

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇATILARDA KULLANILAN TOPLAÇLARIN KENT GÖRÜNTÜSÜNE OLUMSUZ
ETKİLERİ VE İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMLARI**

FİLİZ EREZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YAPI FİZİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. MÜJGAN ŞEREFHANOĞLU SÖZEN**

İSTANBUL, 2011

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇATILARDA KULLANILAN TOPLAÇLARIN KENT GÖRÜNTÜSÜNE OLUMSUZ
ETKİLERİ VE İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMLARI**

FİLİZ EREZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YAPI FİZİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. MÜJGAN ŞEREFHANOĞLU SÖZEN**

İSTANBUL, 2011

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇATILARDA KULLANILAN TOPLAÇLARIN KENT GÖRÜNTÜSÜNE OLUMSUZ
ETKİLERİ VE İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMLARI

Filiz EREZ tarafından hazırlanan tez çalışması 20.10.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Seda TÖNÜK

Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Esra Sakıncı

Maltepe Üniversitesi

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans tezimde yardımını ve desteğini esirgemeyen, değerli bilgi ve deneyimleriyle çalışmalarımda bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Müjgan Şerefhanoglu Sözen'e;

Yüksek Lisans eğitimim boyunca değerli bilgilerini esirgemeyen Yapı Fiziği Bilim Dalı öğretim elemanlarına;

Çalışmalarım süresince desteğini esirgemeyen sevgili aileme ve Sayın Ateş Korhan Yavaşbay'a teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos, 2011

Filiz EREZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	viii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	2
1.3 Hipotez.....	2
BÖLÜM 2	
GÜNEŞİN ÖZELLİKLERİ.....	3
2.1 Güneş ve Işınımı.....	3
2.2 Güneş Enerjisi	4
2.3 Mimaride Güneş Enerjisi Kullanımı.....	6
2.4 Türkiye'de Güneş Enerjisi.....	6
2.4.1 Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli	8
2.4.2 Türkiye'de Güneş Enerjisi Kullanımı	10
BÖLÜM 3	
GÜNEŞ ENERJİLİ ISITMA SİSTEMLERİ	11

3.1	Isıl Toplaçlar	12
3.1.1	Düzlemsel Isıl Toplaçlar.....	13
3.1.2	Sıvı Akışkanlı Camlı Düzlemsel Toplaçlar	13
3.1.3	Sıvı Akışkanlı Açık Toplaçlar	15
3.1.4	Vakum Tüplü Toplaçlar	16
3.2	Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri	16
3.2.1	Toplaç Alt Sistemi.....	18
3.2.2	Saklama Alt Sistemi.....	18
3.2.3	Devre Alt Sistemi.....	21
3.2.4	Denetim Alt Sistemi	21
3.3	Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Çalışma Biçimleri.....	22
3.3.1	Doğal Dolaşimli Sistemler	22
3.3.2	Zorlanmış Dolaşimli Sistemler.....	22
3.3.3	Açık Sistemler.....	23
3.3.4	Kapalı Sistemler	23
3.4	Çalışma Biçimlerine Göre Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Özellikleri.	25

BÖLÜM 4

TÜRKİYE’DE GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITMA SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI	27
---	----

4.1	Etken Sistemlerin Yapılarda Değerlendirilme Biçimleri	27
4.1.1	Yapıya Eklenen Sistemler	28
4.1.2	Yapı Bütünleşik Sistemler.....	28
4.2	Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Çatı Biçimlenişi Açısından Değerlendirilmesi	28
4.2.1	Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Teras Çatılar İle İlişkisinin Değerlendirilmesi.....	30
4.2.2	Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Eğimli Çatılar İle İlişkisinin Değerlendirilmesi.....	31
4.2.3	Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Çatı Eğim Yönü Açısından Değerlendirilmesi.....	34
4.2.4	Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Depo Yerleşimi Açısından Değerlendirilmesi.....	38
4.2.5	Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Farklı Sistem Uygulamaları Açısından Değerlendirilmesi	40

BÖLÜM 5

GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITMA SİSTEMLERİNİN YAPI İLE UYUMLU OLMASI İÇİN DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN ETKENLER.....	43
--	----

5.1	Yeni Bina Tasarımında Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri İle Bina Uyumunun Sağlanması.....	44
5.1.1	Çatı ve Toplaç Eğimlerinin Uyumlu Olması	44
5.1.2	Çatı ve Toplaç Yönlerinin Uyumlu Olması.....	44
5.1.3	Depoların Konumlandırılması	44

5.2	Mevcut Bina Üzerine Yapılacak Olan Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemi Uygulamaları.....	45
5.2.1	Çatı Eğimi ve Toplaç Eğiminin Uyumlu Olması	46
5.2.2	Çatı Yönü ve Toplaç Yönünün Uyumlu Olması.....	46
5.2.3	Depoların Konumlandırılması	47
5.2.4	Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri Tasarımında Toplaç Alanı Özelliklerinin Belirlenmesi	47
5.2.5	Toplaç Konumunun Belirlenmesi	48
5.2.6	Toplaçların Gölgeleme Durumunun Belirlenmesi	48
BÖLÜM 6		
MEVCUT BİR YAPININ İNCELENMESİ VE İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMLARI		51
6.1	Seçilen Mevcut Yapının İncelenmesi	52
6.2	Yapının Sıcak Su İhtiyacının Belirlenmesi	55
6.2.1	Yapının Günlük Sıcak Su Tüketimi	55
6.2.2	Yapının Sıcak Su İhtiyacının Hesaplanması	55
6.2.3	Toplaç Verimi	56
6.2.4	Toplaçlar Üzerine Gelen Güneş Enerjisi Miktarının Belirlenmesi	56
6.3	Mevcut Yapı İçin Farklı Toplaç Yerleşimi Denemeleri Yapılarak İncelenmesi	57
6.3.1	Yapının Günlük Isı İhtiyacının Belirlenmesi	57
6.3.2	Tüm Yıl İçin Toplaçlar Üzerine Gelen Güneş Enerjisi Miktarının Belirlenmesi	57
6.3.2.1	32° Eğimli Kırmızı Çatı İçin, 32° Eğimli Toplaç Yerleşimi Yapılması (Tüm Yıl İçin)	59
6.3.2.2	32° Eğimli Beşik Çatı İçin, 32° Eğimli Toplaç Yerleşimi Yapılması (Tüm Yıl İçin)	60
6.3.2.3	Teras Çatı İçin, 32° Eğimli Toplaç Yerleşimi Yapılması (Tüm Yıl İçin)	62
6.3.3	Mayıs-Eylül Ayları İçin Toplaçlar Üzerine Gelen Güneş Enerjisi Miktarının Belirlenmesi	65
6.4	Değerlendirme	69
BÖLÜM 7		
SONUÇ VE ÖNERİLER		74
KAYNAKLAR		77
EK-A		
ÇALIŞMADA KULLANILAN TOPLAÇ MODELİNE AİT ÖZELLİKLER		79
EK-B		
AYLARA GÖRE ELDE EDİLEN GÜNEŞ IŞINIMI MİKTARI İÇİN ECOTECT PROGRAMI HESABI		81

EK-C

AYLARA GÖRE HESAPLANAN TOPLAÇ SAYILARI..... 83

ÖZGEÇMİŞ..... 90

SİMGE LİSTESİ

b	Toplaçlar arası uzaklık
c_{su}	Suyun öz ısı
KS	Kişi başına günlük sıcak su tüketimi
L	Toplaç uzunluğu
m_{su}	Yapının günlük sıcak su tüketimi (lt/gün)
N	Daire sayısı
$Q_{gün}$	Günlük enerji ihtiyacı (kcal/gün)
s	Toplaç eğimi
T_{is}	İstenilen su sıcaklığı
$T_{şeb}$	Şebeke suyu sıcaklığı
γ_{min}	Yüzeye gelen en düşük güneş ışını eğim açısı

KISALTMA LİSTESİ

DME	Devlet Meteoroloji Enstitüsü
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
MBEAE	Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü
MKE	Makine ve Kimya Enstitüsü
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
PV	Fotovoltaik
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UGET-TB	International Solar Energy Society Turkey Branch
YTÜ	Yıldız Teknik Üniversitesi

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Türkiye'nin güneşlenme haritası [7] 9
Şekil 3.1	Sıvılı düzlemsel güneş toplacının kesiti [11] 14
Şekil 3.2	Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin sınıflandırılması [13] 17
Şekil 3.3	Güneş enerjili su ısıtma sistem şeması [15] 17
Şekil 3.4	Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin çalışma biçimlerine göre sistem şemaları [15]..... 24
Şekil 4.1	Teras çatıda farklı eğimlere sahip toplaç yerleşimi kesiti 31
Şekil 4.2	Eğimli çatıda farklı eğime sahip toplaç yerleşimi kesiti 31
Şekil 4.3	Eğimli çatıda aynı eğime sahip toplaç yerleşimi kesiti 32
Şekil 4.4	Eğimli çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi 32
Şekil 4.5	Eğimli çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi 33
Şekil 4.6	Eğimli çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi 34
Şekil 4.7	Eğimli çatıda farklı eğim yönü ile yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi 35
Şekil 4.8	Eğimli çatıda farklı eğim açısı ve eğim yönü ile yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi..... 35
Şekil 4.9	Eğimli çatıda farklı eğim açısı ve eğim yönü ile yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi..... 36
Şekil 4.10	Eğimli çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi.... 37
Şekil 4.11	Eğimli çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi.... 38
Şekil 4.12	Eğimli çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi uygulaması ve depo yerleşimleri 39
Şekil 4.13	Teras çatı üzerinde güneş enerjili su ısıtma sistemi 40
Şekil 4.14	Eğimli çatı üzerinde birbirinden farklı birden çok sistem uygulanması 41
Şekil 5.1	Çatı üzerinde depoların oluşturduğu görüntü kirliliğinin önlenmesine yönelik güneş enerjili su ısıtma sistemi yerleşimi önerisi-yüksek çatı arasında toplaç üst kotundan yukarıda konumlandırılmış depo ile doğal dolaşimli sistem uygulaması..... 47
Şekil 5.2	Gölgeleme mesafeleri yetersiz olduğundan toplaçların birbiri üzerine gölge atması durumu 49
Şekil 5.3	Toplaçlar arası uzaklığın hesaplanması..... 50
Şekil 6.1	İyileştirme yapılacak olan yapının mevcut durumu 54
Şekil 6.2	32° Eğimli Kıрма Çatı İçin, 32° Eğimli Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Dikey Yerleşim) 59

Şekil 6.3	32° Eğimli Kıрма Çatı İçin, 32° Eğimli Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Yatay Yerleşim)	60
Şekil 6.4	32° Eğimli Beşik Çatı İçin, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Dikey Yerleşim).....	61
Şekil 6.5	32° Eğimli Beşik Çatı İçin, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Yatay Yerleşim).....	62
Şekil 6.6	Teras Çatı İçin, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Dikey Yerleşim).....	64
Şekil 6.7	Teras Çatı İçin, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Yatay Yerleşim).....	65
Şekil 6.8	Teras Çatı İçin, 16° Mayıs-Eylül Ayları Arası Dönem İçin Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (8 Toplaç-Dikey Yerleşim)	68
Şekil 6.9	Teras Çatı İçin, 16° Mayıs-Eylül Ayları Arası Dönem İçin Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (8 Toplaç-Yatay Yerleşim).....	69
Şekil 6.10	Mevcut durumdaki toplaç yerleşimi.....	71
Şekil 6.11	Kırma çatı uygulaması için toplaç yerleşimi.....	71
Şekil 6.12	Beşik çatı uygulaması için toplaç yerleşimi.....	72
Şekil 6.13	Teras çatı uygulaması için toplaç yerleşimi	73
Şekil 6.14	Mevcut toplaç yerleşimi ve öneri toplaç yerleşimi.....	73

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Türkiye'nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli [7]	8
Çizelge 2.2 Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı [8].....	10
Çizelge 2.3 Güneş topaclarının ürettiği ısı enerjisinin birincil enerji tüketimimize katkısı [2]	10
Çizelge 3.1 Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin olumlu ve olumsuz özellikleri [13]	26
Çizelge 4.1 Farklı bölgelerden seçilen illerde tüm yıl için aylara göre optimum eğim açıları [21].....	30
Çizelge 4.2 Farklı bölgelerden seçilen illerde Mayıs-Eylül ayları arası dönem için aylara göre optimum eğim açıları [21]	30
Çizelge 6.1 Ecotect programından alınan verilere göre Malatya için tüm yıl boyunca optimum eğim açısında (32°) güneş ışıınımı değerleri.....	58
Çizelge 6.2 Malatya için Mayıs-Eylül ayları arası dönem için optimum eğim açısında (16°) güneş ışıınımı değerleri.....	66

ÇATILARDA KULLANILAN TOPLAÇLARIN KENT GÖRÜNTÜSÜNE OLUMSUZ ETKİLERİ VE İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMLARI

Filiz EREZ

Mimarlık Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN

Konvansiyonel enerji kaynakları, tükenebilir olması, çevre kirliliğine yol açması ve pahalı olması nedeniyle, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji gibi alternatif enerji kaynaklarının yaygınlaşmasına sebep olmaktadır.

Güneş enerjisinden edilgen yararlanma yöntemleri kullanılmasının yanı sıra teknolojik gelişmelerle birlikte güneş enerjisinden etken yararlanma sistemleri ile ısı ve elektrik üreterek kullanımı olanaklı hale gelmiştir.

Türkiye’de kullanımı yaygın olan güneş enerjili su ısıtma sistemleri, çoğunlukla üreticilerin kar amaçlı yaklaşımları, tüketicilerin bu konuda yeterli bilgiye sahip olmaması ve düşük maliyet beklentileri sebebiyle verimi düşük ve mimari açıdan yapılarla uyum sağlamayan sistemler olmaktadır. Bu sistemlerin birçoğu yapılara sonradan eklenmekte ya da tasarım sürecine dâhil edilmemekte, dolayısıyla estetik olarak yapı ile bütünleşmeyen, yoğun olarak kullanılan bölgelerde ise kent görüntüsünü olumsuz etkileyen yapıların artmasına sebep olmaktadır.

Bu çalışma üç ana bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde güneş enerjili su ısıtma sistemleri tanıtılarak özellikleri, sistem çalışma biçimleri anlatılmıştır.

İkinci bölümde Türkiye’deki mevcut güneş enerjili su ısıtma sistemleri incelenmiştir. Sistemlerin yapı ve kent görüntüsüne olan olumsuz etkileri ve bunlara neden olan etkenler belirlenmiştir. Mimari ile uyum sağlanması ve sistemlerin konumlandırılma özelliklerine bağlı olarak verimlerinin arttırılması için izlenebilecek yaklaşımlar belirlenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde ise ikinci bölümde belirlenmiş olan yaklaşımlardan yola çıkılarak, belirlenen bir örnek yapı üzerinde güneş enerjili su ısıtma sistemi tasarım önerileri oluşturulmuştur.

Seçilen yapı için oluşturulan tasarım önerileri Ecotect programı ile incelenmiştir. Farklı çatı türleri üzerinde farklı toplaç yerleşim denemeleri yapılarak, mimari ile bütünleşirken aynı zamanda yüksek verime sahip güneş enerjili su ısıtma sistemi uygulamaları elde edilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjili su ısıtma sistemleri, Sürdürülebilirlik, Güneş enerjili etken sistemler.

ABSTRACT

NEGATIVE EFFECTS OF SOLAR THERMAL COLLECTORS ON ROOFS AND RESTORATION APPROACHES

Filiz EREZ

Department of Architecture
MSc Thesis

Advisor: Prof. Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN

Conventional energy sources being expendable, expensive and causing pollution, leading alternative energy sources such as wind energy, geothermal energy to be more popular.

Apart from the passive usage of solar energy, production of heat and electricity with active usage with the technological development became possible.

Solar thermal systems which are widely used in Turkey, are low efficient and inharmonious to structures because of the profit based approach of the manufacturers, consumers' lack of information, low cost expectations. Most of those systems are installed to the structures after the construction and not incorporated in the design stage which causes increase in the buildings that affect the silhouette of the towns negatively.

This study consists of three main sections.

Solar thermal systems, their properties and working schemes have been introduced in the first section.

In the second section, present solar thermal systems in Turkey are analyzed. The negative effects of the systems on structure and town architecture as well as the reasons are identified. Approaches have been presented in order to harmonize with the architecture and to increase efficiency based on the location properties.

At the third section of the study, based on the approach identified in the second

section, solar thermal system design proposals are developed on the identified example structure.

Developed design proposals for the chosen structure have been analyzed using Ecotect software. Different collectors are assessed on different type of roof types in order to achieve efficient solar thermal systems in harmony with the architecture.

Key Words: Solar thermal systems, Sustainability, Solar powered active systems.

1.1 Literatür Özeti

Günümüzde konvansiyonel enerji kaynaklarının tükenme durumuna gelmesi ve artan nüfus ile birlikte gerekli enerji ihtiyacının artması nedeniyle ve yeni enerji kaynaklarının kullanılmaya başlanması ile güneş enerjisi başlıca enerji kaynakları arasında yerini almıştır.

Çevre kirliliğine neden olmaması ve tükenmeyen bir enerji kaynağı olması güneş enerjisinin tercih edilmesini sağlayan önemli etkenlerdendir. Birçok ülkede konvansiyonel enerji kaynaklarının yerini almaya başlayan güneş enerjisinin kullanımı giderek artmaktadır.

Güneş, tükenmeyen bir kaynak olması, yenilenebilir olması ve yapılarda uygulanabilir olması nedeniyle sürdürülebilir yapı tasarımında önemli bir kaynaktır. Yapılarda güneş enerjisinden etken ve edilgen olarak faydalanmak mümkündür.

Etken sistemlerin yapılarda en çok uygulanan örneği güneş enerjili su ısıtma sistemleridir. Bunu hala gelişmekte olan PV sistemler takip etmektedir. Güneş enerjisini ısı ve elektrik enerjisine çevirerek kullanan bu sistemler günümüzde mimaride sıklıkla kullanılmaktadır.

Türkiye’de son yıllarda güneş enerjisi kullanımını arttırmaktadır. Çoğunlukla güneş enerjili su ısıtma sistemi uygulamaları olmakla beraber PV sistem uygulamaları da yaygınlaşmaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Ülkemizde güneş enerjili su ısıtma sistemi uygulamaları genellikle bilinçsiz olarak ve kar etme amacı ile yapılan hatalı uygulamalar yüzünden hem verim olarak yetersiz hem de çatı yüzeyleri ile uyumsuz sistemlerdir. Bu uygulamalar hem yapının mimarisini hem de daha geniş ölçekte bakıldığında kent görüntüsünü olumsuz olarak etkilemektedir.

Bu çalışmada güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin estetik olarak yapılar ile uyumsuz olmalarının hangi etkenlerden kaynaklandığı ve bu olumsuzlukların hangi uygulamalarla engellenebileceği araştırılacaktır.

1.3 Hipotez

Mevcut güneş enerjili su ısıtma sistemleri incelenerek sorunlar belirlenecek, ayrıca, gelişigüzel toplaç sistemlerinin kullanıldığı olumsuz örnek bir yapı seçilerek, bunun için oluşturulan farklı çatı biçimlenişleri üzerinde güneş enerjili su ısıtma sistemi tasarım önerileri oluşturulacaktır. Sistemlerde verim-estetik-maliyet optimizasyonu göz önünde bulundurularak nitelikli sistemler oluşturulması amaçlanmaktadır.

BÖLÜM 2

GÜNEŞİN ÖZELLİKLERİ

Güneş, Güneş Sistemi'nin merkezinde yer alan yıldızdır. Orta büyüklükte olan Güneş tek başına Güneş Sistemi'nin kütesinin % 99,8'ini oluşturur. Geri kalan kütle Güneş'in çevresinde dönen gezegenler, asteroitler, göktaşları, kuyruklu yıldızlar ve kozmik tozdan oluşur [1].

2.1 Güneş ve Işınımı

Güneş, hidrojen ve helyum gazlarından oluşan orta büyüklükte bir yıldızdır. Sıcaklığı merkez de yaklaşık $(8-40) \times 10^6$ K'i bulur. Yüzey sıcaklığı ise 6000 K civarındadır. Bu yüksek sıcaklık nedeniyle elektronlar, atom çekirdeklerinden ayrılırlar. Bu sebeple, güneşte atom ve molekül yerine elektronlar ve atom çekirdekleri bulunur. Bu karışıma "plazma" adı verilir. Dört hidrojen çekirdeği bir helyum çekirdeği yapar. Birleşme çok yüksek sıcaklıkta olur. Füzyon adı verilen bu olay yüksek sıcaklıkta ve atom çekirdeği yardımıyla olduğundan "Termonükleer Reaksiyon" adını alır [2].

Güneşte oluşan helyum miktarı, harcanan hidrojen miktarından daha azdır. Aradaki fark, güneşten ışın olarak çıkan enerjiyi verir (güneş radyasyonu). Güneşin merkezinde 1 saniyede 564 milyon ton hidrojen, 560 milyon ton helyuma dönüşmektedir. Arada ki 4 milyon ton fark karşılığı ısı ve ışık enerjisi halinde uzaya 386.000.000 EJ (Eksa joule) enerji yaydığı tahmin edilmektedir. Bu enerji çeşitli dalga boylarında ışınlar halinde dünyaya ulaşır. Güneşin 1 saniyede ürettiği enerji miktarı, insanlığın şimdiye kadar kullandığı enerji miktarından fazladır. Dünya, güneşten gelen enerjinin sadece milyarda

birini alır. Bu enerji 15 dakika depo edilebilse toplam dünya nüfusunun yıllık enerji ihtiyacı karşılanır [2].

Atmosfere gelen güneş ışınımının yaklaşık %17,5'i atmosferi ısıtmak için harcanır. Yaklaşık %35'i bulutlardan ve yerden yansiyarak tekrar uzaya döner. Güneşten gelen radyasyonun tümü 100 birim kabul edersek atmosferi ısıtmak için harcanan ve yansiyarak uzaya dönen değerlerin toplamından sonra geriye 47,5 birim kalır ki bu miktar yeryüzüne düşmekte ve burada ısıya dönüşmektedir. Yeryüzüne gelen ortalama güneş ışınımı değeri mevsim ve enleme bağlı olarak yaklaşık 300-1000 W/m²'dir [2].

Atmosfer dışında birim zamanda birim yüzeye gelen ışınım miktarı ortalama 1367 W/m² değerindedir, buna Güneş Değişmezi denir. Güneş ışınlarının, atmosferi hiçbir engel olmadan geçen ve direkt olarak yeryüzüne ulaşan kısmı dolaysız ışınım olarak tanımlanır. Toz partikülleri ve gaz molekülleri tarafından yansıtılan veya absorbe edilip yeniden aksettirilen ve yönsüz olarak yeryüzüne ulaşan bölümü ise yayınık (difüz) ışınım olarak tanımlanır. Dolaysız ve yayınık ışınımın toplamı, yeryüzüne (yatay yüzeylere) düşen toplam ışınım değerini ifade eder. Optimum şartlar altında (bulutsuz, açık havada, öğlen saatlerinde) toplam ışınım, 1000 W/m² değerine kadar ulaşmaktadır. Toplam ışınımın yaklaşık %75'lik kısmından faydalanmak mümkündür [3].

2.2 Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi veya Güneş erkesi, Güneş ışığından enerji elde edilmesine dayalı teknolojidir. Güneşin yaydığı ve dünyamıza da ulaşan enerji, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışınım enerjisidir. Güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanır. Dünya atmosferinin dışında güneş ışınımının şiddeti,yaklaşık olarak sabit ve 1370 W/m² değerindedir; ancak yeryüzünde 0-1100 W/m² değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi,insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından

düşme göstermiş, güneş enerjisi çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir.

Güneş enerjisinin diğer enerjilere göre birçok üstün özelliği bulunmaktadır. Güneş enerjisini etkin ve kullanılabilir kılan olumlu özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Güneş enerjisi tükenmeyen ve azalmayan bir enerji kaynağıdır.
- Güneş enerjisi, temiz bir enerji türüdür. Gaz, duman, toz, karbon veya kükürt gibi zararlı maddeleri yoktur.
- Güneş, dünya tüm ülkelerinin, herkesin yararlanabileceği bir enerji kaynağıdır. Bu sayede ülkelerin enerji açısından bağımlılıkları ortadan kalkacaktır.
- Güneş enerjisinin bir diğer özelliği, hiçbir ulaştırma harcaması olmaksızın her yerde sağlanabilmesidir.
- Güneş enerjisi hiçbir karmaşık teknoloji gerektirmemektedir. Hemen hemen bütün ülkeler, yerel sanayi kuruluşları sayesinde bu enerjiden kolaylıkla yararlanabilirler.

Güneş enerjisinin olumsuz özellikleri ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Güneş enerjisinin yoğunluğu azdır ve sürekli değildir. İstenilen anda istenilen yoğunlukta bulunamayabilir.
- Güneş enerjisinden yararlanmak için yapılması gereken düzeneklerin yatırım giderleri bugünkü teknolojik aşamada yüksektir.
- Güneşten gelen enerji miktarı bizim isteğimize bağlı değildir ve kontrol edilemez.
- Birçok kullanım alanının, enerji arzı ile talebi arasındaki zaman farkı ile karşılaşılmaktadır. Güneş enerjisinden elde edilen ısıtım talebinin yoğun olduğu zamanlarda kullanılmak üzere depolanmasını gerektirir. Enerji depolaması ise birçok sorun yaratmaktadır [4].

