

**MERSİN-MEZİTLİ İLÇESİNDE SİHHİ SICAK SU
TEMİNİNDE MEVCUT DURUM ve ÇOK KATLI
BİNALARDA GÜNEŞ ENERJİSİNDEN DAHA FAZLA
YARARLANMA YOLLARININ ARAŞTIRILMASI**

MUSTAFA AYTUTTU

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNEMÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
EYLÜL – 2012**

**MERSİN-MEZİTLİ İLÇESİNDE SIHHİ SICAK SU
TEMİNİNDE MEVCUT DURUM ve ÇOK KATLI
BİNALARDA GÜNEŞ ENERJİSİNDEN DAHA FAZLA
YARARLANMA YOLLARININ ARAŞTIRILMASI**

MUSTAFA AYTUTTU

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Danışman
Prof. Dr. Yusuf ZEREN**

**MERSİN
EYLÜL – 2012**

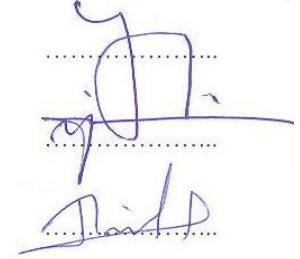
Mustafa AYTUTTU tarafından Prof. Dr. Yusuf ZEREN danışmanlığında hazırlanan “ Mersin-Mezitli İlçesinde Sıhhi Sıcak Su Temininde Mevcut Durum ve Çok Katlı Binalarda Güneş Enerjisinden Daha Fazla Yararlanma Yollarının Araştırılması ” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Yusuf ZEREN

Doç. Dr. İbrahim SEVİM

Yrd. Doç.Dr. Fikret ZORLU



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 02/11/2012 tarih ve 2012/20/629 sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. A. Murat GİZİR
Enstitü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

MERSİN-MEZİTLİ İLÇESİNDE SİHHİ SICAK SU TEMİNİNDE MEVCUT DURUM ve ÇOK KATLI BİNALARDA GÜNEŞ ENERJİSİNDE DAHA FAZLA YARARLANMA YOLLARININ ARAŞTIRILMASI

Mustafa AYTUTTU

ÖZ

Çok katlı ve çok daireli binalarda daire başına düşen çatı alanı az olduğundan güneş enerjisi kaynaklı sıhhi sıcak su elde etmede sıcaklık derecesi ve miktar açısından yetersizlik vardır. Bu yüksek lisans tez çalışmasında, Mezitli ilçesinde sıhhi sıcak su temininde güneş enerjisinden yararlanmada mevcut durum tespit edilmiştir. Elde edilen verilerde yüksek binalarda sıhhi sıcak su temininde sorunlar yaşandığı görülmüştür. Ayrıca araştırmada geleneksel düzlemsel kolektör yerine tüplü kolektörlerin verimlilikleri ve uygulanabilirlikleri de karşılaştırılmıştır. Çok katlı bir binada, güneş enerjili sıcak su temininde düzlemsel kolektör yerine verimi daha yüksek olan vakum tüplü kolektör uygulamasına geçildiğinde bütün dairelerin sıhhi sıcak su temininde güneş enerjisinden daha fazla yararlanabileceği saptanmıştır ve tüplü kolektörlerin daha verimli olduğu ve ortak kullanıma uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Katlı Bina, Sıcak Su, Düzlemsel Kolektör, Vakum Tüplü Kolektör

Danışman: Prof. Dr. Yusuf ZEREN, Mersin Üniversitesi, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı

A STUDY ON THE CURRENT STUATON OF SANITARY HOT WATER SUPPLY AND THE WAY OF MAKING MORE USE OF SOLAR ENERGY AT HIGH-RISE BUILDINGS IN MERSİN-MEZİTLİ REGION

Mustafa AYTUTTU

ABSTRACT

Because roof space per flat is limited in multistory and multiflat buildings, solar energy-based sanitary hot water supply is unsatisfactory in terms of quantity of water and warmth. This thesis study determines the present condition of solar saving fraction in sanitary hot water supply in Mezitli district. To the best of its knowledge, high-rise buildings have certain problems in sanitary hot water supply. When vacuum tube collector which has higher productive is used instead of flat plate collector, all flats in a high-rise building benefit from solar energy more and gets hotter water.

Key Words: High-Rise Buildings, Hot Water, Flat Plate Collector, Vacuum Tube Collector

Advisor: Prof. Dr. Yusuf ZEREN, Department of Mechanical Engineering, University of Mersin

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın yürütülmesinde derin bilgi ve tecrübeleriyle bana her türlü desteği veren danışman hocam Prof. Dr. Yusuf Zeren'e, çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen Görkem ŞİMŞEK, Yasin ÖZDEMİR ve göstermiş olduğu sabır ve anlayıştan dolayı sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZ.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
EKLER DİZİNİ.....	x
1.GİRİŞ	1
1.1. DÜNYADA KİŞİ BAŞINA DÜŞEN KULLANILABİLİR SU MİKTARLARI. 1	
1.2. SICAK SU TÜKETİMİNE İLİŞKİN ORTALAMA DEĞERLER	2
1.3. GÜNEŞ ENERJİSİ	5
2.KAYNAK ARAŞTIRMALARI.....	8
2.1. GÜNEŞ ENERJİSİ KULLANIMININ TARİHSEL GELİŞİMİ ve TÜRKİYEDEKİ YERİ	8
2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	10
2.3. DÜNYADA GÜNEŞ ENERJİSİ KURULU GÜCÜNÜN GELİŞİMİ	21
2.4. ÜLKELERDEKİ KURULU SICAK SU KOLEKTÖR ALANLARI	22
2.5. TÜRKİYEDE GÜNEŞ KOLEKTÖRÜ PAZARI.....	23
2.6. TÜRKİYENİN GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ.....	26
2.6.1.Mersin İline Ait Ortalama Sıcaklık Değerleri	28
2.7. GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITMA SİSTEMLERİ	29
2.7.1. Devre Tiplerine Göre Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri.....	30
2.7.1.1. Açık Dolaşimli Sistemler	30
2.7.1.2. Kapalı Dolaşimli Sistemler	31
2.7.2. İşletme Tiplerine Göre Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri.....	32
2.7.2.1. Doğal Dolaşimli Sistemler	32
2.7.2.2. Zorlanmış Dolaşimli Sistemler	32
2.7.2.3. Yardımcı Isıtıcı Sistemler	33
2.7.3. Depo Yerleşim Tiplerine Göre Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri	35
2.7.3.1. Yatay Depolu Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri.....	35
2.7.3.2. Dikey Depolu Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri.....	36
2.7.4. Kolektör Tiplerine Göre Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri	37

2.7.4.1. Panel Kolektör.....	37
2.7.4.2. Vakum Tüplü Kolektör	39
<i>Vakumlu Güneş Kolektör Sistemlerinin Çalışma Borulu Prensibi</i>	<i>40</i>
<i>Isı Borulu Vakum Tüplü Güneşli Su Isıtıcıları</i>	<i>41</i>
2.7.4.3. Diğer Güneş Kolektörleri.....	42
<i>Odaklamalı (Yoğunlaştırıcı) Tip Güneş Kolektörleri</i>	<i>42</i>
<i>Doğrusal Yoğunlaştırıcılar</i>	<i>43</i>
<i>Noktasal Yoğunlaştırıcılar</i>	<i>44</i>
<i>Hava Akışkanlı Güneş Kolektörleri</i>	<i>45</i>
2.8. GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITMA SİSTEMLERİNİN AVANTAJLARI ve DEZAVANTAJLARI	45
2.8.1. Doğal Dolaşımli Sistemler	45
2.8.2. Pompalı Sistemler	46
2.8.3. Vakum Tüplü Sistemler	46
2.9. TÜRKİYEDE GÜNEŞTEN ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN BELİRLENEN BÖLGE ve KAPASİTELERİ	47
2.10. YENİLENEBİLİR ENERJİ TEŞVİKLERİ	50
2.10.1. ORKÖY Güneş Enerjili Sıcak Su Sistem Teşvikleri	54
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	56
3.1. MEZİTLİ İLÇESİ GENEL BİLGİLER	57
3.1.1. Mezitli İlçesinin Nüfusu.....	59
3.1.2. Mezitli İlçesindeki Mahallelerin Toplam Konut ve Araştırma Yapılan Çok Toplam Katlı Konut Sayısı	61
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	63
4.1. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ ÇOK KATLI BİNALARIN GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU SİSTEMLERİNDEN YARARLANMA DURUMU.....	63
4.2. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ ÇOK KATLI BİNALARIN SİHHİ SICAK SU TEMİNİNDE KULLANDIKLARI KOLEKTÖR TİPLERİ	69
4.3. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ ÇOK KATLI BİNALARDA MEVCUT KOLEKTÖR ALANI.....	73
4.4. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ ÇOK KATLI BİNALARDA KİŞİ BAŞINA DÜŞEN TOPLAM KOLEKTÖR ALANI.....	75
4.5. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ MAHALLELERİN DOĞAL GAZDAN YARARLANMA ORANI	77

4.6. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ KAMU KURUM ve KURULUŞLARIN GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU SİSTEMLERİNDEN YARARLANMA DURUMU.....	79
4.6.1. Okulların Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemlerinden Yaralanma Durumu	79
4.6.2. Diğer Kamu Kurum ve Kuruluşların Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemlerinden Yararlanma Durumu	82
4.6.3. Sağlık Merkezlerin Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemlerinden Yararlanma Durumu	84
4.7. MERSİN İLİNDE GÜNEŞ KOLEKTÖRLERİ ve AKSAMI ÜRETEN SANAYİNİN DURUMU.....	85
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	87
5.1. SONUÇLAR	87
5.2. ÇOK KATLI BİR BİNADA SIHHİ SICAK SU TEMİNİNDE DÜZLEMSEL KOLEKTÖR YERİNE VAKUM BORULU KOLEKTÖR İLE ÇALIŞAN GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEM UYGULAMASINA YÖNELİK BİR ÖNERİ.....	87
5.3. DÜZLEMSEL KOLEKTÖR İLE VAKUM BORULU KOLEKTÖRLERİN MALİYET HESABININ YAPILMASI	97
5.3.1. Düzlemsel Kolektör Hesabı	97
5.3.2. Vakum Borulu Kolektör Kolektör Hesabı	97
5.4. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ ÇOK KATLI BİNALARDAKİ DAİRELERİN SICAK SU TEMİNİNDE ELEKTRİKLİ ISITICI YERİNE GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU SİSTEMLERİNİ KULLANDIĞINDA ELDE ETTİKLERİ YILLIK KAZANÇ MİKTARLARI.....	98
5.5. DEĞERLENDİRME.....	103
KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ.....	110

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Konutlarda sıcak su ihtiyacı.....	2
Çizelge 1.2. Gelişmiş ülkelerde sıcak su tüketimine ilişkin ortalama değerler	3
Çizelge 2.1. Ülkelerde toplam sıcak su kolektör alanları	22
Çizelge 2.2. Türkiye'nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli	26
Çizelge 2.3. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı	27
Çizelge 2.4. Mersin iline ait ortalama sıcaklık değerleri	28
Çizelge 2.5. Uzun yıllar içinde gerçekleşen en yüksek ve en düşük değerler	28
Çizelge 2.6. Güneşten elektrik üretimi için belirlenen bölge ve kapasiteleri.....	47
Çizelge 3.1. Yıllara göre Mezitli nüfusu.....	59
Çizelge 3.2. Mezitli ilçesindeki mahallelerin sahip olduğu toplam nüfus miktarı.....	60
Çizelge 3.3. Mezitli ilçesindeki mahallelerin toplam konut sayısı ve araştırma yapılan toplam çok katlı konut sayısı	61
Çizelge 4.1. Mezitli ilçesindeki çok katlı binaların mevcut güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma durumu.....	63
Çizelge 4.2. Mezitli ilçesindeki mahallelerin sıcak su elde etme kullandıkları düzlemsel ve vakum borulu kolektör sayıları	69
Çizelge 4.3. Mezitli ilçesindeki mahallelerin sıcak su elde etme kullandıkları düzlemsel ve vakum borulu kolektörlü güneş enerjileri oranları	71
Çizelge 4.4. Mezitli ilçesindeki mahallelerin toplam kolektör alanı	73
Çizelge 4.5. Mezitli ilçesindeki mahallelerde kişi başına düşen toplam kolektör alanı	75
Çizelge 4.6. Mezitli ilçesindeki mahallerin doğal gazdan yararlanma durumu.....	77
Çizelge 4.7. Mezitli ilçesine bağlı okulların güneş enerjili sıcak sudan yararlanma durumu	79
Çizelge 4.8. Mezitli ilçesine bağlı kamu kurum ve kuruluşların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma durumu	82
Çizelge 4.9. Mezitli ilçesine bağlı sağlık merkezlerin güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma durumu.....	84
Çizelge 4.10. Mersin ilinde güneş kolektörleri ve aksamı üreten sanayinin durumu	86

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Dünyada kişi başına düşen kullanılabilir su miktarları.....	1
Şekil 1.2. Güneşten gelen ışınının dağılımı	5
Şekil 2.1. Dünyada güneş enerjisi kurulu gücünün gelişimi	21
Şekil 2.2. Türkiye’de düzlemsel güneş kolektörü üretim miktarları.....	23
Şekil 2.3. Uzakdoğu ülkelerinden ithal edilen vakum tüplü güneş kolektörleri miktarı	24
Şekil 2.4. Türkiye’de satılan toplam güneş kolektörü miktarlarının yıllara göre değişimi	25
Şekil 2.5. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin sınıflandırılması.....	29
Şekil 2.6. Açık dolaşimli devre	30
Şekil 2.7. Doğal dolaşimli kapalı güneşli su ısıtıcıları.....	31
Şekil 2.8. Zorlamalı dolaşimli kapalı güneşli su ısıtıcıları.....	33
Şekil 2.9. Yardımcı ısı üreticili pompa dolaşimli kapalı güneşli su ısıtıcıları	34
Şekil 2.10. Yatay depolu güneş enerjili su ısıtma sistemleri	35
Şekil 2.11. Dikey depolu güneş enerjili su ısıtma sistemi.....	36
Şekil 2.12. Düzlemsel güneş kolektörü.....	37
Şekil 2.13. Vakumlu kolektörün görünüş ve kısımları	39
Şekil 2.14. Vakum tüplü kolektörün çalışma prensibi	40
Şekil 2.15. Vakum tüp ısı borusu uygulaması.....	42
Şekil 2.16. Doğrusal yoğunlaştırıcılar.....	43
Şekil 2.17. Parabolik çanak kolektörler	44
Şekil 2.18. Güneşten elektrik üretimi için belirlenen bağlantı yer ve kapasiteleri	49
Şekil 3.1. Mezitli ilçesindeki mahallerin yerleşim alanları.....	58
Şekil 4.1. Mezitli ilçesindeki çok katlı binalarda mevcut güneş enerjili sıcak su sistem miktarı	64
Şekil 4.2. Mezitli ilçesindeki çok katlı binaların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma oranı	65
Şekil 4.3. Mezitli ilçesindeki mevcut güneş enerjili sıcak su sistem oranı.....	66
Şekil 4.4. Merdiven boşluğu arkasına konulan güneş enerjili sıcak su sistemi	67
Şekil 4.5. Birbirine çok yakın konulan güneş enerjili sıcak su sistemleri	68
Şekil 4.6. Mezitli ilçesindeki mahallelerin sahip olduğu düzlemsel kolektörlü ve vakum borulu güneş enerjili sıcak su sistem miktarı.....	70
Şekil 4.7. Mezitli ilçesindeki mahallelerin sıcak su elde etmede kullandıkları kolektörler oranı	72
Şekil 4.8. Mezitli ilçesindeki mahallelerin toplam kolektör alanı	74
Şekil 4.9. Mezitli ilçesindeki mahallelerin kişi başına düşen toplam kolektör alanı .	76
Şekil 4.10. Mezitli ilçesindeki mahallelerin doğal gazdan yararlanma oranı	78
Şekil 4.11. Mezitli ilçesine bağlı okulların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma oranı.....	81
Şekil 4.12. Mezitli ilçesine bağlı kamu kurum ve kuruluşların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma oranı	83
Şekil 5.1. Düzlemsel kolektör yerine vakum borulu kolektör uygulaması yapılan çok katlı bina	88
Şekil 5.2. Uygulama yapılan çok katlı binada düzlemsel kolektör ve su depolarının üstten görüntüsü.....	89

Şekil 5.3. Çok katlı binadaki düzlemsel kolektörlü güneş enerjili sıcak su ısıtma sistemlerinin görünüşü.....	90
Şekil 5.4. Çok katlı binadaki mevcut düzlemsel kolektörlü güneş enerjili sıcak su sistemi.....	91
Şekil 5.5. Uygulamada kullanılacak 24 tüplü güneş enerjili sıcak su sistemi	92
Şekil 5.6. Çok katlı binadaki vakum tüplü güneş enerjili sıcak su sistemi uygulaması.	93
Şekil 5.7. Uygulanan vakum tüplü güneş enerjili sıcak su sisteminin üstten görünüşü	94
Şekil 5.8. Çok katlı binadaki düzlemsel ve vakum tüplü güneş enerjili sıcak su sistemlerinin görünüşü.....	95
Şekil 5.9. Çok katlı binadaki düzlemsel ve vakum tüplü güneş enerjili sıcak su sistemlerinin üstten görünüşü	96
Şekil 5.10. Merkezi güneş enerjili sıcak su sistemi örneği	100
Şekil 5.11. Merkezi güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanan bir bina	101
Şekil 5.12. Tek kolektörlü basınçlı güneş enerjili su sistemi örneği.....	102

EKLER DİZİNİ

Sayfa

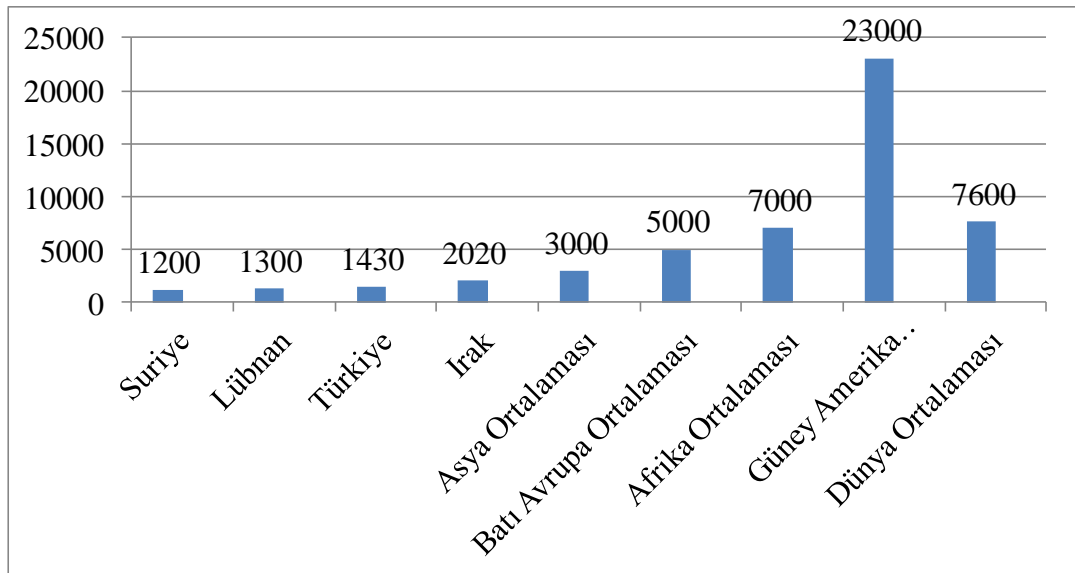
Ek-1. Mersin-Mezitli ilçesinde yapılan araştırmada kullanılan soru listesi..... 104

1.GİRİŞ

Su; yaşayan bütün canlılar için en önemli doğal, ancak sınırlı bir kaynaktır. İnsan kullanımı, ekosistem kullanımı, ekonomik kalkınma, enerji üretimi, ulusal güvenlik gibi suyun gerekli olduğu birçok sektör vardır. Hızla artan dünya nüfusu ve su talebiyle birlikte ekonomik, politik ve çevresel konulardaki mücadeleler ve çekişmeler çok daha yaygın ve ciddi boyutlara ulaşmıştır. Su kaynakları; miktar, kalite ve tüm diğer sektörel kullanımlar açısından birçok ciddi sorunla karşı karşıyadır. Dünya’da son yıllarda su tasarrufu ve suyu verimli kullanımına yönelik araştırmalar önem kazanmaktadır.

1.1. DÜNYADA KİŞİ BAŞINA DÜŞEN KULLANILABİLİR SU MİKTARLARI

Bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için, kişi başına düşen yıllık su miktarı en az 8000-10000 m³ arasında olmalıdır [1]. Türkiye’de kişi başına düşen su miktarı 1430 m³ olduğundan, ülkemiz su zengini değildir [1]. 2030 yılında, bu miktar 1100 m³’lere düşeceğinden su sıkıntısı çekileceği anlaşılmaktadır. 2050 ve sonraki yıllarda, su sıkıntısı Türkiye’nin çok ciddi bir sorunu olacaktır.



Şekil 1.1. Dünyada bazı ülkelerdeki kişi başına düşen kullanılabilir su miktarları (m³/yıl) [1]

1.2. SICAK SU TÜKETİMİNE İLİŞKİN ORTALAMA DEĞERLER

Toplumlardaki refah düzeyi artışı ve yaşam farkları değişimine paralel olarak sıcak su ile soğuk su tüketimi giderek artmaktadır. Bununla birlikte, sıcak suyun maliyet bedelinin soğuk suya oranla daha yüksek olması nedeniyle sıcak su daha az tüketilmektedir. Sıcak su üretiminin maksimal talebi karşılayacak şekilde belirlenmesi ve tüketim hesabının yapılmasından önce, bireylerin sosyal konumlarıyla hayat standartlarının dikkate alınması gereklidir. Sıcak su tüketim miktarlarının belirlenmesinde göz önünde bulundurulması gereken bir başka etken de sıcak kullanma suyu üretim aygıtlarının gücüdür. Aygıt güçlerinin aşırı ölçülerde artırılmasından kaçınılması gerekir. Özellikle elektrikli ısıtıcılar için bu şarttır.

Konutlarda sıcak su tesisatında ısıtıcıya soğuk su giriş sıcaklığı ortalama 10°C alınır. Sıcak su sıcaklığı 30-90 °C arasında değişir.

Yıkama amacı ile kullanma suyu sıcaklığı 35-45°C, mutfakta kullanım amacı ile kullanma suyu sıcaklığı 55-60°C, endüstriyel amaçlarda ise daha yüksek olabilir [2].

Çizelge 1.1. Konutlarda sıcak su ihtiyacı [2]

Kullanım Yeri	Bir Seferlik Kullanım (Litre)	Sıcaklık (°C)	Süre (Dakika)
Musluk DN 10	5	40	1
Musluk DN 15	10	40	1
Musluk DN 20	25	40	1
Evye Tek Gözlü	30	55	5
Evye Çift Gözlü	50	55	5
Lavabo	5	35	1.5
Banyo Küveti 100	100	40	15

Banyo Küveti 160	150	40	15
Duş	50	40	6
Oturma Banyosu	50	40	4

Sıcak su kullanım ihtiyacı çok değişkendir. Örneğin konutlardaki sıcak su kullanımı bile, sadece kişi sayısı ve konut büyüklüğüne bağlı değil, insanların yaşam düzeyi, yaşı, sistemin yapısı ve mevsimine göre değişir.

Toplam ihtiyaç (60°C) [2]

Basit 10.....20 L/gün. kişi

Yüksek 20.....40 L/gün. kişi

En yüksek 40....80 L/gün. kişi

Gelişmiş ülkelerde (örneğin Fransa'da) ise sıcak su tüketimine ilişkin ortalama değerler çizelge 1.2. de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Gelişmiş ülkelerde (Fransa örneğinde) sıcak su tüketimine ilişkin ortalama değerler [3]

Konut Gereksinimleri İçin İhtiyaç Duyulan Sıcak Kullanma Suyu Miktarlarına İlişkin Ortalama Değerler	
Gereksinim Tipi	60 ° C'lik Sıcak Su (Litre Olarak Kişi Başına Günlük Tüketim)
Sabah Tuvaleti-Sabah Temizliği	6 (Litre/Kişi/Gün)
Sabah Kahvaltı Bulaşığı	1 (Litre/Kişi/Gün)
Sabah Bakımı ve Sabah İşleri	2 (Litre/Kişi/Gün)
Öğle Mutfağı	1 (Litre/Kişi/Gün)
El Yıkama (Öğle yemeği için)	1 (Litre/Kişi/Gün)
Öğle Yemeği Bulaşığı	3 (Litre/Kişi/Gün)

Öğle Sonu Bakımı ve İşleri	2 (Litre/Kişi/Gün)
Akşam Mutfağı	1 (Litre/Kişi/Gün)
El yıkama (Akşam yemeği için)	0.6 (Litre/Kişi/Gün)
Akşam Yemeği Bulaşığı	3 (Litre/Kişi/Gün)
Akşam Tuvaleti-Akşam Temizliği	6 (Litre/Kişi/Gün)
Banyo Küvetinde Yıkama	75 (Litre/Kişi/Gün)
Çocuk Banyosu (Oturaklı Banyo Küvetinde Yıkama)	36 (Litre/Kişi/Gün)
Duş Alma	30 (Litre/Kişi/Gün)
Toplam	167.6 (Litre/Kişi/Gün)

Dört kişilik bir çekirdek ailenin günlük sıcak su tüketimi, gelişmiş ülkelerde 600-700 litre arasında değişmektedir. Bu miktardaki sıcak suyun yakıtlı ya da elektrikli aygıtlarla sağlanmasının maliyeti yüksektir.

