

DÜZLEMSEL KOLLEKTÖRLERDE PERFORMANS ARTTIRMA
YÖNTEMLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ VE MALİYET
ANALİZİ

Ömer KAAN

Yüksek Lisans Tezi
MAKİNA EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
ISPARTA, 2006

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÜZLEMSEL KOLLEKTÖRLERDE PERFORMANS ARTTIRMA
YÖNTEMLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ VE MALİYET
ANALİZİ

ÖMER KAAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

ISPARTA, 2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLGİSİ	4
2.1. Güneşin Yapısı	4
2.1.1. Güneş Işınları	4
2.1.2. Güneş Enerjisinden Yararlanma	7
2.1.3. Güneş Enerjisi Kollektörleri	7
2.2. Düzlemsel Güneş Kollektörü	10
2.2.1. Düzlemsel Güneş Kollektörü Sistemleri	11
2.2.1.1 Tabii Dolaşımli Sistemler	11
2.2.1.2 Pompalı (Cebri) Sistemler	12
2.2.1.3 Açık Sistemler	13
2.2.1.4 Kapalı Sistemler	14
2.3. Düzlemsel Güneş Kollektörlerinin Teorik Analizi	14
2.4. Güneş Enerjisi Kollektörlerinde Yararlı Isı Ve Verim	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Deneş Düzenegini Oluşturan Elemanlar	21
3.1.2. Foto-Kontrol Ünitesi	21
3.1.2.1. Fotoemisyon Olayı	21
3.1.2.2. Fotokondüktif Olay	23
3.1.2.3. Fotovoltayik Olay	23
3.1.3. Hareketli Deneş Standı Elemanları	24
3.1.3.1. Depo	24
3.1.3.2. Depo Tutucusu	27

3.1.3.3. Eğim Verici	27
3.1.3.4. Kollektör Tutucu	30
3.1.3.5. Hareket Verici Sistem	31
3.1.3.5.1. DC Motor	31
3.1.3.5.2. Zincir Ve Dişli Sistemi Detay Görünüşü	31
3.1.3.5.3. Eksen Değiştirici Ve Mil Sistemi	33
3.1.3.5.4. Rot Başları	35
3.1.3.6. Foto-Cell Gözler	37
3.1.3.7. Kontrol Devresi	41
3.1.3.7.1. Kontrol Devresi Çalışma Yapısı	42
3.1.4. Düzlemsel Güneş Kollektörünün Teknik Özellikleri	45
3.2. Yöntem	46
3.2.1. Deneylerin Düzenlenmesi	46
3.2.2. Deney Adımları	47
3.2.3. Ölçümlerin Yapılışı	47
3.2.3.1. Isı Taşıyıcı Akışkan Debitinin Saptanması	47
3.2.3.2. Sıcaklık Ve İklim Değerlerinin Saptanması	48
3.2.3.3. Çevre Rüzgâr Hızının Saptanması	49
3.2.3.4. Yatay Yüzeye Gelen Işının Şiddetinin Saptanması	49
3.2.3.5. Kütleli Debinin Saptanması	49
3.2.3.6. Düzlemsel Güneş Enerjisi Kollektörü Yüzeyinden Sağlanan Fay. Isı ..	50
3.2.3.7. İşletme Parametresinin Saptanması	50
3.2.3.8. Adım (Periyod) Süresi Boyunca Işınım Şiddetinin Saptanması	51
3.2.3.9. Verim Değerlerinin saptanması	51
3.3. Deneyin Aşamaları	52
3.3.1. 1. Bağlantı Durumu Kollektörler Arasında	53
3.3.2. 2. Bağlantı Durumu Kollektörler Arasında	54
3.3.3. 3. Bağlantı Durumu Kollektörler Arasında	55
4. BULGULAR	58
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	64
6. KAYNAKLAR	67
EKLER	70
ÖZGEÇMİŞ	94

ÖZET**Düzlemsel Kollektörlerde Performans Arttırma Yöntemlerinin Deneysel Olarak İncelenmesi ve Maliyet Analizi**

Güneş enerjisi ülkemizde büyük bir potansiyele sahip, temiz ve tükenmeyen bir yenilenebilir enerji kaynağı olduğundan oldukça dikkat çekici bir enerji kaynağıdır. Bununla beraber geleneksel sistemlerle karşılaştırıldığında güneş enerjili sistemlerin en büyük dezavantajı, ilk yatırım maliyetinin yüksek olmasıdır. Güneş enerjili ısıtma sistemleri evsel amaçlar için Türkiye’de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, güneş ışınlarının gün boyunca güneş kolektörüne dik gelmesini sağlayacak bir güneş enerjisi sistemi tasarlanmış ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Bir yıl boyunca 4 farklı çalışma şartlarında çalıştırılarak deneysel veriler elde edilmiştir. Elde edilen deneysel verileri kullanarak farklı kolektör konumları için performans değerlendirmeleri yapılarak sonuçlar grafikler halinde sunulmuştur.

Yapılan bu çalışma, kolektör verimini arttırmaya yönelik olarak gelecekte yapılacak olan çalışmalara ışık tutacaktır.

ANAHTAR KELİMELER: Güneş Enerjisi, Düzlemsel Kollektör, Kontrol Sistemi, LDR

ABSTRACT**Experimental Investigation and Economical Analysis of Performance
Improvement Methods of Flat – Plate Collectors**

Solar energy is one of the interesting renewable energy source, since it has a great potential utilization in the country, and is also clean, inexhaustible and renewable energy source that is countrywide available. However, the greatest disadvantage of using solar energy is the initial investment costs that is relatively high when compared to conventional systems. In order to prepare hot water, solar energy systems are widely used. Solar water heating systems are also widely used in Turkey for domestic purposes.

In this study, solar energy system in which the solar radiation reaches perpendicularly to flat plate collector was designed and constructed. Experimental system was operated under four different operating conditions during one year. Performance evaluations were carried out using obtained experimental data. Experimental results from study were presented graphically.

This study will guide to studies related to improving the collector efficiency.

Keywords: Solar Energy, Flat Plate Collector, Control System, LDR

TEŞEKKÜR

Sayın Prof. Dr. Ali Kemal YAKUT (tez danışmanı) çalışmanın sonuca ulaştırılmasında ve karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında yön gösterici olmuştur.

Şarkıkaraağaç ATL, TL, MEM, Mesleki Teknik Eğitim Merkezi Müdürü Mustafa Reşit CANDAN'a, mesai arkadaşlarından Yaşar BİNBİR ve Hamit KÜREKÇİ'ye maddi ve manevi desteklerinden dolayı en içten dilekleriyle teşekkür ederim.

Tasarlanan güneş enerjisinin imalatı aşamasında emeği geçen tüm tesisat teknolojisi öğrencilerine en içten dileklerle teşekkür ederim.

Benden hiç desteğini eksik etmeyen aileme özellikle kardeşim Hakan'a yaptığı her türlü yardım için teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteğini hiç eksik etmeyen tezimin yazma aşamasında ilham kaynağım olan **AŞKIM HAVANA YILDIRIM**'a tüm kalbimle teşekkür ederim.

SİMGELER DİZİNİ

Ω	İşletme Parametresi
ρ_s	Suyun özgül ağırlığı
η_k	Kollektör (toplayıcı) verimi
v	Isı taşıyıcı akışkanın hacimsel debisi
U_{eff}	Kollektörün etkin ısı kaybı
t_{kg}	Isı taşıyıcı akışkanının toplayıcıya giriş sıcaklığı
$t_{kç}$	Isı taşıyıcı akışkanının toplayıcıdan çıkış sıcaklığı
$t_{ç}$	Deneyin yapıldığı ortam (çevre) sıcaklığı
Q_{sol}	Düzlemsel güneş enerjisi toplayıcısının efektif alanından sağlanan ısı enerjisi
Q_{kay}	Kayıp olan, kullanılmayan enerji miktarı
Q_f	Düzlemsel kollektörden sağlanan yararlı ısı
m	Isı taşıyıcı akışkanın kütleli debisi
F_k	Düzlemsel toplayıcının efektif alanı
F'	Kollektör verim faktörü
E_s	Bir periyot süresince ölçülen ışınım şiddeti
EKSEJİ	Kullanılan, faydalı enerji miktarı
ANERJİ	Kayıp olan, kullanılmayan enerji miktarı
α	Kollektör yutucu plakasının güneş ışınımını yutma katsayısı
τ	Kollektör örtüsünün güneş ışınımını geçirgenliği
η_a	Anlık verim
η_o	Günlük ortalama (Optik verim)verim
n_a	Adım sayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Güneş ışınlarının çarptığı yüzeye, geliş açısının enerji soğurmasına etkisi	5
Şekil 2.2. Güneş ışınlarının yeryüzüne gelişi (deklınasyon açısı pozitif)	6
Şekil 2.3. Güneş enerjisi dağılımı	6
Şekil 2.4. Güneş enerjisinden kullanılabilir enerjiye dönüşüm	7
Şekil 2.5. Siyah boyalı ve seçici yüzeyli plakalarda güneş ışınımının yutulması ve ısı ışınlarının yayılması	9
Şekil 2.6. Kollektörün parçalarının detayları	9
Şekil 2.7. Sıvılı düzlemsel güneş kollektörünün kesiti	10
Şekil 2.8. Tabii dolşımlı açık sistemin şematik görünümü	12
Şekil 2.9. Pompalı kapalı sistemin şematik görünümü	12
Şekil 2.10. Pompalı açık sistemin şematik görünümü	13
Şekil 2.11. Tabii dolaşımli kapalı sistemin şematik görünümü	14
Şekil 2.12. Düzlemsel güneş kollektöründe optik ve ısı kayıpları	15
Şekil 2.13. Optik ve ısı kayıpların kollektör verimine etkisi	16
Şekil 2.14. Kollektör veriminin güneş ışınımı ile değişimi	16
Şekil 2.15. Bir enerjisi kollektörünün ısı bilânçosunun şematik gör.....	19
Şekil 3.1. a. Fotoemiyon tüp, b. Sembolü, c. Bağlantı şeması	22
Şekil 3.2. a. Fotodirenç yapısı, b. Fotodirenç sembolü, c. Akı-direnç karakteristiği	23
Şekil 3.3. a. Güneş pili, b. Güneş pili sembolü	24
Şekil 3.4. Hareketli güneş enerjisi sisteminin model görüntüsü	25
Şekil 3.5. Güneş enerjisi sisteminde kullanılan deponun dış görünüşü ...	25
Şekil 3.6. Güneş enerjisi sisteminde kullanılan deponun boyuna kesiti ...	26
Şekil 3.7. Güneş enerjisi sisteminde kullanılan deponun enine kesiti	26
Şekil 3.8. Güneş enerjisi sisteminin depo tutucusu	27
Şekil 3.9. Güneş enerjisi sisteminin eğimi verici mekanizması	28
Şekil 3.10. Güneş enerjisi sistemindeki eğim vericinin detayı	29
Şekil 3.11. Güneş enerjisi sistemindeki eğim vericinin pimi detayı	29