2.3 Mimaride Güneş Enerjisi Kullanımı

Güneş enerjisinden mimari tasarımda alınan önlemlerle etken (aktif) ve edilgen (pasif) olarak yararlanmak olanaklıdır. Edilgen yararlanmada sistem binaya entegre edilmiş ve yapı elemanları bu sistemin bir parçasıdır. Bu nedenle tasarımda alınacak önlemler öncelikli olup, olabildiğince az tesisat kullanımı söz konusudur. Günümüzde güneş mimarisi, yeşil mimari ve enerji etkin mimari uygulamaları oldukça güncel olmakla birlikte tarihsel perspektif, insanlığın binlerce yıldır güneşten gelen yaşam ve enerji akışının bilincinde olduğunu göstermektedir [5].

Güneş Enerjili Etken Sistemler

“Amaca göre üretilmiş toplaçlar aracılığıyla yutulan güneş ışınımını, istenen biçimdeki enerjiye dönüştürerek, yapıda kullanımına olanak veren mekanik ve/ya elektronik öğelerin bütünü” olarak tanımlanan güneş enerjili etken sistemler; ürettikleri enerjiye göre,

- Isıtma Sistemleri (Solar Thermal syst.),
- Fotovoltaik Sistemler (Pv syst.),
- Isıtma / Pv Sistemler (T/Pv syst.)

olarak sınıflandırılmaktadır. Güneş enerjili etken sistemler, ürettikleri enerjinin özelliklerine bağlı olarak ayrı öğelerden oluşmakta ve değişik biçimlerde yapılandırılmaktadır [6].

2.4 Türkiye'de Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, zirai ürünlerin kurutulması, soğuk mevsimlerde mahal ısıtması, evlerde havalandırma amacıyla ve tüm dünyada bilhassa gelişmiş ülkelerdeki yaygın uygulamaları ile kullanılmaktadır. Ülkemizde 1960'ların başlarında güneş enerjisi ilk defa alternatif enerji kaynağı olarak anlaşılmış ve bazı yatırımcılar ve üniversitelerde verilen tezler ile bu konu da çalışmalar başlamıştır [2].

1970'lerin ortalarında, dünyadaki güneş enerjisi teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak, ülkemizde de bilhassa güneş enerjisinin ısı uygulamaları konusu üniversiteler, devlet ve endüstri açısından önem kazanmış ve güneş enerjisi çalışmaları bu tarihten itibaren artan bir hızla gelişmiştir.

Güneş enerjisi konusundaki ilk ulusal kongre 1975 yılında İzmir'de gerçekleştirilmiştir. Yine ilk pasif güneş enerjisi uygulaması Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) bünyesinde 1975 yılında yapılmıştır.

Güneş enerjisi konusundaki çalışmalar ağırlıklı olarak ODTÜ, İTÜ, YTÜ ve Ege Üniversiteleri tarafından yaygın olarak yürütülmekle beraber, Türkiye'deki ilk Güneş Enerjisi Enstitüsü Ege Üniversitesi bünyesinde 1978 yılında kurulmuş ve o günden itibaren faaliyet göstermektedir. 1980'lerin sonunda bu konudaki çalışmaları devlet destekli TÜBİTAK bünyesindeki Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü (MBEAE) yürütmektedir. MBEAE, güneş enerjisi düşük sıcaklık uygulamaları ve Türk endüstrisinin ısı enerji ihtiyacının modellenmesi konusundaki projeleri 1977-1985 yılları arasında ağırlıklı olarak desteklemiştir. Yine TÜBİTAK bünyesinde 1986 yılında kurulan Ankara Elektronik Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü güneş pillerinin tasarımı ve üretimi konusundaki çalışmaları desteklemektedir.

Uluslararası Güneş Enerjisi Derneği Türkiye Şubesi (International Solar Energy Society Turkey Branch UGET-TB) 1992 yılından itibaren Türk devletinin izniyle aktif olarak çalışmalarını sürdürmektedir. Devlet Meteoroloji Enstitüsü (DME) geçen yüzyılın başından itibaren gittikçe artan sayıdaki istasyonlarda iklimsel verilerin kayıt edilmesi, değerlendirilmesi ve bilginin dağıtılması konusunda aktif olarak çalışmaktadır. Diğer taraftan Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) de güneş enerjisi ile su ısıtma, aktif ve pasif mahal ısıtması, yoğunşturan toplayıcılar ve güneş pilleri konusundaki çalışmalara imkân sağlamaktadır. Bu kuruluş 1982 yılından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarının ve özellikle güneş ve rüzgâr enerjisinin geliştirilmesinden sorumludur. Bu kuruluşun geçmişte bu konudaki çalışmaları daha ziyâde araştırma ve geliştirme ve projelerin tanıtılması konusunda olmakla beraber son yıllarda kaynakların tespiti ve potansiyel tayini ağırlık kazanmıştır. Makina ve Kimya Enstitüsü (MKE) kurumu ise düzlemsel ve

silindirik parabolik toplayıcıların üretimi, testleri ve pazarlanmasına yönelik çalışmaları kısa sürelerle gerçekleştirmiştir. Türkiye'deki güneş enerjisi araştırmalarını temel olarak almak üzere iki ana grupta toplamak mümkündür:

1. Güneş enerjisinden yararlanma potansiyelinin tespiti hakkındaki çalışmalar
2. Güneş enerjisi uygulamaları ve teknolojisi ile ilgili çalışmalar [4]

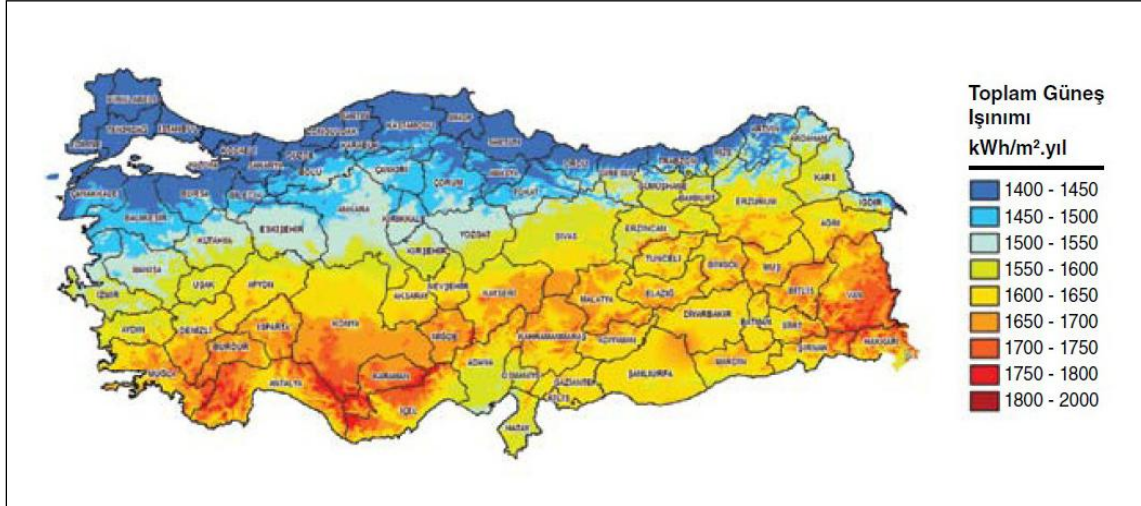
2.4.1 Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ısıtım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ısıtım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Aylara göre Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri ise Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Türkiye'nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli [7]

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/ay)
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm ² -gün	3,6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı da Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1 Türkiye'nin güneşlenme haritası [7]

Ancak, bu değerlerin, Türkiye'nin gerçek potansiyelinden daha az olduğu, daha sonra yapılan çalışmalar ile anlaşılmıştır. 1992 yılından bu yana EİE ve DMI, güneş enerjisi değerlerinin daha sağlıklı olarak ölçülmesi amacıyla enerji amaçlı güneş enerjisi ölçümleri almaktadırlar. Devam etmekte olan ölçüm çalışmalarının sonucunda, Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin eski değerlerden %20-25 daha fazla çıkması beklenmektedir.

EİE'nin ölçü yaptığı 8 istasyondan alınan yeni ölçümler ve DMI verileri yardımı ile 57 ile ait güneş enerjisi ve güneşlenme süreleri değerleri hesaplanarak bir kitapçık halinde basılmıştır.

Çizelge 2.2 Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı [8]

Bölge	Toplam ortalama güneş enerjisi kWh/m ² - yıl	En çok güneş enerjisi (Haziran) kWh/m ²	En Az güneş enerjisi (Aralık) kWh/m ²	Ortalama güneşlenme süresi saat/yıl	En çok güneşlenme süresi (Haziran) saat	En az güneşlenme süresi (Aralık) saat
Güneydoğu Anadolu	1.460	1.980	729	2.993	407	126
Akdeniz	1.390	1.869	476	2.956	360	101
Doğu Anadolu	1.365	1.863	431	2.664	371	96
İç Anadolu	1.314	1.855	412	2.628	381	98
Ege	1.304	1.723	420	2.738	373	165
Marmara	1.168	1.529	345	2.409	351	87
Karadeniz	1.120	1.315	409	1.971	273	82

2.4.2 Türkiye’de Güneş Enerjisi Kullanımı

Türkiye’de çoğu Akdeniz, Ege, Doğu Anadolu, Güney Doğu Anadolu Bölgelerinde kullanılmakta olan, güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştüren sıcak su üretme sistemleridir. Halen ülkemizde kurulu olan güneş toplacı miktarı yaklaşık 12 milyon m² olup, yıllık üretim hacmi 750 bin m²’dir ve bu üretimin bir miktarı da ihraç edilmektedir. Güneş enerjisinden ısı enerjisi yıllık üretimi 420 bin TEP civarındadır. Bu haliyle ülkemiz dünyada kayda değer bir güneş toplacı üreticisi ve kullanıcısı durumundadır.

Güneş toplaçlarının ürettiği ısı enerjinin birincil enerji tüketimimize katkısı yıllara göre aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 2.3 Güneş toplaçlarının ürettiği ısı enerjinin birincil enerji tüketimimize katkısı [2]

Yıl	Güneş Enerjisi Üretimi (bin TEP)
1998	210
1999	236
2000	262
2001	290
2004	375
2007	420

GÜNEŞ ENERJİLİ ISITMA SİSTEMLERİ

Güneş ışınımını toplaçlar aracılığıyla ısı enerjisine dönüştürüp; bu ısıyı su, hava vb bir akışkan ile doğrudan; ya da bir depolama ünitesinde değerlendirerek kullanımını sağlayan mekanik ve/veya elektronik sistemlerin bütününe, Güneş Enerjili Isıtma Sistemleri denir. Güneş enerjili etken ısıtma sistemleri yapılarda,

- Kullanım ısıtılması,
- Havuz suyunun ısıtılması,
- İklimlendirme havasının ön ısıtılması ve
- Mekân ısıtılması/soğutulması için kullanılmaktadır.

Isıtma sistemleri, ısıнын dağıtılmasında kullanılan akışkana göre iki grupta toplanır:

1.Güneş enerjili su ısıtma sistemleri

2.Güneş enerjili hava ısıtma sistemleri

Yukarıda adı geçen güneş enerjili ısıtma sistemleri, elde edilecek ısıнын niceliğine göre,

1.Düşük sıcaklık (20-100°C)

- Kullanım için sıcak su elde edilmesi
- Yapı ısıtılması-soğutulması
- Yüzme havuzlarının ısıtılması

2.Orta sıcaklık (100-300°C)

- Sanayide kullanım için buhar üretimi
- Büyük ısıtma-soğutma sistemleri
- Büyük ölçekli bölge, mekân ya da kullanım suyunun ısıtılması

3.Yüksek sıcaklık (>300°C)

- Güneş fırınları

uygulamaları olmak üzere üç grupta da toplanmaktadır.

Isıtma sistemlerinin genel çalışma ilkesi, ısıнын toplaçlar aracılığı ile toplanması, gerekli durumlarda toplam ısı enerjisinin daha sonra da kullanılabilmesi için depolanması ve ilgili alanlara dağıtılması esasına dayanır. Tüm güneş enerjili sistemlerde toplaçlar en önemli ve değişmez öğedir. Sistemlerin kurulum amacı, gereksinim duyulan enerji miktarı, iklim koşulları, ekonomik koşullar sistemde kullanılacak ısı toplacın nitelikleri üzerinde belirleyicidir [9].

3.1 Isıl Toplaçlar

Isıl toplaçlar, güneş ışınımından ısı enerjisinin üretildiği toplaçlardır. Isıl toplaçlar; biçimlerine göre,

- Düzlemsel
- Yoğunlaştırıcı

Akışkana göre,

- Sıvı akışkanlı
- Hava akışkanlı

Ürettikleri ısı enerjisine göre,

- Düşük ısılı
- Orta ısılı
- Yüksek ısılı

olarak sınıflandırılabilir.

3.1.1 Düzlemsel Isıl Toplaçlar

Düzlemsel toplaçlar, biçimsel olarak düz bir yapıdadır. Kullanım amacına göre gelişen teknoloji ile birlikte birçok değişik biçimde üretilen düzlemsel ısı toplaçlar temel olarak ısının aktarıldığı akışkana bağlı olarak,

1.Sıvı akışkanlı düzlemsel toplaçlar

- Camlı toplaçlar
- Açık toplaçlar
- Vakum tüplü toplaçlar

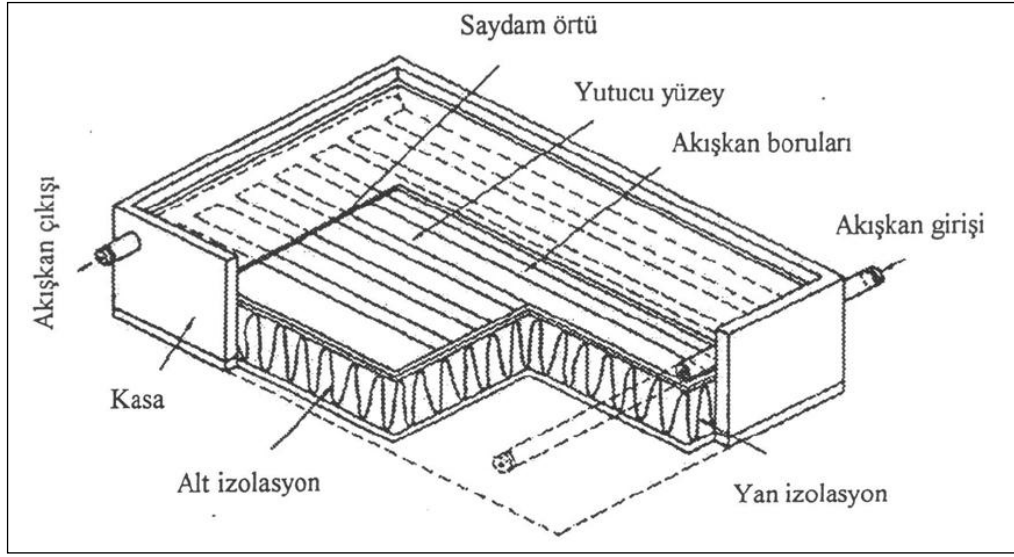
2.Hava akışkanlı düzlemsel toplaçlar

- Camlı toplaçlar
- Açık toplaçlar

olarak sınıflandırılmaktadır.

3.1.2 Sıvı Akışkanlı Camlı Düzlemsel Toplaçlar

- a. Sıvı akışkanlı camlı düzlemsel toplaçlar;
- b. Akışkanın dolaştığı borudan,
- c. Soğurucu bir yüzeyden,
- d. Bu yüzeyi koruyan ve ser etkisi ile verimini arttıran geçirgen bir örtü elemanından,
- e. Isı kayıplarının en azda tutulması için yalıtım malzemesinden ve
- f. Bu elemanları bir arada uygun şekilde tutmaya yarayan bir kasadan oluşur [10].



Şekil 3.1 Sıvılı düzlemsel güneş toplacının kesiti [11]

Üst örtü: Toplaçların üstten olan ısı kayıplarını en aza indirgeyen ve güneş ışınlarının geçişini engellemeyen bir malzemeden olmalıdır. Cam, güneş ışınlarını geçirmesi ve ayrıca yutucu plakadan yayınlanan uzun dalga boylu ışınları geri yansıtması nedeni ile örtü malzemesi olarak son derece uygun bir gereçtir. Bilinen pencere camının geçirme katsayısı 0.88'dir. Son zamanlarda özel olarak üretilen düşük demir oksitli camlarda bu değer 0.95 seviyesine ulaşmıştır. Bu tür cam kullanılması verimi % 5 mertebesinde artırır. [7]

Yutucu yüzey: Yutucu yüzey toplacın en önemli bölümüdür. Güneş ışınları, absorban plaka tarafından yutularak ısıya dönüştürülür ve sistemde dolaşan sıvıya aktarılır.

Yutucu yüzey tabanda ve üstte birer manifold(bir tür emiş borusu) ile bunların arasına yerleştirilmiş akışkan boruları ve yutucu plakadan oluşur. Yutucu plaka ışınları yutması için koyu bir renge genellikle siyaha boyanmıştır. Kullanılan boyanın yutma çarpanının (absorptivite) yüksek, uzun dalga boylu ışıyı yama katsayısının (emissivite) düşük olması gerekmektedir. Bu nedenle de bu özelliklere sahip seçici yüzeyler kullanılmaktadır. Mat siyah boyanın yutuculuğu 0.95 gibi yüksek bir değer iken yayıcılığı da 0.92 gibi istenmeyen bir değerdedir. Yapılan seçici yüzeylerde yama

katsayısı 0.1'in altına inmiştir. Seçici yüzey kullanılması halinde toplaç verimi ortalama % 5 artar.

Yutucu yüzey, borular ile sıkı temas halinde olmalıdır. Alüminyumda olduğu gibi, akışkan borularının kanatlarla bir bütün teşkil etmesi en iyi durumdur. Bakır ve sac gereçlerde bu mümkün olmadığı için akışkan boruları ile plakanın birbiri ile bütünleşmesi problemi ortaya çıkmaktadır. Bu problem ya tamamen ya da belli aralıklarla lehim veya kaynak yapmakla çözülebilir.

Isı Yalıtım: Toplacın arkadan olan ısı kayıplarını en aza indirmek için absorban plaka ile kasa arası uygun bir yalıtım maddesi ile yalıtılmalıdır. Absorban plaka sıcaklığı, toplacın boş kalması durumunda 150 °C a kadar ısınması nedeniyle kullanılacak olan yalıtım malzemesinin sıcak yalıtım malzemesi olması gerekmektedir. Isı iletim katsayıları düşük ve soğuk yalıtım malzemesi olarak bilinen poliüretan kökenli yalıtım malzemeleri tek başına kullanılmamalıdır. Bu tür yalıtım malzemeleri, absorban plakaya bakan tarafı sıcak yalıtım malzemesi ile takviye edilerek kullanılmalıdır.

Toplaç Kasası: Kasa, yalıtkanın ıslanmasını önleyecek biçimde yapılmalıdır. Özellikle toplaç giriş ve çıkışlarında kasanın tam sızdırmazlığı sağlanmalıdır. Kasanın her yanı 100 kg/m² (981Pa=N/m²) basınca dayanıklı olmalıdır (TSE-3680).

Sıvılı toplaçlarda sızdırmazlığın yüzde yüz sağlanamadığı durumlarda camda yoğunlaşan su buharını dışarıya atmak amacıyla kasanın iki yan kenarına tam karşılıklı ikişer adet 2-3 mm çapında delik açılmalıdır. [7]

3.1.3 Sıvı Akışkanlı Açık Toplaçlar

Koruyucu örtünün ve yutucu yüzeyin kullanılmadığı suyun geçtiği boruların hem soğurucu yüzey hem de taşıyıcı olduğu bu toplaçlar camlı toplaçlara göre daha basit ve ucuzdur. Daha çok havuz suyunun ısıtılması gibi düşük ısı uygulamalarda kullanılan bu toplaçlar, donmaya karşı önlem gerektirmez ve aşırı ısınma olmamasından dolayı kauçuk ya da plastik malzemelerden üretilbilirler. [7]

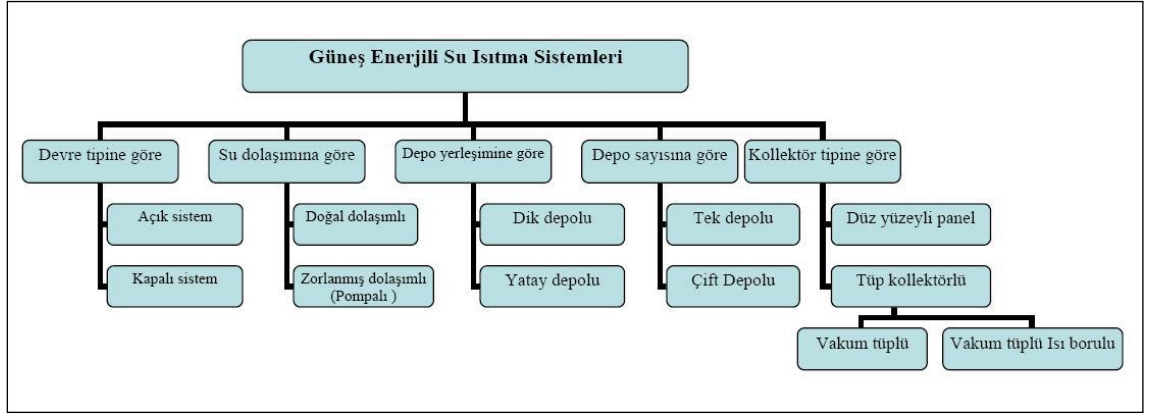
3.1.4 Vakum Tüplü Toplaçlar

Özellikle dış ortam sıcaklığının düşük ve doğrultulu güneş ışınımının az olduğu soğuk bölgelerde daha iyi verim alabilmek için geliştirilen vakum tüplü toplaçlar taşınım ve iletim yoluyla ısı kayıplarını en aza indirmek için aradaki havanın alındığı iç içe iki ayrı tüpten oluşan sıraların paralel olarak bağlanmasıyla elde edilen düzlemsel toplaçlardır.

İç kısımdaki tüp, güneş ışınımının yutulduğu, seçici yüzey ile kaplanmış yutucu yüzeyi oluşturur. Güneş ışınımı dış tüpten içeri girerek yutucu tüpe gelir ve elde edilen ısı enerjisi akışkana iletilir. Toplaç, tüplerin oluşturduğu çok sayıdaki sıranın birbirine paralel olarak bağlanması ile oluşur. Vakum tüplü toplaçlar modüler bir yapıya sahiptir ve sıcak su gereksinimine bağlı olarak tüpler toplaca eklenebilir ya da çıkartılabilir. Isı kayıplarının az olmasından, yüksek yutuculuğun sağlanmasından, güneş ışınımının dik ulaşımından dolayı yüksek verim ve ısı sağlanan vakum tüplü toplaçların pahalı olmaları kullanımını azaltan en önemli etkidir [12].

3.2 Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri

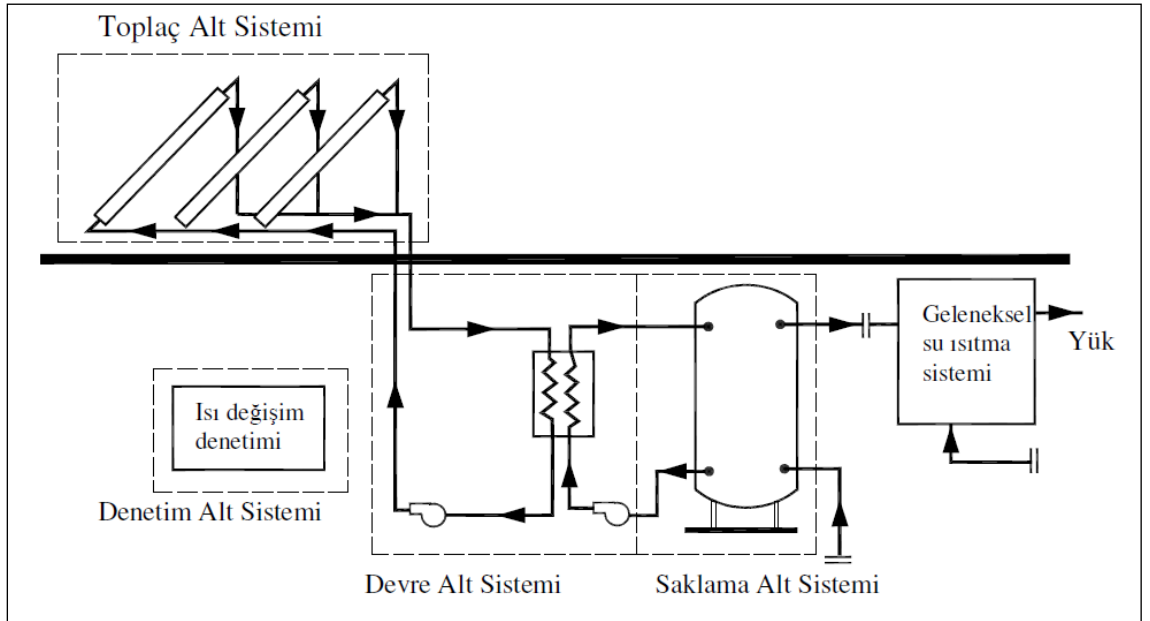
Güneş enerjili su ısıtma sistemleri, “güneş ışınımını ısı enerjisine dönüştürüp, bu ısıyı su ortamında saklayan ve dağıtan elemanların bütünüdür” olarak tanımlanabilir. Gereksinimin karmaşıklığına ve büyüklüğüne bağlı olarak sistemlerin ayırım göstermesine karşın, tüm güneş enerjili su ısıtma sistemleri, suyun ısıtılması, depolanması ve dağıtılması temeline dayanır. Güneş enerjisinin dönüşümü ile üretilen sıcak su, sistemin özelliklerine bağlı olarak, yıkanma, çamaşır, bulaşık gibi kullanıcı gereksinimlerinin karşılanması için doğrudan kullanılabilirdiği gibi geleneksel ısıtma sisteminin desteklenmesi için de kullanılabilir.