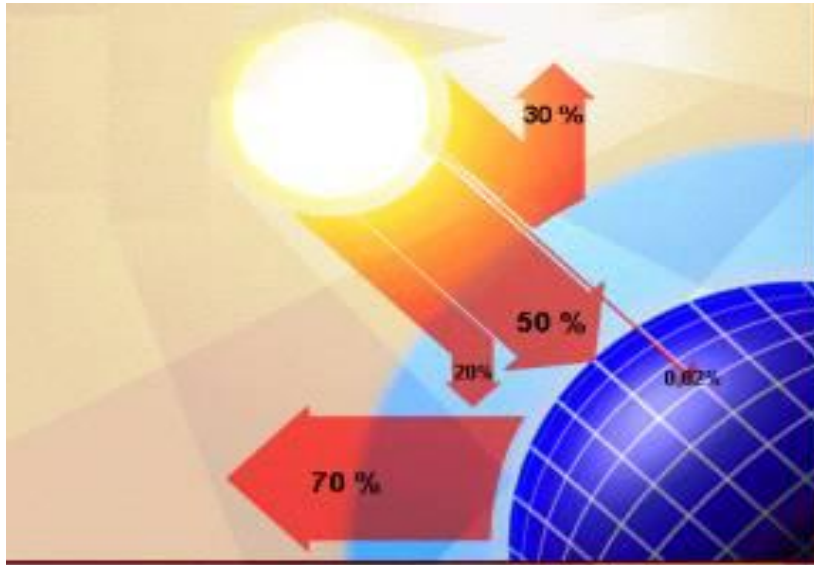
O nedenle sıcak su temininde güneş enerjisinden yararlanmak maliyeti önemli oranda azaltmaktadır.

Türkiye güneşlenme süresi ve yoğunluğu açısından dünya ortalamasına göre avantajlı bir enlem ve boylamdadır. Bu avantajdan en yüksek düzeyde yararlanmak toplam enerji giderlerimizin azalmasına önemli bir katkı sağlayacaktır.

1.3. GÜNEŞ ENERJİSİ

Yaşamın kaynağı olan Güneş, doğal sistem enerjisinin büyük bir bölümünü karşılar. Dünyadaki madde ve enerji akışları, güneş enerjisi sayesinde mümkün olabilmektedir. Rüzgar, deniz dalgası, okyanusta sıcaklık farkı ve biyokütle enerjileri, güneş enerjisinin değişim geçirmiş biçimleridir. Güneş enerjisi, hem sürekli ve yenilenebilir hem de bedava bir enerji kaynağıdır. Bunların yanı sıra geleneksel yakıtların kullanımından kaynaklanan çevresel sorunların çoğunun güneş enerjisi üretiminde bulunmayışı bu enerji türünü temiz ve çevre dostu bir enerji yapmaktadır.

Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti sabit ve 1370 W/m^2 değerindedir, ancak yeryüzünde $0-1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir [4]. Bu enerjinin dünyaya ulaşan küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır [4]. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, güneş çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir [4].



Şekil 1.2. Güneşten gelen ışınımın dağılımı [4]

Güneş ışınlarının tamamı yer yüzeyine ulaşmaz, % 30 kadarı dünya atmosferi tarafından geri yansıtılır. Güneş ışınlarının % 50'si, atmosferi geçerek dünya üzerine ulaşır. Bu enerji ile Dünya'nın sıcaklığı yükselir ve yeryüzünde yaşam mümkün hale gelir. Rüzgar hareketlerine ve okyanus dalgalanmalarına da bu ısınma neden olur. Güneşten gelen ışınların % 20'si ise atmosfer ve bulutlarda tutulur [4].

Yenilenebilir enerji çeşitlerinden olan güneş enerjisinin diğer enerji türlerine göre birçok faydası bulunmaktadır [5]. Bunlar:

- 1) Her şeyden önce güneş, bol ve tükenmeyen enerji kaynağıdır (minimum milyonlarca yıl).
- 2) Temiz bir enerji türüdür; çevreyi kirletici, duman, gaz, karbon monoksit, kükürt ve radyasyon gibi olumsuz etkileri yoktur.
- 3) Yerel uygulamalar için elverişlidir. Enerjiye ihtiyaç duyulan, hemen hemen her yerde güneş enerjisinden yararlanmak mümkündür.
- 4) Dışa bağımlı olmadığından, hammadde olmadığından ekonomik bunalımlardan (krizlerden) etkilenmez.
- 5) Birçok uygulaması için karmaşık teknolojiye gerek duyulmamaktadır.
- 6) Ulaşım problemi yoktur, güneşin her yerde olduğu düşünülünce enerji gereksinimi olan bölgeye kurulabilir.
- 7) Kurulan sistemlerin bakım maliyetleri yoktur veya çok azdır.
- 8) Boş alan olarak duran çatıların işlev kazanarak enerji üretmesi sağlanabilir [5].

Güneş enerjisinin yukarıda belirtilen üstünlüklerine rağmen, günümüzde uygulamalarının az oluşunun sebepleri vardır [6]. Bunlar:

- 1) Birim düzleme gelen güneş ışınımı az olduğundan büyük yüzeylere ihtiyaç olmaktadır.
- 2) Güneş ışınımı sürekli olmadığından depolanma gerekmektedir ve depolama imkanları sınırlıdır. Depolama maliyeti yüksektir.
- 3) Enerji ihtiyacının fazla olduğu kış aylarında güneş ışınımı az ve geceleri ise hiç yoktur.
- 4) Güneş ışınımından faydalanan sistemin güneş ışığını sürekli alabilmesi için çevrenin açık olması, gölgelenmemesi gerekir.

Ülkelerde güneş enerjisi genellikle binalarda sıcak su elde etme amacıyla kullanılmaktadır. Henüz güneşten yararlanarak soğutma ve benzeri uygulamalar yoktur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

2.1.GÜNEŞ ENERJİSİ KULLANIMININ TARİHSEL GELİŞİMİ ve TÜRKiYEDEKİ YERİ

Güneş enerjisinden faydalanmak için insanların yaptığı çalışmalar çok eski tarihlere dayanmaktadır. Kaynaklara göre ilk defa Sokrat (M.Ö. 400) evlerin güney yönüne fazla pencere konularak güneş ışınımının içeri alınmasını belirtmiştir [5]. Arşimet (M.Ö. 250) içbükey aynalarla güneş ışınımını odaklayarak Sirakuza'yı kuşatan gemileri yakmıştır [5]. Çalışmalar 1600'lü yıllarda Galileo'nin merceği bulmasıyla gelişme göstermiştir [5]. İlk olarak 1725 yılında Belidor tarafından güneş enerjisi ile çalışan bir su pompası geliştirilmiştir [5]. Fransız bilim adamı Mohuchok 1860'da parabolik aynalar yardımı ile güneş ışınımını odaklayarak küçük bir buhar makinesi üzerinde çalışmış, güneş pompaları ve güneş ocakları üzerinde deney yapmıştır [5]. Birinci Dünya Savaşında petrolün önem kazanması ile güneş enerjisine yönelik çalışmalar azalmıştır [5]. 1930 yılından itibaren konuyla ilgili çalışmalar artmışsa da fazla uygulama alanı bulamamış ve çalışmalar araştırma kurumlarının dışına çıkmamıştır [5]. Ancak 1960'lı yıllardaki petrol krizinin ortaya çıkması insanları alternatif enerji kaynakları konusunda çalışma yapmaya yöneltmiştir. Öncelikli olarak çalışmalar, temiz ve masrafsız enerji kaynaklarından biri olan güneş üzerine yoğunlaşmıştır [5].

Ülkemizde ise 1960'ların başlarında güneş enerjisi ilk defa alternatif enerji kaynağı olarak kabul edilmiş ve bazı yatırımcılar ve üniversitelerde verilen tezler ile bu konuda çalışmalar başlamıştır.

1970'lerin ortalarında, dünyadaki güneş enerjisi teknolojilerindeki 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 tesis edilmiştir [5].

Güneş enerjisi konusundaki çalışmalar ağırlıklı olarak ODTÜ, İTÜ, YTÜ ve Ege Üniversitesi tarafından yaygın olarak yürütülmekle beraber, Türkiye'deki tek Güneş Enerjisi Enstitüsü Ege Üniversitesi bünyesinde 1978 yılında kurulmuş ve o günden itibaren faaliyet göstermektedir. 1980'lerin sonunda bu konudaki çalışmalarını devlet destekli TÜBİTAK bünyesindeki Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü (MBEAE) yürütmektedir. MBEAE, güneş enerjisi düşük sıcaklık uygulamaları ve Türk endüstrisinin ısı enerjisi ihtiyacının modellenmesi konusundaki projeleri 1977-1985 yılları arasında ağırlıklı olarak desteklemiştir [5]. Yine TÜBİTAK bünyesinde 1986 yılında kurulan Ankara Elektronik Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü güneş pillerinin tasarımı ve üretimi konusundaki çalışmalarını desteklemektedir .

Uluslararası Güneş Enerjisi Derneği Türkiye Şubesi (International Solar Energy Society Turkey Branch UGET-TB) 1992 yılından itibaren aktif olarak çalışmalarını sürdürmektedir [5]. 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 Etüd İdaresi (EİEİ) de güneş enerjisi ile su ısıtma, aktif ve pasif mahal ısıtması, yoğunlaştırıcılar ve güneş pilleri konusundaki çalışmalara imkan sağlamaktadır. Bu kuruluş 1982 yılından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarının ve özellikle güneş ve rüzgar enerjisinin geliştirilmesinden sorumludur. Bu kuruluşun geçmişte bu konudaki çalışmaları daha ziyade araştırma ve geliştirme ve projelerin tanıtılması konusunda olmakla birlikte son yıllarda kaynakların tespiti ve potansiyel tayini ağırlık kazanmıştır. Makina Kimya Enstitüsü (MKE) kurumu ise düzlemsel ve silindirik parabolik toplayıcıların

üretimi, testleri ve pazarlanmasına yönelik çalışmaları kısa sürelerle gerçekleştirmişler [5].

2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Chow ve diğerleri [7] yapmış oldukları çalışmada çok katlı konutlardaki merkezi güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin potansiyel uygulamalarının değerlendirilmesini yapmışlardır. Yüksek katlı bir konutun güney ve batı cephelerinin üçte ikisine konutlardaki sıcak su sistemini sağlamak için güneş termal kolektörleri yerleştirilmiştir. Meteorolojik bilgilere bakıldığında dikey güneş kolektörlerinin yıllık veriminin ortalama % 38.4'e, güneş enerjisinden yararlanma oranının % 53.4'e ulaştığı, 9.2 yılda da maliyetini çıkardığı görülmüştür.

Özkaya ve diğerleri [8] çalışmalarında, düzlemsel güneş kolektörlerinde kullanılan farklı profillerdeki emici plakalar için verim değerlerini deneysel olarak hesaplamışlardır. Verim değerleri ve güneş ışınımına göre, sistemler ısıl verim bakımından karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda, düz yüzeyli kolektörün ortalama verimi %32,9, zikzak kanallı kolektörlerden; boru birleşimi üstteki emici plakanın ortalama verimi %32,1, boru birleşimi ortadaki emici plakanın ortalama verimi %36,3, parabolik kanallı kolektörün ortalama verimi %26,7 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda zikzak kanallı kolektörlerden boru birleşimi ortadaki sistemin ortalama veriminin diğer sistemlerin ortalama verim değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür.

Ceylan ve diğerleri [9] çalışmalarında, altı farklı güneş enerjili dönüşüm sistemini ısıl verim açısından incelemiştir. Bunlardan üçü farklı malzeme ve farklı cidar kalınlığındaki ısı değiştiricilerine sahip düz yüzeyli borulu tip güneş kolektörlü olup, bu sistemlerin deneysel karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca, yine depo ve ısı değiştiricisi yapıları aynı olan prizmatik yüzeyleri farklı olan 3 adet düz yüzeyli güneş kolektörlerinin bulunduğu sistemler de kendi aralarında deneysel olarak karşılaştırılmıştır. Deneyler sonucunda, konutlarda kullanma sıcak suyu üretmek amacıyla kullanılacak olan en verimli sistemin, yüzeyleri arasındaki 2 mm mesafe

olan çelik sac malzemeden yapılmış prizmatik tip kolektörlü güneş enerjisi dönüşüm sistemi olduğu görülmüştür.

Dağ [6] çalışmasında ülkemizde ve dünyada çok kullanılan düzlem yüzeyli kolektörlerde kullanılan boruların şeklini değiştirerek deneysel incelenmesini yapmıştır. Bu sebeple bütün özellikleri aynı olan, sadece kolektör boru şekilleri farklı olan iki adet sistem yapılmıştır. Kolektörlerin birinde klasik dairesel kesitli boru, diğerinde ise ısı ve basınç altında oval hale getirilmiş borular kullanılmıştır. Her iki sistemde aynı şartlarda on gün boyunca deneyler yapılmıştır. Yapılan deneylerden çıkan sonuç oval borulardan yapılmış kolektörün verimi %46,34, dairesel borulu kolektörün verimi ise %43,84 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre kolektör yapımında kullanılan dairesel kesitli borular yerine oval şekle getirilmiş boruların kullanılması ile verimin %5,7 oranında artacağı tespit edilmiştir.

Kaan [10] çalışmasında, güneş ışınlarının gün boyunca güneş kolektörüne dik gelmesini sağlayacak bir güneş enerjisi sistemi tasarlamış ve sistemin imalatını gerçekleştirmiştir. Bir yıl boyunca 4 farklı çalışma şartlarında çalıştırılarak deneysel veriler elde edilmiştir. Elde edilen deneysel veriler kullanılarak farklı kolektör konumları için performans değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu değerlendirmelerde, tabii dolaşımli güneş enerjisi sistemine tasarlanan hareket sistemi uygulandığında düzlemsel kolektörün veriminde % 50 'ye yakın bir verim artışı oluşmaktadır. Pompalı güneş enerjisi sistemine tasarlanan hareket sistemi uygulandığında düzlemsel kolektörün veriminde % 25 – 35 'e yakın bir verim artışı oluşmaktadır.

Şahin [11] çalışmasında güneşin doğuşu ve batışı arasındaki açı farkından yararlanarak düzlemsel güneş kolektörlerinde sıcaklığın artırılıp artırılamayacağını araştırmak üzere iki ayrı sistem kurmuştur. Kurulan sistemler üzerinden veriler alınmış ve karşılaştırılmıştır. Alınan değerlerden ortaya çıkan sonuçta güneş kolektörüne verilen bükümün su çıkış sıcaklığını düşürdüğü görülmüştür.

Chow ve diğerleri [12] çalışmalarında konutlardaki sıcak su uygulamaları için kullanılan boşaltılmış tüplü güneş enerjili su ısıtıcılarının en yaygın iki türünün performans değerlendirmesi üzerine araştırmalar yapmışlardır. Bunlar tek fazlı açık termosifon sistemiyle çift fazlı kapalı termosifon sistemleridir. Sonuç olarak çift fazlı termosifon sisteminde günlük ve yıllık ısı performansının, tek fazlı açık termosifon modelinden biraz daha iyi olduğu görülmüştür. Çift fazlı kapalı termosifon sistemi biraz daha pahalı olmasına rağmen her iki sistemin de maliyetini çıkarması açısından yaklaşık aynı süreye denk geldiği görülmektedir.

Öz ve diğerleri [13] çalışmalarında, vakumlu termosifon tip güneşli su ısıtma sistemlerinde çalışma akışkanı olarak antifriz-su karışımı kullanımının kolektör performansına etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada vakumlu termosifon tip ve doğal dolaşimli güneşli su ısıtma sistemlerinden birer prototip hazırlanarak aynı koşullarda denenmiştir. Deneylelerden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında vakumlu sistemin doğal dolaşimli sisteme göre daha verimli olduğu ve sıcak su ihtiyacını daha etkin bir şekilde karşılayabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Demirpolat [14] çalışmasında vakum borulu parabolik oluk tip güneş toplayıcısının evsel sıcak su üretiminde kullanılabilirliğini ve verimini belirlemiştir. Deneylelerde toplayıcı açıklık yüzey alanı 1,6 m² olan vakum borulu parabolik oluk tip güneş toplayıcısı kullanılmıştır. Yansıtıcı yüzey krom-nikel alaşım sacı kaplanmıştır. Deneyleler Mersin ilinde Ocak 2006 döneminde gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneylelerde toplayıcıya gelen toplam direkt ışınım miktarı 674,9 W ile 917,5 W, akışkana kazandırılan enerji miktarı 69,65 W ile 1530,47 W arasında değişmiştir. Toplayıcı verimi % 43,3 ile % 50,02 arasında değişim göstermiştir.

Dündar [15] çalışmasında, vakum tüplü güneşli su ısıtma sistemi ile standart düz (ahşap kasalı ve cam kasalı) kolektörlü güneşli su ısıtma sisteminin performans ve verimlerini deneysel olarak ayrı ayrı araştırmıştır. Yapılan çalışmada, piyasada hazır olarak kullanıcıya sunulan vakum tüplü kolektörlerden alınarak, güneşli su ısıtma sistemine tespiti yapılmış ve buna eş yüzey alanına sahip standart düz yüzeyli

ahşap kasalı ve cam kasalı kolektörler imal edilerek, diğeriyle aynı özelliklere sahip güneşli su ısıtma sistemine monte edilerek ayrı ayrı deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda alınan verilere göre, vakum tüplü güneşli su ısıtma sisteminin diğer sistemlere göre, performans ve veriminin yüksek olduğu, ayrıca diğer sistemlerin çalışmadığı düşük ışınım değerlerinde, vakumlu sistemin çalıştığı buna bağlı olarak her mevsim kullanılabileceği, düşük çevre sıcaklıklarında antifriz kullanımına gerek olmayacağı sonucuna ulaşılmış, vakumlu kolektör–ahşap kasalı kolektör ve vakumlu kolektör–cam kasalı kolektöre ait depo suyu sıcaklıkları, ortam sıcaklığı ve ışınım şiddeti ölçülerek nümerik bulgular neticesinde kolektörlere ait verim eğrileri çıkartılarak karşılaştırılmalar yapılmıştır. Sonuç olarak vakumlu tip kolektörün istenen amacı gerçekleştirdiği görülmüştür.

Zombolin ve Col [16] çalışmalarında güneş kolektörlerinin 2 farklı tipi üzerinde yapılan karşılaştırmalı deneyler sunmuşlardır. Standart bir düz plakalı kolektör ve içi boşaltılmış bir tüplü kolektör birbirine paralel olarak kurulmuş ve aynı şartlarda test edilmiştir. Bu çalışmanın ilk amacı boşaltılmış tüp kolektörleri ve düz plakalı kolektörler için yapılan yarı-dinamik ve sabit test metotları sonuçlarının karşılaştırılmasının yapılmasıdır. Ayrıca bu iki tip kolektörün günlük enerji performansının karşılaştırılması ve tanımlanmasıdır. Çalışmaya göre günlük performansın incelenmesi ve tanımlanmasının en etkili yolu, günlük güneş ışınımının yansımalarının ve toplu güneş enerjisinin girdi ve çıktılarının alındığı bir diyagram hazırlamaktır. Sıcak su, ortam ısıtması, solar soğutma gibi farklı kullanımları çoğaltmak için de çeşitli test uygulamaları yapılmıştır. Sonuçlar ortalama günlük ısı farkından çok günlük verim açısından değerlendirilmiştir. Bu da farklı şartlarda özellikle değişik yansıma açılarıyla çalıştırıldığında bu iki kolektörün kıyaslanacak özellikleri olduğunu göstermesine olanak sağlamıştır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan güneş enerjili sıcak su elde etme sistemleri çatılarda uygun görünüm oluşturmamaktadır. Doğan ve diğerleri [17] çalışmalarında, bu görüntü kirliliğini ortadan kaldıracak yeni bir güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemi tasarlamış ve imal etmişlerdir. Yapılan çalışmada sistemin performans deneyleri yapılmış ve deney sonuçları değerlendirilmiştir. Sistem

performansı klasik sistemlerle karşılaştırılmış bu yeni sistemin kullanılabilirliği ortaya konulmuştur.

Mathioulakis ve Belessiotis [18] çalışmalarında ısı borulu güneş enerjili yeni sıcak su sisteminin performansını teorik ve uygulamalı olarak ele almışlardır. Sistemin farklı bölümlerinin termal özelliklerini gösteren ısı transferi ile ilgili deneysel çalışma yapılmıştır. Sonuç olarak hareket eden parçaları olmayan, sade bir şekilde imal edilmiş, dondurucu soğukta bile olumlu neticeler veren bu sistemin yeterli verime ulaştığı görülmüştür. Ayrıca bu modelin, verimliliğin en üst seviyeye ulaşması için çok iyi bir tasarım olduğu belirtilmiştir.

Acar ve diğerleri [19] çalışmalarında birleşik ısı borulu ve ayrıık ısı borulu olmak üzere iki farklı kollektör tipi imal edilmiştir. İmalatı yapılan kollektörler ile Karabük şartlarında deneysel çalışmalar yapılmıştır. Deneyler toplam altı günde tamamlanmıştır. Deneyler sırasında her iki kollektördeki depo su sıcaklıkları, ortam sıcaklığı, ışınım şiddeti değerleri ölçülerek kollektörlerin verimleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak birleşik ısı borulu güneş kollektörünün ortalama verimi %57.6 olurken, ayrıık ısı borulu güneş kollektörünün ortalama verimi %48.5 olmuştur.

Azad [20] çalışmasında ısı borulu 3 farklı güneş kolektörünün karşılaştırmalı deneylerini yapmıştır. Bu 3 kolektör birbirine paralel olarak kurulmuş ve eşit çalışma şartlarında test edilmiştir. Sonuçlar verimlilik açısından değerlendirilmiştir. Farklı şartlarda, özellikle güneş yansımalarında uygulandığında bu 3 kolektörün farklı özellikler sergiledikleri görülmüştür.

Ceylan ve diğerleri [21] çalışmalarında sıcak su hazırlamak için yaygın olarak kullanılan sıvı ve hava akışkanlı sistemleri ısıl performans bakımından deneysel olarak karşılaştırmışlardır. Bunun için sıvı ve hava akışkanlı sistemler tasarlanmış ve imal edilmiştir. Karşılaştırma sonucunda ısıl performans bakımından hava akışkanlı sistemin sıvı akışkanlı sisteme göre ortalama % 8 daha verimli olduğu görülmüştür.

Çolak ve Durmaz [22] çalışmalarında, güneş kolektörü uygulamalarının ekonomik analizlerini incelemişlerdir. Analizlerde doğrusal amortisman yöntemi uygulanarak sürekli yük koşulları ve yüksek verimli kolektör özellikleri dikkate alınarak iyileştirilen yıllık ortalama yük faktörünün, sistem uygulaması ekonomisine etkisi irdelenmiştir.

Carboni ve Montanari [23] çalışmalarında güneş enerjili su sistemleri ile ilgili teknik-ekonomik çözümler ve bu çözümlerin en yaygın geleneksel ısıtma sistemleri ile uyumunu araştırmışlardır. Aynı zamanda konutsal suyu ısıtmak için yaygın sistemlere paralel olarak konutsal güneş enerjili termal sistem işleminin tanıtımının (yaygınlaşmasını) kazancını tahmin edebilen sayısal bir yaklaşım önermişlerdir. Bu yaklaşım, hem mühendislik açısından hem de ekonomik açıdan sağlıklı suyu ısıtmak için en yaygın sistemi analiz etmektedir.

Chedid [24] çalışmasında güneş enerjili su ısıtmanın uygulanabilirliğini inceleyerek enerji piyasasındaki güneş enerjili su ısıtmanın yaygınlaşmasını sağlayacak bir politika üzerinde çalışmıştır.

Sonuç olarak, güneş enerjili sıcak su difüzyonunu canlandırmak için benimsenecek adımlar şunlardır:

Kısa ve orta vadede

- 1) Enerji verimliliği ve doğal kaynakları koruma ile ilgili kampanyalardan haberdar olmak.
- 2) Güneş enerjili su ısıtma üzerine teknisyenlerin yetiştirilmesi.
- 3) Tahsis edilmiş finansman planlarının oluşturulması, müşterilere ve yatırımcılara özel teşvik tedbirlerinin alınması.

Uzun vadede

- 1) Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin yerel sanayisinin büyümesi.
- 2) Güneş enerjili sıcak su ısıtma sisteminin kurulmasının uygulanması için konut ve ofis binaları sektöründe düzenlemeler yapmak.

Agbo ve diğerleri [25] çalışmalarında Nijerya hükümetinin, ekonominin her alanındaki sanayicileri teşvik etmek için hazırladığı teşvik paketini sunmuştur. Bu teşvik paketi aşağıdaki maddeleri içermektedir:

- 1) Öncü sanayiciler için 5 yıllık vergi muafiyeti.
- 2) 3 yıllık periyot boyunca vergiden muaf paylar.
- 3) Yatırımın yenilenmesi için % 95 sermaye izni.
- 4) Çift vergilendirmenin çıkarımı.
- 5) Tüketim vergisinin muafiyeti.

Bu politikaların yanında aşağıdaki alanlarda daha fazla çaba gerekmektedir.

- 1) Bilinçleme sağlanması, farkındalık yaratılması.
- 2) İnsan gücü geliştirme ve eğitim.
- 3) Daha fazla uygulama projelerinin finansmanı.
- 4) Kurulan güneş sıcak su sistem maliyetlerinde destekte bulunulması.
- 5) Güneş sıcak su sistemlerinin ticari üretiminin teşviği.
- 6) Güneş sıcak su sistemi alıcılarına ödeme kolaylığı.

B. D. Chiaro [26] çalışmasında Kaliforniyadaki halkın, güneş enerjisinden elde edilen sıcak su kullanımına nasıl teşvik edilebileceğini anlatmaktadır. Bu teşviklerden bazıları:

1) Kararlı bir eyalet indirim programı yaratmak

Güneş enerjisinden elde edilen sıcak sudan faydalanmanın en iyi yolu, Kaliforniyadaki teknolojiye yapılacak bir indirimin tüketici talebindeki büyümeyi teşvik etmesidir. Yapılacak indirimlerin 10 yıl boyunca garantisi verilmelidir ki imalatçılar ve monte işlemini yapan kişiler güvenli bir şekilde Kaliforniya pazarında yatırım yapabilmelidir.

2) Eğitim programları geliştirmek

Kaliforniya halkı, temiz enerji sanayisine büyüme çalışmalarına yardım etmek için Kaliforniya yeşil yaka (green collar) adlı iş eğitimine yatırım yapmalıdır.

3) Tüketici ve toplum eğitimi

Tüketici eğitimi, yaygın kullanımı cesaretlendirmesi ve müşterilerin monte etmeye karar verdikleri sistemden en iyi verimi almalarını sağlaması açısından çok iyi bir yoldur.

Hindistan hükümeti [27] tarafından yayınlanan raporda 3 farklı bölüme yer verilmektedir:

Birinci bölümde, güneş enerjili su ısıtmalarının hem ulusal hem uluslararası en iyi kullanım şekillerine değinilmektedir.