Şekil 3.12.	Eğim verici sistemin alt ayakları	30
Şekil 3.13.	Kollektör tutucunun detay görüntüsü	30
Şekil 3.14.	Hareket sisteminin dıştan görünüşü	31
Şekil 3.15.	Konik dişli sistemi detayı	32
Şekil 3.16.	Zincir-dişli sistemi detayı	32
Şekil 3.17.	Zincir-dişli sisteminin	33
Şekil 3.18.	Kaldırma indirme sisteminin mili	33
Şekil 3.19.	Mil ve rot başı sistemi	34
Şekil 3.20.	Rot başı sisteminin detayı	35
Şekil 3.21.	Kollektör düz durumdaki hali	36
Şekil 3.22.	Kollektörün batı konumuna baktı durum	36
Şekil 3.23.	Foto-cell gözler	37
Şekil 3.24.	Gözler güneşi arıyor (güneş doğuda)	39
Şekil 3.25.	Gözlerin güneşi bulduğu durum (güneş dik geliyor)	39
Şekil 3.26.	Gözler güneşi arıyor (güneş batıda)	40
Şekil 3.27.	Kontrol devresinin dış görünüşü	41
Şekil 3.28.	Kontrol devresinin yapısı	42
Şekil 3.29.	Bir LDR'nin kontrol devresi detayı	42
Şekil 3.30.	Röle çalışmıyor röle kontakları 1. Durumda	43
Şekil 3.31.	Röle çalışmıyor röle kontakları 2. Durumda	43
Şekil 3.32.	DC motor devresi detayı	45
Şekil 3.33.	Düzlemsel güneş kollektörünün iç yapısı	46
Şekil 3.34.	Güneş enerjisinin önden görünüşü	53
Şekil 3.35.	1. Bağlantı durumu kollektörler arası	54
Şekil 3.36.	2. Bağlantı durumu kollektörler arası	56
Şekil 3.37.	3. Bağlantı durumu kollektörler arası	57
Şekil 4.1.	Pompa sabit güneş enerjisi sisteminin kollektör verimleri	58
Şekil 4.2.	Pompa hareketli güneş enerjisi sisteminin kollektör ver.	59
Şekil 4.3.	Tabii dolaşımli sabit güneş enerjisi sisteminin kollektör ver. ...	61
Şekil 4.4.	Tabii dolaşımli hareketli güneş enerjisi sisteminin kol. ver.	62
Şekil 5.1.	Tüm sistemlerin günlük ortalama verimleri	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü	2
Çizelge 2. Suyun Fiziksel Özellikleri	50

1. GİRİŞ

Güneş enerjisi yeni ve yenilenebilir bir enerji kaynağı oluşu yanında, insanlık için önemli bir sorun olan çevreyi kirletici artıkların bulunmayışı, yerel olarak uygulanabilmesi ve karmaşık bir teknoloji gerektirmemesi gibi üstünlükleri sebebiyle son yıllarda üzerinde yoğun çalışmalar yapıldığı bir konu olmuştur. Binaların ısıtılması, soğutulması, endüstriyel, bitkilerin kurutulması ve elektrik üretimi güneş enerjisinin yaygın olarak kullanıldığı alanlardır (Özbalta, 2000).

Güneşin ışınım enerjisi, yer ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkileyen başlıca enerji kaynağıdır. Dünyadan ortalama 1.496×10^8 km. uzaklıkta, 1.392×10^8 km. çapında ve 1.99×10^{30} kg. kütesinde sıcak bir gaz küresi olan güneşin yüzey sıcaklığı yaklaşık 6.000 °K olup, iç bölgesindeki sıcaklığın 8×10^6 °K ile 40×10^6 °K arasında değiştiği tahmin edilmektedir (Çıtıroğlu, 2005).

Sürekli bir füzyon reaktörü olan güneşin enerji kaynağı, hidrojenin helyuma dönüşmesi esnasında, saniyede 4 milyon ton kütle enerjiye dönüşerek, yaklaşık 3.5×10^{26} değerindeki enerjinin ışınım şeklinde uzaya yayılmasıdır. Güneş daha milyonlarca yıl ışımasını sürdüreceğinden, dünyamız için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Güneşten gelen güç insanlığın yıllık ticari gereksiniminin 16.000 katından çoktur. Dünyadaki tüm elektrik santrallerinin toplam gücü; güneşten gelen gücün 61.000'de birinden azdır. Güneşten gelen güç dünyadaki tüm nükleer santrallerin ürettiği toplam gücün 527.000 katıdır.

Güneş enerjisi geniş bir coğrafi dağılıma sahip bir enerji kaynağıdır. Coğrafi olarak $36-42^\circ$ kuzey enlemleri arasında bulunan Türkiye, güneş kuşağı içindedir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966–1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat) 'tir. Ortalama toplam ışınım şiddetinin ise 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam $3,6$ kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir (D.M.İ., 1981).

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi

değerlerinin bölgelere göre dağılımı da Çizelge 1.' de verilmiştir.

Çizelge 1. 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

Türkiye'de güneş enerjisinin en yaygın kullanımı sıcak su ısıtma sistemleridir. Halen ülkemizde kurulu olan güneş kollektörü miktarı 2001 yılı için 7,5 milyon m² civarındadır. Çoğu Akdeniz ve Ege Bölgelerinde kullanılmakta olan bu sistemlerden yılda yaklaşık 290 bin TEP ısı enerjisi üretilmektedir (E.İ.E., 2005).

Türkiye'de güneş enerjisinden en yaygın kullanımı sıcak su hazırlama sistemleridir, açık ya da kapalı sistem olsun evlerin çoğunda kullanılmaktadır. Evlerde kullanılan bu sistemlerden daha fazla verim alabilmek için hareketli güneş kollektörleri kullanılmalıdır.

Mevsimplere bağlı olarak farklı açılarla güneşe doğru yönlendirme yapılarak her mevsimde maksimum verim alınması mümkün olmaktadır. Türkiye'de yapılarda kullanılan güneş kollektörlerinin yerleştirilmesinde ortalama hesaplar kullanılır. Güneş gün boyunca doğudan batıya doğru yıl boyunca değişik eğimlerde hareket etmektedir. Kış ve yaz uygulaması olarak iki türde ortalama hesap yapılır. Kollektör sistemi yazın kullanılacak ise güney yönünde 30° eğim verilerek kurulur. Kollektör sistemi kışın kullanılacak ise güney yönünde 60° eğim verilerek kurulur.

Kollektör sisteminden daha fazla yararlanmak istenirse, güneşin doğuşundan batışına

kadar güneş ışınlarının dik olarak gelmesini sağlayacak hareketli bir sistem kullanılmalıdır. Türkiye’de evlerde kullanılan güneş enerjisi sistemleri genellikle çatı yâda bahçeye yerleştirilirler. Geliştirilen hareketli güneş enerjisinin montajı kolay, işletme ve maliyet yönünden ekonomik olmalıdır.

2. KAYNAK BİLGİSİ

2.1. Güneşin Yapısı

Güneş; Dünyadan ortalama $1,5 \times 10^8$ km uzakta, yarıçapı 7×10^5 km, kütlesi 2×10^{39} kg, yüzey sıcaklığı 6000 °K olan çok yoğun ve çok sıcak gazlardan oluşmuş bir yıldızdır. Kendi etrafında dönen güneş, bu dönüşü ekvator bölgesinde 24 günde, kutup bölgelerinde ise 30 günde yapmaktadır. Dünya ile güneş arasındaki uzaklık güneş etrafındaki yörünge boyunca \pm %3 oranında değişir (Duffie ve Beckman, 1974; İnan, 1997).

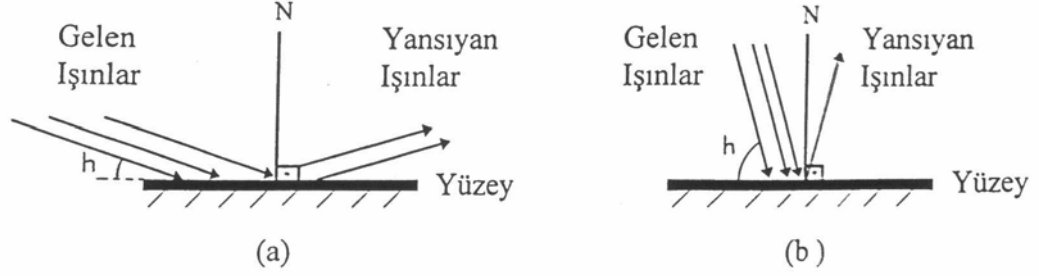
Yaklaşık %90'ı hidrojen olan güneşin merkezinde, hidrojen çekirdekleri kaynaşarak helyum çekirdekleri oluşmakta ve bu tepkimeler sonucu büyük bir enerji ortaya çıkmaktadır. Proton – Proton Döngüsü olarak adlandırılan bu tepkimelerle, hidrojen atomu çekirdeğinde bulunan dört protondan bir helyum çekirdeği oluşmaktadır. Burada ortaya çıkan enerji, dört proton kütlesi ile bir helyum çekirdeği kütlesi arasındaki kütle farkından kaynaklanan enerjidir. Bu enerji yaklaşık olarak bir proton başına 10^{-12} J. kadardır. Güneşin toplam ışınması 3.8×10^{26} J/s olup, güneşte bir saniyede yaklaşık 6×10^{11} kg. hidrojen tüketilmektedir. Bu ölçü esas alındığında güneşteki hidrojen yakıtının tüketilmesi için daha yaklaşık 5 milyar yıllık bir sürenin gerekeceği ortaya çıkar. (Duffie ve Beckman, 1974; İnan, 1997).