Şekil 3.2 Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin sınıflandırılması [13]

Güneş enerjili su ısıtma sistemleri, sistemin karmaşıklığına bağlı olarak değişim gösterse de, genel bir yaklaşımla 4 alt sistemden oluşur [14].

- Toplaç Alt sistemi
- Saklama Alt sistemi
- Devre Alt sistemi
- Denetim Alt sistemi



Şekil 3.3 Güneş enerjili su ısıtma sistem şeması [15]

3.2.1 Toplaç Alt Sistemi

Toplaç alt sistemi, güneş ışınlamından ısı enerjisi elde ederek bunu akışkana iletmek için gereken tüm elemanlardan oluşan sistemdir. Toplaç alt sistemi genel olarak,

Toplaç dizilerinden, toplaçları ayakta tutan taşıyıcı sistemden, iç dolaşım borularından oluşur [14].

Toplaç dizileri: özellikle büyük sistemlerde, ayrı toplaçlar, birleştirilerek gruplandırılır. Küme olarak adlandırılan bu gruplar, borular aracılığı ile birleştirilerek toplaç dizileri oluşturulur. Etkin bir sistem verimi açısından toplaç dizilerindeki dolaşımın düzenli ve dengeli olması önemlidir.

Taşıyıcı sistem: toplaçları taşıyan ve güneş ışınlamının istenen biçimde ulaşımı için toplaçların uygun konumda sabitlenmesini sağlayan sistemdir.

3.2.2 Saklama Alt Sistemi

Saklama alt sistemi, toplanan ısı enerjisinin gereken zamanlarda yükün karşılanması için korunumunu sağlayan sistemdir. Depo ya da depolardan, depoyu taşıyan, koruyan ve gerektiğinde ısı dönüşümünün gerçekleştiği tüm elemanlardan oluşur. Isı enerjisinin gereksinim duyulduğunda kullanılabilmesi için saklandığı alanlar olan depolar, toplaçlardan sonra sistemin en önemli ögesidir. Doğru seçim ve boyutlandırma sistemin verimi açısından önem taşır. Sıcak su sistemlerinde depolar: [16]

Konumuna göre,

- Açık depolar
- Yeraltı depoları
- Çatı arası depoları

Saklama süresine göre,

- Kısa dönem

- Uzun dönem

olarak sınıflandırılabilir.

Açık Depolar: Alüminyum, galvanizli sac, beton, fiberglas vb. malzemelerden üretilen, taşıyıcı bir yüzeyin üzerine yerleştirilerek sisteme bağlanan, küçük ve orta ölçekli sistemlerde, kısa dönem saklama yani günlük sıcak su gereksinimi için kullanılan depolardır. Bu tür depoların biçimlendirilmesinde, yüzey alanı büyüklüğü ve uygulama kolaylığı etkili olur. Aynı hacimdeki küresel bir deponun dış yüzey alanı, kübik ve silindirik depolara göre daha küçük olmasına karşın, küresel depoların üretimi zor olduğundan su ısıtma sistemlerinde genellikle sıcak su ile soğuk suyun karışmadığı düşey silindirik depolar kullanılır [17].

Yüksekliği genişliğine göre büyük olan depolarda, yüzey alanının artmasına bağlı olarak ısı kayıpları artar. Deponun alt ve üst bölgelerindeki sıcaklık ayrımları da artar. Depolarda,

- Kullanılan malzemenin ısı iletkenlik katsayısına,
- Yapılan yalıtıma,
- Depo yüzey alanı büyüklüğüne,
- Depo ve çevre sıcaklıkları arasındaki ayrıma

bağlı olarak depodan çevresine ısı kaybı olur. Bu ısı kayıplarının en azda tutulması için depoların dış kısmının cam yünü, strafor benzeri ısı yalıtımı malzemeleri kaplanması sistem verimi açısından önemlidir. Isınan suyun yukarıda olduğu göz önüne alındığında özellikle depoların üst kısımlarının ısı köprüleri oluşturmadan iyi yalıtımı önem kazanır. Toplaçlarda dolaşan akışkanın su olmadığı durumlarda elde edilen ısı, depolardaki suya deponun alt kısmındaki bir ısı çevrimcisi tarafından iletilir. Sıcak su depolarının büyüklüğü, yükün özelliklerine ve iklim koşullarına bağlı olarak belirlenir. Sistemlerde açık depoların kullanılması durumunda dikkat edilecek konular,

- Deponun yeterli düzeyde ve uygun biçimde yalıtılması,

- Deponun boru bağlantıları içerideki suyun devrine izin vermeyecek biçimde oluşturulması,
- Sıcak su tüketiminin olmadığı zamanlarda deponun içindeki sıcak suyun boşaltılması,
- Depolarda suyun kaynama noktasını geçmemesi için sıcaklık algılayıcısının bulunması,
- Sıcak su depolarında kullanılan malzemenin korozyona dirençli, sızdırmaz ve uzun ömürlü olması

olarak özetlenebilir [18].

Yeraltı Depoları

Kullanıcı sayısının çok olduğu, 1000-10.000m³ suyun ısıtıldığı büyük sistemlerde saklamanın yer altında sağlandığı depolardır. Yeraltı depolarının yapılandırılmasında en önemli konu sıcak suyun saklanma süresi olduğundan genellikle kısa ve uzun dönem saklama olarak sınıflandırılmaktadır [19].

Kısa Dönem Depolama: Kısa dönem saklama gece gündüz ayrımı boyunca gerekli ısının sağlanmasını amaçlar. Yıllık su gereksiniminin %10-20 sini karşılamayı amaçlayan, daha çok yaz aylarındaki sıcak su gereksinimi için tasarlanan depolardır.

Uzun Dönem Depolama: Hem mekân hem de kullanım suyunun ısıtılması için kullanılan bu depolar yıllık su gereksiniminin %50-80 ini karşılamayı amaçlayan ve yazın ısıtılan suyun kış aylarında da kullanımı için tasarlanan depolardır. Sistemlerin çevrenin ve uygulamanın özelliklerine ve ekonomik koşullara bağlı olarak değişik biçimlerde yeraltı depoları oluşturulmaktadır. Bu tür depoların bakım ve onarımı güç ve pahalı bir işlem olduğundan, depoların tasarımında yalıtım, dayanıklılık, konum, biçim ve boyut, işçilik ve yüksek nitelik dikkat edilmesi gereken konulardır [15].

Çatı Arası Depoları

Eğimli çatılı yapılarda, çatı arasında uygun alan bulunması durumunda, güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin toplaçları çatı arasında konumlandırılabilir. Zorlanmış dolaşimli sistemler için ve yüksek eğimli çatılarda doğal dolaşimli sistemler için uygundur.

3.2.3 Devre Alt Sistemi

Devre alt sistemi, ısı enerjisini toplaçlardan depoya ileten sistemdir. Isı iletim akışkanı, pompa(lar), borular, ısı iletim sıvısı, genleşme tankı, değişik biçimlerdeki valfler ve gerekli durumlarda ısı dönüştürücüsü sistemin elemanlarıdır. Bir devre alt sistemi oluşturulurken dikkat edilmesi gereken konular;

- Sistemin aşırı soğumaya ve ısınmaya karşı korunması,
- Boru ve kanalların bozulmaya, paslanmaya karşı dayanıklı olması,
- Sistemin ısı kayıplarının en azda tutulması,
- Toplaçla depo arasındaki boruların kısa tutulması ve korunması,
- Sistemde su kaçışlarının önlenmesi,
- Sistemde basıncın denetlenmesi ve gerekli çıkışların bırakılması,
- Pompa sayısının ve pompa için harcanan enerjinin en azda tutulması

olarak sıralanabilir [14].

3.2.4 Denetim Alt Sistemi

Denetim alt sistemi, sistemin ne zaman çalışması ya da durması gerektiğine karar vererek sistemin güvenilir biçimde çalışmasını sağlayan öğelerden oluşur. Genel bir yaklaşımla bir denetim sistemi, elektronik denetim ünitesinden, ısı alıcılarından, programlama ara yüzlerinden oluşur. Denetim alt sisteminde en önemli konu kullanılan denetim yöntemidir.

3.3 Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Çalışma Biçimleri

Güneş enerjili sıcak su sistemleri, güneş enerjisini toplayan düzlemsel toplaçlar, ısınan suyun toplandığı depo ve bu iki kısım arasında bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa ve kontrol edici gibi sistemi tamamlayan elemanlardan oluşmaktadır.

Güneş enerjili su ısıtma sistemleri tabii dolaşimli ve pompalı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Her iki sistem de ayrıca açık ve kapalı sistem olarak tasarlanabilirler. [7]

3.3.1 Doğal Dolaşimli Sistemler

Doğal dolaşimli sistemler ısı transfer akışkanının kendiliğinden dolaştığı sistemlerdir. Toplaçlarda ısınan suyun yoğunluğunun azalması ve yükselmesi özelliğine dayanmaktadır. Bu tür sistemlerde depo toplacın üst seviyesinden en az 30 cm yukarıda olması gerekmektedir. Deponun alt seviyesinden alınan soğuk (ağır) su toplaçlarda ısınarak hafifler ve deponun üst seviyesine yükselir. Gün boyu devam eden bu olay sonunda depodaki su ısınmış olur. Doğal dolaşimli sistemler daha çok küçük miktarda su ihtiyaçları için uygulanır. Deponun yukarıda bulunması zorunluluğu nedeniyle büyük sistemlerde uygulanamazlar. Pompa ve otomatik kontrol devresi gerektirmediği için pompalı sistemlere göre biraz daha ucuzdur.

3.3.2 Zorlanmış Dolaşimli Sistemler

Isı transfer akışkanının sistemde pompa ile dolaştırıldığı sistemlerdir. Deposunun yukarıda olma zorunluluğu yoktur. Büyük sistemlerde su hatlarındaki direncin artması sonucu tabii dolaşımın olmaması ve büyük bir deponun yukarıda tutulmasının zorluğu nedeniyle pompa kullanma zorunluluğu doğmuştur.

Pompalı sistemler otomatik kontrol devresi yardımı ile çalışırlar. Depo tabanına ve toplaç çıkışına yerleştirilen diferansiyel termostatin alıcıları; toplaçlardaki suyun depodaki sudan 10°C daha sıcak olması durumunda pompayı çalıştırarak sıcak suyu depoya alır, bu fark 3°C olduğunda ise pompayı durdurur. Pompa ve otomatik kontrol

devresinin zaman zaman arızalanması nedeniyle işletilmesi tabii dolaşımli sistemlere göre daha zordur.

3.3.3 Açık Sistemler

Açık sistemler kullanım suyu ile topaçlarda dolaşan suyun aynı olduğu sistemlerdir. Kapalı sistemlere göre verimleri yüksek ve maliyeti ucuzdur. Suyu kireçsiz ve donma problemlerinin olmadığı bölgelerde kullanılırlar.

3.3.4 Kapalı Sistemler

Kullanım suyu ile ısıtma suyunun farklı olduğu sistemlerdir. Topaçlarda ısınan su bir eşanjör vasıtasıyla ısını kullanım suyuna aktarır. Donma, kireçlenme ve korozyona karşı çözüm olarak kullanılırlar. Maliyeti açık sistemlere göre daha yüksek verimleri ise eşanjör nedeniyle daha düşüktür. [7]

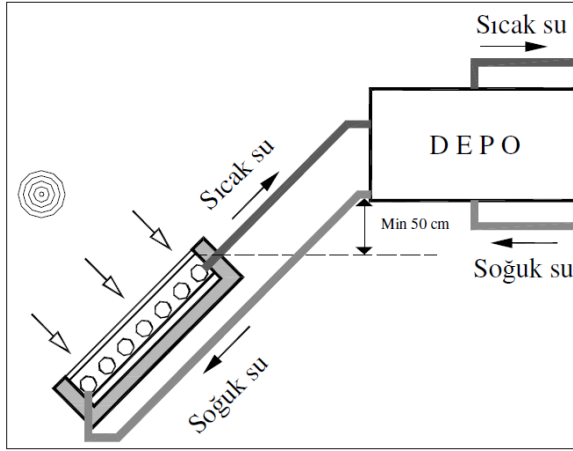
Doğal dolaşımli/açık devre sistemler: “Termosifon tipi su ısıtıcı olarak da adlandırılan bu sistemler ekonomik ve kolay uygulanır olması nedeniyle en yaygın kullanılan su ısıtma sistemleridir.

Topaçlarda ısınan su genişerek doğal dolaşımli toplacın üst kısmından depoya doğru akar, bunun yerini deponun altındaki soğuk su alır. Güneş ışıını olduğu ve topaç sıcaklığı depo sıcaklığından büyük olduğu sürece bu dolaşım devam eder.

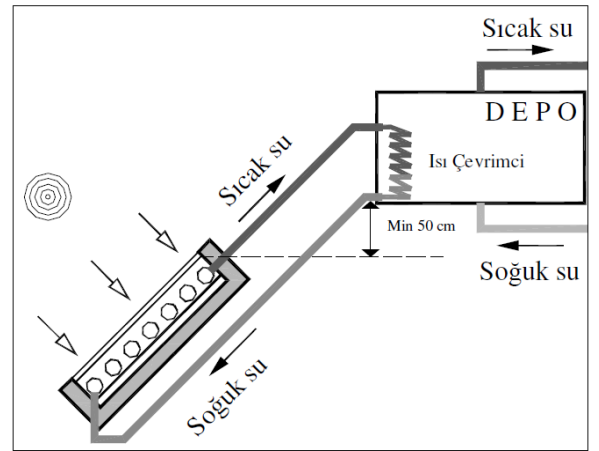
Doğal dolaşımli/kapalı devre sistemler: Sistemde kullanılan antifriz özellikli akışkan kapalı bir devrenin içinde ısınarak, doğal dolaşımli toplacın üst kısmından depoya doğru hareket eder. Bir ısı çeviricisinin içinden geçerek ısını depodaki suya iletir ve soğuyarak tekrar topaçlara döner. Akışkanın sıcaklığı topaç sıcaklığından düşük olduğu sürece bu dolaşım, kapalı bir devre içinde doğal dolaşımli devam eder.

Zorlanmış dolaşımli/açık devre sistemler: Bu tür sistemlerde, topaçla depo sıcaklığı arasındaki ısı ayrımı belli bir düzeyin altında ya da üstünde olduğu zaman, kullanım suyu bir pompa aracılığıyla topaç ve depolar arasındaki devrede dolaştırılarak depoya

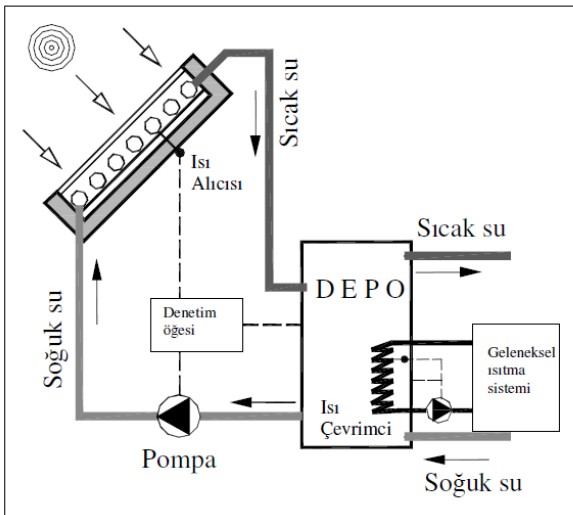
aktarılır. Bu tür sistemlerde, pompaların çalışmasını belirleyen denetim alt sisteminin nitelikleri sistem verimini ve işletim masraflarını doğrudan belirler.



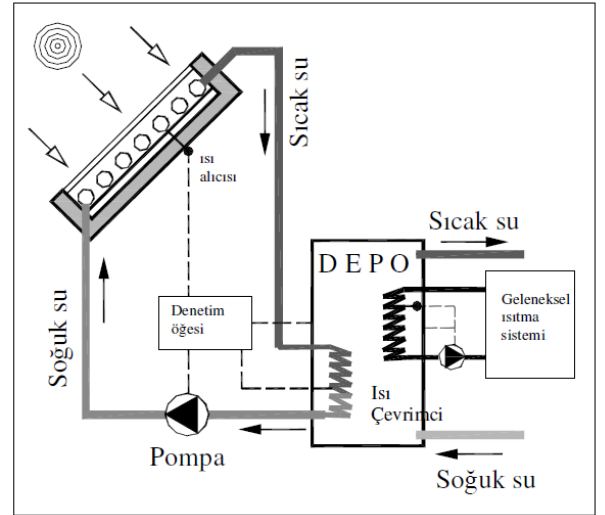
Doğal dolaşimli/açık devre



Doğal dolaşimli/kapalı devre



Zorlanmış dolaşimli/açık devre



Zorlanmış dolaşimli/kapalı devre

Şekil 3.4 Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin çalışma biçimlerine göre sistem şemaları [15]

Güneş enerjili su ısıtma sistemleri, güneş enerjisini toplayan toplaçlar, ısınan suyun toplandığı depo ve bu iki kısım arasında bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa ve kontrol edici gibi sistemi tamamlayan elemanlardan oluşmaktadır. Şekil 3.1’de güneş enerjili su ısıtma sistemleri çeşitli yönlerden sınıflandırılmıştır.

3.4 Çalışma Biçimlerine Göre Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Özellikleri

Doğal Dolaşımli Sistemlerin Özellikleri

- Ülkemizde yaygın olarak kullanılan doğal dolaşımli sistemler, pompa ve otomatik kontrol devresi gerektirmediği için pompalı sistemlere göre maliyeti daha düşüktür.
- Depo seviyesinin toplaç seviyesinden yukarıda olması gerektiği için yapı ve kent görüntüsünü olumsuz yönde etkiler.

Zorlanmış Dolaşımli Sistemlerin Özellikleri

- Isı transfer akışkanı sistemde pompa ile dolaştırıldığı için maliyeti yüksektir.
- Depo seviyesinin toplaç seviyesinden yukarıda olması zorunluluğu yoktur.

Açık Devre Sistemlerin Özellikleri

- Kullanım suyu ve toplaçlarda dolaşan su aynı olduğu için verimleri kapalı devre sistemlere göre daha yüksektir.
- Kapalı devre sistemlere göre maliyeti daha düşüktür.

Kapalı Devre Sistemlerin Özellikleri

- Kullanım suyu ve ısıtma suyu farklı olduğu için verimleri açık devre sistemlere göre daha düşüktür.
- Açık devre sistemlere göre maliyeti daha yüksektir.

Çizelge 3.1 'de güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin doğal dolaşımli ve zorlanmış dolaşımli türleri için olumlu ve olumsuz özellikleri karşılaştırılmaktadır.

Çizelge 3.1 Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin olumlu ve olumsuz özellikleri [13]

Sistem	Olumlu Özellikler	Olumsuz Özellikler
Doğal dolaşimli	Tasarımları basittir ve pompasız çalışırlar. Otomatik kontrol sistemi (eğer varsa) basit bir düzendir. Isı toplama devresine ısı değiştirgeci koymaya gerek yoktur. Maliyeti düşüktür.	Don tehlikesi olmayan veya çok az olan bölgelerde kullanılabilir. Bazı sular çökelme veya kabuklaşmaya sebep olabilir. Depolama tankının toplaçtan daha yükseğe konması gerekir. Çatı veya üst katın depolama tankını taşıyabilmesi için takviye edilmesi gerekir. Sıcak su üretme kapasitesi azdır. Toplaçlarda su dolaşımı yavaş olduğundan su sıcaklığı daha yüksektir. Bu nedenden dolayı da verimi daha düşüktür.
Pompalı (Zorlanmış dolaşimli)	Sistemde sirkülasyon pompası ve otomatik kontrol ünitesi olduğu için dolaşım debisi gerektiği kadar olur, sistemin verimi artar ve sürtünme kayıpları en aza iner. Kapalı tip sistemlerde dolaşım suyuna antifiriz eklenerek kışın olabilecek donma tehlikesi ortadan kalkar ve sistemin kullanım ömrü artar.	Sistemde pompa ve otomatik kontrol ünitesi olduğu için maliyeti artar. Kapalı sistemlerde ısı değiştirgeci kullanıldığı için ısı transferi kayıplarından dolayı verim düşük olabilmektedir.

TÜRKİYE’DE GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITMA SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Güneş enerjili su ısıtma sistemleri uygulamalarının en fazla görüldüğü bölgeler de Güney Doğu Anadolu Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ve Ege Bölgesidir.

Ülkemizde bulunan güneş enerjili su ısıtma sistemi uygulamaları incelendiğinde çoğunlukla yapılara sonradan eklenen, üretim sırasında belirli bir standarda uyulmadan, ucuz maliyet ve yüksek kar elde etme amaçlı çalışmalar göze çarpmaktadır. Bunun sonucunda ortaya çıkan ürünler ise verimi düşük ve mimari ile uyumsuz olmaktadır.

4.1 Etken Sistemlerin Yapılarda Değerlendirilme Biçimleri

Yapılarda etken sistem kullanımı, yapıların enerji gereksinimlerinin karşılanması ve ekonomik yarar elde edilmesinin yanında, sürdürülebilirliğin çevre ve kaynak korunumu, zararlı atıkların azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ilkelerine de hizmet ettiğinden, sürdürülebilir bina yaklaşımında önemli bir uygulama ve tasarım alanı oluşturmaktadır [15].

Çevresel, ekonomik, enerji korunumu, prestij gibi birçok amaçla yapılarda kullanılan etken sistemler, ekonomik ve teknolojik yeterlilik, yapı özellikleri, kullanıcı ve uygulayıcının bilinç ve bilgi düzeyi doğrultusunda yapılarda;

1.Yapıya eklenen sistemler

2.Yapıyla bütünleşik sistemler

olmak üzere iki biçimde değerlendirilmektedir.

Bu bölümde, güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin ülkemizde yaygın kullanım biçimi olarak “çatıya sonradan eklenen sistemler olarak kullanımı” ayrıntılı olarak incelenmiştir.

4.1.1 Yapıya Eklenen Sistemler

Eklenen sistemler, etken sistemlerin binaların bütününden ayrı bir biçimde ele alınan, enerji üretimi dışında bir görevi olmayan, yapıdan bağımsız, ek bir sistem olarak kullanıldığı uygulamalardır. Bu tür sistemlerde toplaçlar yapının uygun olan yüzeylerine taşıyıcı ayaklar aracılığıyla yerleştirilirken depolar yapıdaki uygun alanlara konumlandırılmakta ve sistem döşemi yapının diğer ilgili döşemleriyle ilişkilendirilmektedir. Türkiye’deki uygulamaların büyük çoğunluğunu eklenen sistemler oluşturmaktadır.

4.1.2 Yapı Bütünleşik Sistemler

Yapı bütünleşik sistemler (Building Integrated Systems), toplaç alanlarının enerji üretimi yanında yapının bütünlüğü içinde yapı elemanı olarak değerlendirildiği, çok işlevli sistemlerdir. Bu tür sistemlerde toplaçlar, kullanıldıkları yapı öğesinde yapıya ait görevleri de yerine getirmekle sorumludur ve “enerji üreten yapı elemanları” olarak tanımlanabilirler [15].

4.2 Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Çatı Biçimlenişi Açısından Değerlendirilmesi

Binayı oluşturan temel birleşenlerden biri çatıdır. Kimi zaman yapıyı tamamlayan estetik bir tasarım, kimi zamanda yapıya sağladığı iklimsel konfor değerleri sayesinde yaşanılır mekânlar oluşturma adına önemli bir yapı elemanıdır.

Çatı; yapı üzerinde mimari bir öge olarak büyük öneme sahiptir. Ülkemizde tasarım

sürecinden sonra yapıya eklenen ve yapı ile bütünleşmesi düşünülmeden yapılan uygulamalar, çatıların ve dolayısıyla yapıların görünümünü olumsuz olarak etkilemektedir. Bu tür uygulamaların sıklıkla görüldüğü bölgelerde ise kent dokusu da etkilenmekte, kentsel estetik bozulmaktadır.

Çatılar, yapı üzerinde güneş enerjisini toplama açısından en uygun açı ve yüzeye sahip olduğundan yapıya sonradan eklenen güneş enerjili su ısıtma sistemleri genellikle çatılar üzerinde konumlandırılmaktadır.

Ülkemizdeki mevcut sistemler incelenirken, sistemlerin çatı ile olan ilişkileri büyük önem kazanmaktadır. Estetik olarak, çatı biçimlenişinin sistem tasarımı ile ilişkisi incelenmelidir.

•Çatılar

Çatı tipleri çatının yapısına, kullanım şekline, konstrüksiyonuna, kaplamasına, yalıtımına bağlı olarak çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir.

Çatılar eğimlerine göre üçe ayrılır:

1- Düz Çatılar

Eğim açısı, 5 dereceye kadar olan çatılardır.