İkinci bölümde, MNRE (Yenilenebilir Enerji Bakanlığı) ve MOUD (Kontrol Gelişme Bakanlığı) 'nin özellikle su ısıtma sistemi üzerindeki yönergelerin uygulanmasını vurgulayan Hindistan'ın şehir bölgelerindeki örnek olay incelemelerine değinilmektedir.

Üçüncü bölüm ise düzgün bir idare yapısına sahip güneş enerjili su ısıtma düzeni ve uygulama şeklini geliştirmek için daha önceki bölümlerden en iyi uygulamaları ve dersleri çıkaran en önemli bölümdür.

Bu rapora, hem Delhideki proje danışma kurulu tarafından hazırlanan yönergeler ve mevzuatlara uygun olarak hem de güneş enerjili su ısıtma sisteminin düzgün politikasının yürütülmesine doğru bir adım teşkil eden güneş enerjili su ısıtma düzeni diye adlandırılan bir yapıya uygun olarak son şekli verilmiştir.

Şahin [28] çalışmalarında güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin teknik ve ekonomik analizini yapmıştır. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerindeki mevcut teknolojiler, bölgesel tercihler ve son gelişmeler araştırılarak ülkemizdeki durumu genel hatlarıyla ortaya konulmuştur. Ekonomik analiz için Türkiye'de piyasaya arz edilen sistemlerin ortalama maliyetleri göz önüne alınarak, geri ödeme süreleri hesaplanmıştır. Çalışma sonunda, güneş enerjili su ısıtma sistemleri ile ilgili öneriler genel olarak sunulmuştur. Bu önerilerden bazıları şunlardır:

- 1) Bazı ülkelerde uygulandığı gibi, yeni yapılan konutlara güneş enerjili su ısıtma sistemi zorunluluğu getirilerek güneş enerjisinden daha çok fayda sağlanmalıdır.
- 2) Mimari açıdan görüntü kirliliği oluşturmaması için GESIS (güneş enerjili su ısıtma sistemleri)'lerin binadaki konumları, projelendirme aşamasında belirlenmeli ve mimari projelendirme ile beraber bir bütün olarak ele alınmalıdır.

T. Roulleau ve C. R. Llyod'un [29] çalışmalarında, dünya genelinde politika tiplerinin geniş bir sahasının, güneş sıcak su ısıtma sisteminin kullanımını yaygınlaştırmak için izlediği yollar anlatılmaktadır. Bunlar:

1) Kolektör Alanına Dayalı Teşvikler

Hem Almanya hem de Avusturya yıllardır kolektör sahası ile ilgili cömert devlet yardımları sağlamaktadır. Bu devlet yardımları Avrupa'da güneş enerjili sıcak su sistemlerinin yaygınlaşması açısından etkili olmuştur: Yukarı Avusturya'da 1000 kişi başına 600 m², Almanya'da 1000 kişi başına 82 m² kolektör alanı düşmektedir.

2) Performansa Dayalı Teşvikler

Hollanda, Avustralya ve İsveç performansa dayalı devlet yardımlarında bulunmaktadır. Fotovoltaik sistemler, performans ölçme kolaylığı sayesinde (elektrik enerjisi üretimi gibi) gözle görülebilir bir avantaj sağlamaktadır.

3) Vergi Kredisi

4) Vergi İndirimi

Vergi indirimleri müşterilerinin gelir vergisi miktarlarına göre değişmektedir. Vergiye tabi gelire karşı yatırım masrafları denkleştirilerek müşteri yatırım masrafları azaltılabilir. Böyle bir yöntemi uygulayan ülkelerden biri Yunanistan'dır.

5) Zorunlu Politika

Birçok ülke güneş enerjili sıcak su ısıtma sistemlerinin dağıtım oranını artırmak için teşvik edici politikalar uygularken, İsrail ve İspanya gibi bazı ülkeler de daha sert ve zorunlu politikalar uygulamaktadır.

Akınoğlu ve diğerleri [30] çalışmalarında, Türkiye’de güneş enerjisinden sağlanan sıcak suyun mevcut durumunu ele almakta ve 9 farklı bölge için analizler vermektedir. Bu sonuçlar, optimize kolektör alanını belirlemek için sistemi kurmadan önce detaylı bir ilk çalışmanın yapılması gerektiğini göstermektedir. Böyle bir analiz, ilk yatırımlar ve uzun vadedeki ekonomik yararların yanı sıra güneş enerjisinin verimli kullanılmasını sağlayabilir.

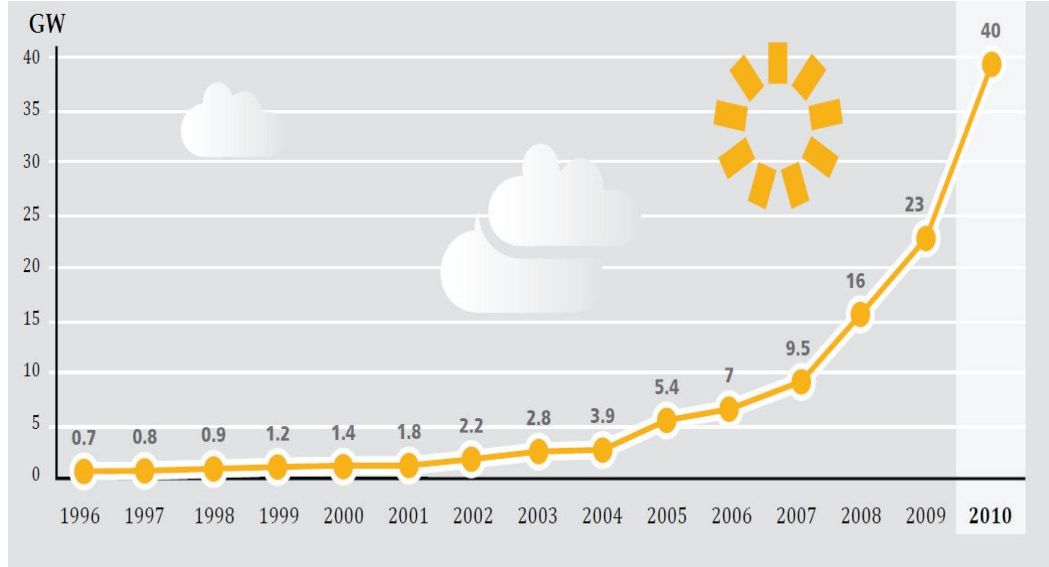
Ali ve diğerleri [31] yaptıkları çalışmada, elektrikli su ısıtıcıları ile Malezya piyasasındaki güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin bazı modellerinin teknolojik ekonomik uygulanabilirliği karşılaştırılması, her iki sistemin yıllık işlem maliyeti çalışması tarafından sunulmaktadır. Bu çalışmanın amacı, güneş enerjili su ısıtma sisteminin kullanımının yıllık maliyetini araştırmak ve onu elektrik su ısıtma sistemi kullanımının yıllık maliyeti ile kıyaslamaktır. Buna ek olarak bu çalışmada, işlem zamanında bu iki sistemden hangisinin daha ekonomik olduğu saptanmaya çalışılmaktadır.

Yapılan çalışmalar, elektrikli su ısıtıcısının yıllık maliyetinin uzun dönem kullanılan tüm güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin yıllık maliyetinden gittikçe arttırdığını göstermektedir. Bu yüzden bir hane için en azından 4 yıl peş peşe güneş enerjili su ısıtıcısı kullanmak avantajlıdır. Güneş enerjili su ısıtma sisteminin kurulumu ile haneler çevreye dost olurlar ve uzun dönem ekonomik fayda sağlarlar ve aynı zamanda da ülkesinin günden güne fiyatı yükselen petrole bağımlılığını azaltmak için üzerine düşen görevi yerine getirirler.

2.3. DÜNYADA GÜNEŞ ENERJİSİ KURULU GÜCÜNÜN GELİŞİMİ

Güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi son beş yılda artan bir hızla gelişmektedir. Güneş enerjisi fotovoltaik kurulu gücü 2010 yılında 17 GW artarak dünya genelinde 40 GW'a ulaşmıştır [32].

Güneş enerjisi fotovoltaik kurulu gücünün %44'üne Almanya sahiptir (17,3 GW). Almanya'yı İspanya (3,8 GW), Japonya (3,6 GW) ve İtalya (3,5 GW) izlemektedir [32].



Şekil 2.1. Dünyada güneş enerjisi kurulu gücünün gelişimi (1996 – 2010) [33]

2.4. ÜLKELERDEKİ KURULU SICAK SU KOLEKTÖR ALANLARI

Solar Heat Worldwide'nin 2011 raporuna [34] göre (2009 verileri) Türkiye'deki toplam kurulu güç $8424 \text{ MW}_{\text{th}}$ ve toplam kolektör alanı ise $12,035,000 \text{ m}^2$ 'dir. Bu sıralama içinde Türkiye $12,035,000 \text{ m}^2$ kurulu güneş kolektörleri ile son derece iyi bir yerde bulunmaktadır. Türkiye'nin komşu ülkeleri olan Bulgaristan $38,336 \text{ m}^2$, Yunanistan ise $4,077,000 \text{ m}^2$ kurulu kolektör alanı Türkiye'nin çok gerisinde kalmıştır. En fazla kurulu alana sahip ülke ise $145,000,000 \text{ m}^2$ ile Çin olmuştur.

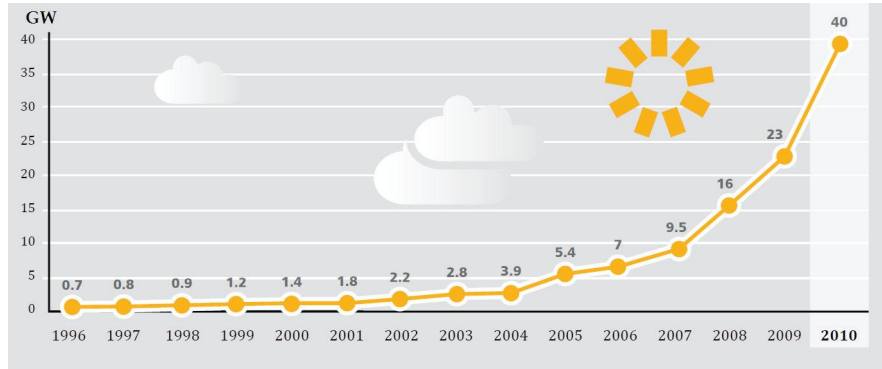
Çizelge 2.1. Ülkelerdeki toplam sıcak su kolektör alanları (m^2)

Ülkeler	Camsız Kolektörler	Camlı Kolektörler	Vakum Tüplü Kolektörler
ABD	17,793,589	2,553,984	87,755
Almanya	720,000	10,726,731	1,206,423
Avustralya	4,720,000	2,443,569	73,806
Avusturya	616,952	3,634,012	54,828
Brezilya	1,271,849	3,999,547	-
Bulgaristan	-	38,336	-
Çin	-	10,150,000	134,850,000
Fransa	105,699	1,827,223	33,379
Hindistan	-	2,838,948	242,247
Hollanda	377,287	378,051	-
İspanya	111,000	1,885,000	116,000
İtalya	43,766	1,804,597	252,981
Japonya	-	5,662,949	97,297
Portekiz	2,082	529,079	18,839
Türkiye	-	12,035,000	-
Yunanistan	-	4,074,500	2,500

2.5. TÜRKİYE’DE GÜNEŞ KOLEKTÖRÜ PAZARI

Türkiye’de 1970’li yılların sonlarından itibaren faaliyet gösteren ve dünya çapında önemli bir büyüklüğe ve kapasiteye ulaşmış olan güneş enerjisi sistemlerini üreten bir sanayi kolu mevcuttur. Türkiye’de çoğunluğu İç Anadolu, Akdeniz, Ege bölgelerinde yoğunlaşmış olmakla birlikte irili ufaklı 150 civarında üretici firma bulunmaktadır. Bu firmaların içinde 330’dan fazla eleman istihdam eden ve dünyanın en büyük 5. üreticisi olan, yılda 500.000 m² düzlemsel güneş kolektörü üretim kapasitesine sahip firmalar mevcuttur [35].

Türkiye’de üretilen güneş kolektörlerinin tümüne yakını düzlemsel güneş kolektörüdür. Son yıllarda, kısmen yerli vakum tüplü güneş kolektörü üretimi de başlamıştır. Türkiye’de üretilen düzlemsel güneş kolektörü miktarının yıllara göre değişimi şekil 2.2.de görülmektedir [35].

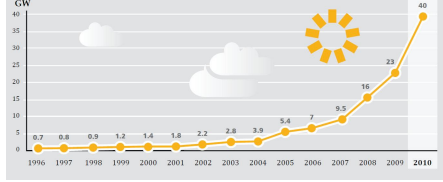


Şekil 2.2. Türkiye’de yıllık düzlemsel güneş kolektörü üretim miktarları (adet/ yıl)

Döviz kurundaki artışın tersine dönmesi, doğal gazın ucuzlatılması ve yaygınlaşması 2004 yılından sonra güneş enerjisi sistemlerinin satışlarının düşmesine sebep olduğu görülmüştür.

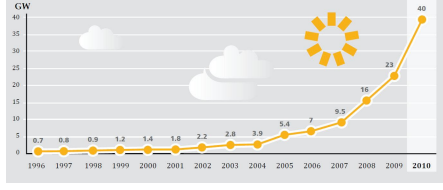
Türkiye’de güneş enerjisi sistemlerinin satışında 2004 yılına kadar olan artış, birçok Çin ve Avrupa menşeli firmanın Türkiye piyasasına olan ilgisini

artırmıştır. Bunun sonucunda bu ülkelerin firmaları Türkiye piyasasına daha çok vakum tüplü güneş kolektörü satmaya başlamışlardır. Tüpler yurtdışından getirilerek sistem üretimi Türkiye’de yapılmaktadır [35].



Şekil 2.3. Uzakdoğu ülkelerinden yıllık ithal edilen vakum tüplü güneş kolektörü miktarı (m²)

Şekil 2.3.de de görüldüğü gibi 2004 yılında 4000 m² karşılığı olan bu sistemler 2010 yılında hızla artarak 110000 m² ye çıkmıştır.



Şekil 2.4. Türkiye’de satılan toplam güneş kolektörü miktarının yıllara göre değişimi

Yukarıdaki şekilden de görüldüğü gibi, ithalata rağmen Türkiye’de satılan güneş kolektörü miktarı 2008, 2009 ve 2010 yıllarında hızlı bir düşüş göstermiştir. Türkiye, dünya genelinde büyük bir güneş kolektörü üreticisi iken gittikçe üretim azalmakta, ithalat artmaktadır. İthalatın payı, çok hızlı artmakta ve iç piyasanın %15-20 sine ulaşmış durumdadır. 2004 yılından itibaren güneş enerjisi sistemlerinin üretiminde meydana gelen düşüşler sonucunda, sektörde üretim yapmakta olan bazı firmalar, ya sektörden çıkarak veya güneş enerjisi sistemlerinin kısmi üretimine devam ederek başka imalat sektörlerine kaymışlardır [35]. Bazı orta veya küçük sayılabilecek firmalar ise, Uzakdoğu’dan ithal edilen vakum tüplü kolektörlerin ithalatçısı olmuşlardır. Bazı üretici firmaların, vakum tüplerini mamul halde yurtdışından getirip depo imalatını tercih etmelerindeki ana sebep, bu ürünlerin Çin’den çok çok düşük fiyata temin edilmesi ve böylece, kendilerinin ve yerel montajcı firmaların kar oranlarının çok yüksek düzeylere çıkmasıdır [35].

2.6. TÜRKİYENİN GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresinin 2640 saat (günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam ışınım şiddetinin ise 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3.6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Aylara göre Türkiye'nin güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri ise çizelge 2.2. de verilmiştir [36].

Çizelge 2.2. Türkiye'nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/ay)
	(Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -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	216 saat/ay

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güneydoğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı da çizelge 2.3. te verilmiştir [36].

Çizelge 2.3. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı

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

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

2.6.1. Mersin İline Ait Ortalama Sıcaklık Değerleri

Mersin iline ait ortalama sıcaklık değerleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.4. Mersin iline ait ortalama sıcaklık değerleri [37]

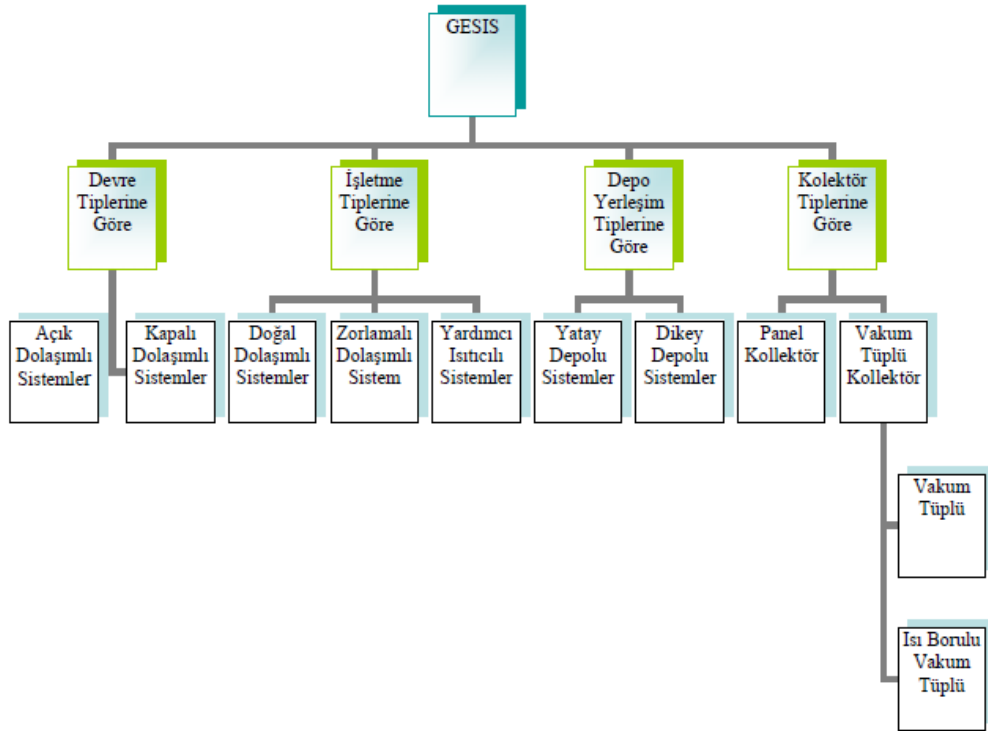
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık ° C	10.4	11.1	13.9	17.7	21.5	25.2	28.0	28.4	25.8	21.5	15.9	11.8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık ° C	14.9	15.6	18.3	21.6	24.8	28.0	30.7	31.5	30.1	26.9	21.3	16.5
Ortalama En Düşük Sıcaklık ° C	6.6	7.2	9.7	13.4	17.2	21.2	24.4	24.7	21.5	17.0	11.8	8.1
Ortalama Güneşlenme Süresi	5.0	5.4	6.5	7.3	8.5	10.1	10.1	10.0	9.2	7.5	5.6	4.5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	9.1	8.9	7.5	7.6	5.2	2.3	1.1	0.9	1.7	5.2	7.1	10.0
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	97.75	77.5	53.4	38.6	22.5	9.6	8.2	4.5	7.2	40.2	79.8	129.2

Çizelge 2.5. Uzun yıllar içinde gerçekleşen en yüksek ve en düşük değerler (1970-2011) [37]

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
En Yüksek Sıcaklık ° C	25.2	24.0	29.8	34.7	35.8	35.0	36.6	37.2	38.5	36.4	30.2	27.0
En Düşük Sıcaklık ° C	-4.5	-3.6	-1.5	3.8	9.1	5.3	16.3	16.7	12.5	5.6	0.7	-3.0

2.7. GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITMA SİSTEMLERİ

Güneş enerjisinin en çok kullanıldığı alanlardan biri de akışkan ısıtmasıdır. Bu akışkanların başında su ve hava gelir. Ülkemizde en yaygın kullanım alanı ise sıcak su ısıtmadır. Güneş enerjisi ile sıcak su hazırlama sistemleri, hazırlanacak suyun kullanılma yeri ve amacına göre değişiklikler gösterir. Güneş enerjili su ısıtma sistemleri, güneş enerjisini toplayan düzlemsel kolektörler, 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 Şekil 2.5. te gösterildiği gibi devre şekillerine göre, işletme türlerine, depo yerleşim şekline ve panel tipine göre gruplara ayrılırlar [28].

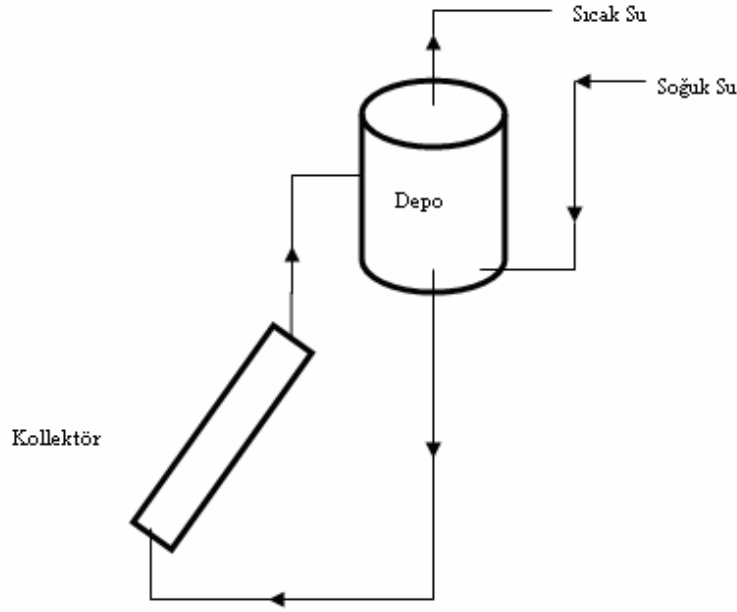


Şekil 2.5. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin sınıflandırılması [28]

2.7.1. Devre Tiplerine Göre Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri

2.7.1.1. Açık Dolaşımli Sistemler

Güneşli su ısıtıcısı devresinden alınan suyun direkt olarak kullanıma verildiği sistemlerdir. Şekil 2.6. da sistemin çalışma prensibi verilmiştir.

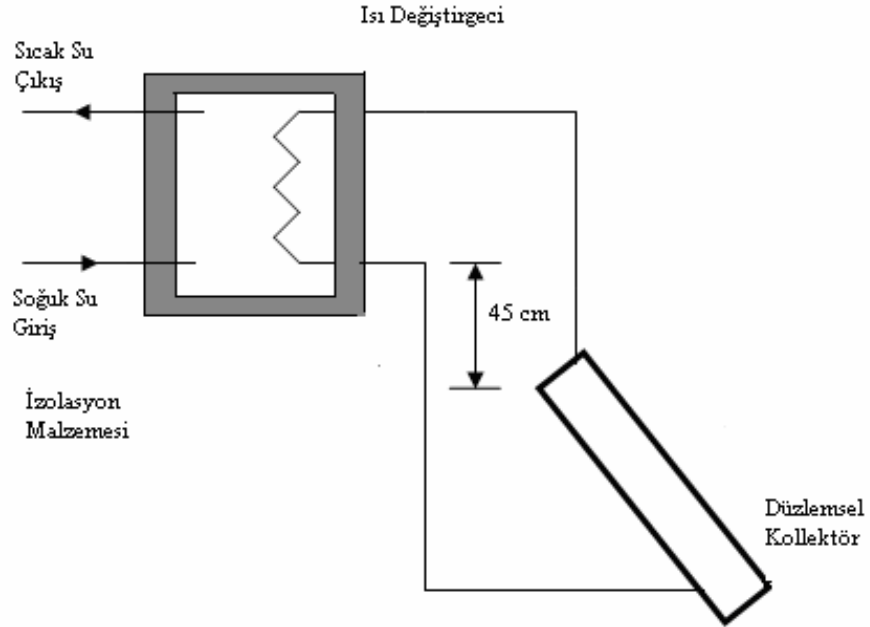


Şekil 2.6. Açık dolaşımli devre [28]

Açık devrede kullanım suyu kollektör içerisinde dolaşarak doğrudan ısınır. Kapalı devrede olduğu gibi ilave bir ısı transfer akışkanına ihtiyaç yoktur. Bu sistemler kapalı sistemlere nazaran daha yüksek sıcaklıklara ulaşırlar. Fakat bu sistemlerin dezavantajlarından biri dış ortam sıcaklığı 0°C 'nin altına düşen bölgelerde donma tehlikesidir. Kış aylarında sistemdeki suyun mutlaka boşaltılması gerekir [11].

2.7.1.2. Kapalı Dolaşımli Sistemler

Bu sistemlerde kolektörde ısınan su, sıcak su deposunun içine yerleştirilmiş olan bir ısı eşanjöründen geçerek ısısını bırakır ve tekrar kolektöre döner. Sıcak su deposunda bulunan soğuk su ısınarak kullanıma gider. Bu sistemlerde dolaylı bir ısıtma olduğundan açık sistemlere göre verimleri daha düşüktür. Maliyet olarak da daha pahalıdır. Ancak kış mevsiminde donma tehlikesine karşı dolaşım suyuna antifriz eklenebilmesi bu sistemlerin bir avantajıdır. Şekil 2.7. de görüldüğü gibi depolama tankı alt kısmı ile kolektör üst seviyesi arasındaki yükseklik 45 cm den az olmamalıdır. Donma, kireçlenme ve korozyona karşı çözüm olarak kullanılırlar.



