>, 19 Kasım 2013.



## ÖZET

TETİK, Gizem, Akdeniz İklim Şartlarında Güneş Odaklı Enerji Etkin Yapı Tasarımının Su Isıtmalı Sistem Bağlamında Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2014.

Dünya kaynaklarının yarısının yapılarda kullanımını, toplumları bilinçlendirerek ülkemiz adına bu oranı düşürmek amacı taşıyan bu tezde, güneş enerjisinin kullanımının sanılan aksine henüz proje aşamasındayken, aktif yararlanmadan önce pasif yararlanmanın dikkate alınması gerektiği ve yapılarda güneş enerjisinden sağlanabilecek en üst fayda şekilleri vurgulanmıştır. Bu bağlamda; güneş enerjisi sistemlerinin analizi yapılmış, iklim ve yapı tipine göre değişkenler ele alınmış, varolan sistemleri iyileştirme önerileri, literatür taraması ve örnek incelemesiyle sunulmuştur.

Bu amaçlar çerçevesinde, tezde mimari projelerin konumlandırılmasından başlayarak güneş enerjisinden su ısıtmalı sistemi eleştirileri yapılmış, yapının güneşten faydalanma biçimlerinin önemine değinilmiştir.

Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin yaygınlaşması ile enerji tasarrufu yanında, temiz bir çevre oluşturulabilmesi ve mimaride kent kimliğini bozan görüntülerin ortadan kaldırılması için çözümler önerilmiştir.

Geleceğin yapılarının en alt seviyede enerji tüketmesinin yanında kendi enerjisini üretmesinde, ekolojik yapılar doğrultusunda bir yol çizmesi için gerekli parametreler açıklanmıştır.

### **Anahtar Sözcükler:**

1. Sürdürülebilirlik
2. Güneş mimarlığı
3. Güneş enerjisi
4. Akdeniz İklimi
5. Güneş Enerjisi Sistemi

## ABSTRACT

TETİK, Gizem, The Evaluation of the Energy Efficient Building Design within Terms of Focused on the Solar Water Heating Systems in the Mediterranean Climate Conditions, M. Sc. Thesis, İstanbul, 2014.

The use of half of the world's resources, structures, the purpose of this rate on behalf of our country, which made other communities to reduce the use of solar energy in this thesis, contrary to popular belief, as opposed to the use of active or passive before the project stage yet, should be taken into account, and such forms of solar energy in buildings is highlighted at the top benefit. In this context; solar energy systems analysis, climate, and structure variables, depending on the existing systems improvement proposals, literature survey and sample examination.

Within the framework of these objectives, starting with solar energy for water heating in architectural projects, thesis konumlandırılmasından system has been mentioned the importance of the structure of the Sun made use of forms of criticism.

With the popularization of energy-saving solar water heating systems, a clean environment, the visibility and the Elimination of urban identity in architecture is proposed solutions for distorting the images.

Next to the bottom-most level of the future energy üretmesinde its own energy, ecological structures in accordance with tüketmesinin a way to describe the parameters necessary for drawing.

### Key Words:

1. Sustainability
2. Solar Architecture
3. Solar Energy
4. Mediterranean Climate
5. Solar Energy System