2- Orta Eğimli Çatılar

Eğim açısı 5 derece ile 40 derece arasında olan çatılardır.

3- Dik Çatılar

Eğim açısı, 40 dereceden fazla olan çatılardır.

Türkiye için farklı şehirlerde ilgili imar yönetmeliklerine göre uygulanabilen eğim açıları farklılık göstermektedir. Uygulanabilecek çatı eğimleri en fazla, İstanbul için %45, Ankara için %40, İzmir için %33 tür. [20]

Türkiye’de güneş enerjisinden tüm yıl faydalanma durumu göz önüne alındığında eğim açısı değerleri incelenen örnek şehirler için 31°-32° civarında, Mayıs-Eylül ayları arasındaki dönem için faydalanma durumu göz önüne alındığında 16°-18° arasında değiştiği görülmektedir. Türkiye’deki farklı bölgelerden seçilen illere göre yıllık

optimum eğim açıları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Bu çalışma kapsamında tüm Türkiye için güneş enerjisinden yararlanma için optimum çatı eğimi açısı tüm yıl için 32°, yaz dönemi için 16° olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 4.1 Farklı bölgelerden seçilen illerde tüm yıl için aylara göre optimum eğim açıları [21]

	İstanbul	Ankara	İzmir	Malatya
Aylar	Optimum Eğim Açısı			
Ocak	58	57	60	59
Şubat	50	50	52	52
Mart	39	39	40	40
Nisan	26	25	25	24
Mayıs	14	13	13	10
Haziran	7	8	6	5
Temmuz	11	11	9	8
Ağustos	22	22	21	20
Eylül	37	37	36	36
Ekim	49	49	49	50
Kasım	57	56	58	58
Aralık	60	58	62	61
Tüm Yıl	31	31	32	32

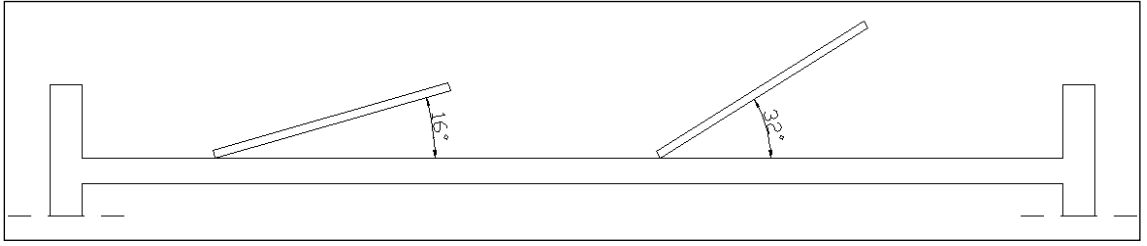
Çizelge 4.2 Farklı bölgelerden seçilen illerde Mayıs-Eylül ayları arası dönem için aylara göre optimum eğim açıları [21]

	İstanbul	Ankara	İzmir	Malatya
Aylar	Optimum Eğim Açısı			
Mayıs	14	13	13	10
Haziran	7	8	6	5
Temmuz	11	11	9	8
Ağustos	22	22	21	20
Eylül	37	37	36	36
Ortalama	18	18	17	16

4.2.1 Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Teras Çatılar ile İlişkisinin Değerlendirilmesi

Teras çatılar, sistem yerleşimi açısından eğimli çatılara göre daha fazla seçenek sunduğundan, istenen özellikte yerleşim yapmaya daha elverişlidir.

Teras çatılar, istenen koşullara göre elde edilecek optimum eğim açısına sahip toplaçları yerleştirmek için uygundur (Şekil 4.1).



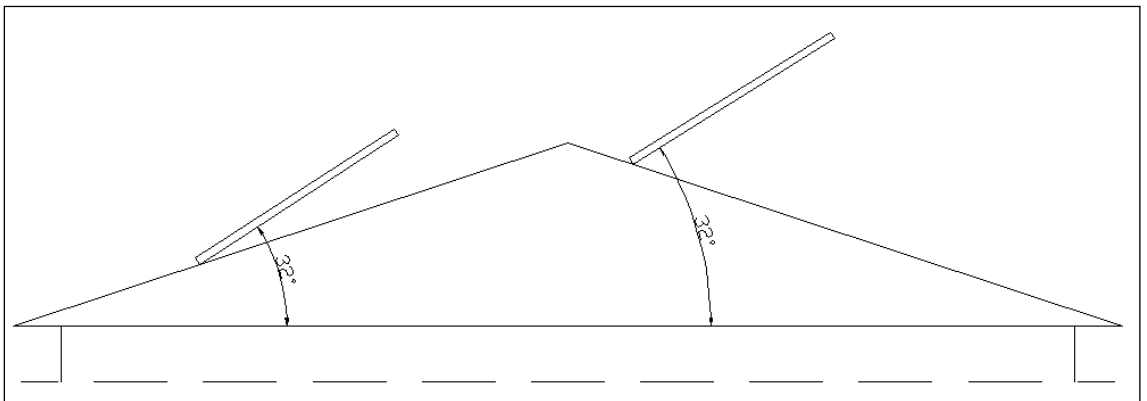
Şekil 4.1 Teras çatıda farklı eğimlere sahip toplaç yerleşimi kesiti

4.2.2 Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Eğimli Çatılar İle İlişkisinin Değerlendirilmesi

Güneş enerjili su ısıtma sistemi tasarımı yapılırken, yapıya sonradan eklenen sistemlerde, yapının mevcut durumu göz önünde bulundurulmalı ve verim-estetik ilişkisi yönünden optimum yerleşim belirlenmelidir.

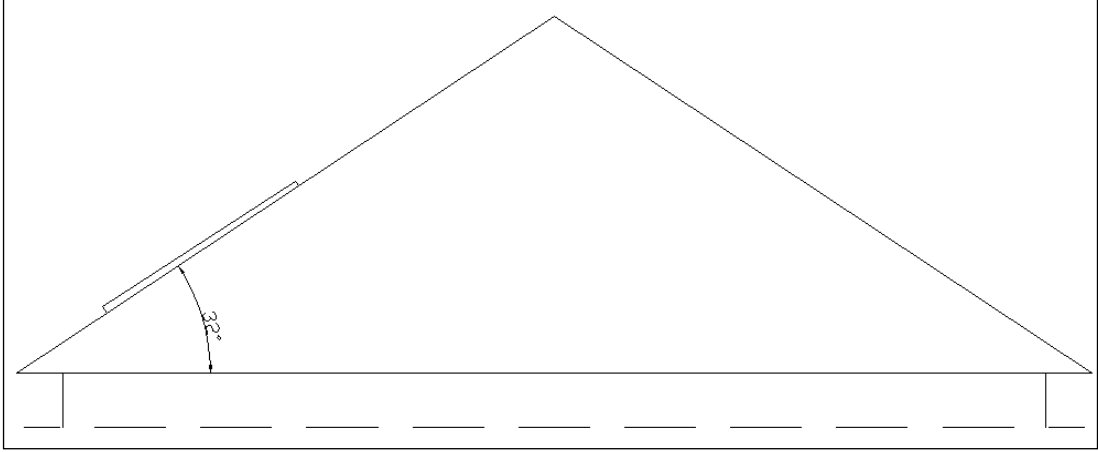
Mevcut Yapılarda Çatı Eğimi ve Toplaç Eğiminin Farklı Olması

Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinde toplaç eğimi hesaplanırken, güneş enerjisinden faydalanılmak istenen dönem belirlenerek optimum eğim açısı hesaplanır. Bu açının, çatı eğim açısından farklı olması durumunda, sistemin mimari ile bütünlük göstermesi söz konusu değildir. Güneş enerjili su ısıtma sistemi tasarlanırken sadece verim göz önüne alınarak yapılan uygulamalarda toplaç eğim açısı ve çatı eğim açısının farklı olduğunda, sistem yapı ile bütünlük göstermez ve estetik olarak yapının görünüşünü olumsuz etkiler. Çatı ve toplaç eğim açılarının farklı olması durumunda oluşacak uyumsuzluk Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 Eğimli çatıda farklı eğime sahip toplaç yerleşimi kesiti

Çatı eğimi dikkate alınarak tasarım yapılması durumunda ise çatı ve toplaç aynı eğime sahip olacağından, toplaçlar çatı üzerinde daha düzenli ve yapıya daha uygun görünür, yapının görünümünü olumsuz etkilemez. Çatı ve toplaç eğim açılarının aynı eğimde olması durumu Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Eğimli çatıda aynı eğime sahip toplaç yerleşimi kesiti

	ÇATI TÜRÜ: EĞİMLİ ÇATI
	SİSTEM TÜRÜ: DOĞAL DOLAŞIMLI
	UYGULAMA TÜRÜ: TEK SİSTEM UYGULAMASI
	BULUNDUĞU İL: Kocaeli
	Bu örnekte çatı üzerinde, çatı eğim açısı düşünülmeden yerleştirilmiş toplaçlar ve çatı üzerine yerleştirilmiş depolar çatının görünüşünü olumsuz olarak etkilemektedir.

Şekil 4.2 Eğimli çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi

	ÇATI TÜRÜ: EĞİMLİ ÇATI
	SİSTEM TÜRÜ: DOĞAL DOLAŞIMLI
	UYGULAMA TÜRÜ: ÇOKLU SİSTEM UYGULAMASI
	BULUNDUĞU İL: Sakarya
	Bu örnekte çatı üzerinde, çatı eğim açısı düşünülmeden yerleştirilmiş toplaçlar ve çatı üzerine yerleştirilmiş farklı sistemler çatının görünüşünü olumsuz olarak etkilemektedir. Birden çok sistem uygulaması, çatı üzerindeki güneş enerjili su ısıtma sistemi uygulamalarının birbiriyle uyumsuz olması nedeniyle çatı üzerinde karmaşık bir görünüm oluşturmaktadır.

Şekil 4.3 Eğimli çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi

	ÇATI TÜRÜ: EĞİMLİ ÇATI-BEŞİK ÇATI
	SİSTEM TÜRÜ: DOĞAL DOLAŞIMLI
	UYGULAMA TÜRÜ: ÇOKLU SİSTEM UYGULAMASI
	Bu örnekte çatı üzerinde yerleştirilmiş topaclar çatı eğim yönü ile uyumlu, ancak çatı eğimi göz önünde bulundurulmadan yerleştirilmiştir. Topaclar ve depolar kendi içinde uyum göstermekle beraber, sistemin bütünü(topaclar, depolar ve taşıyıcı sehpa) çatı üzerinde karmaşık ve uyumsuz bir görünüm oluşturmaktadır. Gölgeleme mesafesi düşünülmeden yerleştirilmiş topaclar, birbiri üzerine gölge atacağından sistemin verimi düşüktür.

Şekil 4.4 Eğimli çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi

4.2.3 Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Çatı Eğim Yönü Açısından Değerlendirilmesi

Çatı Eğim Yönü-Toplaç Eğim Yönü İlişkisi

Güneş enerjisinden yararlanmada topacların yerleştirilme yönü elde edilecek enerji miktarını etkilemektedir. Kuzey yarım küre için güney yönü, güneşten gereksinim duyulan enerjinin temini için en önemli yöndür.

Eğimli çatılarda, sonradan tasarlanan sistemlerde, en fazla yararlanmayı sağlayabilmek amacıyla çatının eğim yönü dikkate alınmadan güneşe bakacak şekilde yerleştirilen topaclar yapı ile uyumlu olmamaktadır.

	ÇATI TÜRÜ: EĞİMLİ ÇATI
	SİSTEM TÜRÜ: DOĞAL DOLAŞIMLI
	UYGULAMA TÜRÜ: TEK SİSTEM UYGULAMASI
	Bu örnekte çatı üzerinde, çatı eğim yönü güney olmaması sebebiyle, toplaç ve çatı eğim yönleri farklılığı, çatı görünüşünü olumsuz etkilemektedir.

Şekil 4.5 Eğimli çatıda farklı eğim yönü ile yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi

	ÇATI TÜRÜ: EĞİMLİ ÇATI-KIRMA ÇATI
	SİSTEM TÜRÜ: DOĞAL DOLAŞIMLI
	UYGULAMA TÜRÜ: ÇOKLU SİSTEM UYGULAMASI
	Bu örnekte çatı üzerinde kullanılan güneş enerjili su ısıtma sistemleri tek bir firmanın ürünü olarak kendi içinde birbirleriyle uyumlu olmakla beraber, çatı eğiminden farklı eğimde ve kırma çatının tüm yönlere eğimli yüzleri üzerine yerleştirilmiş toplaçlar, çatının görünüşünü olumsuz olarak etkilemektedir. Dik olarak yerleştirilmiş depolar da çatının görünüşünü ve algılanmasını bozmaktadır.

Şekil 4.6 Eğimli çatıda farklı eğim açısı ve eğim yönü ile yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi

	ÇATI TÜRÜ: EĞİMLİ ÇATI-KIRMA ÇATI
	SİSTEM TÜRÜ: ZORLANMIŞ DOLAŞIMLI
	UYGULAMA TÜRÜ: ÇOKLU SİSTEM UYGULAMASI
	Bu örnekte toplaçlar çatı üzerine çatı eğimine dikkat edilmeden yerleştirilmiştir. Depolar çatı üzerinde görülmemektedir, ancak çatı üzerindeki baca vs. gibi elemanlar düşünülmeden yerleştirilmiş sistem çatı görüntüsünü olumsuz etkilemektedir.

Şekil 4.7 Eğimli çatıda farklı eğim açısı ve eğim yönü ile yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi

	ÇATI TÜRÜ: KIRMA ÇATI/TERAS ÇATI
	SİSTEM TÜRÜ: DOĞAL DOLAŞIMLI
	UYGULAMA TÜRÜ: ÇOKLU SİSTEM UYGULAMASI
	BULUNDUĞU İL: Antalya
	Bu örnekte çatı üzerinde kullanılan güneş enerjili su ısıtma sistemleri tek bir firmanın ürünü olarak kendi içinde birbirleriyle uyumlu olmakla beraber, çatının eğimli ve düz olan yüzeylerinde eğim farkına dikkat edilmeden çatının mimarisi göz ardı edilerek yerleştirildiği için, çatının görünüşünü olumsuz olarak etkilemektedir. Toplaçlar ve depolar kendi içinde uyum göstermekle beraber, sistemin bütünü(toplaçlar, depolar ve taşıyıcı sehpa) çatı üzerinde karmaşık ve uyumsuz bir görünüm oluşturmakta ve çatının mimarisiyle uyum göstermemektedir.

Şekil 4.8 Kırma/teras çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi

	ÇATI TÜRÜ: EĞİMLİ ÇATI-KIRMA ÇATI
	SİSTEM TÜRÜ: DOĞAL DOLAŞIMLI
	UYGULAMA TÜRÜ: ÇOKLU SİSTEM UYGULAMASI
	BULUNDUĞU İL: Antalya
	Bu örnekte çatı üzerinde kullanılan güneş enerjili su ısıtma sistemleri tek bir firmanın ürünü olarak kendi içinde birbirleriyle uyumlu olmakla beraber, çatı eğim yönü ve çatı eğim açısı düşünülmeden yerleştirilmiş toplaçlar, çatının görünüşünü olumsuz olarak etkilemektedir. Çatı üzerinde karmaşık ve uyumsuz bir görünüm oluşturmaktadır.

Şekil 4.9 Eğimli çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi

4.2.4 Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Depo Yerleşimi Açısından Değerlendirilmesi

Güneş enerjili su ısıtma sistemleri, su dolaşımına göre doğal dolaşimli ve zorlanmış dolaşimli (pompalı) olmak üzere ikiye ayrılır.

Doğal dolaşimli sistemler, maliyetleri zorlanmış dolaşimli sistemlere göre daha düşük olduğundan, daha fazla tercih edilmektedir. Ancak doğal dolaşimli sistemlerde depolar, toplaçlar ile birlikte çatı üzerinde yer aldıkları için gizlenmeleri zordur ve estetik olarak yapıdan kopuk, uyumsuz görüntüler ortaya çıkarmaktadır.

Zorlanmış sistemler ise depo çatı arası ya da bodrum gibi yapının farklı bölümlerinde konumlandırılabilenlerinden, yapı ve kent dokusuyla daha uyumlu olarak tasarlanabilmektedir.

Eğimli çatı üzerinde ise depoların gizlenmesi mümkün olmadığından estetik açıdan mimariyi kötü etkileyen görüntülere sebep olurlar (Şekil 4.10).



ÇATI TÜRÜ: EĞİMLİ ÇATI-KIRMA ÇATI

SİSTEM TÜRÜ: DOĞAL DOLAŞIMLI

UYGULAMA TÜRÜ: ÇOKLU SİSTEM UYGULAMASI

BULUNDUĞU İL: Malatya

Bu örnekte tüm çatılar üzerinde kullanılan güneş enerjili su ısıtma sistemleri farklı firmaların yapmış olduğu uygulamalar olması nedeniyle birbirleriyle ve çatı üzerinde uyumsuz görünmektedirler. Ayrıca bu tür uygulamalar çatılara montaj sırasında hasar vermekte, çatı kaplama malzemesini zedelemekte ve bozulmasına sebep olmaktadır. Çatı eğim yönü ve çatı eğim açısı düşünülmeden yerleştirilmiş topaclar ve depolar, çatılar üzerinde düzensiz bir görünüm oluşturmakta ve bir bütün olarak incelendiğinde bu yapılar kent görüntüsünü olumsuz olarak etkilemektedir. Renk, biçim, büyüklük, depoların topaclarla ilişkisi açısından tamamen birbirinden farklı sistem uygulamalarının tek bir yapı üzerinde bulunması çatı üzerinde düzensizliğe neden olmakta, çatının algılanmasını engellemektedir.

Şekil 4.10 Eğimli çatıda farklı eğimle yerleştirilmiş güneş enerjili su ısıtma sistemi uygulamaları ve depo yerleşimleri

Düz çatı üzerinde yer alan depolar sistemli bir biçimde uygun yerleştirilmeleri durumunda görüntü kirliliği engellenebilir (Şekil 4.13). Alt kottan bakıldığı durumlarda teras çatıların duvarları çatı üzerinde konumlandırılan topaclar ve depoların görülmesini engellemeye yardımcı olur.

	ÇATI TÜRÜ: TERAS ÇATI
	SİSTEM TÜRÜ: DOĞAL DOLAŞIMLI
	UYGULAMA TÜRÜ: TEK SİSTEM UYGULAMASI
	BULUNDUĞU İL: Muğla
	Bu örnekte teras çatılar üzerinde kullanılan güneş enerjili su ısıtma sistemleri tek bir firmanın ürünü olarak kendi içinde birbirleriyle uyumludur. Teras çatı uygulamalarında elde edilmek istenen toplaç eğim açısı ve yönü kolaylıkla uygulanabileceğinden, estetik olarak yapı ile daha uyumlu sistemler elde edilmesi daha kolaydır. Çatıda kullanılan duvarlar yeteri kadar yüksek olmamakla birlikte, alt kottan bakılması durumunda sistemleri bir ölçüde gizlemektedir.

Şekil 4.11 Teras çatı üzerinde güneş enerjili su ısıtma sistemi

4.2.5 Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Farklı Sistem Uygulamaları Açısından Değerlendirilmesi

Çok sayıda kullanıcısı olan ve dolayısıyla sıcak su ihtiyacı fazla olan çok katlı yapılarda toplaç ve depo sayısı artmaktadır. Bireysel kullanımın ön plana çıkması, farklı zamanlarda farklı üreticiler tarafından uygulanan sistemlerin ağırlıklı olarak kullanılması, çatılar üzerinde düzensiz ve uyumsuz görüntüler oluşmasına sebep olmaktadır. Yalnızca enerji üretim boyutu ile ele alınan sistemler yapılar ile uyum ve estetik açısından gerekli niteliğin altında kalmakta, yapıların görünüşünü olumsuz etkilemekte ve kent ölçeğinde görüntü kirliliğine neden olmaktadır.

	ÇATI TÜRÜ: EĞİMLİ ÇATI
	SİSTEM TÜRÜ: DOĞAL DOLAŞIMLI
	UYGULAMA TÜRÜ: ÇOKLU SİSTEM UYGULAMASI
	BULUNDUĞU İL: Antalya
	Bu örnekte eğimli çatı üzerinde uygulanan güneş enerjili su ısıtma sistemleri doğal dolaşimli olarak uygulanmış olmaları sebebiyle depoları toplaçların üzerinde yer almakta, farklı boyut ve biçimlerdeki depolar uyumsuz bir görüntü oluşturmaktadır. Bunun dışında çatı eğim yönü ve toplaç eğim yönünün farklı olması sebebiyle toplaçlar ve depolar taşıyıcı ayaklar üzerinde yükseltilmiş olduğu için, sistemler bütün olarak da (toplaçlar, depolar ve taşıyıcı sehpa) çatı üzerinde karmaşık ve uyumsuz bir görünüm oluşturmaktadır.

Şekil 4.12 Eğimli çatı üzerinde birbirinden farklı birden çok sistem uygulanması

Şekil 4.10 ve Şekil 4.12’te görüldüğü gibi, farklı kentlerde planlanmış olan çok katlı konutlarda çatılara toplaç ve depolar eklenmesiyle görünümleri estetik olarak olumsuz etkilenmektedir.

Bu tür yapıların planlı bir yerleşimde ve belli bir mimari görüntüleri olmasına karşın, bu sistemlerin eklenmesiyle görüntü kirliliğine dönüşmektedir.

Bu sistemlerde, yapı görüntüsünü en fazla etkileyenler;

- Farklı firmaların farklı renk, büyüklükte toplaç ve depo uygulamalarının bir arada kullanılması,
- Farklı yıllarda uygulanan sistemlerin yenilik-eskilik ayrımları yüzünden oluşan farklılıklar,
- Farklı eğim ve yüksekliklere sahip sistemlerin bir arada kullanılması olarak sıralanabilir.

GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITMA SİSTEMLERİNİN YAPI İLE UYUMLU OLMASI İÇİN DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN ETKENLER

Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin;

- Yeni yapı tasarımında bir ölçüt olarak değerlendirilerek
- Var olan-(mevcut) yapılara eklenerek

Uygulanmaları söz konusudur.

Yeni tasarlanan binalarda, güneş enerjili su ısıtma sistemleri bir tasarım ölçütü olarak değerlendirmeli, verim-estetik-maliyet yönünden optimum tasarım oluşturulmaya çalışılmalıdır.

Mevcut yapılara eklenecek olan sistemlerde ise yapının;

- Mimari özellikleri
- Konumu
- Yerleşimi
- Güneş enerjisinden yararlanma durumu
- Kullanıcıların istekleri

dikkate alınarak en uygun sistem tasarımı oluşturulmalıdır.

5.1 Yeni Bina Tasarımında Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri ile Bina Uyumunun Sağlanması

Yeni bina tasarımında yapı bütünleşik sistem uygulaması yapılarak toplaç alanlarının enerji üretimi yanında yapının bütünlüğü içinde yapı elemanı olarak değerlendirilmesi sağlanabilir. Böylelikle tasarım aşamasında estetik olarak yapı ile uyumlu sistemler elde edilmesi mümkün olacaktır.

5.1.1 Çatı ve Toplaç Eğimlerinin Uyumlu Olması

Güneş enerjili su ısıtma sisteminin toplaç yerleşiminde, toplaçların eğim açıları sistemin verimi açısından büyük önem taşır. Dolayısıyla yapının çatısı tasarlanırken yılın hangi döneminde sistemden faydalanılmak istenildiğine göre belirlenecek olan toplaç eğim açısı hesaplanarak, çatı eğimi de buna göre düzenlenmelidir. Böylelikle hem sistemden verimli bir şekilde faydalanılmış olur hem de yapının ve toplaçların eğim açıları aynı olacağından estetik olarak uyumlu olurlar. Yapıda teras çatı uygulanacaksa, toplaçlar bu çatı üzerine istenilen eğimde yerleştirilebilir.

5.1.2 Çatı ve Toplaç Yönlerinin Uyumlu Olması

Güneş enerjili su ısıtma sisteminin toplaç yerleşiminde, toplaçların eğim yönü sistemin verimi açısından büyük önem taşır. Dolayısıyla yapının çatısı tasarlanırken güneş enerjisinden en fazla faydalanma sağlanacak şekilde toplaç yerleşimine elverişli yüzeyler güney yönüne ($\pm 15^\circ$) bakacak şekilde yerleştirilmelidir. Böylelikle hem sistemden verimli bir şekilde faydalanılmış olur hem de yapının ve toplaçların eğim yönleri aynı olacağından estetik olarak uyumlu olurlar. Yapıda teras çatı uygulanacaksa, toplaçlar bu çatı üzerine istenilen eğimde yerleştirilebilir.

5.1.3 Depoların Konumlandırılması

Doğal dolaşımli sistemlerde depoların toplaçlardan daha yüksekte konumlandırılması gerekmektedir. Düzensiz olarak çatı üzerine yerleştirilmiş depolar çatının ve yapının görüntüsünü olumsuz olarak etkiler ve gizlenmeleri zordur. Zorlanmış dolaşımli (pompalı) sistemlerde depoların çatı üzerinde yer alma zorunluluğu olmadığından estetik açıdan uygulamaları daha kolay ve uygundur. Ancak bu sistemler daha yüksek

maliyet gerektirdiği için doğal dolaşımlı sistemler daha fazla tercih edilmektedir.