Şekil 2.7. Doğal dolaşımli kapalı güneşli su ısıtıcıları [28]

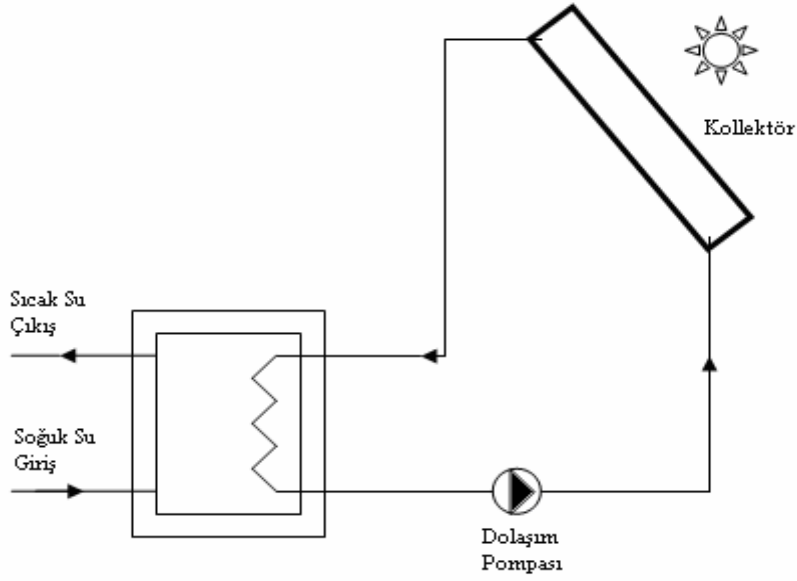
2.7.2. İşletme Tiplerine Göre Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri

2.7.2.1. Doğal Dolaşımli Sistemler

Sıcak su ihtiyacının çok fazla olmadığı durumlarda, bilhassa konutlarda uygulama alanı olan sistemlerdir [15]. Doğal dolaşımli bir güneşli su ısıtıcısında depo daima kolektör üst seviyesine yerleştirilmek zorundadır. Kolektör, güneşi görmeye başlayıp güneş radyasyonlarını almaya başladığı andan itibaren, kolektördeki su ısınmaya başlar. Kolektörde ısınmaya başlayan suyun yoğunluğu (özgül ağırlığı) düşeceğinden su kolektörün üst seviyesindeki depoya doğru yükselmeye, hareket etmeye başlar. Su yükselirken arasında bir vakum oluşturacağından ve atmosfer basıncından dolayı doğal bir çevrim, dolaşım başlar. Bu dolaşım; sistemden su kullanımı olduğu sürece ve kolektörle depo suyu sıcaklığı eşitleninceye kadar devam eder. Su sıcaklıklarında bir eşitlik olduğunda, gece veya güneş olmayan günlerde dolaşım durur, sistem çalışmaz. Bahsedilen bu ikinci durum deponun üst seviyeye yerleştirilmesindeki ikinci sebeptir. Eğer depo kolektörle aynı veya daha düşük bir seviyede olursa hem sistem istenilen verimde çalışmaz [15].

2.7.2.2. Zorlanmış Dolaşımli Sistemler

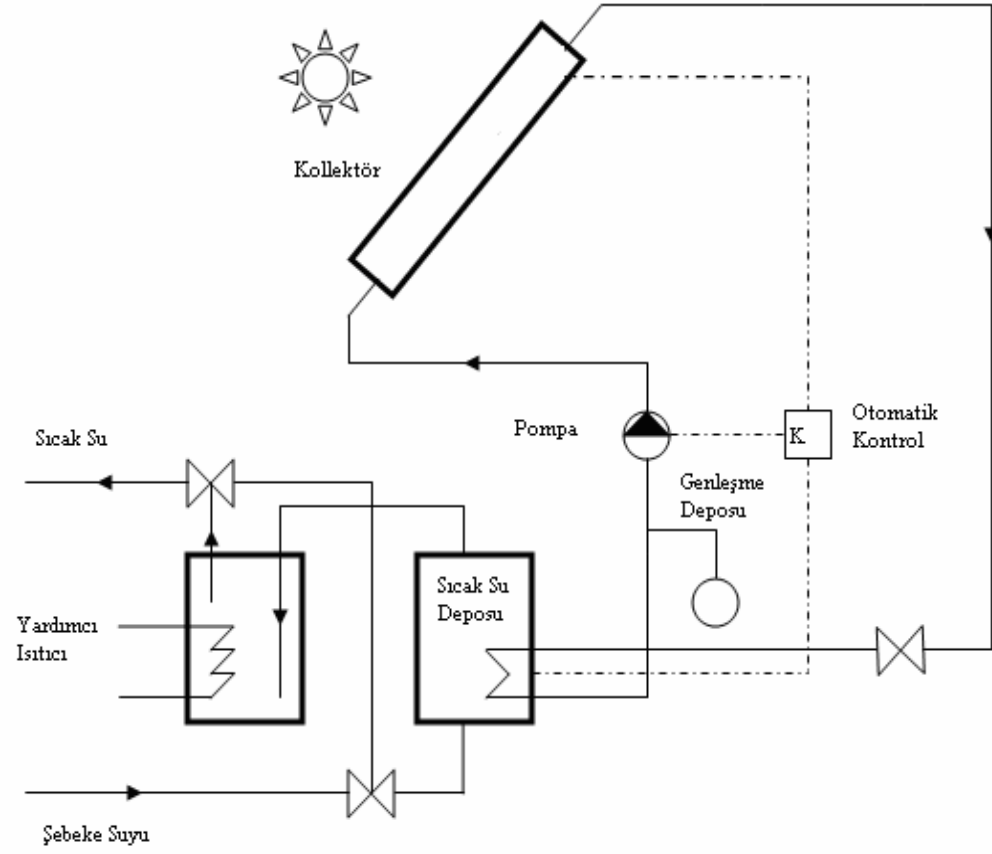
Isı transfer akışkanı olarak suyun sistemde pompa ile dolaştırıldığı sistemlerdir. Deposunun yukarıda olma zorunluluğu yoktur. Pompalı sistemler otomatik kontrol devresi yardımı ile çalışırlar. Depo tabanına ve kolektör çıkışına yerleştirilen diferansiyel termostatın sensörleri kolektörlerdeki suyun 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 [28].



Şekil 2.8. Zorlamalı dolaşımli kapalı güneşli su ısıtıcıları [28]

2.7.2.3. Yardımcı Isıtıcı Sistemler

Yardımcı ısıtıcı güneş enerjisi sistemleri güneş enerjisinin tek başına yeterli olmadığı şartlarda kullanılan sistemlerdir. Yardımcı ısıtıcı elektrik enerjisi olabileceği gibi LPG veya doğal gaz ile çalışan bir sistem de olabilir. Yardımcı ısıtıcıları genellikle kapalı zorlamalı tip güneş enerjisi sistemlerinde kullanılır (Şekil 2.9.). Şekilden de görüldüğü gibi sistemde bir otomatik kontrol (diferansiyel termostat) ünite, pompayı kumanda eder ve gerekli kullanım suyu sıcaklığına göre yardımcı ısıtıcı devreye girer veya devreden çıkar. Evsel kullanımda ise piyasada sıcak su deposuna termostatlı rezistans yerleştirilerek güneş ışınımının yeterli olmadığı durumlarda devreye girer. Rezistanslı sıcak su depoları yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.9. Yardımcı ısı üreticili pompa dolaşimli kapalı güneşli su ısıtıcıları [28]

2.7.3. Depo Yerleşim Tiplerine Göre Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri

Güneş enerjili su ısıtma sistemleri depo yerleşim şekillerine göre yatay ve dikey depolu olmak üzere ikiye ayrılır.

2.7.3.1. Yatay Depolu Sistemler

Bu sistemlerde soğuk su deposu ve sıcak su deposu yatay konumdadır. Kapalı tiplerde sıcak su deposu kolektörlerden en az 45 cm yüksekte olur. Sistem açık / kapalı veya doğal dolaşimli / pompa dolaşimli olabilir (Şekil 2.10.).

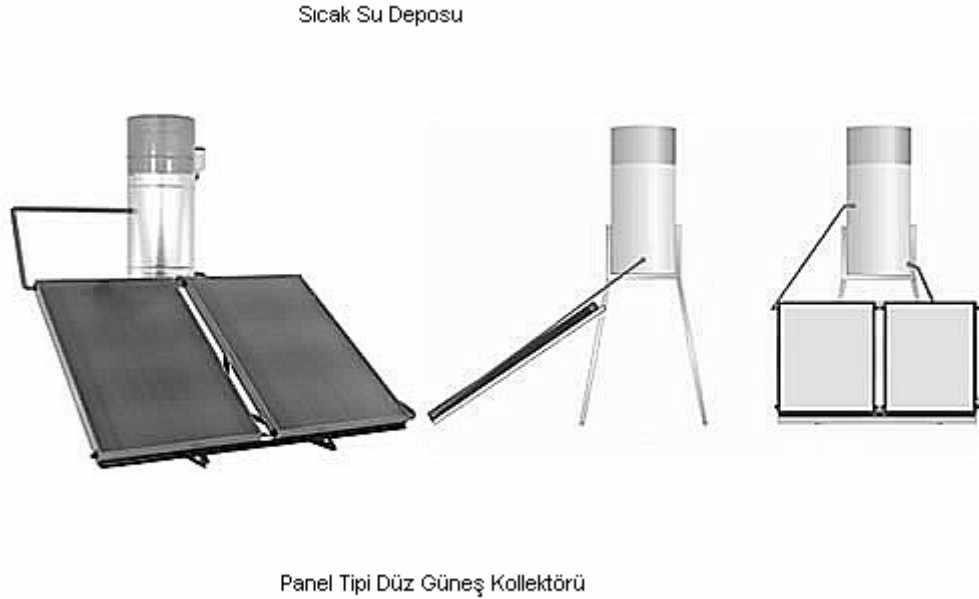


Şekil 2.10. Yatay depolu güneş enerjili su ısıtma sistemleri [28]

2.7.3.2. Dikey Depolu Sistemler

Bu tip güneş enerjili su ısıtma sistemlerinde kolektörlerle birlikte yalnızca sıcak su deposu bulunur. Dikey olarak konumlandırılan sıcak su deposu doğal dolaşımli sistemdir. Sistemin çalışması için herhangi bir pompa kullanılmaz (Şekil 2.11.).

Bu sistem kapalı devre çalışır. Üretim maliyeti, yatay depolu sistemlere göre daha düşüktür ve sistemde sıcak-soğuk su karışma süresi daha uzundur. Dışarıdan bakıldığında tek bir depo olarak görülür. İç gövde iki bölümden oluşmaktadır. Üst bölümde soğuk, alt bölümde sıcak su bulunur. Şebekeden gelen soğuk su ilk önce üst bölüme girer. Suyun girişini şamandıra kontrol eder. Sıcak su kullanıldığında üst bölümden alt bölüme soğuk su akışı olur ve ısınmaya başlar. Daha çok devamlı şebeke suyu bulunan bölgelerde kullanılır. Soğuk su deposunun küçük olmasından dolayı sıkça su kesintisi olan yerlerde kullanımı uygun değildir.



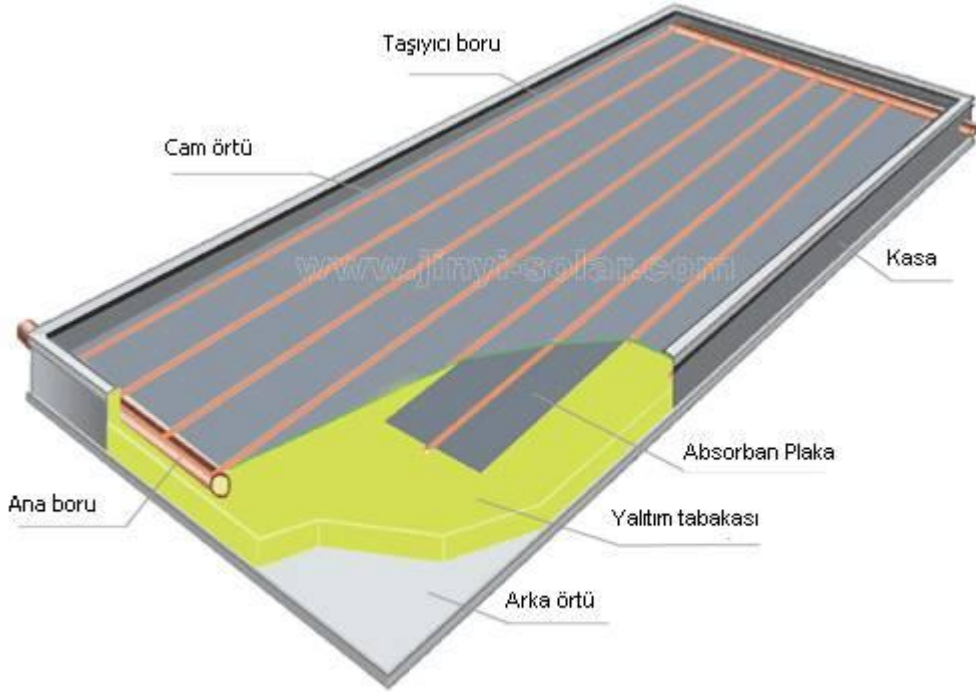
Şekil 2.11. Dikey depolu güneş enerjili su ısıtma sistemi [28]

2.7.4. Kolektör Tiplerine Göre Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri

2.7.4.1. Panel Kolektör

Düzlemsel güneş kolektörleri, güneş enerjisinin toplandığı ve herhangi bir akışkana aktarıldığı farklı tür ve biçimlerdeki aygıtlardır.

Düzlemsel güneş kolektörleri, üstten alta doğru, camdan yapılan üst örtü, cam ile absorban plaka arasında yeterince boşluk, kolektörün en önemli parçası olan absorban plaka, arka ve yan yalıtım ve yukarıdaki bölümleri içine alan bir kasadan oluşmuştur (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Düzlemsel güneş kolektörü [38]

Üst örtü: Kolektörlerin üstten olan ısı kayıplarını en aza indirgeyen ve güneş ışınlarının geçişini engellemeyen bir maddeden olmalıdır. Cam, güneş ışınlarını geçirmesi ve ayrıca absorban plakadan yayılan uzun dalga boylu ışınları geri yansıtması nedeni ile örtü maddesi olarak son derece uygun bir maddedir. 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 [38].

Absorban Plaka: Absorban plaka kolektörün en önemli bölümüdür. Güneş ışınları, absorban plaka tarafından yutulurak ısıya dönüştürülür ve sistemde dolaşan sıvıya aktarılır.

Absorban plaka, akışkan borular ve yutucu plakadan oluşur. Yutucu plaka ışınları yutması için koyu bir renge, genellikle siyaha boyanmıştır. Kullanılan boyanın yutma katsayısının (absorptivite), yüksek uzun dalga boylu radyasyonu yayma katsayısının (emissivite) düşük olması gerekmektedir. Bu nedenle de bu özelliklere sahip seçici yüzeyler kullanılmaktadır. Mat siyah boyanın yutuculuğu 0.95 gibi yüksek bir rakam iken yayıcılığı da 0.92 gibi istenmeyen bir değerdedir. Yapılan seçici yüzeylerde yayma katsayısı 0.1'in altına inmiştir. Seçici yüzey kullanılması halinde kolektör verimi ortalama % 5 artar [38].

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

Isı Yalıtım: Kolektörün arkadan olan ısı kayıplarını minimuma indirmek için absorban plaka ile kasa arası uygun bir yalıtım maddesi ile yalıtılmalıdır. Absorban plaka sıcaklığı, kolektörün 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.

Kolektör Kasası: Kasa, yalıtkanın ıslanmasını önleyecek biçimde yapılmalıdır. Özellikle kolektör giriş ve çıkışlarında kasanın tam sızdırmazlığı sağlanmalıdır. Kasanın her yanı 100 kg/m² (981 Pa=N/m²) basınca dayanıklı olmalıdır (TSE-3680) [38].

2.7.4.2. Vakum Tüplü Kolektör

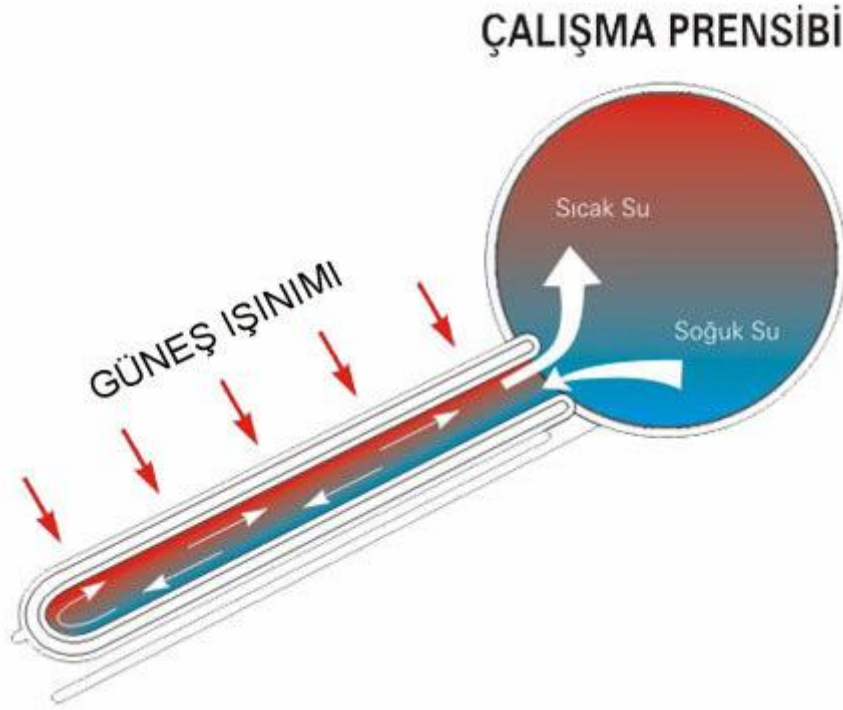
Vakum borulu toplayıcının dışında geçirgenliği yüksek cam boru veya cam plaka ve bunun içinde eş aksenal durumda madeni boru ya da selektif malzemeyle kaplanmış cam borudan oluşur (Sekil 2.13.). İç ve dıştaki boru arasındaki hava boşaltıldığından taşınım kayıpları azaltılmıştır. İç borunun içinden su yerine hava geçirilirse sıcak hava elde edilir ve sıcak hava ısıtma tesisatlarında kullanılır.



Şekil 2.13. Vakumlu kolektörün görünüş ve kısımları [15]

Vakumlu Güneş Kolektör Sistemlerinin Çalışma Prensibi

Dıştaki saydam cam boru veya cam plaka güneş ışınlarının iç boruya gelmesine olanak sağlar. İç boru, siyah yüzeyi aracılığıyla, ışınları toplar ve kendi içinden geçen akışkanı (suyu) ısıtır. Isınan suyun hacmi artarak yoğunluğu azalır ve yukarı doğru hareket eder. Böylelikle depoya ulaşır ve buradan istenilen yerlere sevk edilerek kullanma suyu olarak ya da ısıtma tesisatında kullanılır. Şekil 2.14. te sistemin çalışma prensibi görülmektedir.



Şekil 2.14. Vakum tüplü kolektörün çalışma prensibi [15]

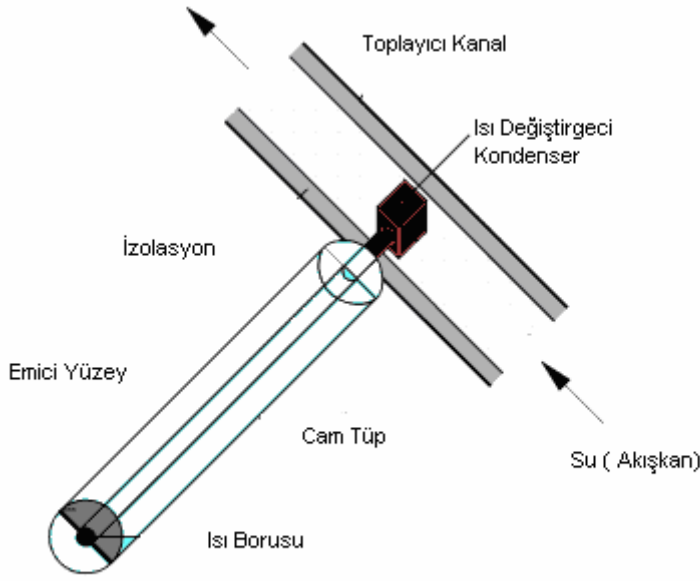
Vakum borulu toplayıcının verimi düz toplayıcıya göre daha fazla olmakla beraber cam kırılması ve dış borular arasındaki kar birikiminden dolayı toplayıcının örtülmesi gibi sakıncaları vardır. Bu sistemde 120-150°C gibi sıcaklıklar elde etmek mümkündür.

Isı Borulu Vakum Tüplü Güneşli Su Isıtıcıları

Isı borusunun içindeki akışkan evaporatör (buharlaşma) bölgesinde çevreden ısı alarak buharlaşmakta ve buhar biçiminde kondensör (yoğuşma) bölgesine doğru ilerlemektedir. Evaporatör bölgesi soğuk bölge, kondenser bölgesi sıcak bölge olarak da adlandırılır. İki bölge arasında izole edilmiş durumda bulunan ve ısı alışverişinin olmadığı adyabatik bölge yer alır. Bu bölgeye transport bölgesi de denir.

İnorganik normal ısı borusu cam vakum tüp ve tüpün içine yerleştirilmiş olan bir bakır ısı borusundan meydana gelir. Bakır ısı borusu cam vakum tüpün içinden, ısı borusunun baş tarafına yerleştirilen ısı değiştirgecine ısı transferi gerçekleştirir. Bu sırada ısı değiştirgeci üzerinden akan sıvıya ısınıyı bırakır. Bu ısı transferi çevrimi şöyle gerçekleşir:

Bakırdan yapılmış olan ısı borusu içinde zehirli olmayan inorganik bir ısı transferi akışkanı barındırır. Isı borusunun merkezi vakum olduğu için 25-30°C de bileşim rahatlıkla buharlaşabilir. Buharlaşan akışkan ısı borusunun tepe noktasına çıkar ve ısınıyı vererek tekrar sıvı hale geçer. Sıvı buhar karışımı ısı borusunun alt kısmına doğru iner ve ısı alarak tekrar buharlaşır [28].



Şekil 2.15. Vakum tüp ısı borusu uygulaması [28]

Güneş kolektörlerinde ısı borusu kullanımı ilk olarak ABD de bir firmanın patentli bir inorganik soğutucu akışkan kullanmasıyla başladı. Bu bileşik zehirli değildi ve insanların teması halinde bile bir zarar vermiyordu.

2.7.4.3. Diğer Güneş Kolektörleri

Odaklamalı (Yoğunlaştırıcı) Tip Güneş Kolektörleri

Güneş enerjisi uygulamalarında düzlemsel güneş kolektör sistemlerinin yanı sıra daha yüksek sıcaklıklara ulaşmak için yoğunlaştırıcı kolektör sistemleri kullanılmaktadır. Düzlemsel güneş kolektörleri için kullanılan kavram ve tarifler, yoğunlaştırıcı kolektörler için de geçerlidir. Bununla birlikte yoğunlaştırıcı kolektör teknolojisinin daha karmaşık olması nedeniyle, yeni tariflerin yapılması gereklidir.

Kolektörlerde güneş enerjisinin düştüğü net alana "açıklık alanı" ve güneş enerjisinin yutulurak ısı enerjisine dönüştürüldüğü yüzeye "alıcı yüzey" denir. Düzlemsel güneş kolektörlerinde açıklık alanı ile alıcı yüzey alanı birbirine eşittir. Yoğunlaştırıcı kolektörlerde ise güneş enerjisi, alıcı yüzeye gelmeden önce optik olarak yoğunlaştırıldığı için alıcı yüzey, açıklık alanından daha küçük olmaktadır.

Güneş enerjisini yoğunlaştıran kolektörlerde en önemli kavramlardan biri "yoğunlaştırma oranı" dır. Yoğunlaştırma oranı; açıklık alanının alıcı yüzey alanına oranı şeklinde tarif edilir. Yoğunlaştırma oranı, iki boyutlu yoğunlaştırıcılarda (parabolik oluk) 300, üç boyutlu yoğunlaştırıcılarda (parabolik çanak) 40000 mertebesindedir. Bu tür kolektörlerde güneş enerjisi, yansıtıcı veya ışın kırıcı yüzeyler yardımı ile doğrusal ya da noktasal olarak yoğunlaştırılabilir [39].

Doğrusal Yoğunlaştırıcılar

Parabolik oluk kolektörler, doğrusal yoğunlaştırma yapan ve kesiti parabolik olan dizilerden oluşur. Oluğun iç kısmındaki yansıtıcı yüzeyler, güneş enerjisini parabolün odağında yer alan ve boydan boya uzanan siyah bir absorban boruya yansıtır. Orta derecede sıcaklık isteyen uygulamalarda kullanılan bu sistemlerde, güneş enerjisi bir doğru üzerinde yoğunlaştırılacağından tek boyutlu hareket ile güneşi izlemek yeterlidir.



Şekil 2.16. Doğrusal yoğunlaştırıcılar [39]

Noktasal Yoğunlaştırıcılar

Parabolik çanak kolektörler, yüzeylerine gelen güneş radyasyonunu noktasal olarak odaklarında yoğunlaştırırlar. Bu kolektörlerin yüzeyleri de parabolik oluk kolektörlerin yüzeyleri gibi yansıtıcı aynalarla kaplanmıştır. Gelen güneş enerjisi bu aynalar vasıtası ile odaktaki Stirling motoru üzerine yoğunlaştırılır. Stirling motoru ısı enerjisini elektrik jeneratörü için gerekli olan mekanik enerjiye dönüştürür. Parabolik çanak kolektörler ile elde edilen elektrik, diğer yöntemlerle elektrik üreten santrallere destek amacıyla ve maden ocakları, radar istasyonları ya da uzak köylerin elektrik ihtiyacının karşılanmasında kullanılır.



Şekil 2.17. Parabolik çanak kolektörler [39]

Hava Akışkanlı Güneş Kolektörleri

Havalı güneş kolektörleri, güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştüren en basit araçlardan biridir. Genel olarak bir cam veya plastik geçirgen örtü, emici plaka, plakaya entegre edilmiş veya altına yerleştirilmiş borular veya kanallar, yalıtım malzemesi ve kasadan oluşmaktadır. Bu kolektörlerin en önemli elemanı, gelen güneş enerjisini yutan ve bu enerjiyi çalışma akışkanına aktaran emici plakalardır.

Havalı güneş kolektörleri ürün kurutma ve hacim ısıtma uygulamalarını içeren birçok alanda kullanılabilir. Kurutma uygulamalarında havalı kolektör tasarımlarının en önemli faktörlerinden bir tanesi ekonomik kontrolü sağlamaktır. Güneş enerjili kurutma sistemlerinde havalı kolektörler önemli bir yer tuttuğundan geliştirilen yeni tasarımlar havalı kolektör sistemlerinde en iyi performansı bulmaya yön verecektir [11].