2.1.1. Güneş Işınları

Yeryüzü ve atmosferin ısınmasını sağlayan güneş enerjisi ışınları; Radyasyonlar, Kozmik ışınlar ve Tanecikler halinde yeryüzüne gelir. Güneş ışınları bir doğru üzerinde en kısa yoldan saniyede 300000 km'lik bir hızla (ışık hızı) 8 dakikalık sürede yeryüzüne ulaşırlar (Duffie ve Beckman, 1974; İnan, 1997).

Yeryüzüne gelen ışınların çarptığı yüzeyde bırakacağı ısı, ışınlarla bu yüzeyin yapacağı açıya ve güneşlenme süresine bağlıdır. Açı ne kadar 90° 'ye yaklaşırsa ısı da o kadar fazla, ne kadar küçük olursa ısı da o kadar az olur. Dünya, hem kendi ekseni hem de güneşin ekseni etrafında eliptik bir yörüngede $23,5^\circ$ 'lik eğiklikte dönmekte

olduğundan, bu açı yıl ve gün boyu değişmektedir. Bu değişiklik, yeryüzüne gelen enerjinin sürekli değiştiğini gösterir. Bu durumun en açık kanıtı, mevsimlerin oluşmasıdır (Ardel, Kurtel ve Dönmez, 1998; Söhmen, Tırıs ve Erdalli, 1997).



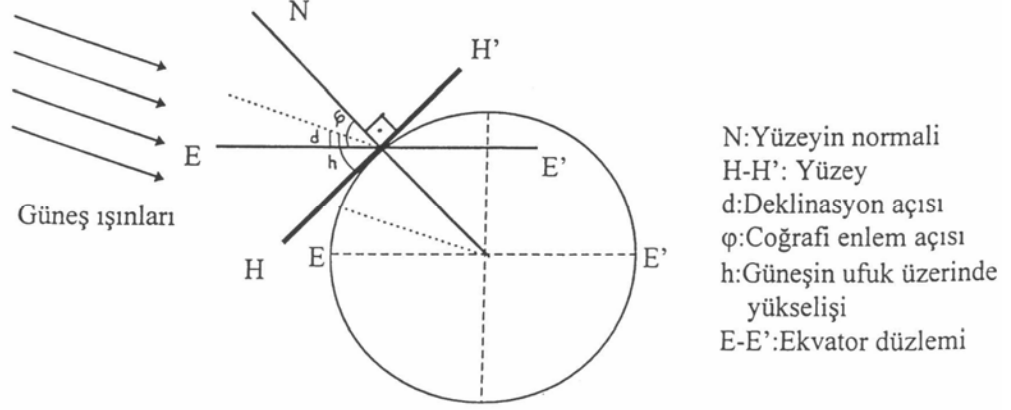
Şekil 2.1. Güneş ışınlarının çarptığı yüzeye, geliş açısının enerji soğurmasına etkisi

Şekil 2.1.a. 'daki yüzeye gelen ışının açısı (h) küçük olduğundan, yansıyan ışınlar fazla, soğurulan enerji azdır. Şekil 2.1.b. 'deki ışının geliş açısı (h) daha büyük olduğundan, yüzeyden yansıyan ışınlar daha az, soğurulan enerji daha fazladır. Yüzeye gelen ışın, yüzeyin normaline (N) paralel gelirse (Bu esnada yüzey açısı 90° olur.) soğurulan enerji en yüksek değerlidir.

Güneşten gelen ışınların ekvator düzlemi ile yaptığı açığa *Deklinasyon Açısı* denir. Güneş 21 Mart ve 23 Eylül arasında ekvator düzleminin üstünde, Kuzey yarımküresinde bulunur. Bu durumda deklinasyon açısı pozitif olur. 23 Eylül–21 Mart arasında güneş ekvator düzleminin altında bulunur. Bu zaman içinde güneş ışınları Güney yarımküresinde olduğundan deklinasyon açısı negatiftir Deklinasyon açısının en yüksek değerleri 21 Haziran ve 21 Aralık'ta olup, 23° 27' 'dır. 21 Mart ve 23 Eylül'de güneş ışınları ekvator düzlemine tam paralel geleceğinden deklinasyon açısı sıfır olur. Fakat bu anlarda ekvator düzlemi üzerinde, ısı en yüksek düzeyde soğurulur. Çünkü bu anda ışınlar yüzeye dik olarak gelmektedir.

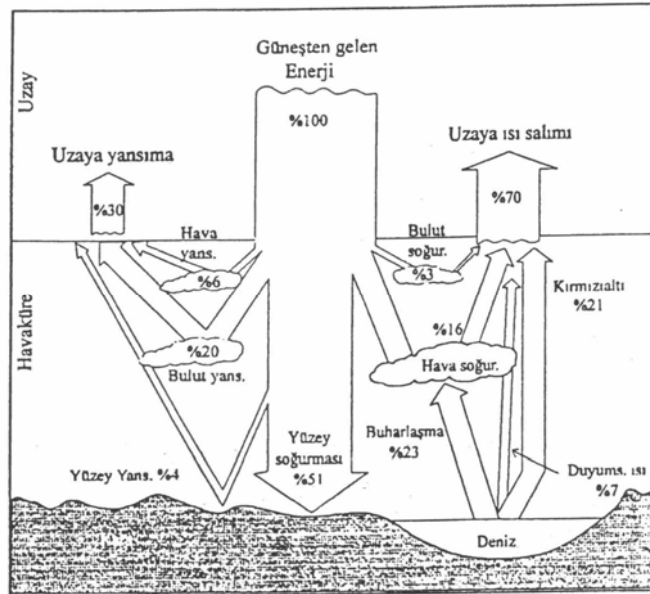
Güneşlenme süresi, herhangi bir yerin güneş radyasyonunu doğrudan doğruya aldığı, yani güneşin doğuşundan batışına kadar geçen süredir. Güneşlenme süresi coğrafi enleme göre değiştiği gibi, mevsimlere göre de değişir. Güneşlenme süresinin en fazla olduğu yerler kutuplar olup, bu süre ekvatora doğru gittikçe azalır (Ardel, Kurtel ve

Dönmez, 1998).



Şekil 2.2. Güneş ışınlarının yeryüzüne gelişi (deklınasyon açısı pozitif)

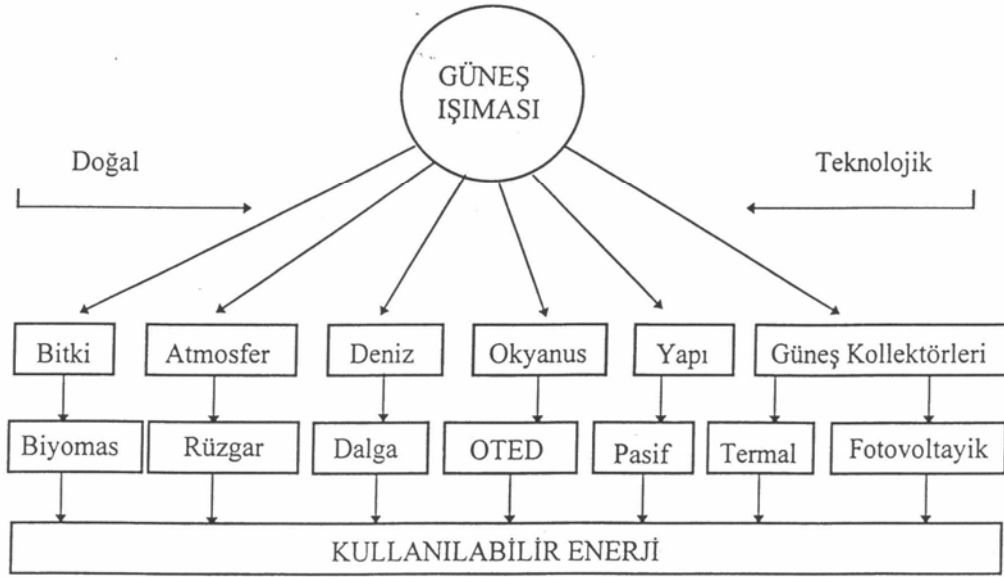
Güneşten gelen enerjinin % 30'u yansıma nedeniyle geri döner, % 20'si havada soğurur. Geriye kalanı, yani % 50'si yeryüzünü ısıtmaktadır. Bunun yanında güneş enerjisi bitkilerin hayat sürdürmelerinde kaynak rolü üstlenir. Yine bölgeler arasında oluşan ısı farklılıklarından kaynaklanan rüzgârların ve deniz dalgalarının oluşmasında etken güneş enerjisidir. Güneş enerjisinin yeryüzüne varıncaya kadar hangi dönüşümlere uğradığı aşağıdaki Şekil 2.3.'de verilmiştir.



Şekil 2.3. Güneş enerjisi dağılımı (Uyarel ve Öz, 1987)

2.1.2. Güneş Enerjisinden Yararlanma

Güneş enerjisinden genelde dolaylı ve dolaysız elektrik enerjisi üretimi ile ısı enerjisi üretimi alanlarında faydalanılmaktadır. Bunun yanında güneş enerjisi, biyomas, rüzgâr, dalga gibi enerji kaynaklarına dönüşmektedir. İyi bir teknoloji ile bu kaynaklar istenen kullanılabilir enerjiye dönüştürülebilir. Güneş enerjisinin önemli etkilerinden birisi ısı etkisidir. Kullanılan güneş kolektörleri ile güneş enerjisi soğrularak ve yoğunlaştırılarak ısı enerjisi haline dönüştürülmektedir. Bu ısı yardımıyla sıcak su üretimi (en yaygın kullanım), kurutma (fındık, odun vb.), doğrudan ısıtma (sera, ev ısıtması, iklimlendirme, ısı pompaları vb.) ve soğutma işlemleri yapılmaktadır. Isıtılan suyun sıcaklığı artırılarak yüksek basınçlı buhar elde edilmektedir. Bu buhar, türbin – genaratör sistemine uygulanarak dolaylı olarak elektrik enerjisi üretilebilmektedir.



Şekil 2.4. Güneş enerjisinden kullanılabilir enerjiye dönüşüm (Uyarel ve Öz, 1987)

2.1.3. Güneş Enerjisi Kolektörleri

Güneş kolektörleri, güneş ışınımını toplayan ve onu güneş enerjisine dönüştüren düzeneklerdir. Düzlemsel veya vakum tüplü olmak üzere iki tip olarak üretilirler.