Eğimli atı uygulanacak binalarda zorlanmış dolaşımlı (pompalı) sistem kullanarak, depoların çatı arasına gizlenmesi mümkündür. Yine zorlanmış dolaşımlı sistemler için depoları binanın çatı üzeri yerine bodrum kat gibi başka bir yerinde konumlandırmak hem teras çatılı, hem eğimli çatılı binalar için düşünölebilir.

5.2 Mevcut Bina Üzerine Yapılacak Olan Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemi Uygulamaları

Mevcut binalara eklenecek olan güneş enerjili su ısıtma sistemi uygulamalarında yapının özellikleri dikkate alınarak sistemler yerleştirilmeli, verim-estetik-maliyet açısından optimum çözüm elde edilmeye çalışılmalıdır.

Yapıya eklenen sistem uygulaması durumunda, sistem yine tasarım aşamasında değerlendirilmeli ve yapı ile estetik olarak uyum içinde olması sağlanmalıdır. Bu uygulama sırasında sistemin;

- Eğim
- Yön
- Depo

konumlandırılması yönlerinden tasarlanan binaya uygun olması gerekmektedir.

Yapının konum özellikleri:

Sistem tasarımı sırasında yapının konum özellikleri de önemli bir etkidir.

Yapının yüksekliği, çevresindeki diğer yapılarla ve doğal/yapma engellerle ilişkisi, bitişik-ayrı düzende konumlanmış olması çatı üzerindeki toplalara gelecek olan güneş enerjisi miktarına etki edeceğinden, tasarım sırasında yapının konum özellikleri detaylı bir biçimde incelenerek sistem tasarımı yapılmalıdır.

Yapının yönelme özellikleri:

Sistem tasarımı sırasında, eğimli çatılı yapılarda, yapının çatı eğim yönü ve açısı dikkate alınarak toplaç yerleşimi yapılmalıdır. Yalnızca yararlanma göz önünde bulundurularak yapılan tasarımlar, yapı ile uyumsuz ve kent dokusu içinde düzensiz görüntüler ortaya çıkmasına yol açar.

Güneş enerjisinden yararlanma:

Sistem tasarımı sırasında yukarıda açıklanan yapı özellikleri ile güneşten en fazla verim alınması durumu birlikte incelenerek optimum çözüm oluşturulmaya çalışılmalıdır. Yapının mimari özelliklerini olumsuz yönde etkilemeden oluşturulabilecek en yüksek verimli çözüme ulaşılması hedeflenmelidir.

Mevcut yapılarda çatının güneş enerjili su ısıtma sistemine göre yeniden düzenlenmesi de yapı ve sistemin uyumlu olması ve sistem veriminin artırılması açısından tercih edilebilecek bir uygulamadır.

5.2.1 Çatı Eğimi ve Toplaç Eğiminin Uyumlu Olması

Eğimli çatılarda, çatı eğiminden farklı eğimde yerleştirilen toplaçlar estetik olarak yapı ile uyumsuz görüntüler oluşmasına sebep olur. Sistemin çatı ile görsel olarak uyum içerisinde olması için toplaçların eğimi çatı eğimi göz önünde bulundurularak belirlenmelidir. Çatı eğiminden elde edilen açıya göre, sistemin yılın hangi döneminde kullanılmasının daha verimli olacağına karar verilerek, sistem bu yönde düzenlenebilir.

Teras çatılar, kurulacak sistemin ihtiyacına göre gerekli olan açıda toplaç yerleşimine uygundur.

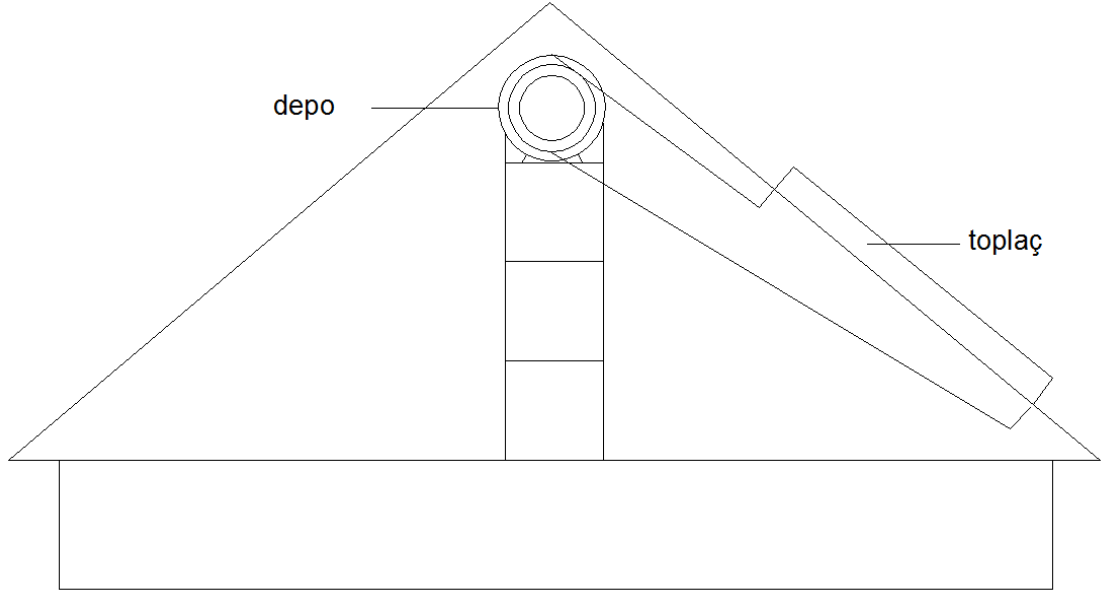
5.2.2 Çatı Yönü ve Toplaç Yönünün Uyumlu Olması

Eğimli çatılarda, çatı yönünden farklı yöne bakacak şekilde yerleştirilen toplaçlar yapı ile uyumsuz görüntüler oluşmasına sebep olur. Mevcut binalara uygulanacak olan güneş enerjili su ısıtma sistemlerinde ise toplaç yerleşim yönü, çatı eğim yönü ile aynı olacak şekilde düzenlenmelidir. Güneş enerjisinden faydalanmayı mümkün olduğunca arttırmak için, toplaçlar çatının güneye ya da güneye en yakın eğimli yüzeylerine yerleştirilmelidir.

Teras çatılar ise istenilen yönde toplaç yerleşimine uygun olduğundan, yapı görüntüsü ile uyumlu sonuçlar elde edilmesi daha kolaydır.

5.2.3 Depoların Konumlandırılması

Hem eğimli hem teras çatılı binalar için depoların çatı üzerinde konumlandırılması yerine, çatı arası ya da bodrum kat gibi yapının dışarıdan görünmeyecek bölümlerinde konumlandırılmaları uygun olur. (Şekil 5.1) Teras çatılı binalarda depolar toplaçlarla beraber çatı üzerinde düzenli bir biçimde yerleştirilerek düzenli bir sistem elde edilebilir.



Şekil 5.1 çatı üzerinde depoların oluşturduğu görüntü kirliliğinin önlenmesine yönelik güneş enerjili su ısıtma sistemi yerleşimi önerisi-yüksek çatı arasında toplaç üst kotundan yukarıda konumlandırılmış depo ile doğal dolaşimli sistem uygulaması

5.2.4 Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri Tasarımında Toplaç Alanı Özelliklerinin Belirlenmesi

Güneş enerjili su ısıtma sistemleri tasarlanırken sistemden mümkün olduğunca en yüksek verimde faydalanmak önemlidir. Sistem verimine gereken önemin verilmediği uygulamalara ülkemizde sıklıkla rastlanmaktadır.

Toplaçların doğru konumlandırılması sistemin verimini büyük ölçüde etkilemektedir. Bunun dışında gölgeleme yapabilecek diğer faktörler de yer seçimi yaparken dikkate alınmalıdır.

5.2.5 Toplaç Konumunun Belirlenmesi

Güneş enerjili su ısıtma sistemleri, kullanım amacına bağlı olarak tüm yıl boyunca ya da dönemsel olarak yararlanılmak üzere tasarlanabilirler. Sistemlerin kullanım amacı ve dönemi, toplaçların hangi eğim açısı ile yerleştirileceğinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Yaz turizminin ağırlıklı olduğu Ege ve Akdeniz Bölgelerinde otellerde ve yazlık konutlarda, yaz mevsimi boyunca, tüm yıl ikamet edilen konutlarda ise tüm yıl boyunca sıcak su elde etke üzere tasarlanmış güneş enerjili su ısıtma sistemleri kullanmak mümkündür.

Uygulanacak sistemden en yüksek verimin alınabilmesi için optimum eğim açısının, toplaçların yönünün, toplaç boyut ve biçiminin belirlenmesi gerekmektedir.

5.2.6 Toplaçların Gölgeleme Durumunun Belirlenmesi

Sistem verimi çevredeki yapıların yoğunluğu, topoğrafik özellikler ve bitki örtüsü gibi dış etkenlere bağlı olarak değişim gösterebilir. Bu yüzden tasarımda dikkate alınmalıdırlar.

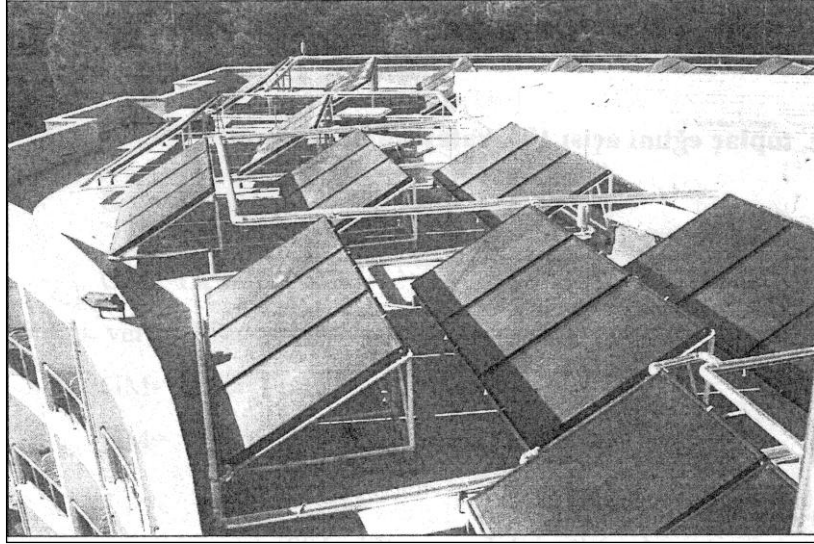
Doğal Engeller

Yapının yakınında bulunan ağaç, ormanlık alan, dağ ve benzeri oluşumlar, güneşten gelen ışınımına engel olacağından sistemlerin verimini düşürürler.

Yapma Engeller

Teras çatı üzerine toplaç yerleşimi yapılırken, toplaçların birbiri üzerine(Şekil 5.2) ya da parapet duvarlarının veya diğer yapıların toplaçlar üzerine güneş ışınımından faydalanılmak istenilen saatlerde gölge atmamasına dikkat edilmelidir.

Büyük sistemlerde, belli bir yüzeye yerleştirilen toplaçların birbirlerini gölgelememeleri için, eğimlerine bağlı olarak aralarında belli bir uzaklıkta bırakılmalıdır.



Şekil 5.2 Gölgeleme mesafeleri yetersiz olduğundan toplaçların birbiri üzerine gölge atması durumu

Toplaçlar arası uzaklığın hesaplanması

Toplaç yerleşimi yapılırken, toplaç aralarında bırakılması gereken uzaklık, toplaçların birbiri üzerine gölge atarak güneşten faydalanılmasını engellemeyecek şekilde belirlenmelidir. Olması gerekenden daha az aralıklarla yerleştirilen toplaçlar, hem gölgede kalıp güneş enerjisinden faydalanamayacağı gibi, gereğinden fazla toplaç yerleştirilmesi sistem maliyetini gereksiz olarak arttırır.

Toplaçlar arasında bulunması gereken uzaklık aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir:

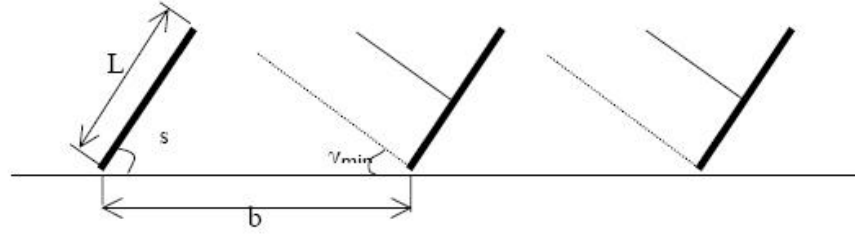
s = toplaç eğimi

L = toplaç uzunluğu

b = toplaçlar arasındaki uzaklık

$\gamma_{\min}$ = yüzeye gelen en düşük güneş ışını eğim açısı [22]

$$b \geq \frac{\sin(\gamma_{\min} + s)L}{\sin \gamma_{\min}}$$



Şekil 5.3 Toplaçlar arası uzaklığın hesaplanması

Örnek hesaplama yapılacak olursa;

Toplaçların yatay yerleştirilmesi durumu için;

$$\gamma_{\min} = 23^\circ$$

$$s = 33^\circ$$

$$L = 100 \text{ cm}$$

$$b \geq \frac{\sin(\gamma_{\min} + s)L}{\sin \gamma_{\min}} \rightarrow b \geq \frac{\sin(23 + 33)100}{\sin 23} \rightarrow b \geq \frac{0,829 \times 100}{0,391}$$

$$b \geq 212 \text{ cm} \text{ olmalıdır.}$$

Toplaçların dikey yerleştirilmesi durumu için;

$$\gamma_{\min} = 23^\circ$$

$$s = 33^\circ$$

$$L = 200 \text{ cm}$$

$$b \geq \frac{\sin(\gamma_{\min} + s)L}{\sin \gamma_{\min}} \rightarrow b \geq \frac{\sin(23 + 33)200}{\sin 23} \rightarrow b \geq \frac{0,829 \times 200}{0,391}$$

$$b \geq 424 \text{ cm} \text{ olmalıdır.}$$

Eğer sistemde depo, toplaç en üst kotundan yukarıda yer alıyor ise, gölgeleme mesafesi hesaplanırken depo boyutları da dikkate alınmalıdır.

MEVCUT BİR YAPININ İNCELENMESİ VE İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMLARI

İncelenen örneklerde de görüldüğü gibi, uygun olmayan uygulamalar sonucu mimari ile bütünlük göstermediği gibi, bir tür görüntü kirliliği yaratan, ayrıca sağlık açısından da olumsuz olan verimi düşük sistemlere sıklıkla rastlanmaktadır. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinden yararlanmada sistem verimi büyük önem taşır. Birçok uygulamada daha fazla satış yapma amacıyla, gereğinden fazla toplaç kullanılarak hem çatılar üzerinde düzensiz bir görünüm oluşmakta, hem de toplaçların güneşlenme durumu göz ardı edilerek verimi düşük sistemler ortaya çıkmaktadır.

Güneş enerjili su ısıtma sistemleri tasarlanırken, hem çatı ile bütünlük göstermeleri hem de yüksek verime sahip olmaları için toplaç alanı özelliklerinin doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir. Toplaçların yönelme, eğim, biçim ve boyut özellikleri ile toplaçlar üzerinde gölge oluşturarak verimini düşürebilecek çevresel etkenlere dikkat edilmelidir.

Yaklaşımın Amacı

Bu bölümde seçilecek mevcut bir yapı üzerinde, yapı mimarisi ve kent görüntüsü ile uyumlu olacak şekilde güneş enerjili su ısıtma sistemi tasarımı oluşturulması amaçlanmaktadır.

Daha sonra bu yapı farklı çatı türleri üzerinde toplaç yerleşimi denemeleri yapılarak incelenecektir.

Yaklaşımın Tanımı

Güneş enerjili su ısıtma sistemi uygulanmasında, öncelikle seçilen yapının mevcut çatısı üzerinde, daha sonra da belirlenecek eğimli ve düz çatı biçimlenişleri ile, toplaç yönelim, eğim ve konumlandırma denemeleri yapılarak Ecotect programı ile incelenecektir.

Yaklaşımın Aşamaları

- 1.İncelenecek yapının sıcak su ihtiyacına bağlı olarak elde edilmesi gereken enerji miktarının belirlenmesi.
- 2.Çatı biçimlenişi ve toplaçların yerleşim özelliklerinin belirlenmesi.
- 3.Belirlenen özelliklerdeki tasarım denemelerinin Autodesk Ecotect Analysis programı ile incelenerek analiz edilmesi.

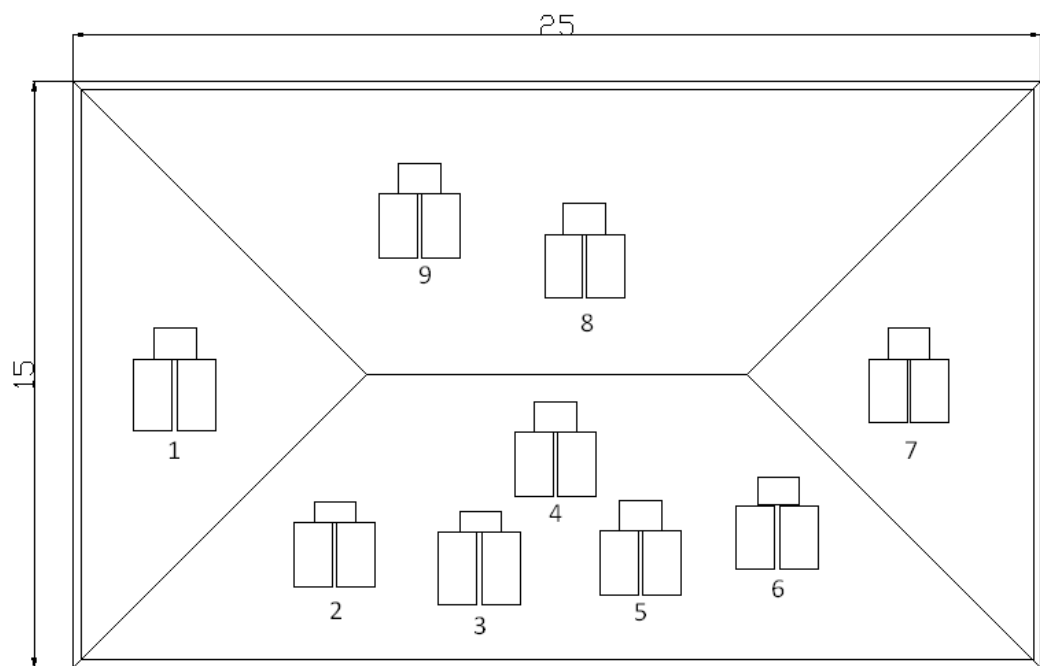
Seçilen yapı belli kabullere dayandırılarak mevcut güneş enerjili su ısıtma sistemleri yerine; verim-estetik-maliyet optimizasyonu yapılarak, yeni sistem yerleşimleri oluşturulacaktır. Daha sonra aynı yapı için yeni farklı çatı biçimlenişleri durumunda, güneş enerjili su ısıtma sisteminin hem yapı ile estetik olarak uyumlu olması, hem de daha verimli olarak elde edilmek istenen enerjinin sağlanabileceği sistem yerleşimleri oluşturulması amaçlanmaktadır.

6.1 Seçilen Mevcut Yapının İncelenmesi

Seçilen yapıda (Şekil 6.1) birden çok güneş enerjili su ısıtma sistemi bulunmaktadır. Bu farklı ve mimari ile uyumsuz sistemler hem yapının görünüşünü olumsuz etkilemekte, hem de birbirlerine çok yakın oldukları için birbirlerine gölge atarak sistemlerden elde edilecek verimin azalmasına neden olmaktadır.

Birbirinden renk, biçim, uygulama, eğim açısı gibi yönlerden farklı olan bu sistemler hem çatıya zarar vermekte, hem de çatı ve yapı bütünlüğünü bozmakta, biçiminin algılanmasını engellemektedir.

Bu çalışmada mevcut yapıyı olduğu gibi koruyarak, yapının sıcak su ihtiyacının, yapı özellikleri dikkate alınarak yapılacak olan yeni güneş enerjili su ısıtma sistemi tasarımları ile karşılanabilirliği incelenecektir.



ÇATI TÜRÜ: EĞİMLİ ÇATI-KIRMA ÇATI
MEVCUT SİSTEM TÜRÜ: DOĞAL DOLAŞIMLI
UYGULAMA TÜRÜ: ÇOKLU SİSTEM UYGULAMASI
VERİLER • İl: Malatya Binanın, • Plan tipi: dikdörtgen 15.00m x 25.00m • Binada bulunan kat sayısı: 4 • Bir dairede yaşayan kişi sayısı: 4 • Bir katta bulunan daire sayısı: 2 • Çatı tipi: eğimli (kırma) çatı

Şekil 6.1 iyileştirme yapılacak olan yapının mevcut durumu

Mevcut yapının belirlenen koşullar için incelenmesi

Mevcut yapıda 9 adet farklı güneş enerjili su ısıtma sistemi uygulaması bulunmaktadır. 8 daire bulunan bu yapıda 9 adet sistem olması, bir sistemin bir daireye yeterli olmadığını göstermektedir.

Yapının mevcut durumda, tüm yıl için ve Mayıs-Eylül ayları arasındaki dönemde elde edebileceği enerjiler hesaplanarak, enerji ihtiyacının ne kadarını güneş enerjili su ısıtma sistemleri ile karşılayabildiği incelenecektir. Yapı, Ecotect programı ile modellenerek elde edilen enerji miktarı hesaplanacaktır.

Daha sonra bu yapı farklı çatı biçimlenişleri ve toplaç yerleşimi denemeleri yapılarak güneş enerjili su ısıtma sistemleri ile yapının enerji ihtiyacına daha iyi cevap verebilecek bir düzenleme oluşturulması amaçlanmaktadır.

6.2 Yapının Sıcak Su İhtiyacının Belirlenmesi

Kabuller

- Bir kişi için günlük sıcak su tüketimi 50 lt olarak belirlenmiştir [22].
- Elde edilmek istenen su sıcaklığı değerinin 50°C olarak belirlenmiştir [22].

6.2.1 Yapının Günlük Sıcak Su Tüketimi

Her katta 2 daire bulunan 4 katlı bir apartmanda,

2.4=8 daire bulunmaktadır.

Bu apartmanın günlük sıcak su tüketimi:

$$m_{su} = N \times M \times KS \text{ .[23]}$$

$$m_{su} = 8 \times 4 \times 50 = 1600 \text{ lt}$$

olarak hesaplanır.

m_{su} : Yapının günlük sıcak su tüketimi (lt/gün)

N : Daire sayısı

M : Bir dairede yaşayan kişi sayısı

KS : Kişi başına günlük sıcak su tüketimi

6.2.2 Yapının Sıcak Su İhtiyacının Hesaplanması

Yapının günlük sıcak su ihtiyacı aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$Q_{gün} = m_{su} \cdot c_{su} \cdot (T_{is} - T_{şeb}) \text{ [23]}$$

$Q_{gün}$: Günlük enerji ihtiyacı kcal/gün

c_{su} : Suyun öz ısı

T_{is} : İstenilen su sıcaklığı (50°)

$T_{şeb}$: Şebeke suyu sıcaklığı. Hesaplamanın yapıldığı yer ve aya bağlı olarak meteorolojiden alınan 100 cm derinlikteki en düşük toprak sıcaklığı (bu hesaplamada yıllık ortalama sıcaklık 18° alınmıştır). [24]

Formülden yararlanılarak yapılan hesaplamada, yapının günlük sıcak su ihtiyacı;

$$Q_{gün} = 1600 \times 1 \times (50 - 18) = 51200 \text{ kcal / gün} \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

6.2.3 Toplaç Verimi

Sistemlerin verimleri, sistemlerin yapıldığı malzemeye, bulundukları enlem derecesine, eğimlerine, çevresiyle olan sıcaklık farklarına ve kullanıldıkları zamana bağlı olarak değişebilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan toplaç özellikleri;

- Dikey ve yatay yerleştirilebilir özellikte,
- Net toplaç yüzey alanı 2.1m²,
- Toplaç verimi %75,
- Yükseklik 2115mm
- Genişlik 1135mm
- Derinlik 112 mm

olarak belirlenmiştir. Seçilen toplaçın özellikleri detaylı olarak Ek A'da verilmiştir.

6.2.4 Toplaçlar Üzerine Gelen Güneş Enerjisi Miktarının Belirlenmesi

Belirlenen sıcak su ihtiyacına göre, gereken enerji ihtiyacı tüm yıl için ve yaz ayları (Mayıs-Eylül ayları arasındaki dönem) için hesaplanacaktır. Daha sonra güneş enerjili su ısıtma sistemi kullanılarak elde edilecek enerji miktarı Ecotect programı ile hesaplanarak belirlenecek ve sıcak su ihtiyacını karşılayıp karşılamadığı incelenecektir.

Ecotect programı ile, Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de belirlenen açılar ile aylara göre birim yüzey alanına gelen güneş enerjisi hesaplanmıştır. Elde edilen güneş enerjisi miktarları Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2'de gösterilmiştir.

Aylara göre elde edilen güneş ışınlamı miktarı için Ecotect programı hesabı Ek-B'de verilmiştir.