2.8. GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITMA SİSTEMLERİNİN AVANTAJLARI ve DEZAVANTAJLARI

2.8.1. Doğal Dolaşımli Sistemler

Avantajları: Tasarımları basittir ve pompasız çalışırlar. Otomatik kontrol sistemi (eğer varsa) basit bir düzendir. Isı toplama devresine ısı değiştirgeci koymaya gerek yoktur. Maliyeti düşüktür [28].

Dezavantajları: Don tehlikesi olmayan veya çok az olan bölgelerde kullanılabilir. Bazı sular çökelme veya kabuklaşmaya sebep olabilir. Depolama tankının kolektörden daha yükseğe konması gerekir. Çatı veya üst katın depolama tankını taşıyabilmesi için takviye edilmesi gerekir. Sıcak su üretme kapasitesi azdır [28].

2.8.2. Pompalı Sistemler

Avantajları: 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 antifriz eklenerek kışın olabilecek donma tehlikesi ortadan kalkar ve sistemin kullanım ömrü artar [28].

Dezavantajları: Sistemde pompa ve otomatik kontrol ünitesi olduğu için maliyeti artar. Kapalı sistemlerde ısı değiştirgeci kullanıldığı için ısı transferi kayıplarından dolayı verim düşük olabilmektedir [28].

2.8.3. Vakum Tüplü Sistemler

Avantajları: Sistem iç içe geçmiş iki cam tüpten oluşmaktadır. Tüpler arasındaki hava, vakumlama teknolojisi sayesinde boşaltılmış, böylece ısı kaybı azaltılmıştır. Dıştaki özel yapılmış cam her türlü hava koşuluna dayanıklıdır. İçteki cam tüpün yüzeyi güneş ışınlarını en iyi şekilde toplamak için üretilmiş, siyah renkli bir maddeyle kaplanmıştır. Cam tüpler yuvarlak yapısı sayesinde günün her saati güneş ışınlarını dik olarak alır. Yansıma oranı çok düşük olacağı için su sıcaklığı yaz koşullarında 97°C ye kış koşullarında ise 58°C'ye kadar çıkabilmektedir. İki cam tabaka arasındaki vakum izolasyonundan dolayı kış aylarında donma riski yoktur ve antifriz gerektirmez [28].

Dezavantajları: Vakum tüplü güneş enerjili su ısıtma sistemleri panel kolektörlü sistemlere göre daha pahalıdır. Özellikle bulutlu havalarda ve kış aylarında yüksek verim beklentisinin gerçekleşmemesi pahalı olan bu sistemlere olan talebi azaltmaktadır. Isı borulu olan tipler ise çok daha maliyetli olduğundan ve yurt dışından ithal edildiklerinden sınırlı bir kullanım alanı bulmaktadır [28].

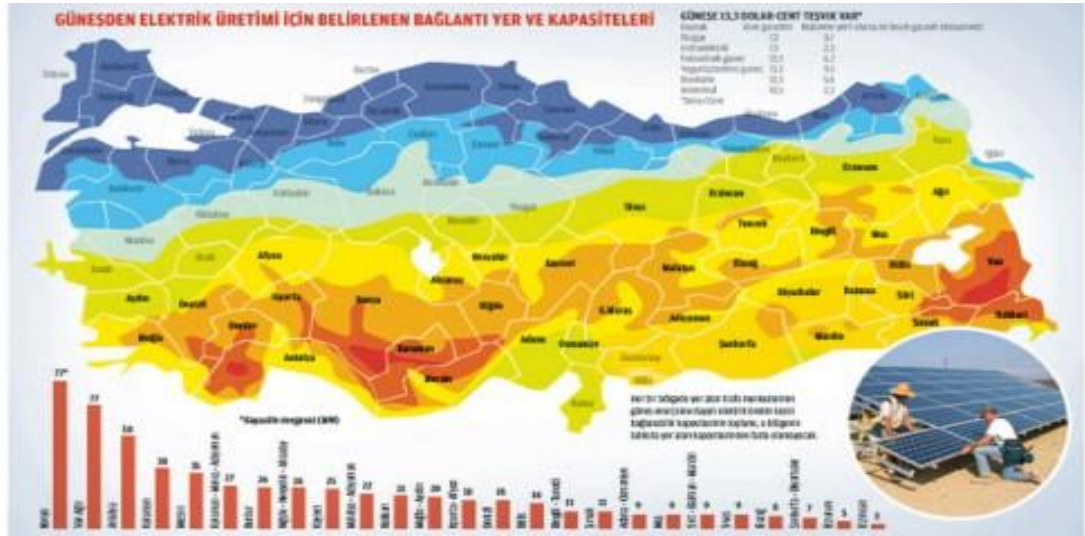
2.9. TÜRKİYEDE GÜNEŞTEN ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN BELİRLENEN BÖLGE ve KAPASİTELERİ

2011’de güneşten elektrik üretilebilecek birkaç enerji bölgesi belirlenmiştir. Elektrik üretimi için toplam 27 bölgede 38 şehre izin ve teşvik çıkmış olup 38 şehir içinde en fazla kotaya 92 megavat ile Konya sahip olmuştur. Van’a 77, Mersin’e ise 35 megavatlık başvuru hakkı tanınmıştır. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu’na göre, güneşten üretilen elektriğin kilovatına 13,3 cent teşvik verilecek, yatırımda yerli ürünlerin kullanılması durumunda ise ilave teşvikler söz konusu olacaktır. Bir güneş santralinin tamamen yerli üretimle yapılması durumunda ise alım garantisi 22,6 dolar/cente çıktığı bilinmektedir.

Çizelge 2.6. Güneşten elektrik üretimi için belirlenen bölge ve kapasiteleri [40]

Bölge no	Kapasite (MW)
Konya	92
Van-Ağrı	77
Antalya	58
Karaman	38
Mersin	35
Kahramanmaraş-Adıyaman	27
Burdur	26
Niğde-Nevşehir-Aksaray	26
Kayseri	25
Malatya-Adıyaman	22

Hakkari	21
Muğla-Aydın	20
Isparta-Afyon	18
Denizli	18
Bitlis	16
Bingöl-Tunceli	11
Şırnak	11
Adana-Osmaniye	9
Muş	9
Siirt-Batman-Mardin	9
Sivas	9
Elazığ	8
Şanlıurfa-Diyarbakır	7
Erzurum	5
Erzincan	3



Şekil 2.18. Güneşten elektrik üretimi için belirlenen bağlantı yer ve kapasiteleri [40]

2.10. YENİLENEBİLİR ENERJİ TEŞVİKLERİ

4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile oluşturulan piyasada yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi kurmak isteyen yatırımcıların desteklenmesi ve teşvik edilmesi amacıyla Dünya Bankası tarafından sağlanan toplam 200 milyon ABD doları kredi, Türkiye Sınai ve Kalkınma Bankası ve Türkiye Kalkınma Bankası vasıtasıyla özel sektöre verilmektedir. Bugüne kadar 15 hidrolik, 4 jeotermal ve 1 rüzgar, 1 biyokütle santrali için kredi verilmiş olup, diğer başvurular ise değerlendirilmektedir [41].

Yaklaşık iki yıldır gündemde olmasına rağmen, içerdiği “alım garantisi” rakamlarının birçok kez revize edilmesi nedeniyle bir türlü yasalaşamayan Kanun Teklifi, Genel Kurul oturumunda kabul edilerek yasalaşmıştır.

Bu kanun ile yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretecek tesisler için “Dolar Cent” cinsinden belirlenen birim fiyatlar tespit edilmiş ve Kanun’da Cetvel 1 olarak yer almıştır [41]. Aşağıda verilen teşvikler elektrik üretimine yöneliktir.

I Sayılı Cetvel	Uygulanacak Fiyatlar
YEK’e Dayalı Üretim Tesis Tipi	(ABD Doları Cent/KWh)
Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesis	13,3
II Sayılı Cetvel	Yerli Katkı İlavesi
Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesis	(ABD Doları Cent/KWh)
1) PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
2) PV modülleri	1,3

3) PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
4) İnvörtör	0,6
5) PV modülü üzerine güneş ışınımı odaklayan malzeme	0,5

Diğer ülkelerdeki yenilenebilir enerji teşvik mekanizmaları ise özetle şu şekilde açıklanabilir [41]:

- Almanya

2009 yılı itibariyle fotovoltaik sistemler için uygulanmakta olan şebekeyi besleme tarifeleri şu şekildedir:

30 kWp'ten daha küçük sistemler: Yere kurulu solar PV sistemler için 0,3194 Euro/kWh; binalara ve ses kesme duvarlarına (genelde otoyollarda ses yalıtımı için kullanılır) kurulan solar PV sistemler için 0,4301 Euro/kWh

30-100 kWp arasındaki sistemler: Yere kurulu solar PV sistemler için 0,3194 Euro/kWh; binalara ve ses kesme duvarlarına kurulan PV sistemler için 0,4091 Euro/kWh

100-1000 kWp arasındaki sistemler: Yere kurulu solar PV sistemler için 0,3194 Euro/kWh; binalara ve ses kesme duvarlarına kurulan solar PV sistemler için 0,3958 Euro/kWh

1000 kWp'ten daha büyük sistemler: Yere kurulu solar PV sistemler için 0,3194 Euro/kWh; binalara ve ses kesme duvarlarına kurulan solar PV sistemler için 0,3300 Euro/kWh [41].

- Yunanistan

Yunanistan'da yürürlükte olan Yenilenebilir Enerji Kaynakları Teşvik Yasasına göre uygulanmakta olan teşvik sistemindeki şebeke besleme tarifeleri şu şekildedir:

100 kWp'ten daha küçük solar PV sistemler: Anakarada 0,45 Euro/kWh, adalarda 0,50 Euro/kWh

100 kWp'ten daha büyük solar PV sistemler: Anakarada 0,40 Euro/kWh, adalarda 0,45 Euro/kWh

Kontrat süreleri 20 yıldır ve yıllık enflasyona endekslenmiştir. Bunun yanı sıra % 40 oranında yatırım teşvikleri ve vergi indirimlerini kapsayan yenilenebilir enerji kaynak finansman sistemleri bulunmaktadır. 2010 yılından itibaren tarifeler her ay % 1 oranında azaltılmaktadır [41].

- İspanya

İspanya 2009 yılı itibariyle yenilenebilir enerji teşviklerindeki durum şu şekildedir: Binaya entegre sistemlerde:

20 kWp'ten küçük sistemler için: 0,34 Euro/kWh

20 kWp'ten büyük sistemler için: 0,32 Euro/kWh

Yere kurulmuş sistemler için: 0,32 Euro/kWh

Bu güneş enerjisi teşviklerinin yıllık toplam sınırları 500 MW civarındadır [41].

- Bulgaristan

30 Mart 2009 itibariyle yürürlükte olan Yenilenebilir Enerji Teşvik Yasasına göre 5 kWp'ten daha küçük güneş enerjisi solar fotovoltaik sistemleri için şebekeyi besleme tarifesi 0,42 Euro/KWh, 5 kWp'ten daha büyük solar PV sistemleri içinse 0,39 Euro/kWh seviyesindedir. 25 yıllık sözleşmelerde tarife değerlerinde her sene bir önceki senenin % 95'i geçerli olmaktadır [41].

- İngiltere

2006 yılı itibariyle Yenilenebilir Enerji Teşviklerindeki durum şu şekildedir; Energy Saving Trust olarak bilinen fon mekanizması güneş enerji sistemlerinin kurulumunda kW başına 2000 Sterlin teşvik vermektedir. Maksimum teşvik miktarı 2500 Sterlindir ve toplam kurulum masraflarının % 50'sini geçmemektedir. Şu anda yürürlükte olan bir şebeke besleme tarifesi bulunmamaktadır [41].

- Makedonya

Güneş enerjisi teşvikleri için 20 yıllık kontratlarla aşağıdaki şebekeyi besleme tarifeleri uygulanmaktadır;

50 kWp'ten küçük sistemler için: 0,46 Euro/kWh

50 kWp'ten büyük sistemler için: 0,41 Euro/kWh [41].

- Avustralya

Avustralyadaki her bir federasyon kendi yenilenebilir enerji teşvik mekanizmasına sahiptir. Bazı federasyonlarda abonelerin alış fiyatlarının iki katına kadar çıkan şebeke besleme tarifeleri uygulanmaktadır [41].

- Güney Kore

11 Ekim 2006'dan beri yürürlükte olan güneş enerjisi teşviklerine göre şebeke besleme tarifesi şu şekildedir;

30 kWp'ten küçük sistemler için: 0.41 Euro/kWh

30 kWp'ten büyük sistemler için: 0.39 Euro/kWh

Bunlara ilave başka yenilenebilir enerji teşvikleri de mevcuttur. Sözleşme süreleri 15 yıldır ve tarife bu süre zarfında sabittir [41].

2.10.1. ORKÖY Güneş Enerjili Sıcak Su Sistem Teşvikleri

Ülkemizde güneş enerjili su ısıtma kredileri genellikle orman köylülerine verilmektedir. Temel amacı; ormanların korunması, geliştirilmesi, işletilmesi ve genişletilmesi hedeflerine ulaşılmasını sağlamak için ormanların içinde veya bitişiğinde yaşayan köy halkının, kalkınmalarına katkıda bulunmak suretiyle ormanlar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak olan ORKÖY Genel Müdürlüğü il teşkilatları aracılığı ile bu amacına ulaşmak için orman köylerinde yörenin imkanlarına göre ekonomik ve sosyal amaçlı politikalar uygulamaktadır.

Orman köylerinde bir ailenin yıllık odun tüketimi 35 ster olup, bunun 8 steri banyo, çamaşır ve bulaşık suyu ısıtmada kullanılmaktadır. Orman-Köy İlişkileri Genel Müdürlüğüne yakacak olarak kullanılan odun tüketimi azaltılarak ormanlar üzerindeki baskının azaltılması, yaşam kalitesinin artırılması amacıyla sosyal nitelikli, güneş enerjili su ısıtma kredisi verilmektedir. Ekonomik, sosyal ve çevresel etkiler göz önünde bulundurularak kredi faizsiz, 3 yılda 3 eşit taksitli geri ödemeli olarak verilmektedir [42].

2.9.1.1. Orman Köylülerinde Güneş Enerjisi Sisteminin Faydaları

1) Orman köylerinde sadece çamaşır ve bulaşık yıkamak, banyo ısıtmak için aile başına yıllık en az 5 ster odun tüketilmektedir. Bugünkü fiyatlarla ortalama olarak steri 75 TL'den 50 hanelik bir köyde su ısıtmak amacı ile yılda 250 ster odun tüketilmekte bu da bugünkü piyasa satış fiyatları ile yılda 18.750 TL'yi bulmaktadır [42].

2) Güneş enerji sistemi aynı zamanda köylerdeki sağlıklı ortamın artmasını, sağlık koşullarının iyileşmesine dolayısıyla sosyal yaşam kalitesinin yükselmesini sağlamaktadır.

3) Güneş enerjisinin alternatifi olan diğer ısıtma araçları sürekli harcamayı gerektirmektedir. Fakat güneş enerjisi doğal enerji ile ısınmayı sağladığından, ısınma giderleri söz konusu olmamaktadır.

4) Bir ünite güneş enerjisi su ısıtma sistemi yaklaşık 5 ster odunun yakılmasını önlemektedir.

5) Türkiye gibi güneşli bir ülkede elde edilecek güneş enerjisinden faydalanma oranı metrekarede 1 kWh'tir. Türkiye genelinde yaklaşık 21000 orman köyünde yaşayan tüm haneler dikkate alındığında oldukça büyük oranlarda milli servet kayıpları ortaya çıkmaktadır. Bu proje ile bu kayıplar en aza indirgenmeye çalışılmıştır [42].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'e göre yüksek bina, bina yüksekliği 21.50 m'den, yapı yüksekliği 30.50 m'den fazla olan binalardır. Bina yüksekliği, binanın kot aldığı noktadan saçak seviyesine kadar olan mesafe; yapı yüksekliği ise bodrum kat, asma katlar ve çatı arası piyesler dahil yapının inşa edilen tüm katlarının toplam yüksekliğidir [43]. Çok katlı (yüksek yapı) ve çok dairesel binalarda daire başına düşen çatı alanı genellikle yetersiz olduğundan güneş enerjisi kaynaklı sıhhi sıcak su temininde sıcaklık derecesi ve miktar açısından yetersizlik vardır.

Bu çalışmada Mersin ili Mezitli ilçesindeki yüksek katlı binaların güneş enerjili sıhhi sıcak su temininde mevcut durumu yüz yüze görüşmeler sonucu anket yolu ile tespit edilmiştir. Ayrıca 15 katlı bir binada düzlemsel (klasik tip) kolektör yerine vakum borulu kolektör ile çalışan bireysel güneş enerjili sıcak su sistem uygulandığında karşılaştırmalı maliyet hesabı ile çok katlı binalardaki dairelerin sıcak su temininde elektrikli ısıtıcı yerine güneş enerjili sıcak su sistemlerini kullandığında elde ettikleri yıllık kazanç miktarı hesabı yapılmıştır. Okulların ve diğer kamu kurum ve kuruluşların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma durumları da yüz yüze görüşmelerle anket yolu ile belirlenmiştir. Diğer taraftan Mersin ilinde güneş kolektörleri ve aksamı üreten sanayinin durumu hakkında da anket yapılarak durum saptaması yapılmıştır.

3.1. MEZİTLİ İLÇESİ GENEL BİLGİLER

Mersin Büyükşehir Belediyesine bağlı olan Mezitli ilçesinin 2011 yılı nüfusu, adrese dayalı yapılan sayımlar itibarıyla 145.243'tür. İlçenin batısında Erdemli, doğusunda Yenişehir ilçeleri bulunmaktadır. Mezitli ilçesi 23 mahalleden oluşmaktadır. Bu mahalleler:

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1) Atatürk Mahallesi | 13) Şahintepesi Mahallesi |
| 2) Akdeniz Mahallesi | 14) Tece Mahallesi |
| 3) Anayurt Mahallesi | 15) Viranşehir Mahallesi |
| 4) Cumhuriyet Mahallesi | 16) Yeni Mahalle |
| 5) Çamlıca Mahallesi | 17) 75.Yıl Mahallesi |
| 6) Çankaya Mahallesi | 18) Kale Mahallesi |
| 7) Davultepe Mahallesi | 19) Kuyuluk Mahallesi |
| 8) Deniz Mahallesi | 20) Menderes Mahallesi |
| 9) Esenbağlar Mahallesi | 21) Merkez Mahallesi |
| 10) Eskiköy Mahallesi | 22) Seymenli Mahallesi |
| 11) Fatih Mahallesi | 23) İstiklal Mahallesi |
| 12) Hürriyet Mahallesi | |



Şekil 3.1. Mezitli İlçesindeki mahallelerin yerleşim alanları

3.1.1. Mezitli İlçesinin Nüfusu

Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi Mezitli nüfusu yıllar içinde büyük artış göstermiştir. Özellikle nüfusun, 1990-1997 ile 2000-2007 yılları arasında büyük artış gösterdiği görülmektedir. Mezitli belediyesinden alınan verilere dayanarak yıllara göre nüfus miktarı aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Yıllara göre Mezitli nüfusu (kişi) [44]

1935	623
1940	648
1945	793
1950	1077
1955	1515
1960	1826
1965	2252
1970	2896
1975	3658
1980	4377
1985	6681
1990	17735
1997	34661
2000	49328
2007	90654
2008	111176
2009	119092
2010	138168
2011	145243

Mezitli ilçesindeki mahallelerde yaşayan nüfus çizelge 3.2. de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Mezitli ilçesindeki mahallelerin sahip olduğu toplam nüfus miktarı [44]

Mahalle Adı	Toplam Nüfus Miktarı 2011 (Kişi)
Fatih	8788
Atatürk	11600
Yeni	17446
Kale	1477
Viranşehir	18963
Menderes	22303
Merkez	8998
Kuyuluk	956
Çankaya	2065
Çamlıca	2896
Eskiköy	1491
Esenbağlar	478
Akdeniz	10877
75. Yıl	5948
İstiklal	3831
Davultepe	1304
Anayurt	836
Cumhuriyet	2124
Seymenli	3887
Tece	1009
Şahin Tepesi	1026
Deniz	4618
Hürriyet	727

3.1.2. Mezitli İlçesindeki Mahallelerin Toplam Konut ve Araştırma Yapılan Toplam Çok Katlı Konut Sayısı

Mezitli ilçesindeki mahallelerin toplam konut sayısı [44] ve araştırma yapılan toplam çok katlı konut sayısı 3.3. te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Mezitli ilçesindeki mahallelerin toplam konut sayısı ve araştırma yapılan toplam çok katlı konut sayısı

Mahalle Adı	Toplam Konut Sayısı (Adet)	Araştırma Yapılan Toplam Çok Katlı Konut Sayısı (Adet)	Araştırma Yapılan Toplam Çok Katlı Konut Oranı
Fatih	4200	1256	% 30
Atatürk	5200	817	% 16
Yeni	7400	1878	% 25
Kale	830	-	-
Viranşehir	18693	2318	% 12
Menderes	10800	3615	% 33
Merkez	4800	445	% 9
Kuyuluk	530	-	-
Çankaya	1200	-	-
Çamlıca	1300	-	-
Eskiköy	687	-	-
Esenbağlar	185	-	-
Akdeniz	5900	456	% 8
75. Yıl	3700	2041	% 55
İstiklal	2000	610	% 31

Davultepe	1160	60	% 5
Anayurt	430	-	-
Cumhuriyet	2100	599	% 29
Seymenli	3800	1698	% 45
Tece	530	-	-
Şahin Tepesi	594	-	-
Deniz	5600	1394	% 25
Hürriyet	347	-	-

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ ÇOK KATLI BİNALARIN GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU SİSTEMLERİNDEN YARARLANMA DURUMU

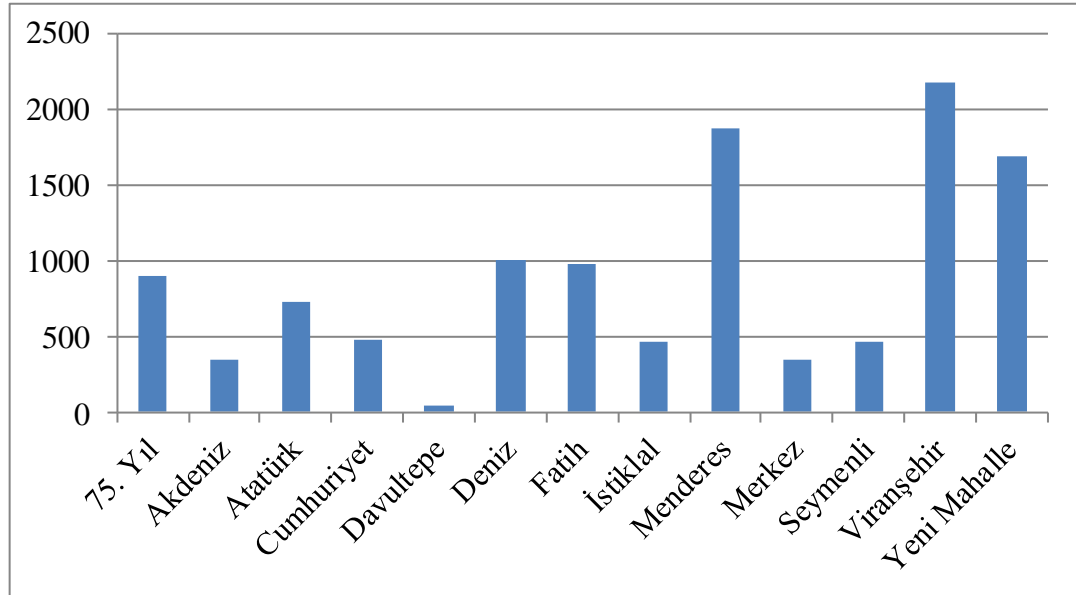
Yapılan araştırmada yüksek yapılı binalarda dam alanlarının yetersizliğinden dolayı güneş enerjili sıcak su sisteminden yararlanmada sıkıntılar yaşandığı gözlemlenmiştir. Aşağıdaki çizelgede mezitli ilçesindeki mahallelere ait güneş enerjisi miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.1. Mezitli ilçesindeki çok katlı binaların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma durumu

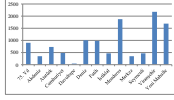
Mezitli İlçesindeki Mahalleler	Toplam Daire Sayısı	Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemlerinden Yararlanan Daire Sayısı	Dairelerin Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemlerinden Yararlanma Oranı
75. Yıl	2041	898	% 44
Akdeniz	456	346	% 75,9
Atatürk	817	726	% 88,9
Cumhuriyet	599	473	% 79
Davultepe	60	50	% 83,3
Deniz	1394	1000	% 71,8
Fatih	1256	984	% 63,2
İstiklal	610	463	% 75,9
Menderes	3615	1875	% 51,9
Merkez	445	351	% 78,9
Seymenli	1698	461	% 27,1
Viranşehir	2318	2178	% 94
Yeni	1878	1686	% 89,8
Toplam	17187	11491	% 67

Anayurt, Çamlıca, Çankaya, Esenbağlar, Eskiköy, Hürriyet, Kale, Kuyuluk, Şahintepesi, Tece mahallelerinde çok katlı bina olmadığı için bu mahallelerle ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Araştırmalar sonucunda sıhhi sıcak su temininde güneş enerjisinden en fazla yararlanan mahallenin Menderes, en az yararlananın ise Seymenli mahallesi olduğu görülmüştür. Seymenli mahallesinin güneş enerjisinden yararlanma oranının düşük olmasında, bu mahallede yer alan 590 daireye sahip Çaltana sitesi ile 312 daireye sahip Zafer sitesinin dam alanlarının yetersizliği sebebiyle dolaylı güneş enerjili sıcak su sistemlerini kullanamamaları rol oynamıştır. Güneş enerjisinden yeterince yararlanamamada çatılarda yeterli alan olmayışının yanı sıra, ev sahiplerinin kiraya verdikleri evlerine, kendilerine masraf çıkmaması için güneş enerjili sıcak su sistemleri taktırmaması da sebep olmuştur. Ayrıca daire sahiplerinin bazıları yılın belli bir bölümünü Mersin'deki evinde, diğer bölümünü ise yurtdışında veya yurt içinde herhangi başka bir yerde geçirdiğinden sıhhi sıcak su temininde güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanmayı düşünmediğini belirtmiştir.