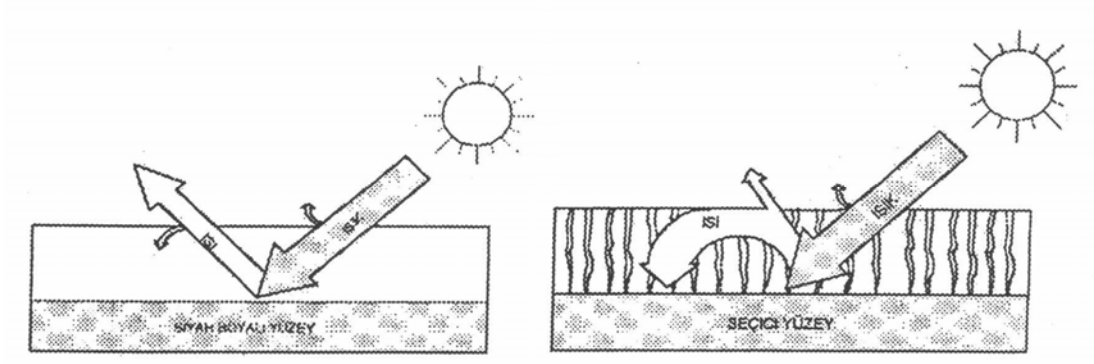
Güneş kollektörlerinin önemli parçalarından bir tanesi yutucu plakalardır. Bu plakalar, aldıkları enerjiyi, içlerindeki borulardan geçen bir akışkana vererek, akışkanın sıcaklığını arttırlar. Sıcaklığı artan akışkan ise, kullanım amacına uygun olarak ya depolanıp kullanılır ya da çevrime geri gönderilir.

Yutucu plakalar genellikle bakır, paslanmaz çelik ve alüminyumdan yapılırlar. Yüzeyleri, güneş ışınımı çok iyi yutan ve yayıcılığı çok az olan ve seçici yüzey olarak adlandırılan tabakalarla kaplıdır.

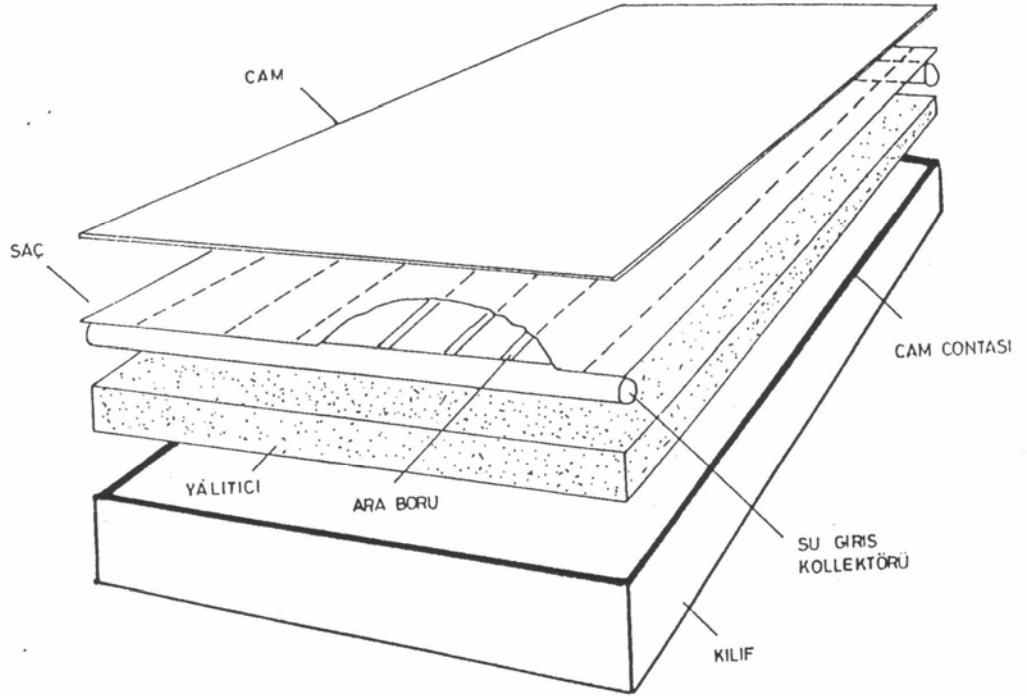
Düzlemsel ve vakum tüplü kollektörler, evsel sıcak su üretiminde ve yardımcı ısıtma kaynağı olarak yaklaşık 40 yıldır kullanılmaktadır. (Lunde, 1991; Makro ve Braun, 1994) Türkiye'de düzlemsel güneş kollektörü üreten 100'ün üzerinde firma vardır. Bu firmaların büyük çoğunluğu, kollektör yutucu plakaları siyah mat boya ile boyamaktadırlar (Tırıs ve Tırıs, 1998).

Mat siyah boya, güneş ışınımını iyi yutmakla beraber aynı zamanda iyi bir yayıcıdır. Bu yüzeylerin seçicilik özellikleri yoktur. Bu şekilde imal edilen güneş kollektörlerinin verimleri düşük olup, sadece yüksek güneş ışınımının olduğu aylarda etkin olarak kullanılabilir. Siyah mat boyanın, güneş ışınımını yutma miktarı %90–98, yayıcılığı %85–92 mertebesindedir. (Tırıs ve Erdallı, 1997; Tırıs ve Tırıs, 1998) Mat siyah boyalarda kullanılan dolgu malzemeleri ve bağlayıcılardaki organik kökler, yüzeyin seçicilik özelliklerini tahrip etmektedir. Dolayısıyla boyalar, sadece atmosferik koşullara karşı koruyucu olmaktadır. Siyah boya olarak, polyester, akrilik ve epoksi reçine esaslı mat siyah boyalar kullanılırlar.

Seçici yüzey kaplamalarında, kısa dalga boylu ışınımın tamamının yutulması hedeflenir. Öte yandan, uzun dalga boylu ışınımın yayıcılığının en aza indirilmesi arzu edilir. Böylece, plaka sıcaklığı daha fazla arttırılarak, akışkana olan ısı transferi miktarı yükseltilebilir. Seçici yüzeyler, sıcaklık arttıkça daha az ışınım yayarlar ve böylece kollektör verimi yükselir. Ayrıca kollektör üst kısmında kullanılan camın cinsi ve şeklide ısı ışınlarının yayılmasını engeller. Şekil 2.5. 'de siyah boyalı ve seçici yüzeyli plakada güneş ışınımının yutulması ve ısı ışınlarının yayılması şekil olarak görülmektedir.



Şekil 2.5. Siyah boyalı ve seçici yüzeyli plakalarda güneş ışınımının yutulması ve ısı ışınlarının yayılması



Şekil 2.6. Kollektörün parçalarının detayları (Karaçavuş, 2001)

Su ve hava gibi akışkanların güneş enerjisinden yararlanarak ısıtılmasında kullanılan güneş enerjisi kollektörleri aşağıdaki elemanlardan oluşmaktadır:

- Üst örtü (Cam, şeffaf plastik vb. saydam maddelerden yapılır).
- Güneş ışınımı yutan siyah yüzey (Bakır, alüminyum, metal veya PVC malzemelerden çeşitli şekillerde yapılır).

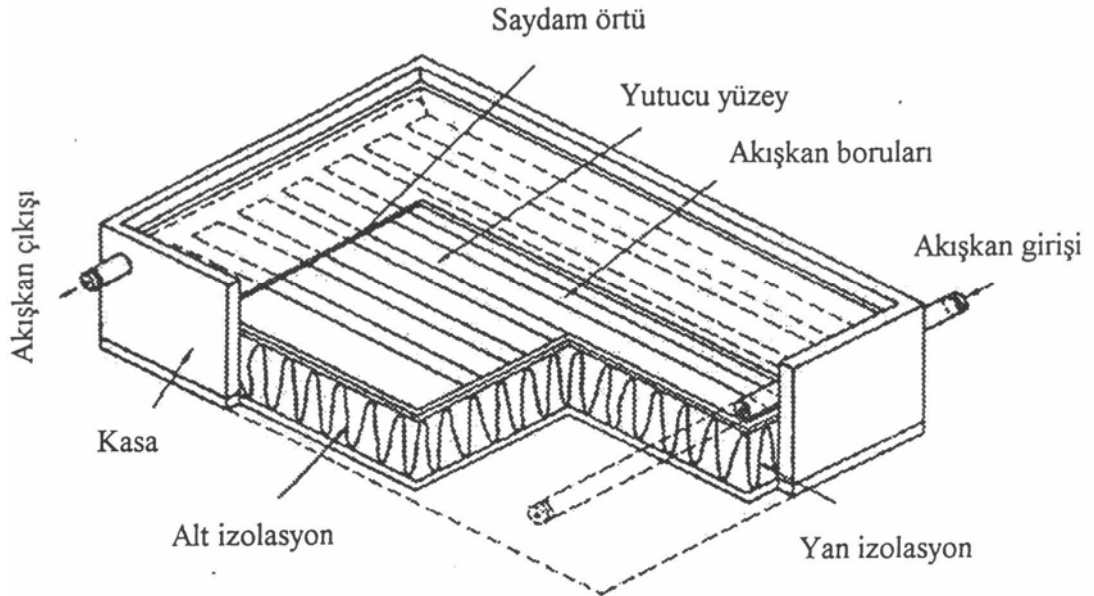
- İzolasyon maddesi (Cam yünü, poliüretan, sytrafor gibi malzemelerden yapılır).
- Koruyucu dış kasa (Galvanizli sac, alüminyum, PVC, fiber vb. malzemelerden çeşitli şekillerde yapılır).

Bir kollektörde aranan özellikler;

- Maksimum verime sahip olma,
- İyi izole edilmiş olup ısı kayıpları çok az olmalı,
- Hafif ve pratik olmalı,
- Ortam ve kullanım şartlarına dayanıklı olmalı,
- Montaj ve işletme işçiliği az veya hiç olmamalı.
- Montaj ve işletme masrafları az veya hiç olmamalıdır.