6.3 Mevcut Yapı İçin Farklı Toplaç Yerleşimi Denemeleri Yapılarak İncelenmesi

Mevcut yapı için;

Kırma çatı 32° eğimli (tüm yıl için)

Beşik çatı 32° eğimli (tüm yıl için)

Teras çatı üzerinde 32° eğimli (tüm yıl için)

Teras çatı üzerinde 16° eğimli (Mayıs-Eylül ayları arasında)

olacak şekilde yapının mimari özellikleri ile uyumlu olacak şekilde toplaç yerleşim denemeleri yapılarak sıcak su ihtiyacının ne kadarının karşılanabileceği incelenecektir.

6.3.1 Yapının Günlük Isı İhtiyacının Belirlenmesi

Yapının günlük ısı ihtiyacı;

$$Q_{gün} = 1600 \times 1 \times (50 - 18) = 51200 \text{ kcal / gün} \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

1 kcal = 1.163 Wh olacağından,

51200 kcal = 59546 Wh olacaktır.

Seçilen toplaç boyutlarına göre net toplaç alanı 2.1m² olarak belirlenmiştir.

6.3.2 Tüm Yıl İçin Toplaçlar Üzerine Gelen Güneş Enerjisi Miktarının Belirlenmesi

Toplaçlar üzerine gelen güneş enerjisi miktarı Ecotect programı kullanılarak hesaplanmıştır, aylara göre tüm yıl için optimum eğim açısında elde edilen güneş ışıınımı değerleri Çizelge 6.1'de gösterilmiştir. Bu değerler sonucunda yıllık ortalama güneş ışıınımı değeri 32° için 3181Wh/m²/gün olarak (Çizelge 6.1) hesaplanmıştır.

Çizelge 6.1 Ecotect programından alınan verilere göre Malatya için tüm yıl boyunca optimum eğim açısında (32°) güneş ışınlımı değerleri

Aylar	Malatya
	Tüm yıl için optimum eğim açısında (32°) güneş ışınlımı değerleri (Wh/m ² /gün)
Ocak	1570
Şubat	2094
Mart	2733
Nisan	2635
Mayıs	3665
Haziran	4874
Temmuz	4965
Ağustos	4896
Eylül	4538
Ekim	3020
Kasım	2143
Aralık	1040
Tüm Yıl	3181

Çizelge 6.1'deki verilerden yararlanılarak, tüm yıl için toplaçlar üzerine gelen güneş enerjisi miktarı belirlenecektir. Daha sonra yapının ısı ihtiyacına göre kaç adet toplaç ihtiyacı olduğu hesaplanacaktır. Aylara göre hesaplanan gerekli toplaç sayıları Ek-C'de yer almaktadır.

Tüm yıl için ortalama güneş ışınlımı değeri **3181 Wh/m²/gün** olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m² alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji 3181x0.75=2385.8 Wh/m²/gün bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m² toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

59546/2385.8 =24.96 m² toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

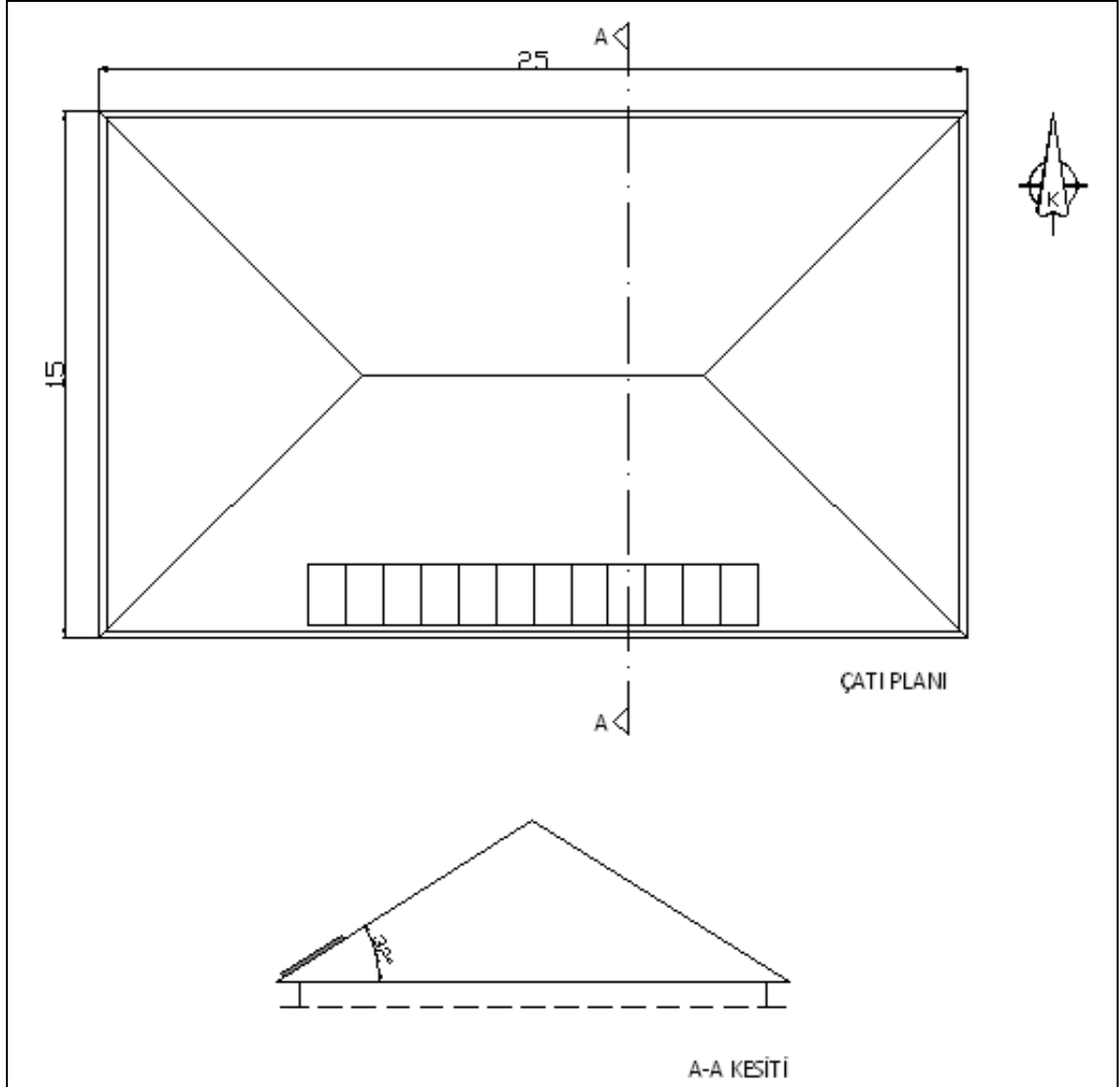
Elde edilen bu değer 1 adet toplaçın alanına bölündüğünde,

24.96/2.1=11.89≈**12 adet toplaç kullanılması gerekmektedir.**

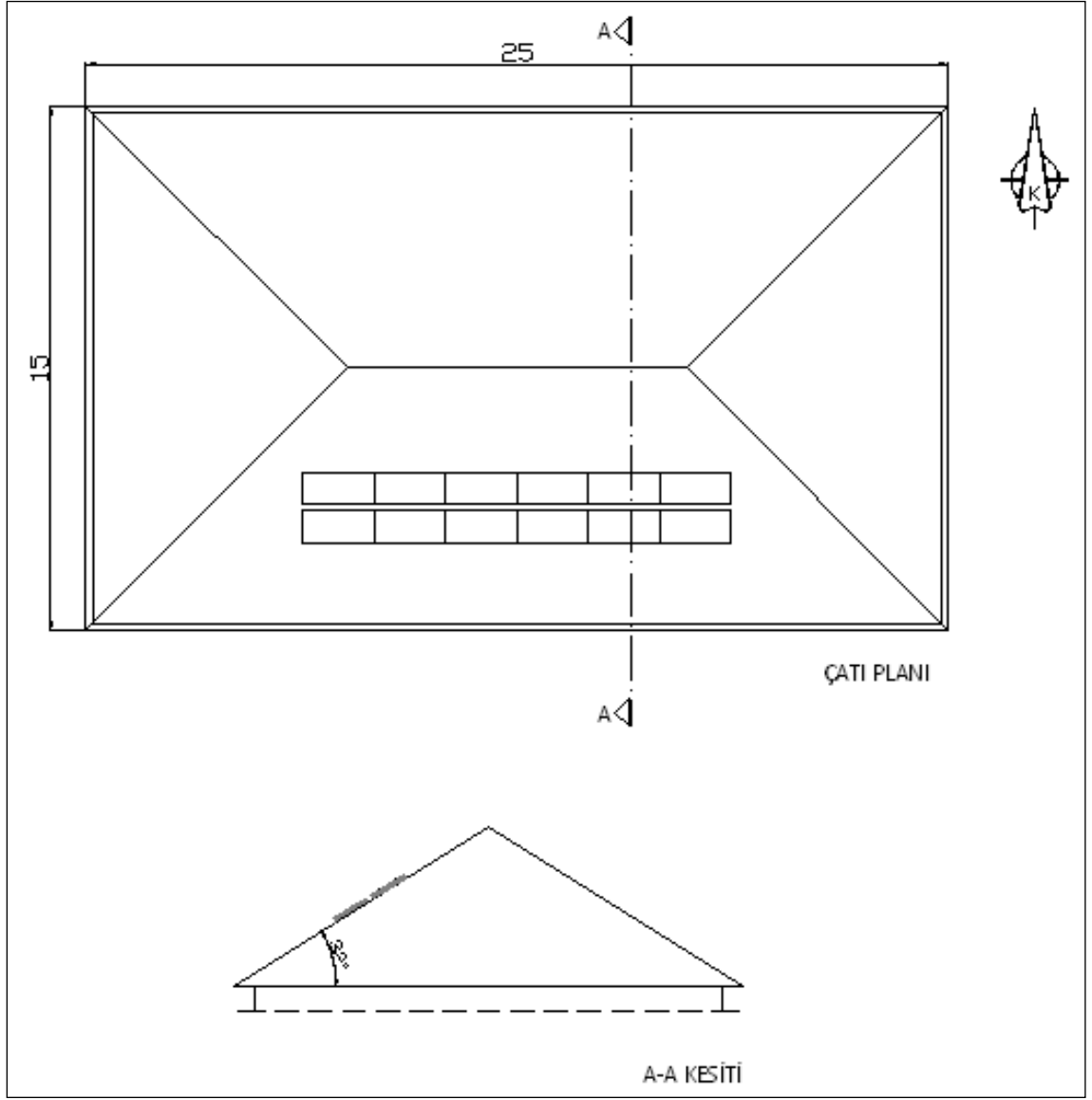
Toplamda 8 dairesi bulunan bu binada 12 adet toplaç kullanılması durumunda daire başına 1.5 toplaç alanı bir dairenin sıcak su ihtiyacı için gereken enerjiyi sağlamaktadır.

6.3.2.1 32° Eğimli Kıрма Çatı İçin, 32° Eğimli Toplaç Yerleşimi Yapılması (Tüm Yıl İçin)

Mevcut yapıda 32° eğimli kırma çatı üzerine 32° eğimli toplaç yerleşimi yapılmıştır. Toplaçlar yalnızca güneye bakan çatı yüzeyine yerleştirilmiş ve yıllık ortalama toplaç ihtiyacı olan 12 adet toplaç yerleşimi yatay ve dikey yerleşim yapılarak Şekil 6.2 ve Şekil 6.3'te gösterilmiştir.



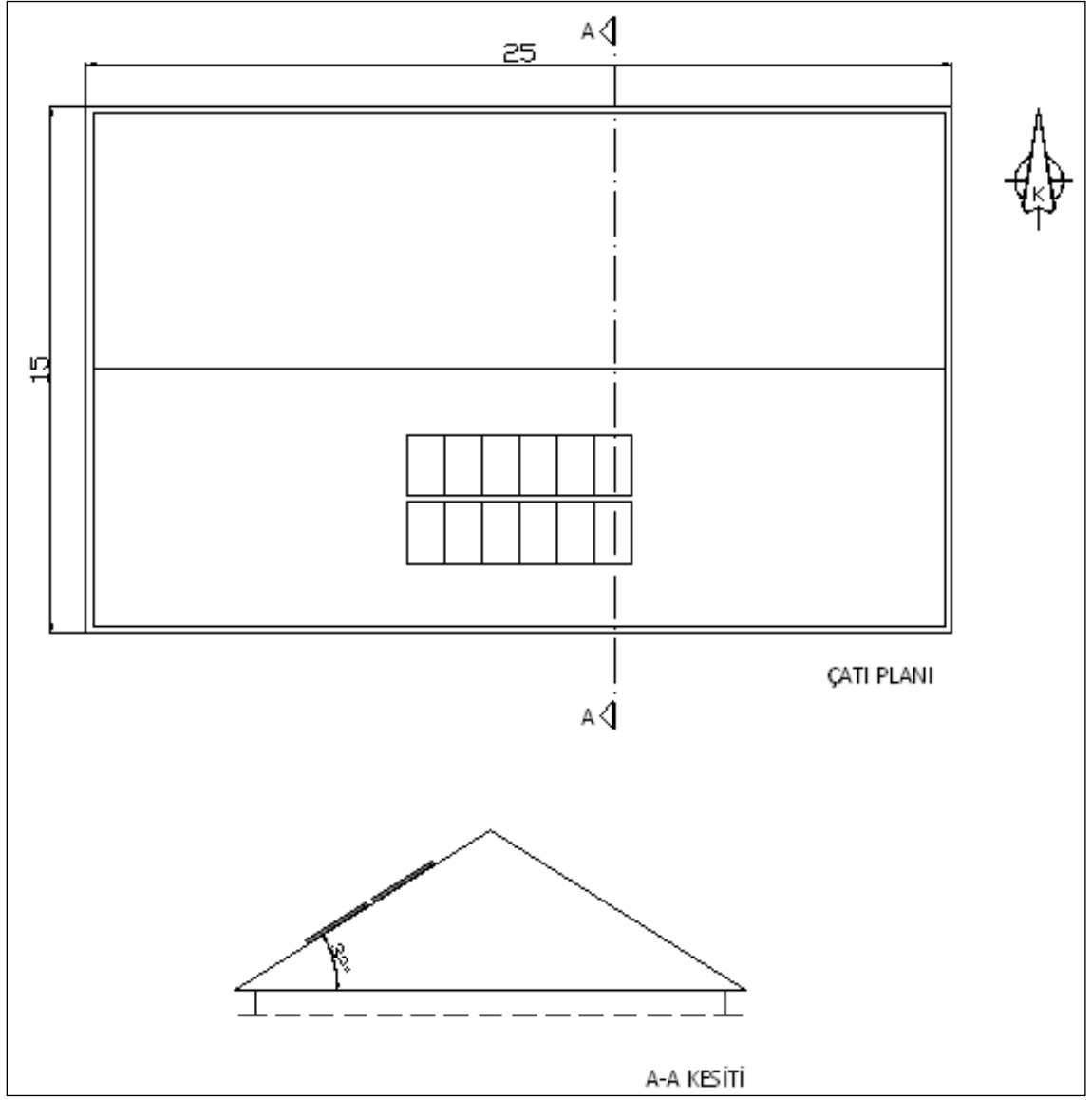
Şekil 6.2 32° Eğimli Kıрма Çatı İçin, 32° Eğimli Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Dikey Yerleşim)



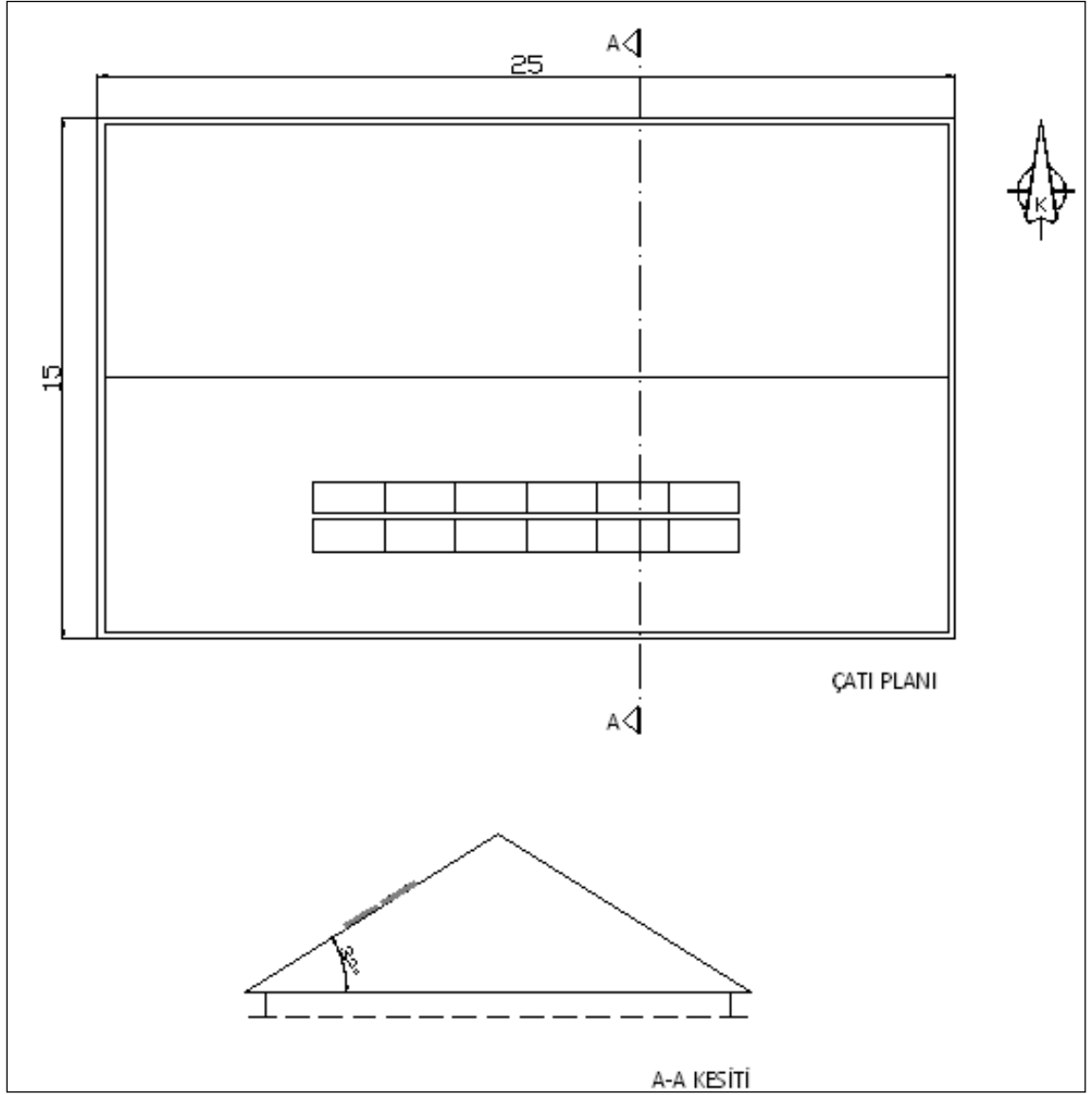
Şekil 6.3 32° Eğimli Kırma Çatı İçin, 32° Eğimli Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Yatay Yerleşim)

6.3.2.2 32° Eğimli Beşik Çatı İçin, 32° Eğimli Toplaç Yerleşimi Yapılması (Tüm Yıl İçin)

Mevcut yapıda 32° eğimli beşik çatı üzerine 32° eğimli toplaç yerleşimi yapılmıştır. Toplaçlar yalnızca güneye bakan çatı yüzeyine yerleştirilmiş ve yıllık ortalama toplaç ihtiyacı olan 12 adet toplaç yerleşimi yatay ve dikey yerleşim yapılarak Şekil 6.4 ve Şekil 6.5'te gösterilmiştir.



Şekil 6.4 32° Eğimli Beşik Çatı İçin, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi
(12 Toplaç-Dikey Yerleşim)



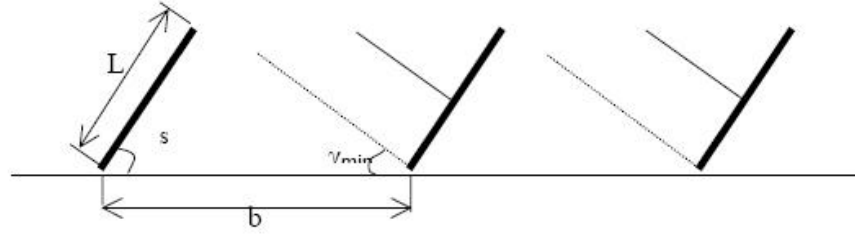
Şekil 6.5 32° Eğimli Beşik Çatı İçin, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi
(12 Toplaç-Yatay Yerleşim)

6.3.2.3 Teras Çatı İçin, 32° Eğimli Toplaç Yerleşimi Yapılması (Tüm Yıl İçin)

Mevcut yapıda teras çatı üzerine 32° eğimli toplaç yerleşimi yapılmıştır. Yıllık ortalama toplaç ihtiyacı olan 12 adet toplaç yerleşimi toplaçlar arası gölgeleme mesafeleri hesaplandıktan sonra, yatay ve dikey yerleşim yapılarak Şekil 6.6 ve Şekil 6.7’de gösterilmiştir.

Teras çatı üzerinde toplaç yerleşimi yapılırken toplaçların gölgeleme mesafeleri BÖLÜM 5 te anlatılan yöntemle hesaplanmıştır.

$$b \geq \frac{\sin(\gamma_{\min} + s)L}{\sin \gamma_{\min}}$$



Toplaçların 32° dikey yerleştirilmesi durumu için;

$$\gamma_{\min} = 23^\circ$$

$$s = 32^\circ$$

$$L = 210 \text{ cm}$$

$$b \geq \frac{\sin(\gamma_{\min} + s)L}{\sin \gamma_{\min}} \rightarrow b \geq \frac{\sin(23 + 32)210}{\sin 23} \rightarrow b \geq \frac{0,819 \times 210}{0,391}$$

$$b \geq 440 \text{ cm} \text{ olmalıdır.}$$

Toplaçların 32° yatay yerleştirilmesi durumu için;