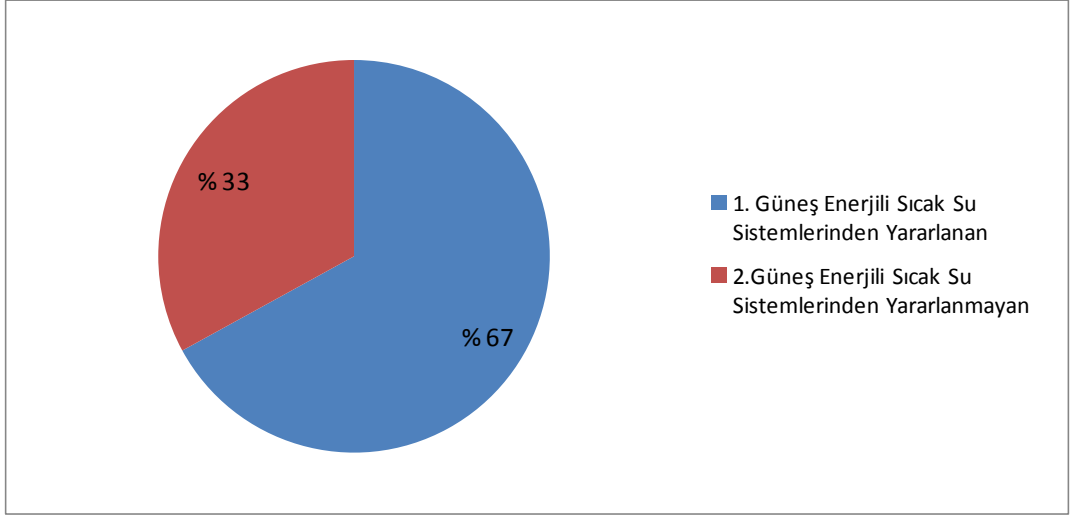


Şekil 4.1. Mezitli ilçesindeki çok katlı binalarda mevcut güneş enerjili sıcak su sistem miktarı (adet)



Şekil 4.2. Mezitli ilçesinde mahallelere göre çok katlı binaların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma oranı (%)

Sonuç olarak şekil 4.3. te de görüldüğü gibi, sıcak suyu kullanmak üzere çok katlı binalarda yer alan 17187 dairede yapılan araştırmaya göre bu dairelerden 11491 tanesi güneş enerjili sıcak su sistemleri ile birlikte elektrikli şofben, tüplü şofben, elektrikli ve mazotlu kombiyi kullanmaktadır. 5696 konutta ise kolektör yoktur. Bu daireler sıcak su temininde elektrikli şofben, tüplü şofben, elektrikli ve mazotlu kombi gibi diğer ısıtma sistemlerini kullanmaktadır. Güneş enerjili sıcak su sisteminden yararlanmayanların hiç de azımsanmayacak bir sayıda olduğu görülmüştür.

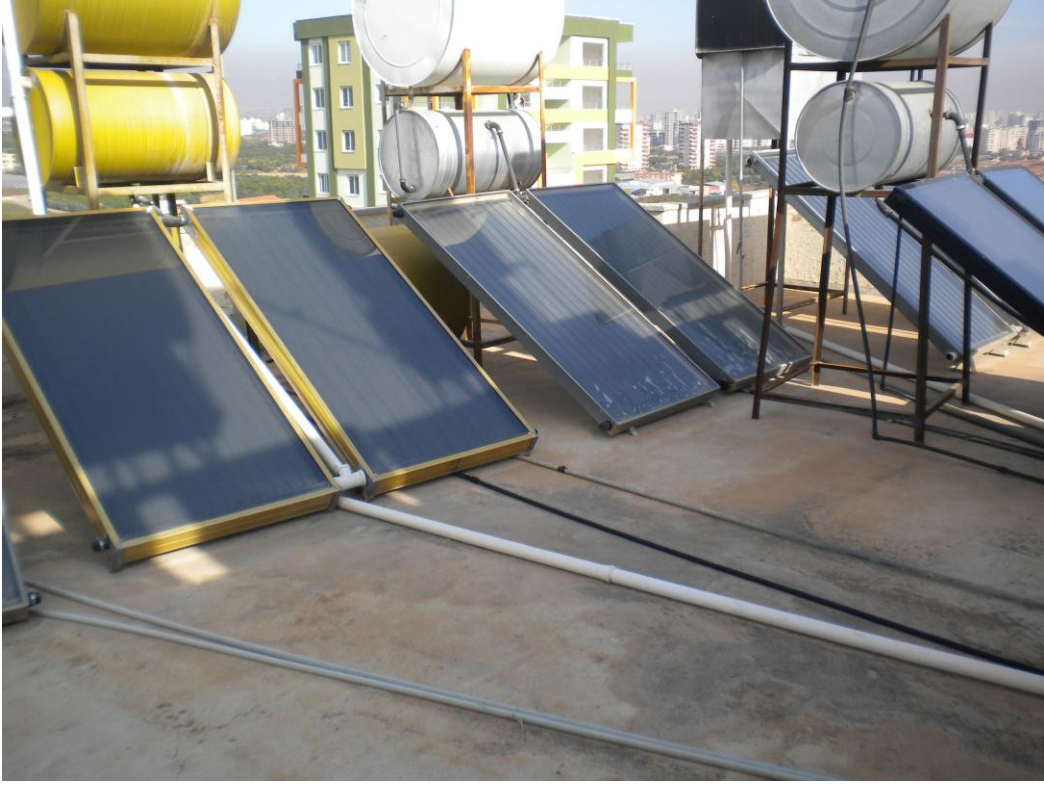


Şekil 4.3. Mezitli ilçesindeki mevcut güneş enerjili sıcak su sistem oranı (%)

Ayrıca kolektör kullanılan yapılarda da verimi azaltan yanlış uygulamalar vardır. Aşağıdaki resimlerde bunlara ait iki yanlış uygulama örneği görülmektedir.



Şekil 4.4. Merdiven boşluğu arkasına konulan güneş enerjili sıcak su sistemi örneği



Şekil 4.5. Birbirine çok yakın konulan güneş enerjili sıcak su sistemleri

4.2. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ ÇOK KATLI BİNALARIN SİHHİ SICAK SU TEMİNİNDE KULLANDIKLARI KOLEKTÖR TİPLERİ

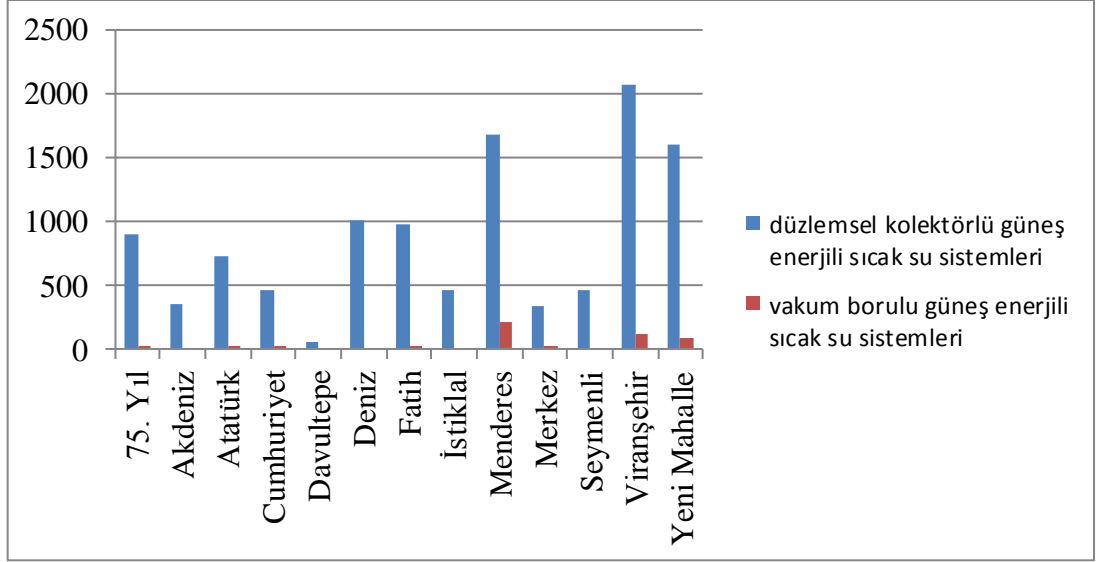
Yapılan araştırmaya göre, güneş enerjili sıcak su sisteminden yararlanan dairelerin büyük çoğunluğunun düzlemsel (klasik tip) kolektör kullandığı görülmüştür.

Çizelge 4.2. Mezitli ilçesindeki mahallelerin sıcak su elde etmede kullandıkları düzlemsel ve vakum borulu kolektör sayıları

Mezitli İlçesindeki Mahalleler	Sıcak Su Elde Etmede Kullanılan Düzlemsel Kolektörlü Güneş Enerjileri Miktarı	Sıcak Su Elde Etmede Kullanılan Vakum Borulu Güneş Enerjileri Miktarı
75. Yıl Mahallesi	896	2
Akdeniz Mahallesi	346	-
Atatürk Mahallesi	725	1
Cumhuriyet Mahallesi	453	20
Davultepe Mahallesi	50	-
Deniz Mahallesi	1000	-
Fatih Mahallesi	979	5
İstiklal Mahallesi	463	-
Menderes Mahallesi	1673	202
Merkez Mahalle	328	23
Seymenli Mahallesi	461	-
Viranşehir Mahallesi	2069	109
Yeni Mahalle	1596	90

Düzlemsel kolektörlü güneş enerjili sıcak su sistemleri 2 adet, vakum borulu güneş enerjileri sıcak su sistemleri ise tek kolektörden oluşmaktadır.

Şekilden 4.6.da da görüldüğü gibi vakum borulu güneş enerjili sıcak su sistemleri en fazla Menderes mahallesinde kullanılmaktadır.

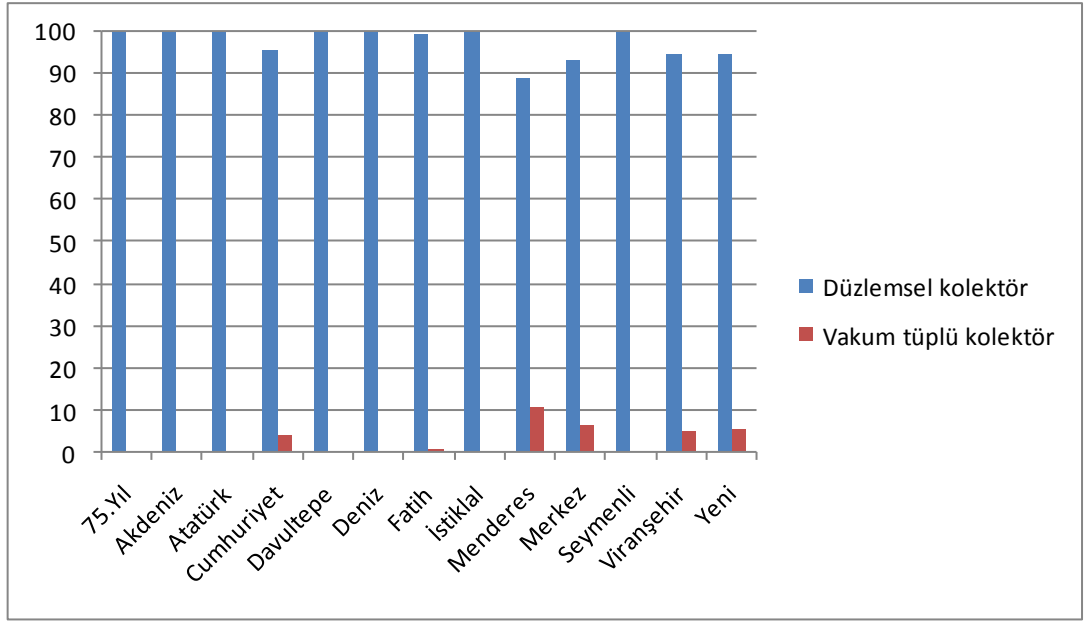


Şekil 4.6. Mezitli ilçesindeki mahallelerin sahip olduğu düzlemsel kolektörlü ve vakum borulu güneş enerjili sıcak su sistem miktarı (adet)

Mezitli ilçesindeki mahallelerde sıcak su elde etmede kullanılan düzlemsel ve vakum tüplü kollektör oranı aşağıdaki çizelge ve şekilde verilmiştir.

Çizelge 4.3. Mezitli ilçesindeki mahallelerin sıcak su elde etmede kullandıkları düzlemsel ve vakum borulu kolektörlü güneş enerjileri oranları

Mezitli İlçesindeki Mahalleler	Sıcak Su Elde Etmede Kullanılan Düzlemsel Kolektörlü Güneş Enerjileri Oranı	Sıcak Su Elde Etmede Kullanılan Vakum Borulu Güneş Enerjileri Oranı
75. Yıl Mahallesi	% 99,7	% 0,3
Akdeniz Mahallesi	% 100	-
Atatürk Mahallesi	% 99,8	% 0,2
Cumhuriyet Mahallesi	% 95,8	% 4,2
Davultepe Mahallesi	% 100	-
Deniz Mahallesi	% 100	-
Fatih Mahallesi	% 99,4	% 0,6
İstiklal Mahallesi	% 100	-
Menderes Mahallesi	% 89,2	% 10,8
Merkez Mahalle	% 93,4	% 6,6
Seymenli Mahallesi	% 100	-
Viranşehir Mahallesi	% 94,9	% 5,1
Yeni Mahalle	% 94,6	% 5,4



Şekil 4.7. Mezitli ilçesindeki mahallelerin sıcak su elde etmede kullandıkları kolektörler oranı (%)

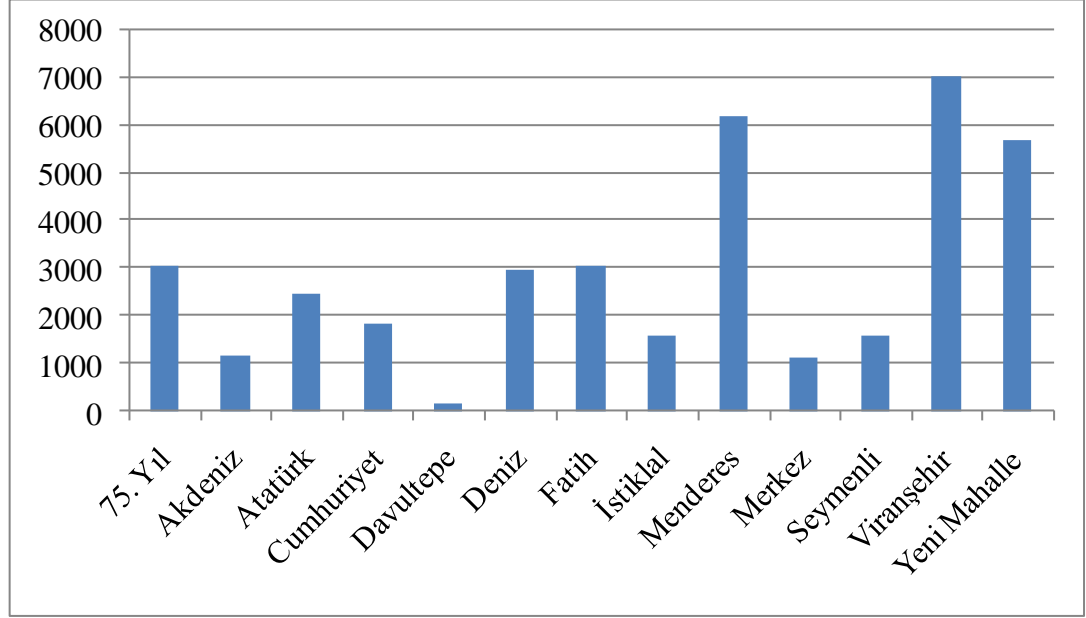
4.3. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ ÇOK KATLI BİNALARDA MEVCUT KOLEKTÖR ALANI

Mezitli ilçesindeki mahallelerin toplam kolektör alanı, kolektör imalatı yapan firmalardan kolektör ebatları alınarak (90cmx190cm) ve bu ebatların toplam kolektör sayısı ile çarpılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4. Mezitli ilçesindeki mahallelerin toplam kolektör alanı (m²)

Mezitli İlçesindeki Mahalleler	Toplam Kolektör Alanı (m ²)	Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemlerinden Yararlanan Daire Sayısı	Daire Başına Düşen Ortalama Kolektör alanı (m ²)
75. Yıl Mahallesi	3069,4	898	3.41
Akdeniz Mahallesi	1183,3	346	3.41
Atatürk Mahallesi	2482,1	726	3.41
Cumhuriyet Mahallesi	1833,7	473	3.87
Davultepe Mahallesi	171	50	3.42
Deniz Mahallesi	2975,3	1000	2.97
Fatih Mahallesi	3050,6	984	3.1
İstiklal Mahallesi	1583,5	463	3.42
Menderes Mahallesi	6208,8	1875	3.31
Merkez Mahalle	1148,8	351	3.27
Seymenli Mahallesi	1576,6	461	3.41
Viranşehir Mahallesi	7038	2178	3.23
Yeni Mahalle	5687,6	1686	3.37
Ortalama	-	-	3.3

Yapılan hesaplamalarda en fazla kolektör alanına 7038,03 m² ile Viranşehir mahallesi sahip olmuştur. Genel olarak bakılırsa Mezitli ilçesindeki yüksek yapılı binaların kolektör alanı toplamı 38008,7 m² olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.8. Mezitli ilçesindeki mahallelerdeki binalarda kullanılan toplam kolektör alanı (m²)

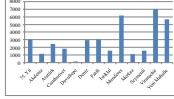
4.4. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ ÇOK KATLI BİNALARDA KİŞİ BAŞINA DÜŞEN TOPLAM KOLEKTÖR ALANI

Yapılan araştırmada sitelerde genellikle çok fazla daire olduğundan apartman görevlileri sitelerde kaç kişinin yaşadığını tam olarak bilememektedirler. Görevliler bazı dairelerde 2, bazılarında ise 3 veya 4 kişinin yaşadığını belirtmişlerdir. Yüksek yapılı binalarda kişi başına düşen kolektör alanı da dairelerde ortalama 3 kişinin yaşadığı varsayılarak mahallelerde yaşayan kişi sayıları hesaplanarak ve bu sayıların mahallelerin sahip olduğu toplam kolektör alanına bölünerek hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5. Mezitli ilçesindeki mahallelerde kolektör kullanan dairelerde kişi başına düşen toplam kolektör alanı (m²)

Mezitli İlçesindeki Mahalleler	Kişi Başına Düşen Toplam Kolektör Alanı (m ²)
75. Yıl Mahallesi	0,96
Akdeniz Mahallesi	0,87
Atatürk Mahallesi	1,01
Cumhuriyet Mahallesi	1,01
Davultepe Mahallesi	0,95
Deniz Mahallesi	0,71
Fatih Mahallesi	0,81
İstiklal Mahallesi	0,87
Menderes Mahallesi	0,82
Merkez Mahalle	0,86
Seymenli Mahallesi	0,31
Viranşehir Mahallesi	1,01
Yeni Mahalle	1,01
Ortalama	0,86

Genel olarak mahallelerin kişi başına düşen kolektör miktarları birbirine yakın çıkmıştır. Çizelge 4.5. de görüldüğü üzere Seymenli mahallesinin oranı oldukça düşük çıkmıştır. Bu oranın düşük çıkmasında, dam alanlarının yetersizliğinden dolayı güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanamayan binaların yanı sıra, bazı dairelerde yazlıkçılar oturduğu için bu ailelerin de sıcak su sistemlerini kullanmaya gerek duymamaları etkili olmuştur.



Şekil 4.9. Mezitli ilçesindeki mahallelerin kişi başına düşen toplam kolektör alanı (m²)

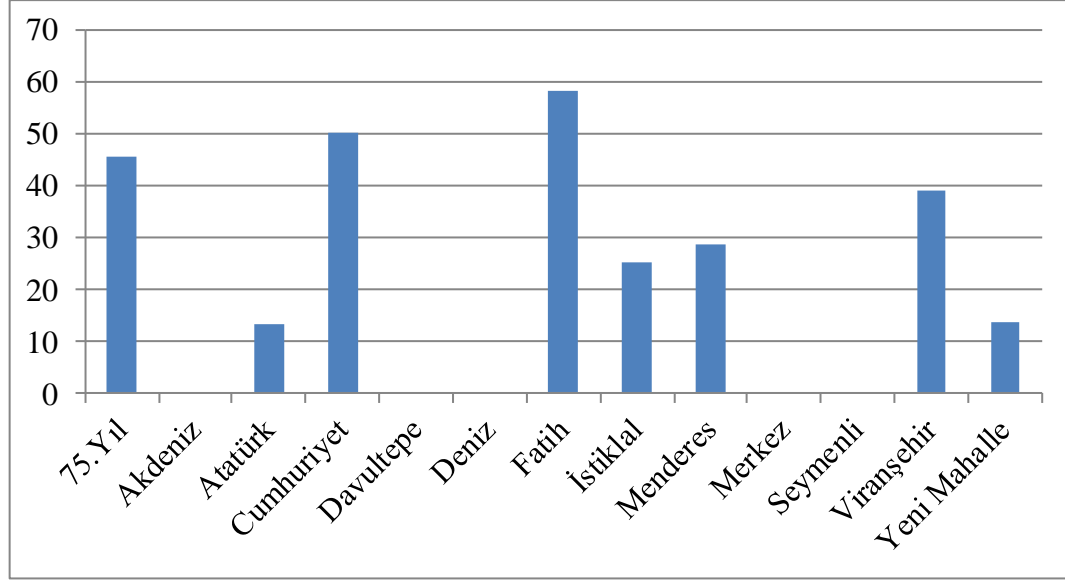
4.5. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ MAHALLELERİN DOĞAL GAZDAN YARARLANMA DURUMU

Mersin'e doğal gazın yeni gelmesiyle birlikte birçok mahallede henüz tam anlamıyla doğal gaz tesisatı döşenmemiştir. Bu yüzden yapılan araştırmada sonuçların düşük olduğu görülmüştür. Yapılan görüşmelerde site sakinleri tesisatın mahallelere döşenmesiyle birlikte doğal gazdan yararlanacaklarını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.6. Mezitli ilçesindeki mahallerdeki çok katlı yapılarda doğal gazdan yararlanma durumu

Mezitli İlçesindeki Mahalleler	Site Sayısı	Doğal Gazdan Yararlanan Site Sayısı	Doğal Gazdan Yararlanan Site Oranı
75. Yıl Mahallesi	11	5	% 45
Akdeniz Mahallesi	6	-	0
Atatürk Mahallesi	15	2	% 18
Cumhuriyet Mahallesi	4	2	% 50
Davultepe Mahallesi	1	-	0
Deniz Mahallesi	12	-	0
Fatih Mahallesi	12	7	% 58
İstiklal Mahallesi	4	1	% 25
Menderes Mahallesi	28	8	% 29
Merkez Mahalle	8	-	0
Seymenli Mahallesi	9	-	0
Viranşehir Mahallesi	23	9	% 39
Yeni Mahalle	22	3	% 14

Yapılan araştırmalarda Fatih mahallesinin doğal gazdan en yüksek oranda yararlandığı ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.10. Mezitli ilçesindeki çok katlı yapıların doğal gazdan yararlanma oranı (%)

Doğal gaz Mersin'e 2010 yılında ulaşmıştır. Mersin Akdeniz kuşağında ılıman iklime sahip ve güneşlenme imkanı yüksek iken, doğal gaz kullanımını hızla yaygınlaşmaktadır. Amaç kış aylarında ısınma için doğal gaz kullanımı olduğu halde, sıcak su temininde ise doğal gaz, kullanım kolaylığı nedeniyle güneş kolektörlerinden yararlanmayı bir ölçüde azaltacağı anlaşılmaktadır. Çünkü, çok katlı binalarda alttaki konutlarda çatıdan güneş enerjisi ile ısıtılmış sıcak suyun gelmesi için önemli miktarda su kaybı ve zaman kaybı olmaktadır. 28.05.2012 tarihinde 10 katlı bir binanın 3. katındaki dairede bu kayıplar ile ilgili ölçüm yapılmıştır. Sabah saat 08.00'de yapılan ölçümde sıcak suyun daireye gelmesi yaklaşık bir dakikayı bulurken, sıcak su gelinceye kadar da yaklaşık 16 litrelik su kaybı olmaktadır. Yapılan ölçümde sıcak su gelinceye kadar akan suyun sıcaklığı 25°C, sıcak su ile soğuk suyun karıştığı zaman su sıcaklığı 32°C (% 80 soğuk + % 20 sıcak su), tamamen sıcak su geldiğinde ise ölçülen değer 53°C olduğu tespit edilmiştir.