2.2. Düzlemsel Güneş Kollektörü

Bu toplayıcılar, su ısıtma yâda hacim ısıtma gibi akışkan sıcaklığının 100°C'nin altında olmasının istendiği durumlarda kullanılırlar. Yüzeyleri düz olduğundan düzlemsel güneş enerjisi toplayıcıları adını almaktadırlar



Şekil 2.7. Sıvılı düzlemsel güneş kollektörünün kesiti (Tezcan, 2001)

- Konstrüksiyonları oldukça basittir,
- Yayılı ışıınımdan da faydalanabilirler,
- Tesisatın yerleşme zemininin hazırlığı kolaydır,
- Tesisatın elemanları az ve basittir,
- Dayanıklı ve daha kullanışlıdır,
- Nakledilmeleri ve montajları kolaydır,
- Yatırım maliyeti ve işletme masrafları az olması gibi avantajları bulunmaktadır.

2.2.1. Düzlemsel Güneş Kollektörü sistemleri

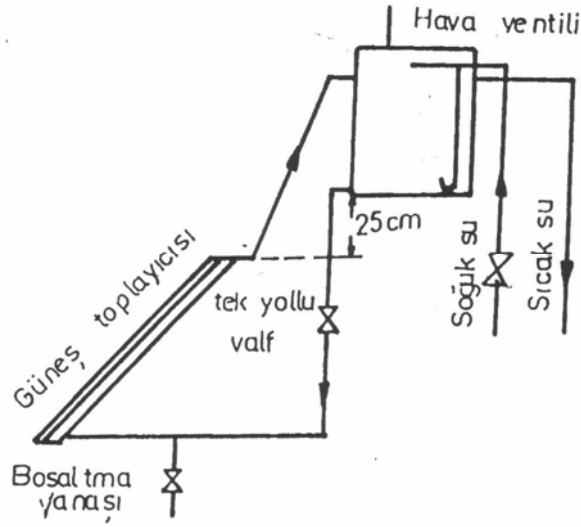
Güneş kollektörlü sıcak su sistemleri, güneş enerjisini toplayan düzlemsel kollektörler, ısınan suyun toplandığı depo ve bu iki kısım arasında bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa ve kontrol edici gibi sistemi tamamlayan elemanlardan oluşmaktadır.

Güneş kollektörlü sistemler tabii dolaşım ve pompalı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Her iki sistem de ayrıca açık ve kapalı sistem olarak ikiye ayrılmıştır.

2.2.1.1. Tabii Dolaşım Sistemleri

Tabii dolaşım sistemleri ısı transfer akışkanının kendiliğinden dolaştığı sistemlerdir. Kollektörlerde ısınan suyun yoğunluğunun azalması ve yükselmesi özelliğine dayanmaktadır. Bu tür sistemlerde depo kollektörün üst seviyesinden en az 30 cm yukarıda olması gerekmektedir. Deponun alt seviyesinden alınan soğuk (ağır) su kollektörlerde ısınarak hafifler ve deponun üst seviyesine yükselir. Gün boyu devam eden bu olay sonunda depodaki su ısınmış olur.

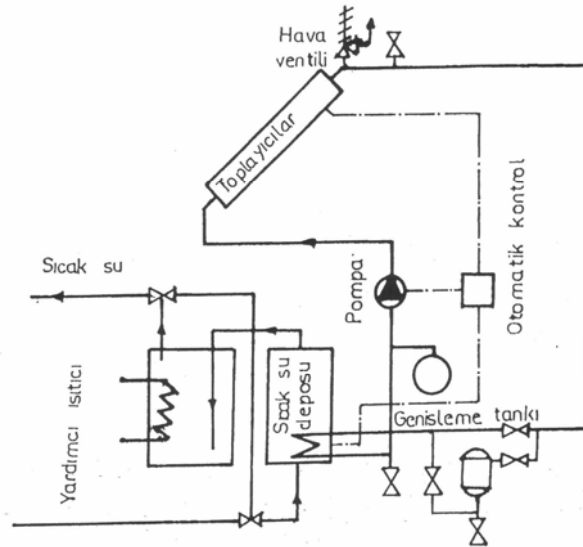
Tabii dolaşım sistemleri daha çok küçük miktarda su ihtiyaçları için uygulanır. Deponun yukarıda bulunması zorunluluğu nedeniyle büyük sistemlerde uygulanamazlar. Pompa ve otomatik kontrol devresi gerektirmediği için pompalı sistemlere göre biraz daha ucuzdur. Tabii dolaşım sistemde suyun debisi düşük olduğu için depodaki kullanma suyu daha geç ısınır. Şekil 2.8. 'de tabii dolaşım açık sistemin şematik olarak görünümü verilmiştir.



Şekil 2.8. Tabii dolaşimli açık sistemin şematik görünümü (Karaçavuş, 2001)

2.2.1.2. Pompalı (Cebri) Sistemler

Isı transfer akışkanının sistemde pompa ile dolaştırıldığı sistemlerdir. Deposunun kollektör seviyesi üstünde olma zorunluluğu yoktur. Büyük sistemlerde (Apartman dairelerinin toplu su ısıtma sistemleri) su hatlarındaki direncin artması nedeniyle tabii dolaşımın imkânsızlığı ve büyük bir deponun çatıya montajının zorluğu nedeniyle güneş enerjisi sisteminde pompa kullanma zorunluluğu doğmuştur.

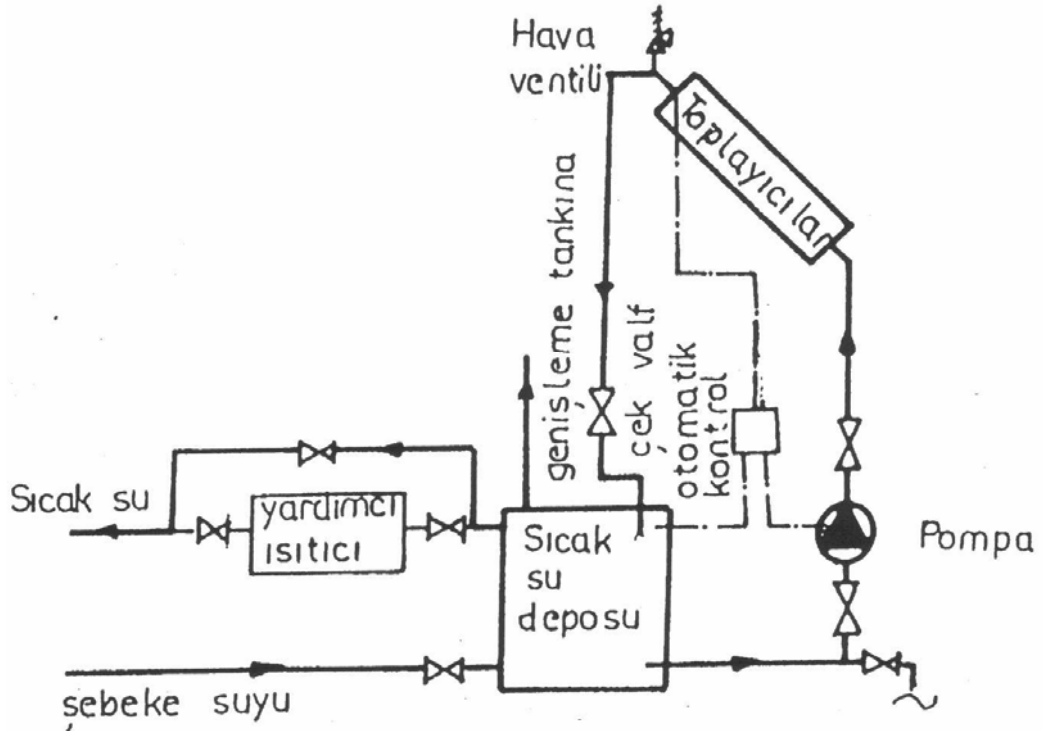


Şekil 2.9. Pompalı kapalı sistemin şematik görünümü (Karaçavuş, 2001)

Pompalı sistemler otomatik kontrol devresi yardımı ile çalışırlar. Depo tabanına ve kollektör çıkışına yerleştirilen diferansiyel termostatın sensörleri; kollektörlerdeki 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 masraflıdır.

2.2.1.3. Açık Sistemler

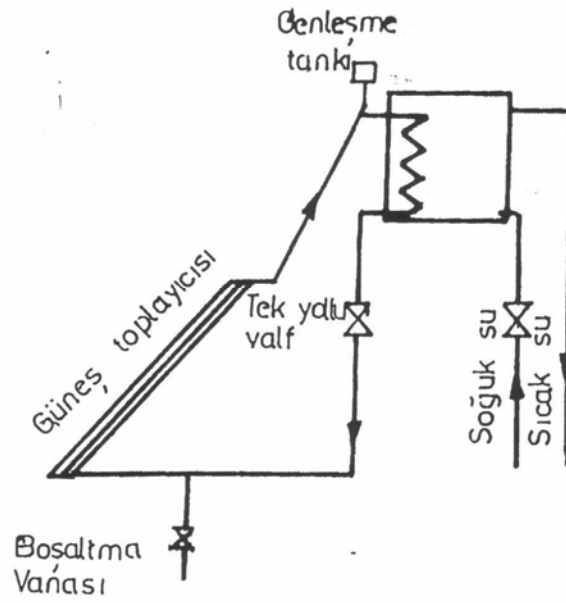
Açık sistemler kullanım suyu ile kollektörler de dolaşan suyun aynı olduğu sistemlerdir. Açık sistemde, ihtiyaç miktarı kadar su toplayıcıya girer, toplayıcı içerisinde güneşten gelen ışınımın etkisi ile istenilen sıcaklığa kadar ısıtılır. Kullanılmaya hazır hale geldiği veya ısıtıldığı yerde direkt olarak depolanan sistemlerdir. Isıtıldıktan su depolandığı yerden direkt kullanılır ve eksilen kadar su şebekeden ilavesi sağlanır. Kapalı sistemlere göre verimleri yüksek ve maliyeti ucuzdur. Suyu kireçsiz ve donma problemlerinin olmadığı bölgelerde kullanılırlar.



Şekil 2.10. Pompalı açık sistemin şematik görünümü (Karaçavuş, 2001)

2.2.1.4. Kapalı Sistemler

Kapalı sistemler kullanım suyu ile kollektörlerde dolaşan suyun ayrı ayrı olduğu sistemlerdir. Kollektörlerde ısınan su bir eşanjör vasıtasıyla ısısını kullanım suyuna aktarır. Donma, kireçlenme ve korozyona karşı çözüm olarak kullanılırlar. Maliyeti açık sistemlere göre daha yüksek verimleri ise eşanjör nedeniyle daha düşüktür. Kış uygulamalarında kimyasal karışımli akışkanın ısı taşıyıcı akışkan olarak kullanmasındaki amaç, donma noktasını istenilen değerlere düşürmek olmaktadır.