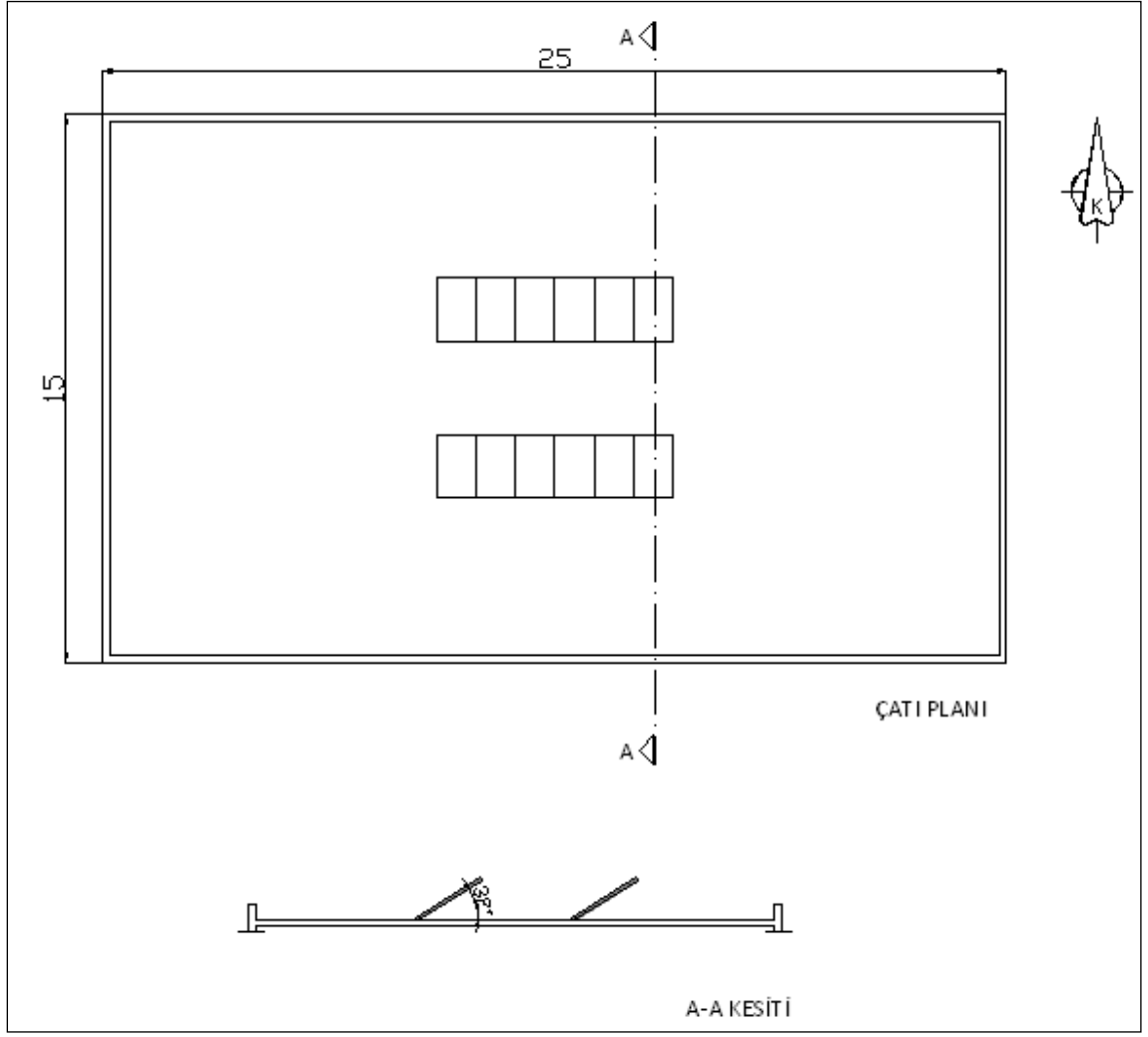
$$\gamma_{\min} = 23^\circ$$

$$s = 32^\circ$$

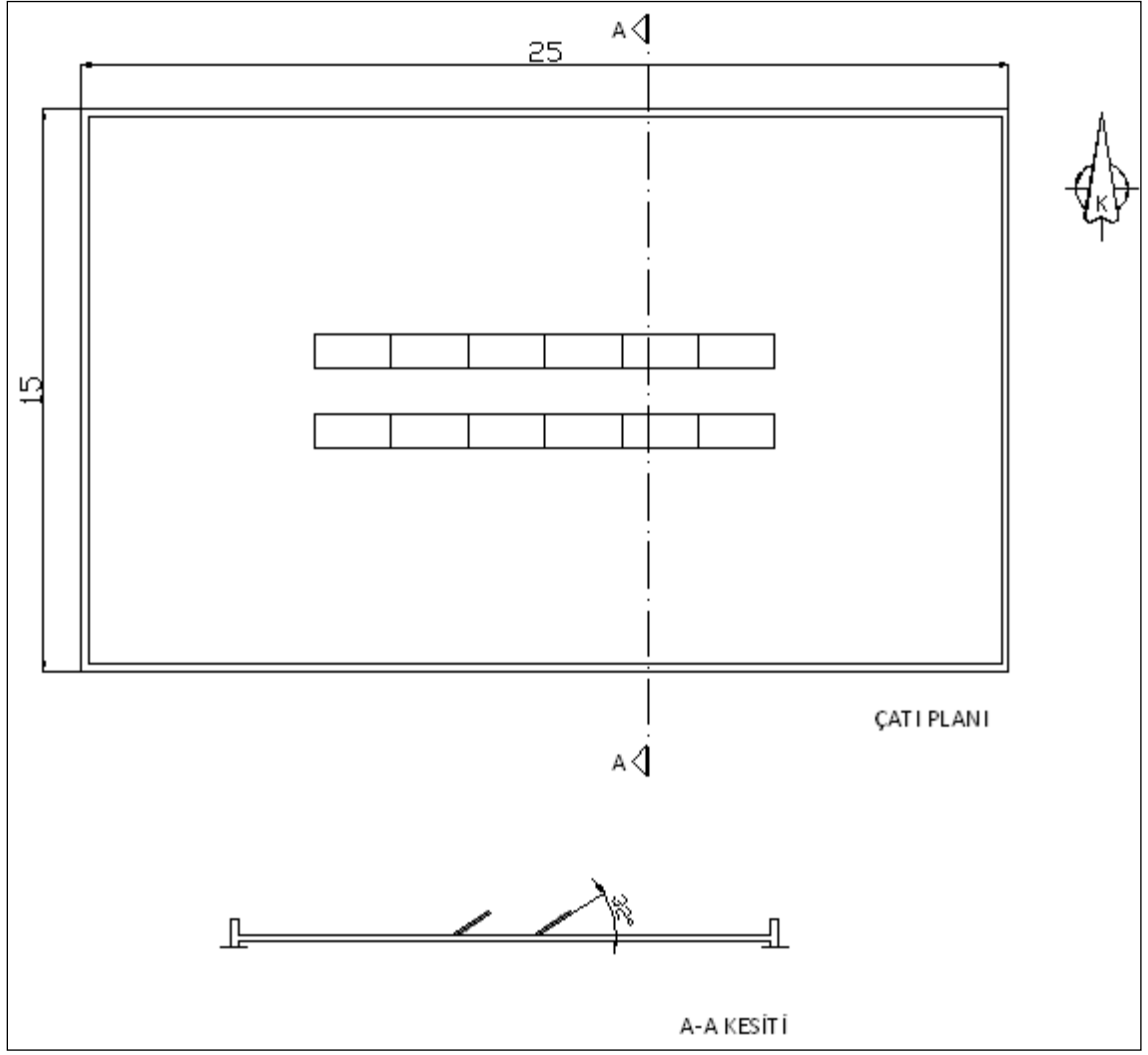
$$L = 110 \text{ cm}$$

$$b \geq \frac{\sin(\gamma_{\min} + s)L}{\sin \gamma_{\min}} \rightarrow b \geq \frac{\sin(23 + 32)110}{\sin 23} \rightarrow b \geq \frac{0,819 \times 110}{0,391}$$

$$b \geq 230 \text{ cm} \text{ olmalıdır.}$$



Şekil 6.6 Teras Çatı İçin, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi
(12 Toplaç-Dikey Yerleşim)



Şekil 6.7 Teras Çatı İçin, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi
(12 Toplaç-Yatay Yerleşim)

6.3.3 Mayıs-Eylül Ayları İçin Toplaçlar Üzerine Gelen Güneş Enerjisi Miktarının Belirlenmesi

Toplaçlar üzerine gelen güneş enerjisi miktarı Ecotect programı kullanılarak hesaplanmıştır. Mayıs-Eylül ayları arasındaki dönem için optimum eğim açısında elde edilen güneş ışıınımı değerleri Çizelge 6.2’de gösterilmiştir. Bu değerler sonucunda yıllık ortalama güneş ışıınımı değeri 16° için 4747Wh/m²/gün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 6.2 Malatya için Mayıs-Eylül ayları arası dönem için optimum eğim açısında (16°) güneş ışıınımı değerleri

Aylar	Malatya
	Mayıs-Eylül ayları için optimum eğim açısında (16°) güneş ışıınımı değerleri (Wh/m ² /gün)
Mayıs	3871
Haziran	5277
Temmuz	5312
Ağustos	4967
Eylül	4308
Ortalama	4747

Çizelge 6.2'deki verilerden yararlanılarak, Mayıs-Eylül ayları arasındaki dönem için toplaçlar üzerine gelen güneş enerjisi miktarı belirlenecektir. Daha sonra yapının ısı ihtiyacına göre kaç adet toplaç ihtiyacı olduğu hesaplanacaktır. Aylara göre hesaplanan gerekli toplaç sayıları Ek-B'da yer almaktadır.

Mayıs-Eylül ayları arasındaki dönem için ortalama güneş ışıınımı değeri **4747 Wh/m²/gün** olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m² alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji 4747x0.75=3560.3 Wh/m²/gün bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m² toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

59546/3560.3 =16.73 m² toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplaçın alanına bölündüğünde,

16.73/2.1=7.96≈**8 adet toplaç kullanılması gerekmektedir.**

Toplamda 8 dairesi bulunan bu binada 8 adet toplaç kullanılması durumunda daire başına 1 toplaç alanı bir dairenin sıcak su ihtiyacı için gereken enerjiyi sağlamaktadır.

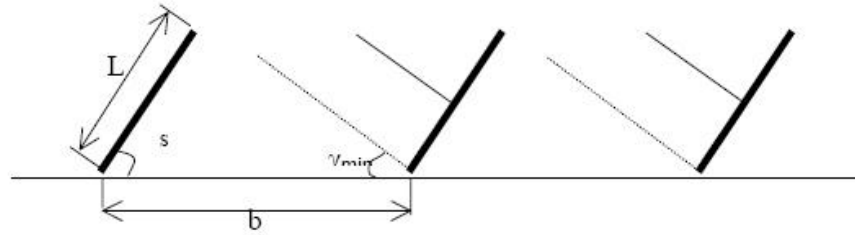
Mevcut yapıda teras çatı üzerine 16° eğimli dikey (Şekil 6.8) ve yatay (Şekil 6.9) toplaç yerleşimi yapılmıştır. Toplaçlar çatıya güney yönüne bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Hem dikey hem yatay yerleşimde istenilen toplaç sayısı çatı üzerine yerleştirilebilmektedir. Yatay yerleşim yapıldığında toplaçlar çatı üzerinde dikey yerleşime oranla daha az yükseleceğinden, çatı görüntüsünü mimari açıdan daha az

etkiler, daha alçak bir parapet duvarı yardımı ile çatı üzerinde gizlenebilirler.

16° eğimli toplaç yerleşimi yalnızca teras çatı önerisinde kullanılmıştır.

Toplaçlar arası uzaklık BÖLÜM 5'te açıklanan yöntemle hesaplanacaktır.

$$b \geq \frac{\sin(\gamma_{\min} + s)L}{\sin \gamma_{\min}}$$



Toplaçların 16° dikey yerleştirilmesi durumu için;

$$\gamma_{\min} = 23^\circ$$

$$s = 16^\circ$$

$$L = 210 \text{ cm}$$

$$b \geq \frac{\sin(\gamma_{\min} + s)L}{\sin \gamma_{\min}} \rightarrow b \geq \frac{\sin(23 + 16)210}{\sin 23} \rightarrow b \geq \frac{0,629 \times 210}{0,391}$$

$$b \geq 338 \text{ cm} \text{ olmalıdır.}$$

Toplaçların 16° yatay yerleştirilmesi durumu için;

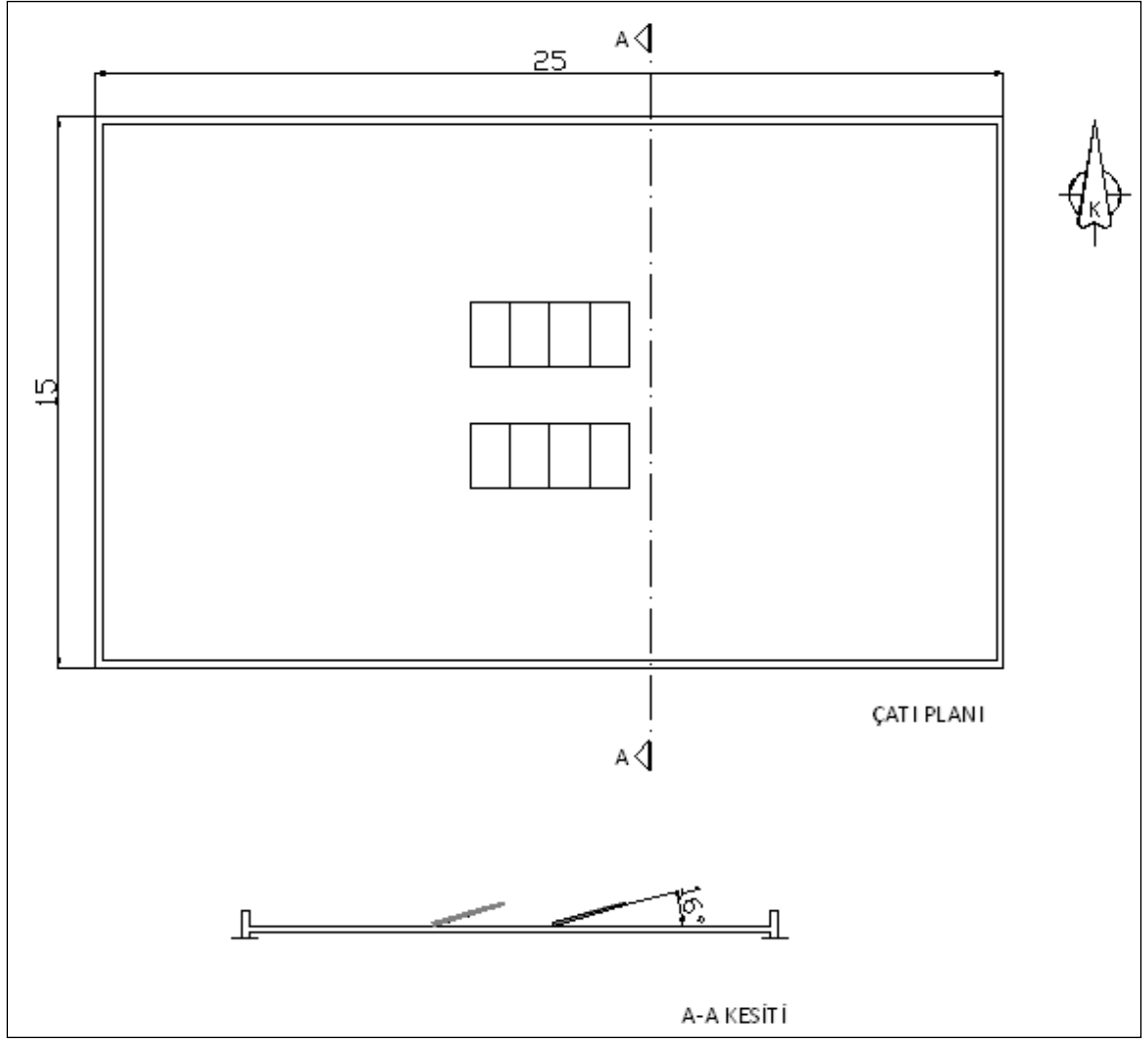
$$\gamma_{\min} = 23^\circ$$

$$s = 16^\circ$$

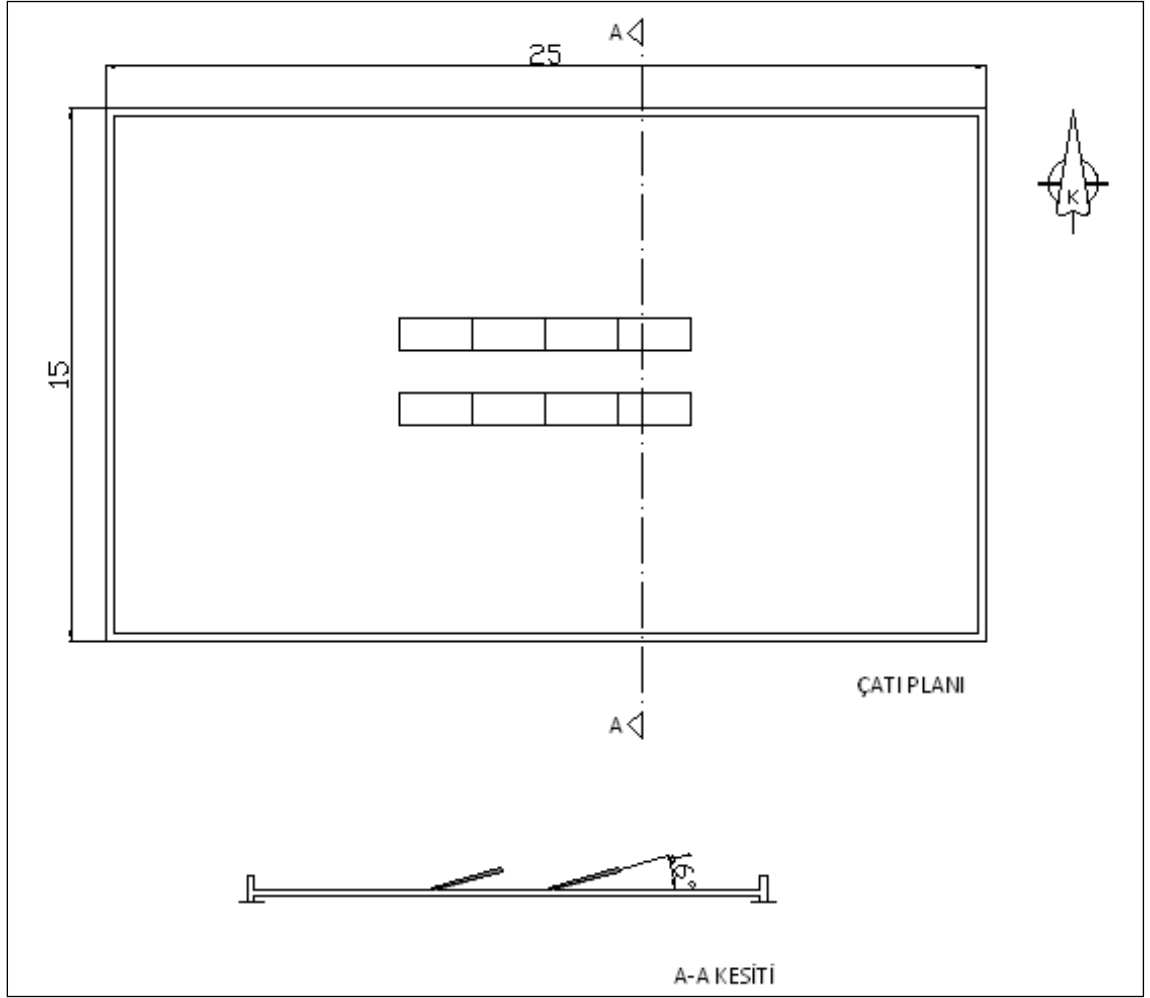
$$L = 110 \text{ cm}$$

$$b \geq \frac{\sin(\gamma_{\min} + s)L}{\sin \gamma_{\min}} \rightarrow b \geq \frac{\sin(23 + 16)110}{\sin 23} \rightarrow b \geq \frac{0,629 \times 110}{0,391}$$

$$b \geq 177 \text{ cm} \text{ olmalıdır.}$$



Şekil 6.8 Teras Çatı İçin, 16° Mayıs-Eylül Ayları Arası Dönem İçin Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (8 Toplaç-Dikey Yerleşim)



Şekil 6.9 Teras Çatı İçin, 16° Mayıs-Eylül Ayları Arası Dönem İçin Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (8 Toplaç-Yatay Yerleşim)

6.4 Değerlendirme

Örnek yapıda mevcut durumda, 9 adet güneş enerjili su ısıtma sistemi içerisinde 18 adet toplaç ve depoları çatı üzerinde düzensiz olarak yerleştirilmiştir. Bunlar hem yapı ile hem de birbirleri ile uyumsuz bir görünüm ortaya çıkarmaktadır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut çatı üzerinde ya da farklı çatı biçimlenişleri üzerinde daha az toplaç kullanarak tüm yapının sıcak su ihtiyacını karşılayabilecek sistemler oluşturulabilmekte olduğu görülmüştür.

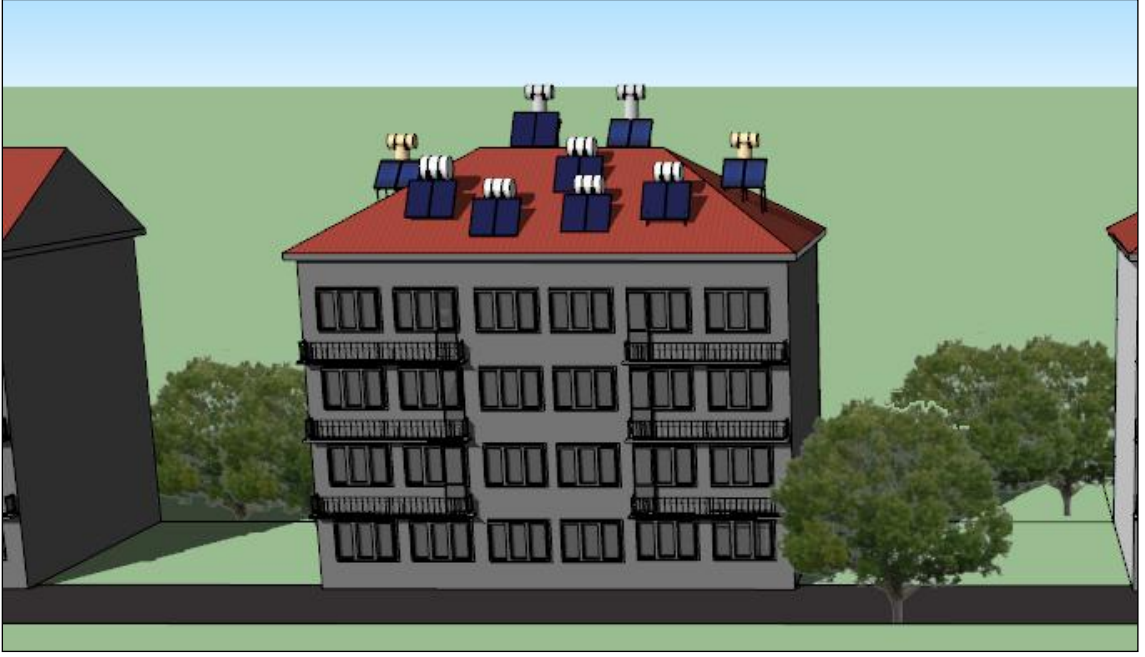
Eğimli çatılar için toplaçlar çatı üzerinde düzenli bir biçimde yerleştirilmiş, depoların çatı arası ya da bodrum katta konumlandırılacağı varsayılarak tasarım önerileri oluşturulmuştur. Böylece depoların çatı üzerinde oluşturacağı olumsuz etkiler önlenmiştir.

Teras çatılar için de toplaçlar çatı üzerinde birbirlerine gölge atmayacak biçimde düzenli olarak yerleştirilmiştir. Böylece güneş ışınımından faydalanacakları saatlerde birbirlerini engellemeleri önlenerek verimli bir biçimde çalışabilmeleri sağlanmıştır. Depoların bodrum kat gibi farklı bir hacimde konumlandırılacağı varsayılarak tasarım önerileri oluşturulmuştur. Ancak teras çatılı yapılarda depolar da toplaçlarla birlikte çatı üzerinde düzenli olarak konumlandırılabilir. Uygun yükseklikte bir parapet duvarı ile de teras çatı üzerindeki güneş enerjili su ısıtma sistemlerini gizlemek mümkündür.

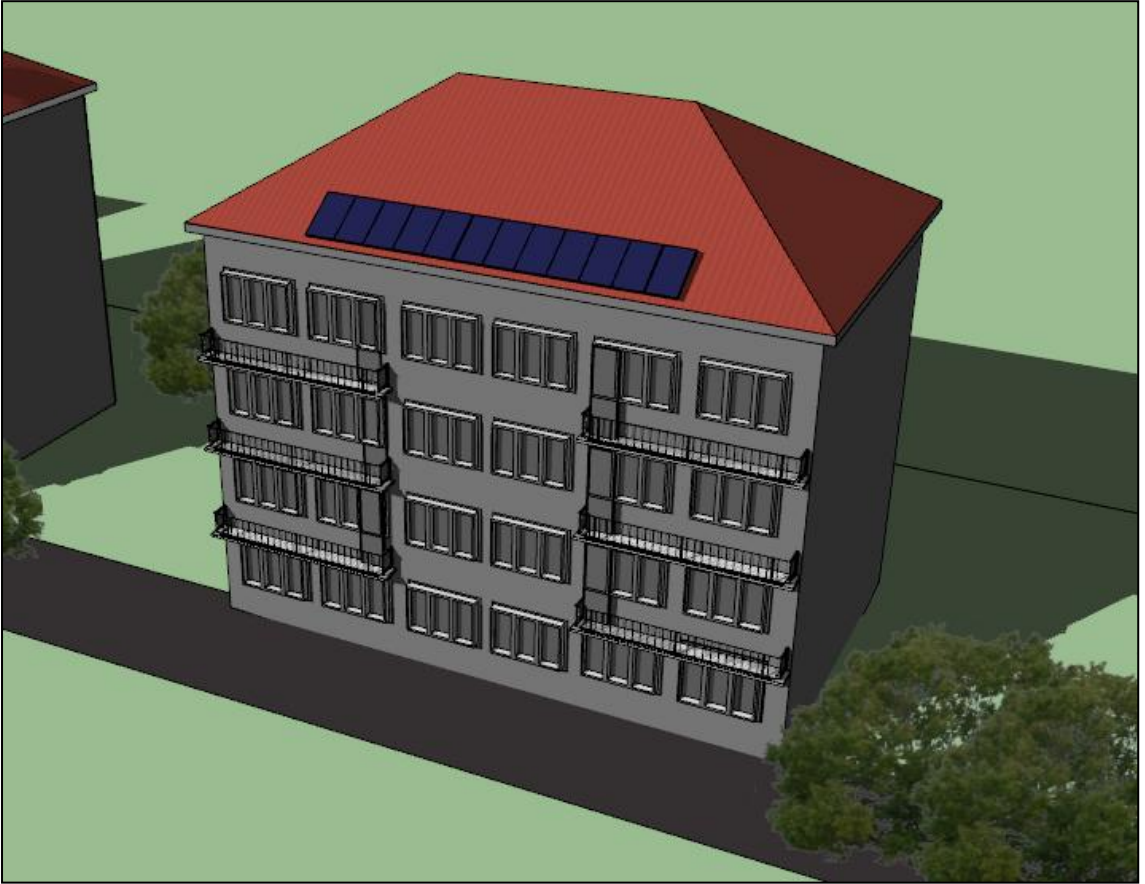
Hem eğimli çatılı hem de teras çatılı tasarım örneklerinde çatı üzerinde sıcak su ihtiyacı (kullanım suyu) için gerekli olan toplaç sayısından daha fazla sayıda toplaç yerleştirmek için alan bulunmaktadır. Aynı çatı alanına sahip daha yüksek katlı yapılarda da ihtiyacı karşılayabilecek toplaç yerleşimi yapılması mümkündür. Ayrıca toplaç sayısı arttırılarak kullanım suyu ısıtılmasının yanı sıra ısıtma amaçlı sistem kullanımı da mümkündür.

Sistem tasarımı örneklerinde yıllık ve dönemsel olmak üzere iki farklı hesap yapılmıştır. Yapının ve kullanıcıların ihtiyacına göre tüm yıl için ya da yaz dönemi kullanılmak üzere sistem tasarımı yapılabilir. Yaz aylarında toplaçlar üzerine gelen enerji miktarı daha fazla olacağından yaz dönemi için tüm yıl ihtiyacına göre tasarlanacak bir sistemden daha az sayıda toplaç yerleşimi yapılarak yapıların ihtiyacı karşılanabilir. Bu şekilde gereksiz yere fazla toplaç kullanılmamış olur ve sistemin kurulum maliyeti azaltılabilir.