4.6. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ KAMU KURUM ve KURULUŞLARIN GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU SİSTEMLERİNDEN YARARLANMA DURUMU

4.6.1. Okulların Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemlerinden Yararlanma Durumu

Mezitli ilçesine bağlı okulların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanmaları ile yapılan araştırma aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

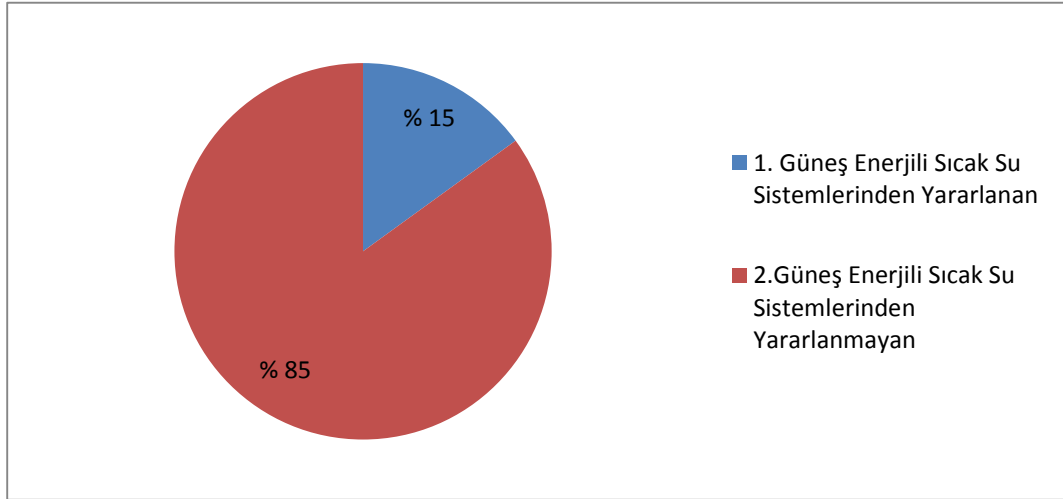
Çizelge 4.7. Mezitli ilçesine bağlı okulların güneş enerjili sıcak sudan yararlanma durumu

Mezitli A. Perşembe Vakfı Anaokulu	var
Mezitli Anaokulu	var
Mezitli Belediyesi İ.Ö.O.	yok
Mezitli 75. Yıl İ.Ö.O.	yok
Vali Şenol Engin İ.Ö.O.	yok
Mevlana İ.Ö.O.	yok
Pakize Kokulu İ.Ö.O.	yok
Faris Kokulu İ.Ö.O.	yok
Dr. Hakan Kundak İ.Ö.O..	yok
Develi İ.Ö.O	yok
Davultepe Belediye İ.Ö.O.	yok
Davultepe Atatürk İ.Ö.O.	yok
Ahmet Hocaoğlu İ.Ö.O.	yok
Zeki Koyuncuoğlu İ.Ö.O.	yok
Kuyuluk Belediye İ.Ö.O.	yok
Kuyuluk İ.Ö.O.	yok
Tece İ.Ö.O.	yok

Tece Cumhuriyet İ.Ö.O.	yok
Tece Hacı Hatun Cüne İ.Ö.O.	yok
Kale İ.Ö.O.	yok
Muhittin Develi İ.Ö.O.	yok
Şehit Fatih Soydan İ.Ö.O.	yok
Davultepe Lisesi	yok
Davultepe Kız Teknik Meslek Lisesi	yok
Yusuf Kalkavan Anadolu Lisesi	var
İçel Anadolu Lisesi	var
Anadolu İmam Hatip Lisesi	yok

var: Güneş enerjili sıcak su sistemi mevcut

yok: Güneş enerjili sıcak su sistemi mevcut değil



Şekil 4.11. Mezitli ilçesine bağlı okulların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma oranı (%)

Güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanmak üzere 27 okulda yapılan araştırmaya göre bu okullardan sadece 4 tanesi güneş enerjili sıcak su sistemlerden yararlanmaktadır. Okullarda da sıcak sudan yararlanmanın oldukça düşük olduğu görülmüştür. Yapılan görüşmelerde güneş enerjisi sisteminin kurulması için kendilerine ayrı bir ödenek yapılmadığını ancak kendi bütçeleri ile karşılaması gerektiği belirtilmiştir. Sonuç olarak ekonomik açıdan okullarda sıkıntılar olduğundan sıcak su sistemlerinden yararlanamamaktadırlar. Ayrıca çoğu okul idarecileri, okullarının yemekhane ve spor salonuna sahip olmadığı için güneş enerjisi sistemlerine ihtiyaç duymadıklarını belirtmişlerdir.

4.6.2. Diğer Kamu Kurum ve Kuruluşların Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemlerinden Yararlanma Durumu

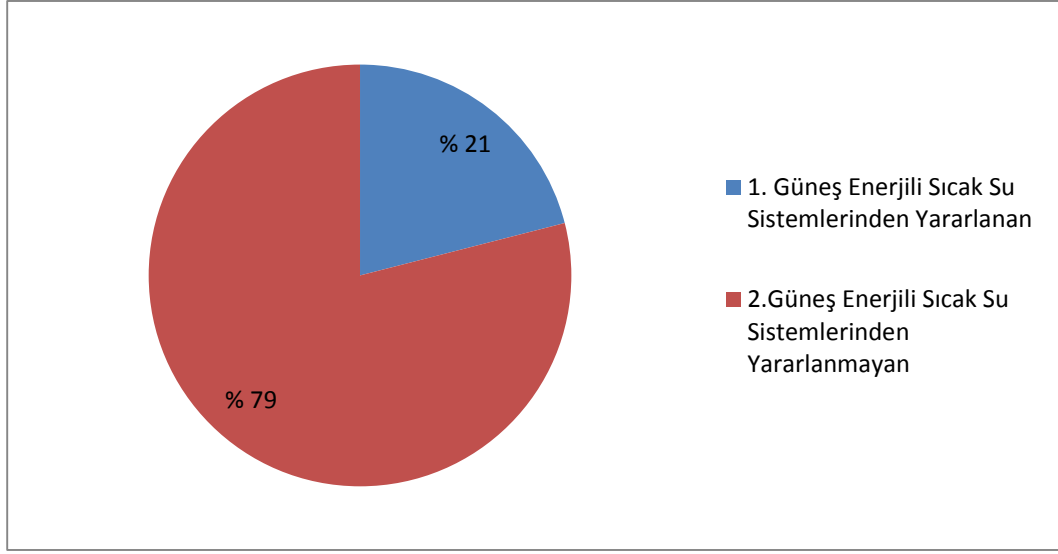
Mezitli ilçesindeki okullar dışındaki diğer kamu kurum ve kuruluşların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanmaları ile yapılan araştırma çizelge 4.8. de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Mezitli ilçesine bağlı kamu kurum ve kuruluşların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma durumu

Mezitli Belediyesi	yok
Mezitli Kaymakamlığı	yok
Mezitli İlçe Emniyet Müdürlüğü	yok
Mezitli İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü	yok
Mezitli İlçe Gençlik ve Spor Müdürlüğü	var
Mezitli Gıda-Tarım-Hayvancılık İlçe M.	yok
Mersin Çevre ve Orman İl Müdürlüğü	var
Mezitli Tarım Kredi Yapı Kooperatifi	yok
Mezitli İlçe Sağlık Grup Başkanlığı	yok
Mezitli İlçe Müftülüğü	yok
Tece Polis Merkezi	var
Mezitli Halk Eğitim Merkezi	yok
Akdeniz Sulama Birliği	yok
Yeşil Sahil Sulama Birliği	yok

var: Güneş enerjili sıcak su sistemi mevcut

yok: Güneş enerjili sıcak su sistemi mevcut değil



Şekil 4.12. Mezitli ilçesine bağlı kamu kurum ve kuruluşların güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma oranı (%)

Güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanmak üzere 14 kamu binasında yapılan araştırmalara göre bu binalardan 3 tanesinin güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlandığı tespit edilmiştir. İlçe Gençlik ve Spor Müdürlüğü'nde yapılan spor müsabakalarından sonra sporcuların duş alması için, güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanılmaktadır. Ayrıca Çevre ve Orman İl Müdürlüğü ile Tece Polis Merkezi de bu sistemlerden yararlanmaktadır.

4.6.3. Sağlık Merkezlerinin Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemlerinden Yararlanma Durumu

Mezitli ilçesindeki sağlık merkezlerinin güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanmaları ile yapılan araştırma çizelge 4.9. da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Mezitli İlçesine bağlı sağlık merkezlerin güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanma durumu

Nafize Çolak Aile Sağlık Merkezi	yok
Sahil Aile Sağlık Merkezi	yok
Davultepe Aile Sağlık Merkezi	yok
Kuyuluk Aile Sağlık Merkezi	yok
Kale Aile Sağlık Merkezi	yok
Merkez Aile Sağlık Merkezi	yok
Tece Aile Sağlık Merkezi	yok

yok: Güneş enerjili sıcak su sistemi mevcut değil

4.7. MERSİN İLİNDE GÜNEŞ KOLEKTÖRLERİ ve AKSAMİ ÜRETEN SANAYİNİN DURUMU

Mersin ilinde güneş kolektörleri ve aksamı üreten sanayinin durumu da yüz yüze yapılan görüşmeler sonucu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalarda üretim yapan firmaların büyük çoğunluğu düzlemsel kolektörlü güneş enerjili sıcak su sistemlerini üretmektedir. Vakum tüplü güneş enerjili sıcak su sistemlerinde ise firmalar tüpleri ithal olarak getirip sistem üretimi yapmaktadırlar. Görüşmelerde en çok talep gören sistemin düzlemsel kolektörlü güneş enerjili sıcak su sisteminin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bazı firmalar ürettikleri güneş enerjili sıcak su sistemlerini Suriye, Irak, Avustralya, K.Afrika ve Arap ülkelerine ihraç etmektedirler. Yapılan araştırmalar sonucunda güneş enerjili sıcak su sistemlerini üreten sanayi altyapısının yeterli olduğu saptanmıştır. Mersin ilinde güneş kolektörleri ve aksamı üreten sanayinin durumu çizelge 4.10. da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Mersin ilinde güneş kolektörleri ve aksamı üreten sanayinin durumu

Firma Adı	Üretilen/ Satılan Güneş Enerji Sistem Markası	Üretilen Güneş Enerji Sistem Tipi	Üretilen Güneş Enerji Sisteminin Miktarı	Satılan Güneş Enerji Sisteminin Adedi	En Çok Talep Gören Güneş Enerji Sistemi	Üretilen Güneş Enerji Sistemlerinin İhrac Edildiği Ülkeler	Firmada Çalışan Personel Sayısı
Kuzeymak	Kuzeymak	Vakum Borulu G.E.	30000	30000	Vakum Borulu G.E.	Suriye, Irak	51
Kuzeysan	Kuzeysan	Vakum Borulu G.E.	4000	4000	Vakum Borulu G.E.	-	10
*İstek	İstek	Düzlemsel Kolektör	45000	45000	Düzlemsel Kolektör	Avustralya, Fas, Yunanistan	23
Tümen	Tümen	Klasik Tip G.E.	500	500	Klasik Tip G.E.	Arap Ülkeleri	8
Anadolu	Akdeniz Solar	-	-	700	Vakum Borulu G.E.	-	1
Aslanlar	Aslanlar	Klasik Tip G.E.	500	500	Klasik Tip G.E.	-	9
Öztürk Savun	Öztürk Savun	Klasik Tip G.E.	400	400	Klasik Tip G.E.	-	10
Savaş	Savaş	Klasik Tip G.E.	500	500	Klasik Tip G.E.	-	7
Artes	Artes	Klasik Tip G.E.	1000	1000	Klasik Tip G.E.	-	12
Ertem Isı	Ertem Isı	-	-	250	Klasik Tip G.E.	-	4
Beşkardeşler	Çukurova	Klasik Tip G.E.	1000	1000	Klasik Tip G.E.	-	45
Şimşek	Şimşek	Klasik Tip G.E.	6000	6000	Klasik Tip G.E.	K. Afrika, G. Avrupa	25
*Mertay	Mertay	Düzlemsel Kolektör	10000	10000	Düzlemsel Kolektör	Kıbrıs, Avustralya	6
Babasan	Babasan	Klasik Tip G.E.	600	600	Klasik Tip G.E.	-	10
Koşar Isı	Koşar Isı	-	-	350	Klasik Tip G.E.	-	3

*Bu firmalar sadece kolektör üretmektedir. Diğerleri kolektör yanında sıcak ve soğuk su depoları ile diğer aksamı da üretmektedir.

5. Sonuçlar ve Öneriler

5.1. SONUÇLAR

Yapılan araştırma sonucunda, yüksek yapılı binalarda teras çatı alanlarının yetersizliğinden dolayı güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanmada sorunlar yaşandığı ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra bazı ev sahipleri kiraya verdikleri evlerine, kendilerine masraf çıkmaması için; bazılarının ise, yılın belli bir bölümünü Mersindeki evinde, diğer bölümünü ise yurtdışında veya yurt içinde herhangi bir yerde geçirdiğinden sıhhi sıcak su temininde güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanmayı düşünmemektedir. Ayrıca yapılan araştırmada okulların ve diğer kamu kurum ve kuruluşların da sıhhi sıcak su temininde güneş enerjisinden çok düşük bir oranda yararlandığı görülmüştür.

5.2 ÇOK KATLI BİR BİNADA SİHHİ SICAK SU TEMİNİNDE DÜZLEMSEL KOLEKTÖR YERİNE VAKUM BORULU KOLEKTÖR İLE ÇALIŞAN GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEM UYGULAMASINA YÖNELİK BİR ÖNERİ

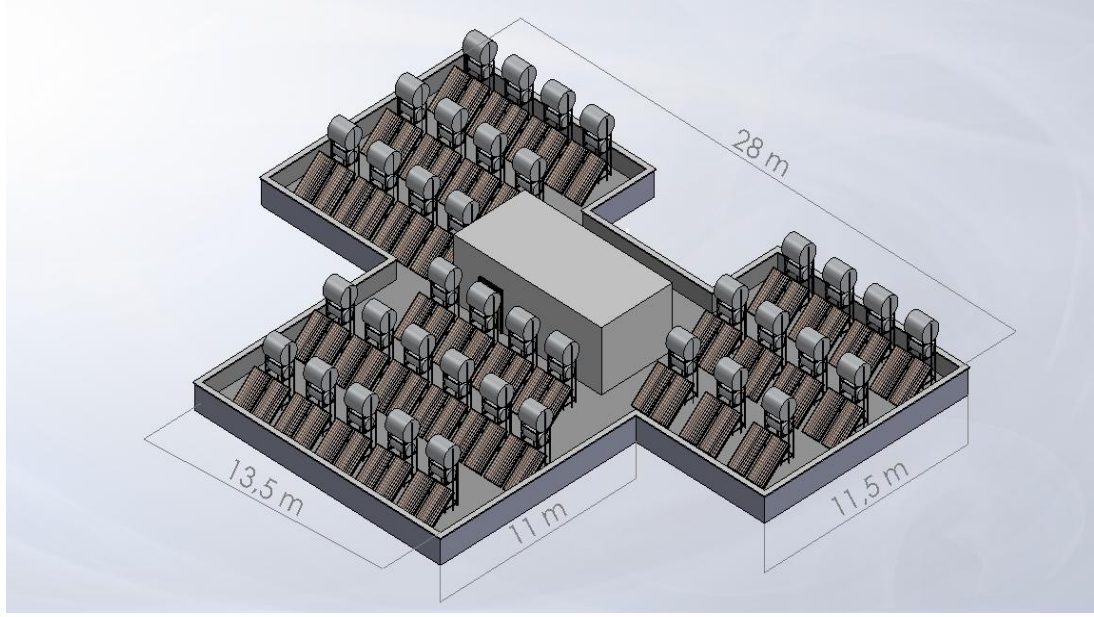
Örnek olarak alınan 15 katlı bir binada dam alanı yetersiz olduğu için bazı daireler güneş enerjili sıcak su sistemini kullanamamaktadırlar. 44 daireden oluşan bu binada 6 daire bu sistemlerden yararlanamamaktadır. Bu binada sıhhi sıcak su temininde düzlemsel kolektörler (klasik tip) den yararlanılmaktadır.



Şekil 5.1. Düzlemsel kolektör yerine vakum borulu kolektör uygulaması yapılan çok katlı bina



Şekil 5.2. Uygulama yapılan çok katlı binada düzlemsel kolektör ve su depolarının üstten görüntüsü



Şekil 5.3. Çok katlı binadaki düzlemsel kolektörlü güneş enerjili sıcak su ısıtma sistemlerinin görünüşü

Şekil 5.3'ten de görüldüğü üzere binada 38 tane güneş enerjili sıcak su sistemi mevcuttur. Ayrıca şekilde geriye kalan 6 daire için de sistemi kuracak yeterli alan olmadığı görülmektedir.

Dairelerde oturan nüfus durumu:

4 adet daire boş

3 adet daire → 1 kişi yaşamaktadır.

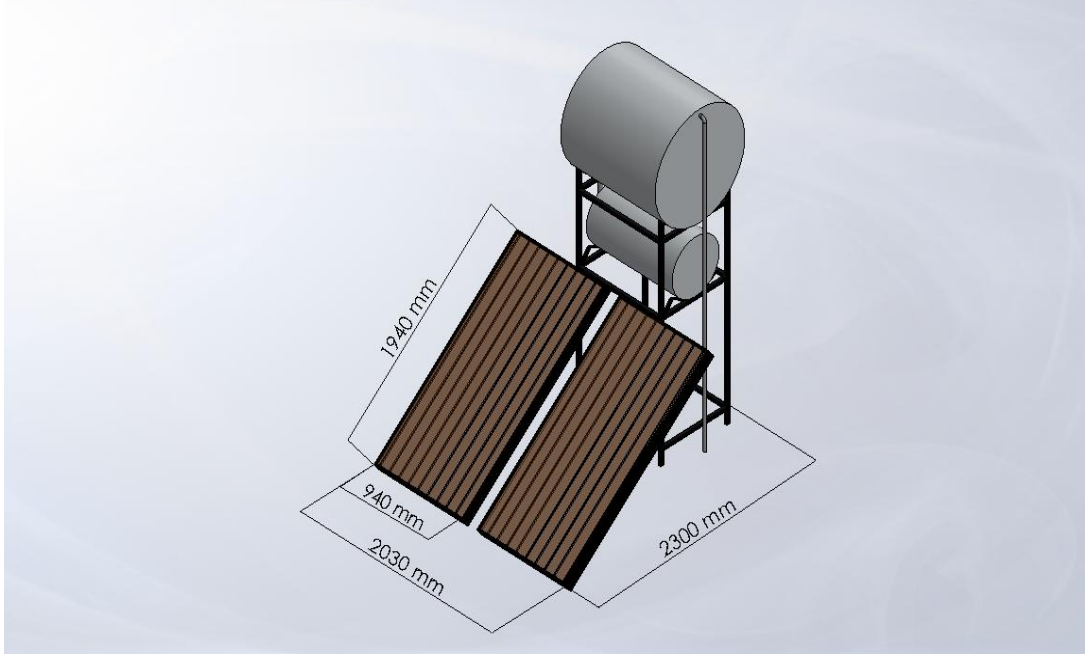
8 adet daire → 2 kişi yaşamaktadır.

9 adet daire → 3 kişi yaşamaktadır.

14 adet daire → 4 kişi yaşamaktadır.

6 adet daire → 5 kişi yaşamaktadır.

Binadaki mevcut düzlemsel kolektörlü güneş enerjili sıcak su sistemi şekil 5.4. te verilmiştir.

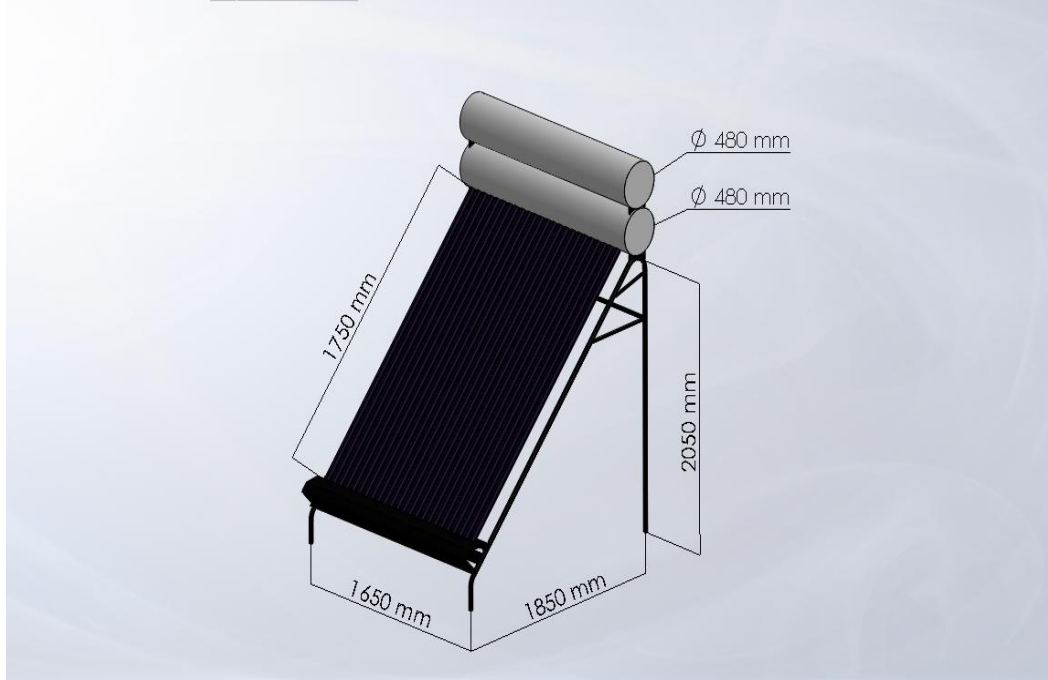


Şekil 5.4. Çok katlı binadaki mevcut düzlemsel kolektörlü güneş enerjili sıcak su sistemi

Güneş enerjisinden en iyi şekilde yarar sağlayan optimum kolektör eğim açısı değeri, kış aylarında enlem dairesi açısının 16° fazlasına, yaz ayları için ise enlem derecesi açısının 16° eksğine eşit olan değerdir. Bütün yıl uygulamalarında ise, kolektör eğim açısı, enlem dairesi derecesine eşit olmalıdır. Kolektörler her zaman güney yönüne bakmalıdır [45].

Sıcak su kullanım ihtiyacı çok sayıda değişkene bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Örneğin konutlardaki sıcak su kullanımı bile, sadece kişi sayısı ve konut büyüklüğüne bağlı değil, insanların yaşam düzeyi, yaşı, sistemin yapısı ve mevsimine göre değişir. Çizelge 1.1.'e bakıldığında kişilerin günlük en düşük 10 lt en yüksek ise 80 lt sıcak su tükettiği göz önüne alınırsa konutlarda kişi başına ortalama günde 35-40 lt sıcak su tüketildiği ortaya çıkmaktadır. Bir dairede maximum 4-5 kişilik aileler yaşadığı varsayılarak daireler için kapladığı yer göz önüne alındığında 190 lt'lik 24 vakum tüplü güneş enerjisi kullanılması uygun görülmüştür.

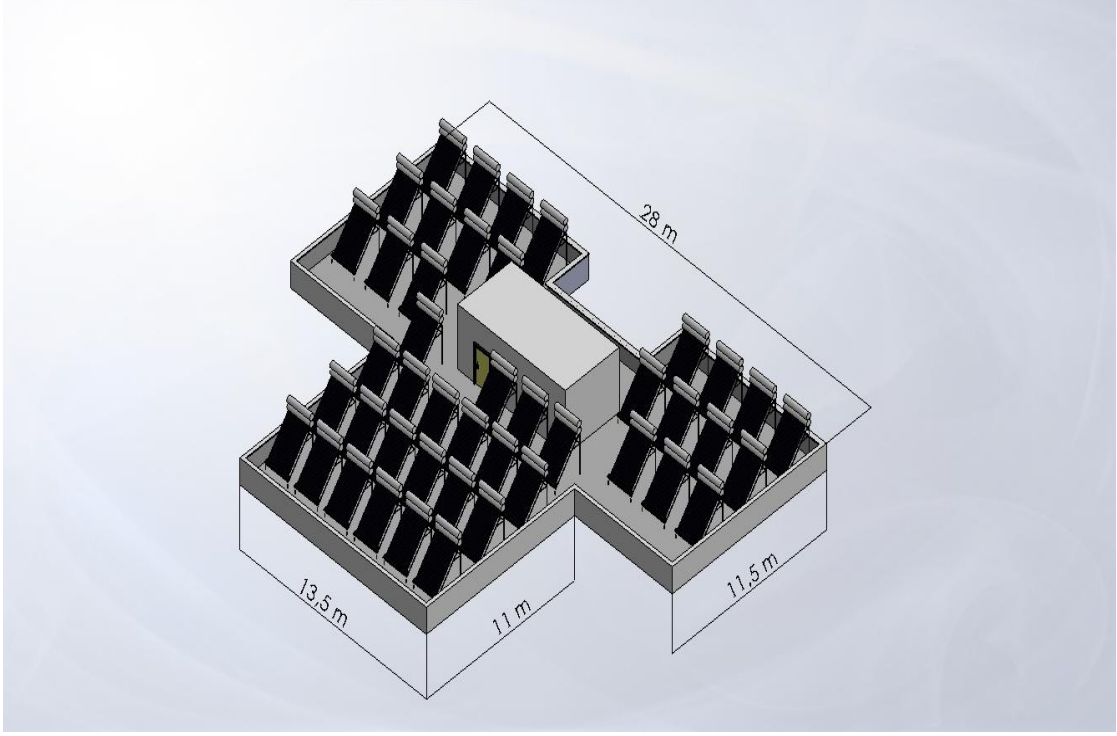
190 lt (soğuk/sıcak su deposu) / 24 vakum tüplü / 4-5 kişilik [46]



Şekil 5.5. Uygulamada kullanılacak 24 tüplü güneş enerjili sıcak su sistemi

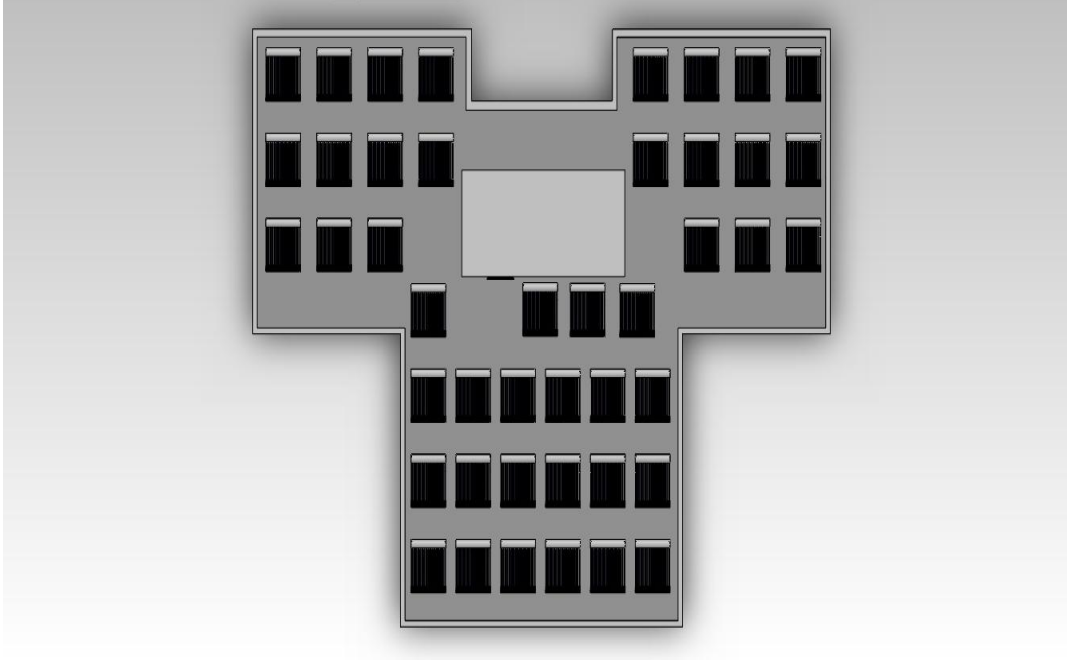
26.05.2012 tarihinde saat 13.30 da vakum borulu güneş enerjili sıcak su sistemleri ile düzlemsel kolektörlü güneş enerjili sıcak su sistemlerinin su ısıtma derecesi ölçüldüğünde, vakum tüplü güneş enerjisi, suyu 70° C; düzlemsel kolektörlü güneş enerjisi ise 62° C' ye kadar ısıttığı saptanmıştır. Vakum tüplü kolektörler, bu avantajı sayesinde, sıcak ve soğuk suyun birlikte kullanılarak sıcak su tüketiminin daha düşük olmasını sağlamaktadır.