Şekil 2.11. Tabii dolaşimli kapalı sistemin şematik görünümü (Karaçavuş, 2001)

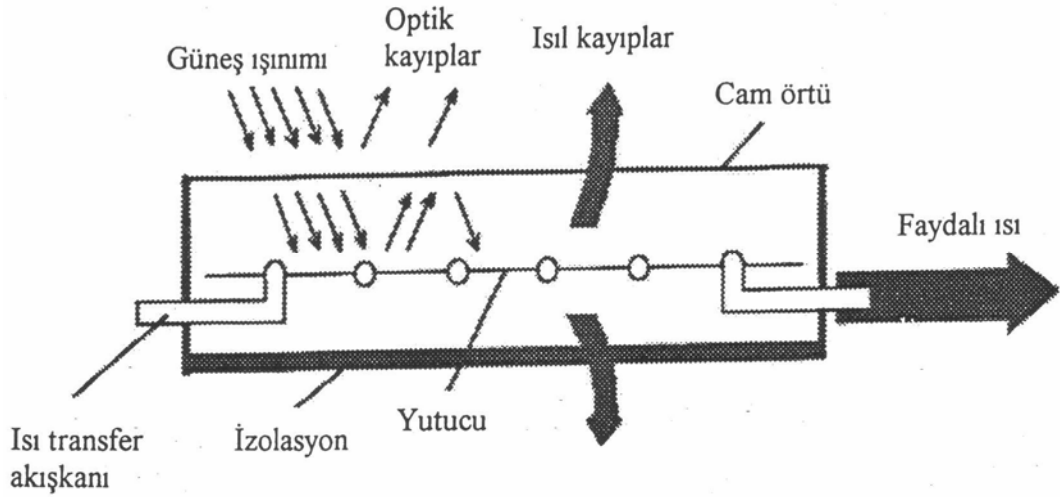
2.3. Düzlemsel Güneş Kollektörlerinin Teorik Analizi

Kollektör üzerine gelen güneş ışınımının bir kısmı saydam örtüden yansır, bir kısmı yutulur ve geri kalan kısmı yutucu yüzeye ulaşır. Yutucu yüzeye gelen ışınımın, bir kısmı taşıyıcı akışkana geçerken, bir kısmı yüzeyde depolanır, geri kalan kısmı da çevreye kaybolmaktadır.

Kollektörlerde meydana gelen ısı kayıpları çok sayıda değişkene bağlıdır. Güneş ışınımı şiddeti, çevre sıcaklığı, rüzgâr hızı, kollektörün konstrüksiyonu, saydam örtü özellikleri, yutucu yüzeyin ışınım yutma, yayma değeri, ısı iletim katsayısı, kalınlığı,

yalıtım malzemesinin cinsi ve kalınlığı bu değişkenlerden bazılarıdır. Tüm değişkenler göz önünde tutularak kollektörün ısıl analizi yapılmalıdır.

Kollektör üzerinde enerji akışı iki bölümde tanımlanmaktadır. İlk bölüm, kollektörün optik performansı, ışınım, yansıma ve iletim kayıpları ile yutucu plaka tarafından yutulan ışınım miktarını kapsar. Kollektörün ısıl performansı ise, ısı transfer ortamı ile güneş ışınımının ısı transfer ortamına ulaştığı noktadaki ısı kayıplarını kapsar. Şekil 4.1.'de kollektörde meydana gelen optik ve ısıl kayıplarla faydalı ısı arasındaki ilişki görülmektedir.



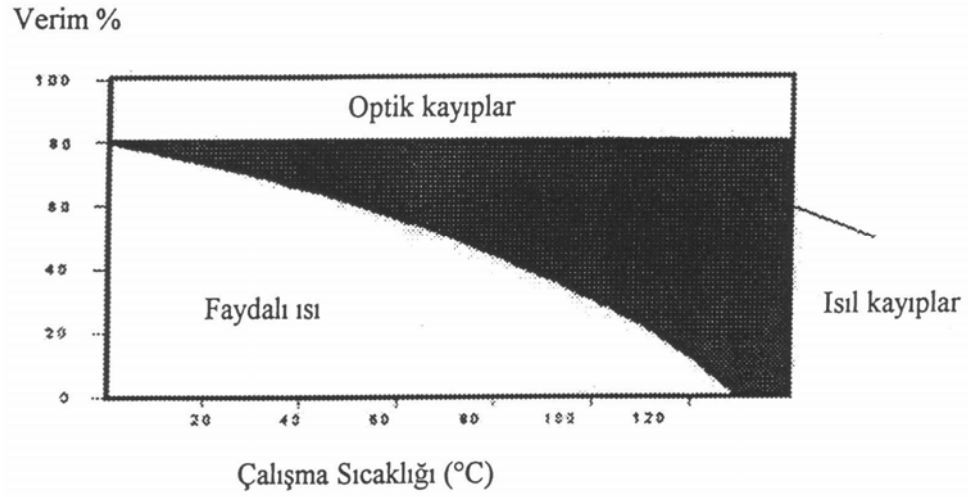
Şekil 2.12. Düzlemsel güneş kollektöründe optik ve ısıl kayıplar

Kollektör verim faktörü (F') ısı transferinin etkisini tanımlar. Fiziksel anlamda akışkan ile ortam arasındaki sıvı transferi katsayısına oranı olarak tanımlanır. Bu parametreleri tek başına tanımlamak çok güçtür bundan dolayı her iki parametre, optik verim (η_0) adı altında tanımlanır.

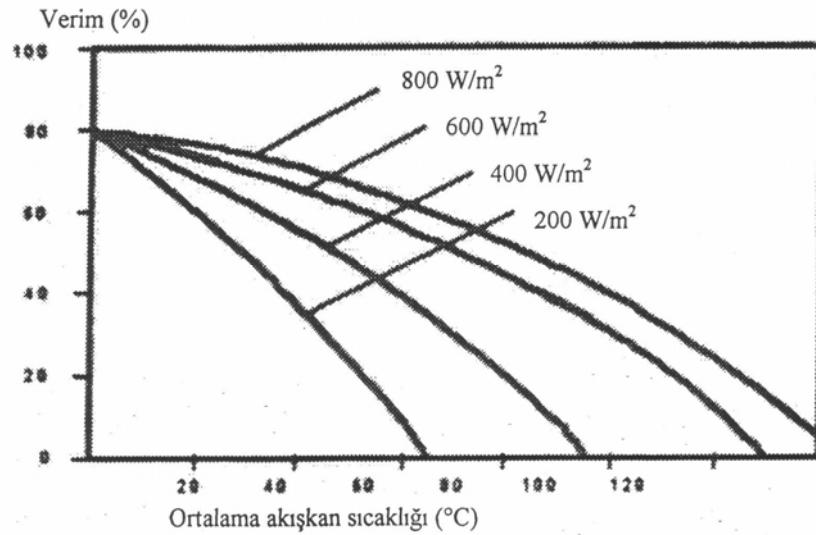
$$\eta_0 = F'(\tau\alpha)_{eff} \quad (2.1.)$$

Burada τ (%); kollektör örtüsünün güneş ışınımını geçirgenliği, α (%); kollektör yutucu plakasının güneş ışınımını yutma katsayısı olarak tanımlanmaktadır. Kollektör üzerine düşen güneş ışınımının, bir kısmı

konveksiyon, kondüksiyon ve ışınım ile kaybolur. Bütün bu kayıplar kollektörün etkin ısı kaybı U_{eff} değeriyle tanımlanır. Şekil 2.13.'de optik ve ısı kayıpların kollektör verimine etkisi görünmektedir.



Şekil 2.13. Optik Ve Isıl Kayıpların Kollektör Verimine Etkisi (Tırıs, Tırıs ve Erdallı, 1997)



Şekil 2.14. Kollektör veriminin güneş ışınımı ile değişimi (Tırıs, Tırıs ve Erdallı, 1997)

2.4. Güneş Enerjisi Kollektörlerinde Yararlı Isı Ve Verim

Bir güneş enerjisi sisteminde, sistem ve toplayıcı için gelen enerjinin ne kadarı faydalı

enerji olarak kullanılmakta, ne kadarının da kayıp olduğunu bilmek için;

$$\text{ENERJİ} = \text{EKSERJİ} + \text{ANERJİ}$$

İfadesinin analizini yapmak gerekir.

EKSEJİ: Kullanılan, faydalı enerji miktarı

ANERJİ: Kayıp olan, kullanılmayan enerji miktarı olmaktadır.

Bu iki terimin toplamı da yukarıda görüldüğü gibi gelen enerji miktarını vermektedir. Güneş enerjisi sistemleri içinde bu ifadeyi uyarlırsak, güneş enerjisi kollektörü yüzeyine gelen toplam enerji Q_{sol} , kullanılan enerji (ekserji), kollektörün faydalanabildiği enerji Q_f ve verimi etkileyen faktörlerden dolayı kayıp olan (anerji) Q_{kay} ile gösterilir ise, enerji ifadesi;

$$Q_{\text{sol}} = Q_f + Q_{\text{kay}} \quad (2.2.)$$

Durumunu almaktadır. Burada faydalı enerji (ekserji);

$$Q_f = Q_{\text{sol}} - Q_{\text{kay}} \quad (2.3.)$$

İfadesinden hesaplanacağından, kollektör yüzeyine gelen enerjinin büyük bir kısmından faydalanmak için kayıp olan enerji (anerjiyi) Q_{kay} azaltmak gerekmektedir. Böylece toplayıcı verimi artırılmış olmaktadır.

Güneş enerjisi kollektörlerinde, ısı taşıyıcı veya ısıtılacak akışkana aktarılması gereken ısı, ideal olarak yüzeyin üzerine düşen toplam ışınımına eşit olması istenmektedir. Ancak cam örtünün geçirgenliği, cam örtünün ve yutucu yüzeyin yansıtma kabiliyeti, yutucu (absorbe edici) yüzeyin yutma kabiliyeti, toplayıcı kasasından çevreye olan ısı kayıplarından dolayı toplayıcı eğik yüzeyi üzerine düşen toplam ışınımın belirli bir bölümünden faydalanılmaktadır.

Güneş enerjisi kollektöründe etkin yararlı ısı;

$$Q_f = m \cdot c_p \cdot (t_{kç} - t_{kg}) \quad (2.4.)$$

İfadesi ile belirlenmektedir.