Toplaç yerleşimi önerilerine ait model çalışması yapılarak mevcut durum ve önerilerin karşılaştırılması yapılmıştır.



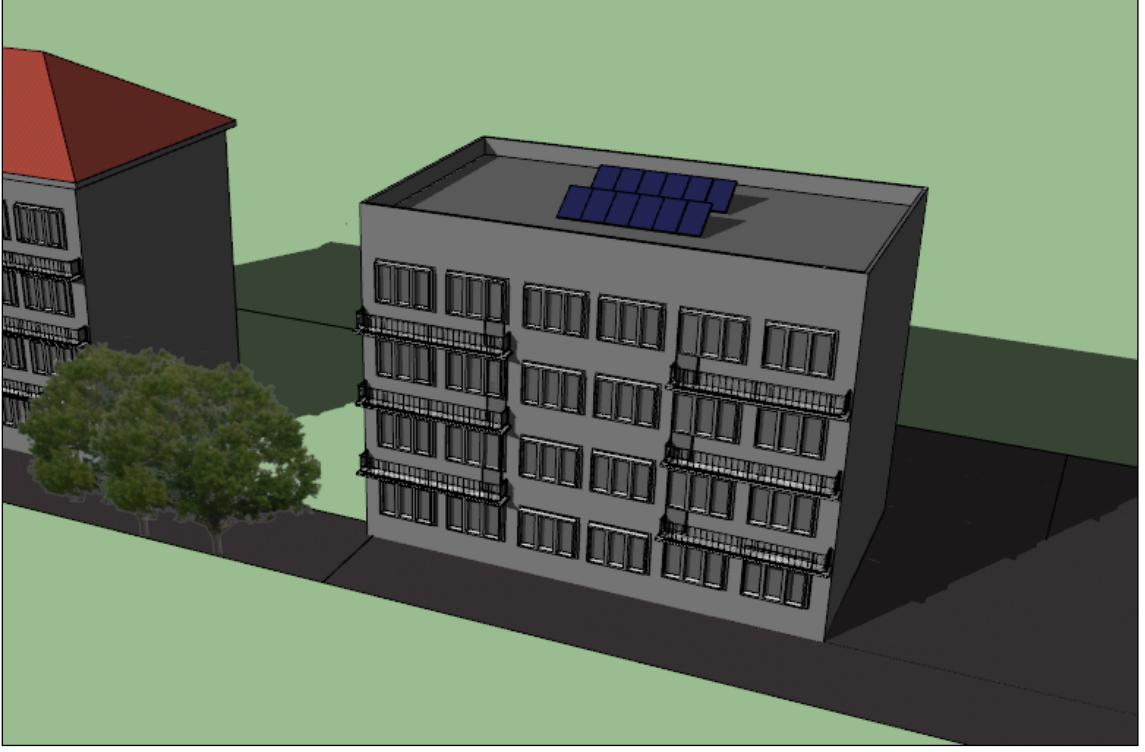
Şekil 6.10 Mevcut durumdaki toplaç yerleşimi



Şekil 6.11 Kıрма çatı uygulaması için toplaç yerleşimi



Şekil 6.12 Beşik çatı uygulaması için toplaç yerleşimi



Şekil 6.13 Teras çatı uygulaması için toplaç yerleşimi



Şekil 6.14 Mevcut toplaç yerleşimi ve öneri toplaç yerleşimi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde konvansiyonel enerji kaynaklarının tükenme durumuna gelmesi ve artan nüfus ile birlikte gerekli enerji ihtiyacının artması nedeniyle ve yeni enerji kaynaklarının kullanılmaya başlanması ile güneş enerjisi başlıca enerji kaynakları arasında yerini almıştır.

Çevre kirliliğine neden olmaması ve tükenmeyen bir enerji kaynağı olması güneş enerjisinin tercih edilmesini sağlayan önemli etkenlerdendir. Birçok ülkede konvansiyonel enerji kaynaklarının yerini almaya başlayan güneş enerjisinin kullanımı giderek artmaktadır.

Güneş enerjili su ısıtma sistemleri Türkiye’de yaygın olarak kullanılmaktadır. Enerji elde edilmesi açısından çok önemli olan bu yöntem aynı zamanda hatalı uygulamalar nedeniyle görüntü kirliliğine sebep olmaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen yapılarda Türkiye’deki güneş enerjili su ısıtma sistemi uygulamalarının birçoğunun yapılarda tasarım aşamasında değil, daha sonradan yapılara eklenmesi nedeniyle mimari ile uyumsuz, çatının algılanmasını engelleyen ve hem yapı hem kent ölçeğinde bakıldığında estetik açıdan olumsuz uygulamalar olduğu görülmektedir. Aynı zamanda bu uygulamaların yetersiz bilgiye sahip üreticiler tarafından yapılması verim olarak da yetersiz sistemlerin artmasına sebep olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında incelenen örnek yapıda ihtiyaca göre gerekli olan enerji miktarı

hesaplanarak güneş enerjili su ısıtma sisteminde kullanılacak toplaç sayısı belirlenmiş ve bu toplaçlar çatı üzerinde çatı eğimine uygun olarak düzenli ve estetik olarak yapı ile uyumlu olacak şekilde yerleştirilerek güneş enerjili su ısıtma sistemi tasarım önerisi oluşturulmuştur. Bu öneride hem yapının ihtiyacını karşılayan, hem de yapı ile uyumlu olacak şekilde yerleşim yapılmıştır.

Daha sonra aynı yapı farklı çatı biçimlenişleri üzerinde yerleşim yapılarak incelenmiş ve yapının sıcak su ihtiyacını karşılarken yapı ve çevresi ile bir bütünlük içinde olacak şekilde tasarım yapılmıştır.

Çalışmada seçilen örnek yapı üzerinde yapılan incelemeler ve değerlendirmeler başlığı altında ele alınan konular doğrultusunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- **Yapının konum özellikleri** birim yüzeye gelen güneş ışınımı miktarını doğrudan etkilediğinden, güneş enerjili su ısıtma sistemi tasarımında mutlaka dikkate alınmalıdır, böylece daha doğru tasarımlar yapmak mümkün olur.
- Verim-estetik-maliyet bağlamında en başarılı uygulamalar yapının tasarımı sırasında düşünülerek yapılabilir. **Güneş enerjili su ısıtma sistemleri de tasarımın bir parçası olarak düşünülmeli ve yapı ile uygun tasarımlar oluşturulmalıdır.**
- Mevcut yapılara sonradan eklenecek olan güneş enerjili su ısıtma sistemleri söz konusu olduğunda ise yapının görünüşünü kötü etkilemeyecek şekilde bir çözüme ulaşılması amaçlanmalıdır.
- Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinde **sistemden faydalanılmak istenilen dönem doğru bir biçimde belirlenmeli**, toplaç eğim açıları bu doğrultuda saptanmalıdır. Eğimli çatılarda toplaç eğimi ve çatı eğimi ile aynı olmalıdır Depolar çatı arası veya bodrum gibi çatı üzeri dışında bir yerde konumlandırılmalıdır. Bu şekilde depoların çatı üzerinde oluşturacağı düzensiz görünüm engellenmiş olur. Teras çatılar üzerinde yapılacak uygulamalarda ise yüksek bir parapet duvarı uygulaması yapılarak toplaç ve depoların oluşturacağı görünümün gizlenmesi düşünülebilir.
- Yeni bina tasarımında güneş enerjili su ısıtma sistemlerine yapının tasarım sürecinin bir elemanı olarak bakılmalı, bir yapı ögesi gibi düşünülerek yapı ile uyumu, aynı

zamanda da güneş ışınlamalarından mümkün olduğunca faydalanabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

- Türkiye’de güneş enerjili su ısıtma sistemleri dâhil olmak üzere etken sistem uygulamalarına yönelik herhangi bir yaptırım uygulanmamaktadır. Bu uygulamaların daha verimli ve estetik olarak da yapılarla uyumlu olabilmesi için yerel yönetimler tarafından bir takım belirlemeler getirilmelidir.
- Kullanıcıların güneş enerjili su ısıtma sistemi seçerken yaygın olarak kar amaçlı ve niteliksiz üretimler yapan firmalara yönelmesi ülkemizde bu sistemlerin kurulum maliyetinin yüksek olmasıdır. Sistem üretimlerine ve uygulanmasına yönelik standartlar oluşturularak ve yerli üretime destek verilerek hem nitelikli hem de düşük maliyetli sistemler yaygınlaştırılmalıdır.
 1. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin yapı ve kent görüntüsü ile uyumlu olmaları için tasarıma aşamasına dâhil edilmeleri gerekmektedir, bu durumda özellikle mimarlara büyük sorumluluk düşmektedir. Bu sistemlerin uygun biçimde tasarlanması amacıyla bir takım belirlemeler oluşturulması yönünde bir çalışma yapılabilir. Böylelikle yerel yönetimlerin de kullanabileceği düzenlemeler oluşturularak sistem tasarımlarına belli standartlar getirilebilir.
 2. Çatılarda yeterli alan bulunması durumunda daha fazla toplaç kullanarak, elde edilebilecek enerji arttırılabilir. Bu şekilde yapının kullanım suyu ısıtması haricinde enerji ihtiyacının (ısıtma suyu vb.) ne kadarının bu sistemlerle karşılanabileceği üzerine bir çalışma yapılabilir.

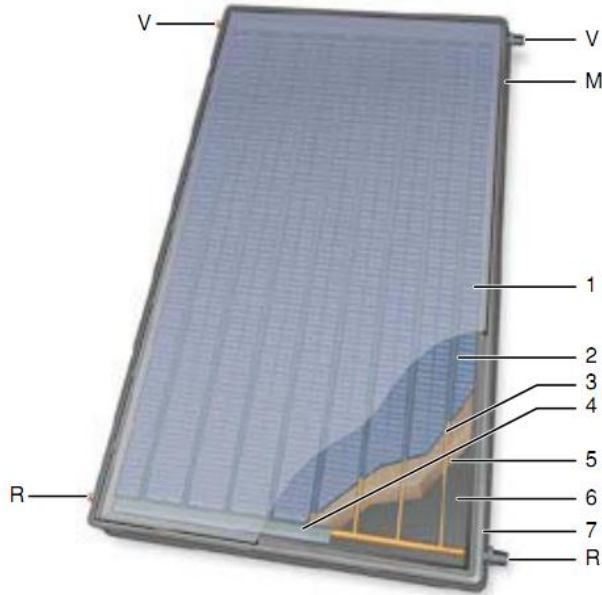
Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinde, yapının biçim, yön, çatı eğimi gibi özellikleri göz önünde bulundurularak tasarım yapılması durumunda verim-estetik-maliyet bağlamında yapı ve kent görünümü ile bir bütünlük içerisinde olan sistemler tasarlanmasına dikkat edilmelidir. Bu sistemler de yapının bir elemanı olarak düşünülmeli ve hatalı uygulamalar sonucu mimarisini olumsuz yönde etkileyen ve algılanmasına engel olan uygulamalar yapılmamalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Güneş Enerjisi, www.wikipedia.org , 15 Mayıs 2011.
- [2] Güneş Enerjisi Sistemleri, www.gunessistemleri.com , 15 Mayıs 2011
- [3] Duffie, A.J., Beckman, A.W., (1991), Solar Engineering of Thermal Processes John Wiley&Sons, Inc., U.S.A.
- [4] Alternatif Enerji Kaynakları, www.cevreonline.com , 15 Mayıs 2011
- [5] Göksal, T., Özbalta, N., (2002),“Enerji Korunumunda Düşük Enerjili Bina Tasarımlı”, Mühendis ve Makine, Sayı 506.
- [6] Sakıncı, E. ve Şerefhanoglu Sözen, M., (2007) Güneş Enerjili Etken Sistemlerin Yapılarda Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- [7] Elektrik İşleri Etüt İdaresi, www.eie.gov.tr, 15 Mayıs 2011.
- [8] Varınca, K. ve Gönüllü, T. (2006). Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma, I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, Eskişehir.
- [9] Şerefhanoglu, M., (1988), Güneş Isınımından Yararlanma ve Korunma, YTÜ Basımevi,İstanbul.
- [10] Kılıç A. ve Öztürk A., (1983), Güneş Enerjisi, Kipaş Dağıtımçılık, İstanbul.
- [11] Tezcan M., 2001, Düzlemsel Güneş Kollektörleri ve Verim Hesaplamaları, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 6-9, 23-34, 42-45.
- [12] Technology Fundamentals (2004), “Solar Thermal Water Heatings”, Renewable Energy World, 2:95-99, www.arch.ced.berkeley.edu/ , 23 Ekim 2010.

- [13] Bulut, H., Şahin, H. Ve Karadağ, R., (2007) "Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Tekno-Ekonomik Analizi", TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 101, 23-33.
- [14] Unified Facilities Criteria (UFC), 2002, Design: Active Solar Preheat Systems, US Army Corps of Engineers, USA.
- [15] Sakınç, E., (2006), Sürdürülebilirlik Bağlamında Mimaride Güneş Enerjili Etken Sistemlerin Tasarım Ögesi Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [16] Fujita Research, (1998), "Interseasonal Solar Storage"
<http://www.fujitaresearch.com/reports/solarpower.html>, 11 Nisan 2010.
- [17] Frei, U., Vogelsanger, P., (1998), "Solar Thermal Systems for Domestic Hot Water and Space Heating" Eurosun 1998,
<http://www.spf.ch/spf.php?lang=en&fam=32&tab=1> , 11 Nisan 2010.
- [18] NC State University, North Carolina Solar Center, www.ncsc.ncsu.edu , 25 Nisan 2010
- [19] Fujita Research, <http://www.fujitaresearch.com/reports/solarpower.html>, 25 Nisan 2010.
- [20] TMMOB, Şehir Plancıları Odası,
http://www.spo.org.tr/mevzuat/mevzuat_detay.php?kod=25&tipi=MES&turu=YO, 07 Temmuz 2011.
- [21] European Commission Joint Research Centre,
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radmonth.php?lang=en&map=europe>, 16 Ağustos 2011.
- [22] Isısan Güneş Enerjisi Tesisatı, 2003
- [23] Uludağ Üniversitesi, <http://mm.uludag.edu.tr/gunes.pdf>, 10 Temmuz 2011.
- [24] Meteoroloji Genel Müdürlüğü <http://dmi.gov.tr>, 13 Haziran 2011.

ÇALIŞMADA KULLANILAN TOPLAÇ MODELİNE AİT ÖZELLİKLER



V Kollektör sıcak su çıkışı

R Kollektör soğuk su girişi

M Duyar eleman kovanı

1 Şeffaf dökme cam

2 Absorber fleritler

3 Bakır borular

4 Toplama borusu kaplaması

5 Taşyünü izolasyon

6 Kollektör altlığı

7 GFK - çerçeve

MODEL	Isısan-Logasol SKN 2.0
Yerleştirme şekli	Dikey veya Yatay
Brüt kollektör yüzey alanı (m ²)	2,4
Net kollektör yüzey alanı (m ²)	2,1
Kollektör akışkan hacmi (lt.)	1,15
Absorpsiyon katsayısı	0,92 - 0,94
Emisyon değeri	0,12 - 0,16
Ağırlık (kg)	43
Kollektör verimi (%)	75
İşletme üst basıncı (bar)	3 (10)
Kapatma Sıcaklığı (°C)	179
Yükseklik (mm)	2115
Genişlik (mm)	1135
Derinlik (mm)	112
Kapasite (kWh/m ² .yıl)	466

AYLARA GÖRE ELDE EDİLEN GÜNEŞ IŞINIMI MİKTARI İÇİN ECOTECT PROGRAMI HESABI

Tüm Yıl İçin (32°):

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE					
MALATYA, TUR (Direct Only)					
Object: 1 (2.10 m2) (Azi: 180.00 °, Alt: 58.00 °)					
	AVAIL.	INCIDENT	ABSORBED	TRANSMITTED	
MONTH	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Jan	65295	48694	112483	44575	102968
Feb	76899	58640	135458	53687	124017
Mar	111740	84724	195713	77367	178717
Apr	107631	79061	182630	72024	166376
May	158256	113598	262411	103383	238814
Jun	208861	146210	337746	132780	306722
Jul	215214	153911	355535	140031	323472
Aug	198870	151787	350628	138714	320430
Sep	172646	136126	314451	124665	287977
Oct	119981	93623	216270	85771	198130
Nov	82496	64286	148500	59053	136412
Dec	42383	32228	74447	29573	68313
-----	-----	-----	-----	-----	-----
TOTALS	1560272	1162889	2686273	1061623	2452348

Mayıs-Eylül Ayları Arasındaki Dönem İçin (16°):

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE					
MALATYA, TUR (Direct Only)					
Object: 1 (2.10 m2) (Azi: 180.00 °, Alt: 74.00 °)					
	AVAIL.	INCIDENT	ABSORBED	TRANSMITTED	
MONTH	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Jan	65295	38803	89634	34754	80282
Feb	76899	49775	114980	44950	103835
Mar	111740	77985	180145	70817	163587
Apr	107631	78244	180743	71263	164618
May	158256	120008	277217	109567	253099
Jun	208861	158319	365716	144413	333594
Jul	215214	164685	380422	150468	347582
Aug	198870	153961	355649	140887	325449
Sep	172646	129236	298536	118053	272701
Oct	119981	82605	190816	75030	173319
Nov	82496	52519	121319	47447	109601
Dec	42383	25443	58774	22837	52753
-----	-----	-----	-----	-----	-----
TOTALS	1560272	1131581	2613950	1030486	2380421

AYLARA GÖRE HESAPLANAN TOPLAÇ SAYILARI

Tüm Yıl İçin (32°):

Ocak ayı için günlük güneş ışığı değeri $1570 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1 m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $1570 \times 0.75 = 1177.5 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1 m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546 / 1177.5 = 50.57 \text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplacın alanına bölündüğünde,

$50.57 / 2.1 = 24.00 \approx \mathbf{24 \text{ adet}}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Şubat ayı için günlük güneş ışığı değeri $2094 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1 m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $2094 \times 0.75 = 1570.5 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1 m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546 / 1570.5 = 37.92 \text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplacın alanına bölündüğünde,

$37.92 / 2.1 = 18.06 \approx \mathbf{18 \text{ adet}}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Mart ayı için günlük güneş ışığı değeri $2733 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $2733 \times 0.75 = 2049.8 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546 / 2049.8 = 29.05 \text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplacın alanına bölündüğünde,

$29.05 / 2.1 = 13.83 \approx \mathbf{14 \text{ adet}}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Nisan ayı için günlük güneş ışığı değeri $2635 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $2635 \times 0.75 = 1976.3 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546 / 1976.3 = 30.13 \text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplacın alanına bölündüğünde,

$30.13 / 2.1 = 14.35 \approx \mathbf{14 \text{ adet}}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Mayıs ayı için günlük güneş ışığı değeri $3665 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $3665 \times 0.75 = 2748.8 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546 / 2748.8 = 21.66 \text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplacın alanına bölündüğünde,

$21.66/2.1=10.32\approx\mathbf{10\ adet}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Haziran ayı için günlük güneş ışığı değeri $4874\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $4874\times 0.75=3655.5\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/3655.5=16.29\text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplaçın alanına bölündüğünde,

$16.29/2.1=7.76\approx\mathbf{8\ adet}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Temmuz ayı için günlük güneş ışığı değeri $4965\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $4965\times 0.75=3723.8\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/3723.8=15.99\text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplaçın alanına bölündüğünde,

$15.99/2.1=7.61\approx\mathbf{8\ adet}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Ağustos ayı için günlük güneş ışığı değeri $4896\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $4896\times 0.75=3672\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/3672=16.22\text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplacın alanına bölündüğünde,

$16.22/2.1=7.72\approx\mathbf{8\ adet}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Eylül ayı için günlük güneş ışığı değeri $4538\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $4538\times 0.75=3403.5\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/3403.5=17.50\text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplacın alanına bölündüğünde,

$17.50/2.1=8.33\approx\mathbf{8\ adet}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Ekim ayı için günlük güneş ışığı değeri $3020\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $3020\times 0.75=2265\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/2265=26.29\text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplacın alanına bölündüğünde,

$26.29/2.1=12.52\approx\mathbf{13\ adet}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Kasım ayı için günlük güneş ışığı değeri $2143\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $2143\times 0.75=1607.3\text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/1607.3=37.05 \text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplaçın alanına bölündüğünde,

$37.05/2.1=17.64 \approx \mathbf{18 \text{ adet}}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Aralık ayı için günlük güneş ışığı değeri $1040 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1 m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $1040 \times 0.75 = 780 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1 m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/780=76.34 \text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplaçın alanına bölündüğünde,

$76.34/2.1=36.35 \approx \mathbf{36 \text{ adet}}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Mayıs-Eylül Ayları Arasındaki Dönem İçin (16°):

Mayıs ayı için günlük güneş ışığı değeri $3871 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1 m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $3871 \times 0.75 = 2903.3 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1 m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/2903.3=20.51 \text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplaçın alanına bölündüğünde,

$20.51/2.1=9.77 \approx \mathbf{10 \text{ adet}}$ toplaç kullanılması gerekmektedir.

Haziran ayı için günlük güneş ışığı değeri $5277 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1 m^2 alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $5277 \times 0.75 = 3957.8 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m² toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/3957.8=15.05$ m² toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplaçın alanına bölündüğünde,

$15.05/2.1=7.16\approx 7$ adet toplaç kullanılması gerekmektedir.

Temmuz ayı için günlük güneş ışığı değeri 5312 Wh/m²/gün olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m² alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $5312 \times 0.75 = 3984$ Wh/m²/gün bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m² toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/3984=14.95$ m² toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplaçın alanına bölündüğünde,

$14.95/2.1=7.12\approx 7$ adet toplaç kullanılması gerekmektedir.

Ağustos ayı için günlük güneş ışığı değeri 4967 Wh/m²/gün olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m² alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji $4967 \times 0.75 = 3725.3$ Wh/m²/gün bulunur.

Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1m² toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/3725.3=15.98$ m² toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplaçın alanına bölündüğünde,

$15.98/2.1=7.61\approx 7$ adet toplaç kullanılması gerekmektedir.

Eylül ayı için günlük güneş ışığı değeri 4308 Wh/m²/gün olarak alındığında,

Toplaç verimi olan %75 ile çarpılırsa, 1m² alan için toplaçtan elde edilecek günlük enerji

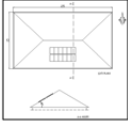
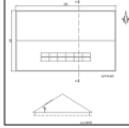
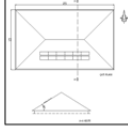
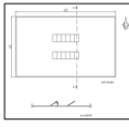
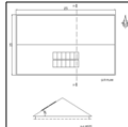
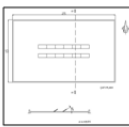
$4308 \times 0.75 = 3231 \text{ Wh/m}^2/\text{gün}$ bulunur.

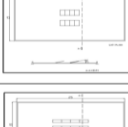
Yapının günlük ısı ihtiyacı olan 59546 Wh 1 m^2 toplaç alanından elde edilecek enerjiye bölündüğünde,

$59546/3231 = 18.43 \text{ m}^2$ toplaç alanına ihtiyaç olduğu hesaplanır.

Elde edilen bu değer 1 adet toplaçın alanına bölündüğünde,

$18.43/2.1 = 8.78 \approx 9$ adet toplaç kullanılması gerekmektedir.

TOPLAÇ YERLEŞİMİ- ÇATI PLANI/KESİTİ	AÇIKLAMA	GEREKLİ TOPLAÇ SAYISI	MAX. TOPLAÇ SAYISI	TOPLAÇ YERLEŞİMİ- ÇATI PLANI/KESİTİ	AÇIKLAMA	GEREKLİ TOPLAÇ SAYISI	MAX. TOPLAÇ SAYISI
	32° Eğimli Kırmızı Çatı için, 32° Eğimli Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Dikey Yerleşim)	12	54		32° Eğimli Beşik Çatı için, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Yatay Yerleşim)	12	84
	32° Eğimli Kırmızı Çatı için, 32° Eğimli Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Yatay Yerleşim)	12	53		Teras Çatı için, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Dikey Yerleşim)	12	88
	32° Eğimli Beşik Çatı için, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Dikey Yerleşim)	12	88		Teras Çatı için, 32° Tüm Yıl Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (12 Toplaç-Yatay Yerleşim)	12	66

TOPLAÇ YERLEŞİMİ- ÇATI PLANI/KESİTİ	AÇIKLAMA	GEREKLİ TOPLAÇ SAYISI	MAX. TOPLAÇ SAYISI
	Teras Çatı için, 16° Mayıs-Eylül Ayları Arası Dönem için Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (8 Toplaç-Dikey Yerleşim)	12	88
	Teras Çatı için, 16° Mayıs-Eylül Ayları Arası Dönem için Ortalama Toplaç İhtiyacı Yerleşimi (8 Toplaç-Yatay Yerleşim)	12	66

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Filiz EREZ
Doğum Tarihi ve Yeri : 1985-İzmit
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : filizerez@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Mimarlık	Yıldız Teknik Üniversitesi	2008
Lise		Kocaeli 24 Kasım A.L.	2003

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2011	Grontmij	Mimar
2008	Atölye T Mimarlık	Mimar