Uygulamada toplam 44 tane 24 vakum tüplü güneş enerjili sıcak su sistemi kullanımı varsayılmıştır.



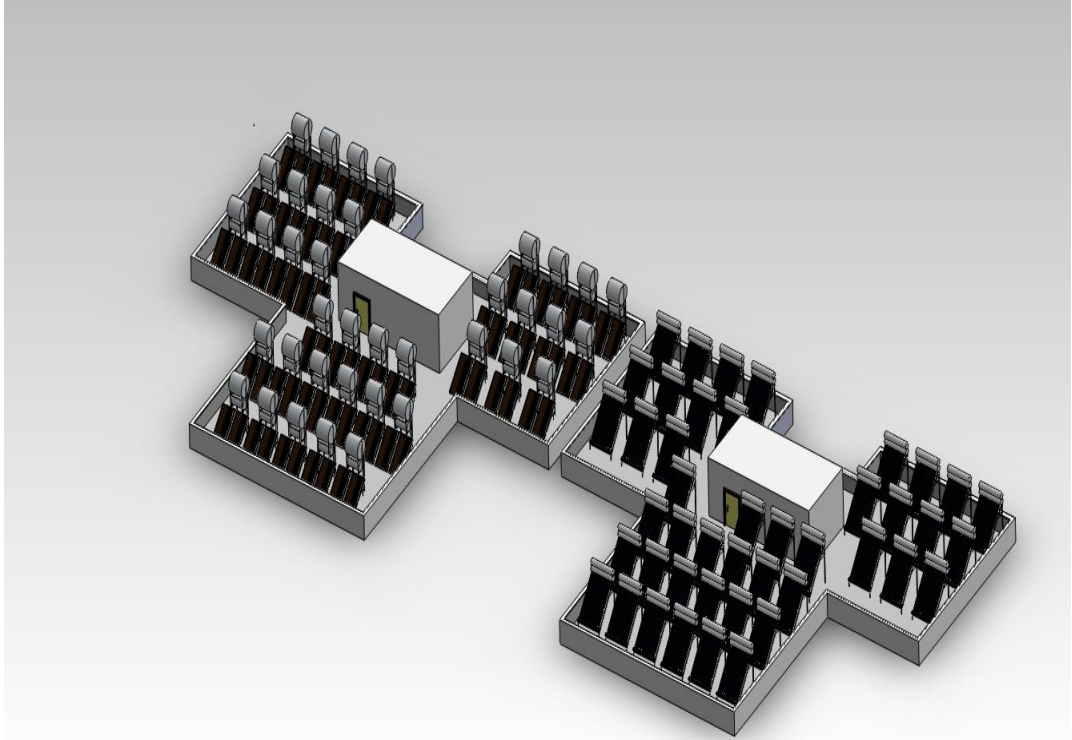
Şekil 5.6. Çok katlı binadaki vakum tüplü güneş enerjili sıcak su sistemi uygulaması

Şekil 5.6. da görüldüğü gibi düzlemsel kolektör yerine vakum borulu kolektör kullanılıncı binadaki bütün dairelerin güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanabildiği görülmektedir.

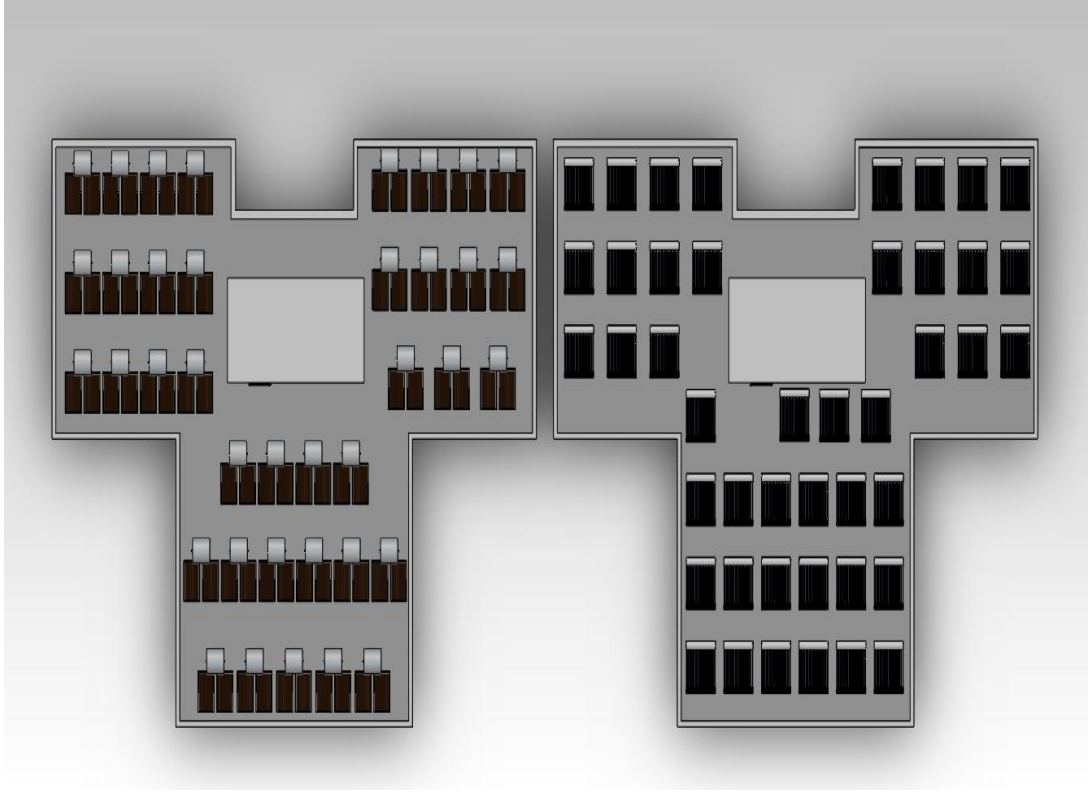


Şekil 5.7. Uygulanan teras çatıda vakum tüplü güneş enerjili sıcak su sisteminin üstten görünüşü

Çok katlı örnek binada düzlemsel (klasik tip) kolektör yerine daha az yer kaplayan ve yüksek verimli vakum borulu kolektör kullanılıncı binadaki bütün dairelerin güneş enerjisinden yararlanması sağlanmaktadır. Düzlemsel kolektör kullanıldığında binadaki 44 daireden 38 tanesi güneş enerjisinden yararlanırken, vakum borulu kolektörler kullanılıncı 44 daire de güneş enerjisinden yararlanabilmektedir. Binanın hem düzlemsel hem de vakum borulu kolektörlü görüntüsü aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 5.8. Çok katlı binadaki düzlemsel ve vakum tüplü güneş enerjili sıcak su sistemlerinin görünüşü



(a)

(b)

a) Düzlemsel kolektörlü g. e.

b) Vakum tüplü g.e.

Şekil 5.9. Çok katlı binadaki düzlemsel ve vakum tüplü güneş enerjili sıcak su sistemlerinin üstten görünüşü

5.3. DÜZLEMSEL KOLEKTÖR İLE VAKUM BORULU KOLEKTÖRLERİN MALİYET HESABININ YAPILMASI

5.3.1. Düzlemsel Kolektör Yatırım Maliyeti

Eğer binaya 44 tane düzlemsel tip güneş enerjili sıcak su sistemi kullanılması durumunda:

$$\begin{aligned} 44 \text{ düzlemsel tip gün. enj. top. maliyeti} &= \text{Top. gün. enj. sayısı} \times \text{Sistem maliyeti} \\ &= 44 \times 850 = 37400 \text{ TL dir.} \end{aligned}$$

1 adet düzlemsel tip güneş enerjili sıcak su sistem fiyatı bayilerden alınan ortalama fiyat 850 TL'dir.

5.3.2. Vakum Borulu Kolektör Yatırım Maliyeti

Binaya 44 tane 24 vakum tüplü güneş enerjili sıcak su ısıtma sistemi yerleştirilmiştir. Vakum tüplü güneş enerjileri Lara Solar marka güneş enerji sistemi olarak seçilmiştir.

$$\begin{aligned} 24 \text{ vakum tüplü gün. enj top. maliyeti} &= \text{Toplam gün. enj. sayısı} \times \text{Sistem maliyeti} \\ &= 44 \times 1200 \\ &= 52800 \text{ TL} \end{aligned}$$

1 adet 24 vakum tüplü g. enerjisi fiyatı ortalama bayilerden alınan ortalama fiyat 1200 TL 'dir.

Güneş enerjili sistemlerden elde edilecek suyun ısıtma maliyeti sadece tesis ilk yatırım maliyetidir. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinde işletme maliyeti ve bakım onarım masrafları yok denecek kadar az olup sistemlerin ömürleri ortalama 20 yıldır [5].

5.4. MEZİTLİ İLÇESİNDEKİ ÇOK KATLI BİNALARDAKİ DAİRELERİN SICAK SU TEMİNİNDE ELEKTRİKLİ ISITICI YERİNE GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU SİSTEMLERİNİ KULLANDIĞINDA ELDE ETTİKLERİ YILLIK KAZANÇ MİKTARLARI

Sıcak sudan yararlanmak üzere çok katlı binalarda yer alan 17187 dairede yapılan araştırmaya göre bu dairelerden 11491 tanesi güneş enerjili sıcak su sistemleri ile birlikte elektrikli şofben, tüplü şofben, elektrikli ve mazotlu kombiyi kullanmaktadır. 5696 konutta ise kolektör yoktur. Bu daireler sıcak su temininde elektrikli şofben, tüplü şofben, elektrikli ve mazotlu kombi gibi diğer ısıtma sistemlerini kullanmaktadır.

1 dairenin elektrikli ısıtıcı kullanarak sıcak suya ödediği yaklaşık yıllık elektrik parasını aşağıdaki şekilde bulabiliriz:

Gerekli elektrik gücü (W) [47],

$$W: m.c.(t_2-t_1).E [47]$$

m: Isıtılacak su miktarı

c: Suyun özgül ısısı

t₁: Suyun ilk sıcaklığı

t₂: Isıtılmış su sıcaklığı

E: Düzeltme faktörü

Elektrikli su ısıtıcısının harcadığı elektrik gücü (bir kişi için hesaplanan):

m: 40 lt (çizelge 1.1.)

c: 1.163 Wh/kg.K

t₁: 10 °C

t₂: 40 °C (çizelge 1.1.)

E: 0.98 [47]

$$W = m.c. (t_2 - t_1). 1/E$$

$$= 40 \text{ kg} \times 1.163 \text{ Wh/kg.K} \times (40^\circ \text{C} - 10^\circ \text{C}). 1/0.98 = 1424 \text{ Wh}$$

1 dairede 3 kişinin yaşadığı varsayılırsa 1 duş esnasında elektrikli ısıtıcının harcadığı güç:

$$W = 1424 \times 3 = 4272 \text{ Wh/ daire olur.}$$

1 kişinin haftada ortalama 3 kez duş aldığı varsayılırsa, 3 kişinin yaşadığı bir dairede yıllık duş esnasında harcanan güç (W_y):

$$W_y = 4272 \times 3 \text{ kere/ haftax} 52 \text{ hafta/yıl} = 666432 \text{ Wh} = 666,432 \text{ kWh.yıl.daire olur.}$$

Elektriğin birim fiyatı (kWh) [48] 0.21 TL olduğundan 3 kişilik bir ailenin sıcak sudan faydalanmak için kullandığı elektrikli su ısıtıcısının harcadığı elektrik fiyatı:

$$\text{Harcanan elk. fiyatı} = \text{Yıllık duş esnasında harcanan güç} \times \text{Elektriğin birim fiyatı}$$

$$= 666,432 \text{ kWh} \times 0.21$$

$$= 140 \text{ TL}$$

Araştırma yapılan 17187 daireden 11491 daire güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanmaktadır. Bu dairelerin güneş enerjisinden yararlanarak yıllık sağladığı elektrik tüketim tasarrufu:

$$\text{Yıllık sağlanan tasarruf} = 11491 \text{ daire} \times 1 \text{ dairenin harcadığı elektrik tüketim maliyeti}$$

$$= 11491 \times 140 \text{ TL}$$

$$= 1.61 \text{ milyon TL olmaktadır.}$$

Güneş enerjisinden yararlanmayan 5696 dairenin ise yıllık kaybı:

$$\text{Yıllık harcanan miktar} = 5696 \text{ daire} \times 1 \text{ dairenin harcadığı elektrik tüketim maliyeti}$$

$$= 5696 \times 140 \text{ TL}$$

$$= 800 \text{ bin TL olmaktadır.}$$

Ayrıca yüksek yapılı binalarda merkezi güneş enerjili sıcak su sistemleri kullanarak da bina damlarındaki yer sorunu çözülebilir. Daireler bireysel olarak sıcak sudan yararlanmak üzere kullanacakları kolektör sayıları bu sistemle büyük ölçüde azalmaktadır ve bu da damda daha düzenli bir ortamın oluşmasını sağlamaktadır. Ayrıca bu sistemlerde ortak bir sıcak ve soğuk su deposu kullanıldığından, sistemlerin neden olduğu görüntü kirliliği de büyük ölçüde ortadan kalkacaktır. Şekil 5.10. ve 5.11. de yüksek yapılı binalarda sıcak su temininde merkezi güneş enerjisi sisteminden yararlanıldığı görülmektedir.



Şekil 5.10. Merkezi güneş enerjili sıcak su sistemi örneği



Şekil 5.11. Merkezi güneş enerjili sıcak su sistemlerinden yararlanan bir bina

Merkezi sistemin avantajları yanında birtakım dezavantajları da bulunmaktadır. Bu sistemde dairelerin ayrı sıcak su saatleri vardır. Herkes ne kadar su tüketirse o kadar ödemektedir. Ancak, yoğun kullanım saatlerinde sıcak suyun yetersizliği sorunu yaşanabilmektedir. Ayrıca sistemde meydana gelebilecek bir arıza bütün dairelerin sıcak sudan yararlanmasını olumsuz yönde etkileyecektir.

Yüksek yapılı binalarda tek kolektörlü basınçlı güneş enerjili sıcak su sistemleri kullanılarak da bina çatılarındaki yer sorunu çözülebilir. Çatı alanı dairelere eşit olarak ayrıldığında ve herkes de aynı cins tek kolektörlü güneş enerjisi sistemi kullandığında sorun giderilebilir ve böylece sistemlerin neden olduğu görüntü kirliliği de ortadan kalkmaktadır.



Şekil 5.12. Tek kolektörlü basınçlı güneş enerjili sıcak su sistemi örneği

5.5. DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada Mersin-Mezitli ilçesinde sıhhi sıcak su temininde mevcut durum araştırılmıştır. Dünyadaki enerji krizi, fosil yakıtların artan maliyetleri ve küresel ısınma sorunu nedeniyle, ucuz, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisine ilgi günden güne artmakta olup ama henüz tam olarak istenilen seviye ulaşamamıştır. Mezitli ilçesinde çok katlı binalarda mevcut 17187 dairede yapılan araştırmada bu dairelerin 11491 güneş enerjili sıcak su sistemleri ile birlikte elektrikli şofben, tüplü şofben, elektrikli ve mazotlu kombiyi kullanmaktadır. 5696 konutta ise kolektör yoktur. Bu daireler sıcak su temininde elektrikli şofben, tüplü şofben, elektrikli ve mazotlu kombi gibi diğer ısıtma sistemlerini kullanmaktadır. Çatı alanı yetersiz olan çok katlı binalarda düzlemsel kolektör yerine vakum tüplü kolektör kullanıldığında bu binalardaki dairelerin sıcak su elde etmede güneş enerjisinden yararlanma oranı artmaktadır.

Güneş enerjili sıcak su sistemlerinden elde edilecek suyun ısıtma maliyeti sadece tesis ilk yatırımdır. Sistemlerde işletme maliyeti ve bakım onarım masrafları yok denecek kadar az olup sistemlerin amortisman süreleri de oldukça kısadır.

Mersin-Mezitli İlçesinde Yapılan Araştırmada Kullanılan Soru Listesi

- 1) Site adı
- 2) Blok sayısı
- 3) Kat sayısı
- 4) Daire sayısı
- 5) Toplam kişi sayısı
- 6) Güneş enerjisi sayısı
- 7) Güneş kolektörü sayısı
- 8) Güneş kolektörü tipi
- 9) Toplam kolektör alanı
- 10) Bina oturma alanı
- 11) Sıcak su için ayrı sayaç kullanılması
- 12) Diğer ısıtma sistemleri
 - a. Merkezi
 - b. Bireysel
- 13) Diğer ısıtma sistemleri için kullanılan yakıtlar
- 14) Doğal gaz kullanımı ile ilgili düşünceler
- 15) Güneş enerjisi tam kapasite ile kullanılmıyorsa nedenleri
- 16) Çatıda yeterli alan yok ise vakum borulu güneş enerji sistem kullanımı ile ilgili düşünceler
- 17) Sıcak su yeterliliği ve kullanım sırasında şikayetler, öneriler
- 18) Yıllık ısıtma giderleri
- 19) Site adresi

KAYNAKLAR

- [1] Çetinavcı, İ. H. , “Su Tüketiminde Altyapı Kuruluşları ve Bireylere Ait Sorumluluklar”, Su Tüketimi Arıtma Yeniden Kullanım Sempozyumu, Bursa, 11 s., (2008).
- [2] www.makinemuhendisi.com. Sıhhi Tesisat Proje 007
- [3] www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/ed33392d3a48aa1_ek.pdf?dergi=159
- [4] Elektrik İşleri Etüt İdaresi , www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunes.html,
- [5] Yerebakan, M., “Güneş Kollektörü Uygulamaları”, Yayın No:2010-22, 36-38, 63 , 146 s., (2010).
- [6] Dağ, H., “Güneş Enerji Sistemlerinde Kullanılan Dairesel Borulu Kollektörler İle Oval Borulu Kollektörlerin Deneysel İncelenmesi”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 11,12, 69 s., (2005).
- [7] Chow, T. T., Fong K. F., Chan A. L. S., Lin Z. “Potential Application Of A Centralized Solar Water-Heating System For A High-Rise Residential Building In Hong Kong”, Applied Energy, 42 s., (2005).
- [8] Özkaya, M. G., Variyenli, H. İ., Korkmaz, M., “Düzlemsel Güneş Kolektörlerinde Farklı Profillerdeki Emici Plakaların Deneysel İncelenmesi”, Politeknik Dergisi, Cilt:10, Sayı:2, 173 s., (2007).
- [9] Ceylan, İ., Aktaş, M., Doğan, H., “Doğal Dolaşım, Dolaylı ve Farklı Tipteki Güneş Enerjisi Sistemlerinin Deneysel Karşılaştırılması”, BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt:7, Sayı:2, 77 s., (2005).
- [10] Kaan, Ö., “Düzlemsel Kollektörlerde Performans Arttırma Yöntemlerinin Deneysel Olarak İncelenmesi ve Maliyet Analizi”, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64 s., (2006).

- [11] Şahin, T., “Düzlemsel ve Bükülmüş Kollektörlerin Deneysel İncelenmesi”, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 14, 22, 50 s., (2010).
- [12] Chow, T. T., Dong, Z., Chan, L. S., Fong, K. F., Bai, Y., “Performance Evaluation of Evacuated Tube Solar Domestic Hot Water Systems In Hong Kong”, *Energy and Buildings* 43, 3467 s., (2011).
- [13] Öz, E. S., Deniz, E., Özbaş E., “Vakumlu Termosifon Tip Güneşli Su Isıtma Sistemlerinde Antifriz-Su Karışımı Kullanımının Sistem Performansına Etkileri”, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 195 s., (2005).
- [14] Demirpolat, E., “Vakum Borulu Parabolik Oluk Tip Güneş Toplayıcılarının Sıcak Su Üretiminde Kullanabilirliğinin Araştırılması”, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (2006).
- [15] Dündar, R., “Standart Düz Kollektörlü Güneşli Su Isıtma Sistemleri İle Vakum Tüplü Güneşli Su Isıtma Sisteminin Verim ve Performanslarının Karabük İli Şartlarında Deneysel Olarak Karşılaştırılarak İncelenmesi”, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilim Uzmanlığı Tezi,11-14, 23-24 s., (2007).
- [16] Zambolin, E., Col, D. D., “Experimental Analysis Of Thermal Performance Of Flat Plate And Evacuated Tube Solar Collectors In Stationary Standard And Daily Conditions”, *Solar Energy* 84, 1382 s., (2010).
- [17] Doğan, H., Ceylan, İ., Aktaş, M., “Güneş Enerjili Yeni Bir Sıcak Su Hazırlama Sistemi ve Performans Deneyleri”, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul, 405 s., (2008).
- [18] Mathioulakis, E., Belessiotis, V., “A New Heat-Pipe Type Solar Domestic Hot Water System”, *Solar Energy*, Volume: 72, No:1, 13s., (2002).
- [19] Acar, B., Öz, E. S., Gedik, E., “Ayrık ve Birleşik Isı Borulu Kollektör Verimlerinin Deneysel Olarak İncelenmesi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:23, No:2, 425 s., (2008).

- [20] Azad, E., “Assessment Of Three Types Of Heat Pipe Solar Collectors”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 2833 s., (2012).
- [21] Ceylan, İ., Aktaş, M., Doğan, H., “Sıcak Su Hazırlamak İçin Kullanılan Güneş Enerjili Sistemlerde Sıvı ve Hava Akışkanlarının Performans Üzerindeki Etkileri”, *Politeknik Dergisi*, Cilt:9, Sayı:3, 181 s., (2006).
- [22] Çolak, L., Durmaz, A., “Güneş Kollektörü Uygulamaları İle İlgili Ekonomik Analizler”, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 549 s., (2005).
- [23] Carboni, C., Montanari, R., “Solar thermal systems: Advantages in domestic integration” , *Renewable Energy*, Volume:33, Issue:6, 1364 s., (2007).
- [24] Chedid, R. B., “Policy Development For Solar Water Heaters : The Case Of Lebanon “ , *Energy Conversion and Management*, Volume:43, Issue:1, 77, 85 s., (2002).
- [25] Agbo, S. N., Oparaku, O. U., “Positive and Future Prospects of Solar Water Heating in Nigeria”, *The Pacific Journal of Science and Technology*, Volume 7. Number 2. 196-197 s., (2006).
- [26] Chiaro, B. D., “Solar Water Heating; How California Can Reduce Its Dependence on Natural Gas”, *Environment California Research&Policy Center*, 17-18 s., (2007).
- [27] “Building Sector Policies and Regulation for Promotion of Solar Water Heating System”, *Final Report*, Ministry of New and Renewable Energy (Government of India), 1, 4 s., (2010).
- [28] Şahin, H., “Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Tekno-Ekonomik Analizleri”, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 10-17, 23-25, 28-30, 91 s., (2006).
- [29] Roulleau, T., Lloyd, C. R., “International Policy Issues Regarding Solar Water Heating, With a Focus On New Zealand”, *Energy Policy*, Volume:36, Issue: 6, 1845-1846, 1848-1849 s., (2008).

- [30] Akinoğlu, B. G., Shariah, A. M., Ecevit, A., “Solar Domestic Water Heating in Turkey”, Energy 24, 363 s., (1999).
- [31] Ali, B., Sopian, K., Rahman, M., Othman, M. Y., Zaharim, A., Razali, A. M., “Economics of Residential Solar Hot Water Heating Systems in Malaysia”, Solar Energy Research Institute, Universiti Kebangsaan Malaysia, 194 s., (2008)
- [32] “Enerji Verimliliği Raporu”, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, Ankara, 16 s., (2012).
- [33] “Renewables 2011 Global Status Report”, REN 21, 23 s., (2011).
- [34] Weiss, W., Mauthner, F., “Solar Heat Worldwide Markets and Contribution to The Energy Supply 2009”, Austria, 10 s., (2011).
- [35] Altuntop, N., Erdemir, D., “Türkiyede, Güneş Enerjisi Isıl Sistemlerinin Mevcut Pazarı ve Gelişiminin İncelenmesi”, V. Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Mersin, 18-21s., (2011).
- [36] Elektrik İşleri Etüt İdaresi, www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html
- [37] <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler/istatistik.aspx?m=MERSIN>
- [38] Elektrik İşleri Etüt İdaresi,
www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunskollektor.html
- [39] Elektrik İşleri Etüt İdaresi,
www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/yogunlastiricilar.html
- [40] www.enerjienstitusu.com/2011/08/2012/38-sehre-gunes-enerjisi-tablo-tesvikli-elektrik-epdk-harita-iller-sehirler-konya-mw-kapasite-bolgeler-tesviki/ (12.08.2011)
- [41] Sönmez, A., Turgut, A., “Bir PV Güç Santralinin Ön Tasarımı”, V. Güneş Enerjileri Sistemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Mersin, 52-56s., (2011).

- [42] www.orkoy.gov.tr/ORKOY/AnaSayfa/gunesenerjilisuisitmasistemlerikredisi.aspx?sflang=tr
- [43] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 5247 s.
- [44] Mezitli Belediyesi Numarataj Bölümü
- [45] www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/768281a05da9f27_ek.pdf?dergi=160
- [46] Lara Solar Vacuum Tube Solar Collectors Kataloğu, 10 s., (2010).
- [47] Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 93, 39,40 s., (2006).
- [48] Enerji Piyasası Denetleme Kurulu

ÖZGEÇMİŞ ve ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Mustafa AYTUTTU

Doğum Tarihi: 06/05/1985

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Makine Mühendisliği Bölümü	Mersin Üniversitesi	2005-2009
Yüksek Lisans	Makine Mühendisliği Bölümü	Mersin Üniversitesi	2009-

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

- 1.
- 2.
- 3.