Q_f = Düzlemsel kollektörden sağlanan yararlı ısı (kW),

m = Isı taşıyıcı akışkanın kütleli debisi (kg /sn),

c_p = Isı taşıyıcı akışkanının sabit basınçtaki özgül ısısı (kJ / kg ° C),

t_{kg} = Isı taşıyıcı akışkanının toplayıcıya giriş sıcaklığı (° C),

$t_{kç}$ = Isı taşıyıcı akışkanının toplayıcıdan çıkış sıcaklığı (° C),

Düzlemsel kollektöre güneş radyasyonu ile gelen toplam enerji birim zamanda gelen güneş ışınım şiddeti ile kollektörün efektif alanına bağlıdır. Bu değer aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

$$Q_{sol} = E_s \times F_k \quad (2.5.)$$

Burada;

Q_{sol} : Düzlemsel güneş enerjisi toplayıcısının efektif alanından sağlanan ısı enerjisi

(kW),

E_s : Bir periyot süresince ölçülen ışınım şiddeti (Watt / m²),

F_k : Düzlemsel toplayıcının efektif alanı (m²)'dir

Düzlemsel bir güneş enerjisi toplayıcısının termik verimi, toplayıcı efektif yüzeyine düşen ışınım şiddeti ile bu ışınım şiddetinden sağlanmış faydalanılan ısı enerjisine oranı olarak tanımlanmaktadır ve aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır;

$$\eta_k = Q_f / Q_{sol} = m \cdot c_p \cdot (t_{kç} - t_{kg}) / E_s \cdot F_k \quad (2.6.)$$

Burada;

η_k ; Kollektör (toplayıcı) verimi (%)

Q_f ; Yararlı ısı (kW)

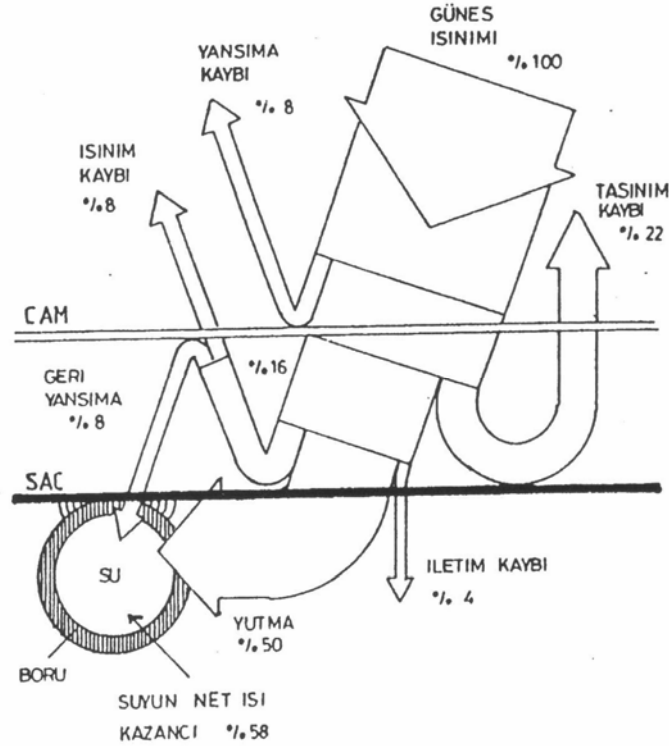
Q_{so1} ; Toplayıcının birim alanından sağlanan ısı enerjisi (Watt / m²)

m ; Isı taşıyıcı akışkanın kütleli debisi (kg / sn)

c_p ; Isı taşıyıcı akışkanın sabit basınçtaki özgül ısısı (kJ / kg⁰ C)

$t_{kç}$; Isı taşıyıcı akışkanın toplayıcıdan çıkış sıcaklığı (° C)

t_{kg} ; Isı taşıyıcı akışkanın toplayıcıya giriş sıcaklığı (° C)



Şekil 2.15. Bir güneş enerjisi kolektörünün ısı bilançosunun şematik görünümü (Uyarel ve Öz, 1987)

Toplayıcı verimi genellikle çevre sıcaklığına ve güneş ışınım şiddetinin etkisine bağlı olarak değişmektedir. Bu bağıllığı gösteren değer " İŞLETME PARAMETRESİ " olarak adlandırılmaktadır. Bu değer aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$\Omega = (t_{kg} + t_{kç}) / 2 - t_c / E_s \quad (2.7.)$$

Burada;

Ω ; İşletme Parametresi

t_{kg} ; Isı taşıyıcı akışkanın toplayıcıya giriş sıcaklığı (° C),

$t_{kç}$; Isı taşıyıcı akışkanın toplayıcıdan çıkış sıcaklığı (° C),

t_c ; Deneyin yapıldığı ortam (çevre) sıcaklığı (° C),

E_s ; Toplayıcı birim yüzeyine gelen ışıma şiddeti (W / m²)'dir.

Bir güneş enerjisi toplayıcısının ısı bilançosu önemli kayıplar içermektedir.

Şekil 2.15. 'de şematik olarak görülmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Foto-kontrol üniteli hareketli deney düzeneği, düzlemsel güneş kollektörü, tabii ve cebri çalıştırılan sistemler araştırma materyali olarak kullanılmıştır.

3.1.1 Deney Düzeneğini Oluşturan Elemanlar

Deney düzeni; foto-kontrol ünitesi, hareket sağlayıcı, düzlemsel güneş kollektörü, pompa'dan oluşmaktadır.

Hazırlanan deney standının gücünü gösterebilmek için iki kollektör monte edilebilecek şekilde dizayn edilmiştir.

Deney düzeneği kuzey – güney yönünde elle hareket ettirilebilirken, doğu – batı konumunda otomatik olarak hareket edebilmektedir.

Hazırlanan deney standının güneş kollektörü verimindeki etkisini incelemek için tabii ve pompalı olmak üzere iki sistem modelinde incelenmiştir.

3.1.2. Foto – Kontrol Ünitesi

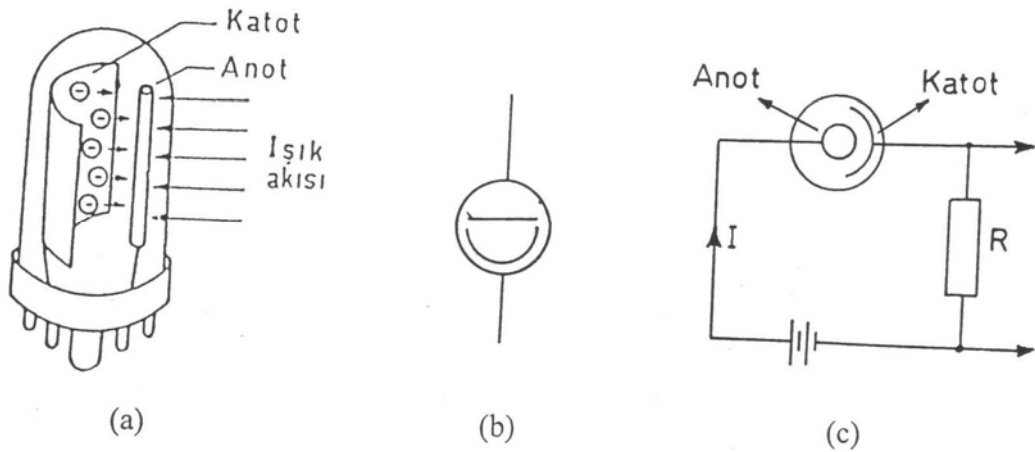
Foto – kontrol sistemini anlatmadan önce optik algılayıcıların çeşitleri ve çalışmaları üzerinde durulmuştur.

Optik algılayıcılar üç temel ilkeye dayalı olarak çalışırlar. Bunlar, Fotoemiyon Olayı, Fotokondüktif Olayı ve Fotovoltayik Olayı'dır.

3.1.2.1. Fotoemiyon Olayı

Saydam bir tüp içerisinde bulunan, ışığa hassas bir madde ile kaplı ve bir gerilim

altındaki katoda ışık düştüğü zaman, katottan elektronlar çıkmaya başlar ve katot-anot arası ortamın iletkenliği artar. İşte bu olaya *Fotoemiyon Olayı* denir. Katodun anot tarafındaki iç yüzeyi *Fotosensitif* (ışığa duyarlı) maddelerle kaplıdır. Örneğin, *Antimum-Sezyum* görünen *Morötesi Işınlar* için, *Gümüş-Sezyum* ise görünen *Kızıl Ötesi Işınlar* için kullanılır. Tüp içerisindeki ortama göre bu algılayıcılar vakumlu ve basınçlı gazlı olmak üzere iki gruba ayrılırlar.



Şekil 3.1. a. Fotoemiyon tüp, b. Sembolü, c. Bağlantı şeması (Kalkımış, 1999)

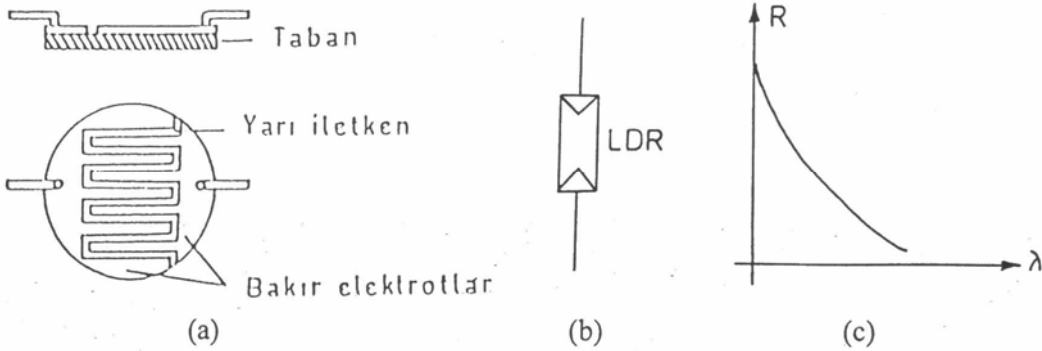
Gerilim altındaki katoda ışık düştüğü zaman, katottan çıkan elektronlar + potansiyeldeki anoda doğru ilerleyerek katot-anot arası ortamın iletkenliğini artırır. Devreden akan I akımının R direnci üzerinde neden olduğu çıkış gerilimi bir röleyi kumanda ettirerek algılama, sonuçta bir eyleme dönüştürülür. Ayrıca OP-AMP (Operational Amplifier) kullanarak, söz konusu çıkış işareti kuvvetlendirilerek de kullanılabilir. Anahtarlama, kumanda amacı için genellikle gazlı olanları kullanılır. Çünkü bunlarda ışık değerinin belirli bir seviyeye ulaşması halinde katot-anot arası elektron çokluğu aniden ve çok sayıda oluşarak, akan akım aniden büyür ve bir röleyi çalıştıracak düzeye erişir. Kullanıldıkları yerler şunlardır:

- 1) Otomatik kapı açma kumanda devrelerinde,
- 2) Sokak lambalarının gün ışığına göre otomatik olarak yanıp sönmeleri,
- 3) Otomatik malzeme sayımlarında,

- 4) Nesne-geçiş kontrolünde,
- 5) Nesne-boyut kontrolünde,

3.1.2.2. Fotokondüktif Olay

Işığa duyarlı malzemelerde veya yarı iletkenlerin eklemeleri ışık altında kaldıklarında, bunların iletkenlikleri artar, dirençleri düşer. İşte bu olaya *Fotokondüktif (Fotoiletkenlik)* olayı denir. Bu tür algılayıcılar, fotodirençler ve eklem yapılı fotokondüktif elemanlar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Fotodirençler, ışığa bağımlı dirençlerdir. Kısaca *LDR* diye de anılırlar. *LDR'lerin* dirençleri, üzerlerine düşen ışık akıları ile ters orantılı olarak değişir. Fotodirençler, bakır bir taban üzerine yerleştirilmiş ışığa duyarlı malzemeden oluşur. Işığa duyarlı malzeme olarak Talyum-Sülfid, Kadmiyum-Sülfid veya Kurşun-Sülfid, İndiyum-Antimonit ve Selenyum gibi maddeler kullanılır.



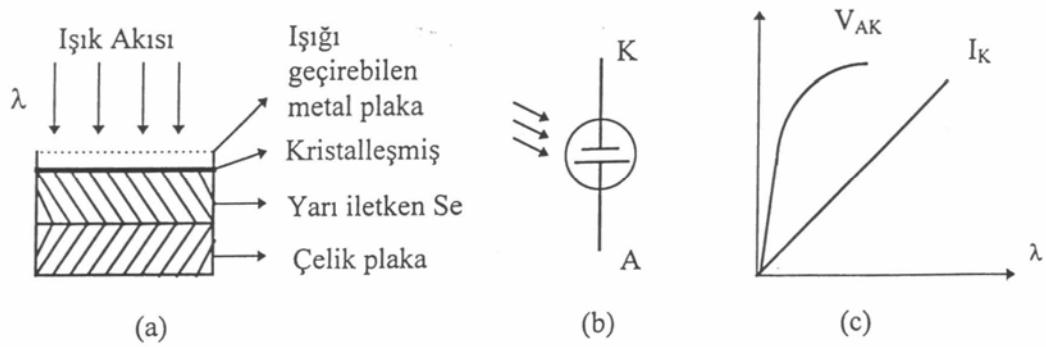
Şekil 3.2. a.Fotodirenç yapısı, b.Fotodirenç sembolü, c.Akı- direnç karakteristiği (Kalkımış, 1999)

Eklem yapılı elemanlar, Fotodiyot, Fototranzistor, Fototristor ve Fototriyak olarak değişik tipte olabilirler. Bu elemanların eklemelerine ışık düştüğü zaman, eklem iletkenliği artmakta ve ilgili eleman ilettime geçebilmektedir. Eklem bölgesine gelen ışığı yoğunlaştırmak için ayrıca mercek kullanılır.

3.1.2.3. Fotovoltayik Olay

Işık enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren elemanlar fotovoltayik

elemanlardır. Çalışma ilkeleri, yarı iletken bir malzemeden ışık enerjisinin etkisiyle koparılan elektronların başka bir yarı iletkende birikmesiyle bu yarı iletkende negatif, elektron kaybeden yarı iletkeninde pozitif yüklenmesine sebep olur. Bu yük farkı, iki tip yarı iletkenin eklemi civarında bir potansiyel farkının ortaya çıkmasına yol açar. Genelde küçük olan bu potansiyel farkı, yükselteçlerle yükseltılarak işlenecek düzeye getirilir. Elektrik üreten her bir fotovoltayik elemana *Güneş Pili* ismi de verilir. Güneş pilleri seri veya paralel bağlanmak suretiyle bir araya getirilerek, güneş panelleri elde edilebilir. Alternatif akıma konvertörler yardımıyla dönüştürülerek kullanılabilirler.



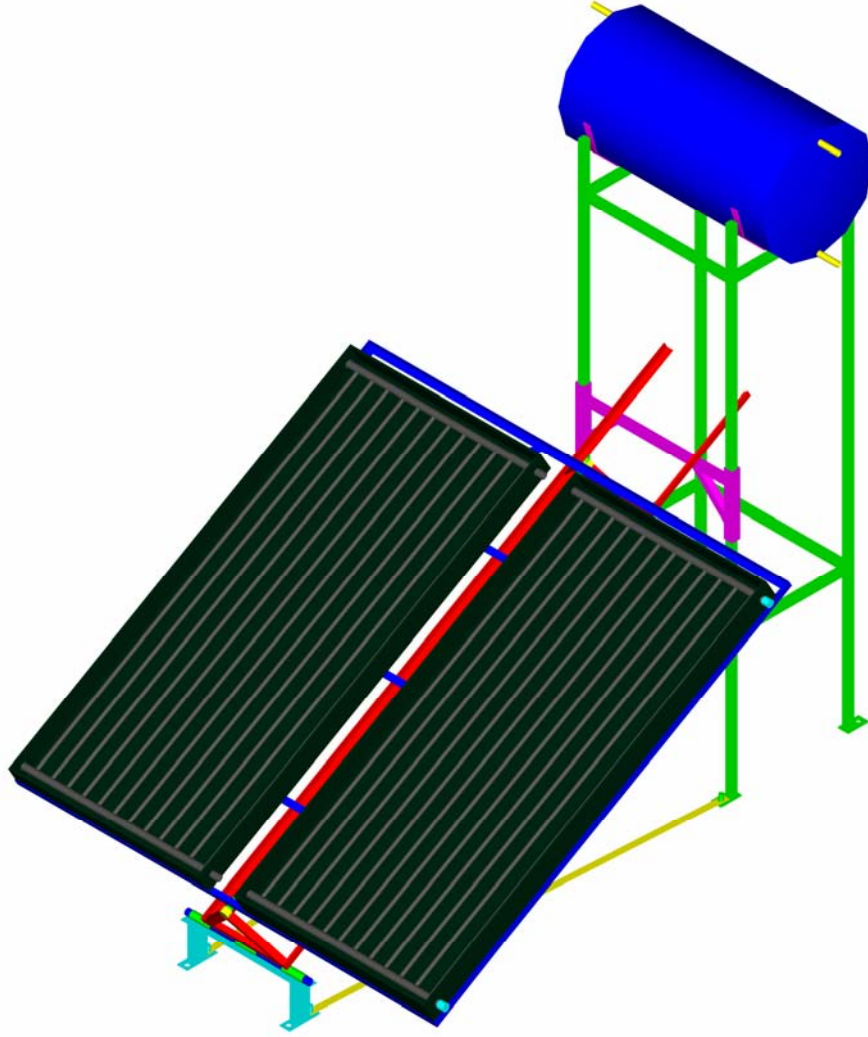
Şekil 3.3. a. Güneş pili, b. Güneş pili sembolü, c. V_{AK} : Açık devre karakteristiği, I_{AK} : Kapalı devre karakteristiği (Kalkımış, 1999)

3.1.3 Hareketli Deney Standı Elemanları

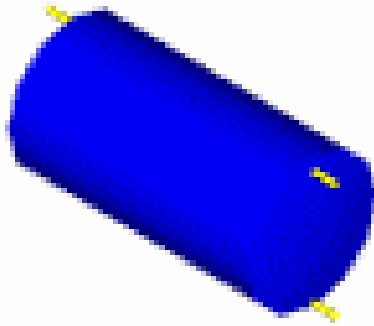
Hareketli deney standı; depo, depo tutucu stand, eğim verici, kollektör tutucu, hareket veren motor sisteminden oluşmaktadır.

3.1.3.1. Depo

Güneş enerjisi deposunun açık devre de görevi; dolaşan suyun ısınarak bir yerde toplanmasını sağlamaktır. Deponun büyüklüğüne göre içerisinde bulunan su alttan kollektöre gider, ısınan su deponun üstünde içeri girer bu şekilde devam eden çevrim bir süre sonra depo içerisindeki suyu tamamen ısıtır. Dolaşım tabii olduğunda debi düşük olur. Kullanılacak suyun tamamı depo ve kollektör içerisinde dolaştığı için ısı kaybı düşüktür.

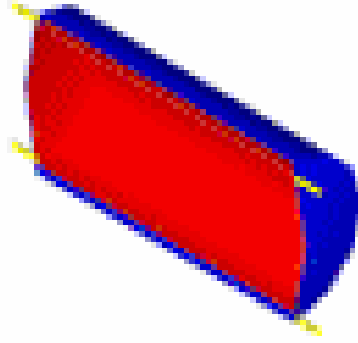


Şekil 3.4. Hareketli güneş enerjisi sisteminin model görüntüsü



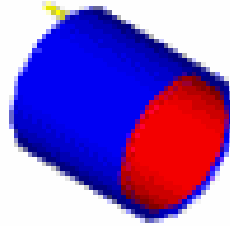
Şekil 3.5. Güneş enerjisi sisteminde kullanılan deponun dış görünüşü

Güneş enerjisi deposu kapalı devre de görevi; açık sistemde olduğu gibi ısınan suyu bir yerde toplamaktır. Ayrıca depo gömlekli ya da serpantinli yapılıdır. Kollektör içerisinde dolaşan su ile depo içerisinde dolaşan su hiçbir zaman karışmaz, ısı transferi sonucu ısı geçişi olur. Kışın suyun donma tehlikesi olan yerlerde tercih edilir, donmaya karşı avantajlıdır ama ısı kayıpları nedeniyle dezavantajlıdır.



Şekil 3.6. Güneş enerjisi sisteminde kullanılan deponun boyuna kesiti

Deney sisteminde kullanılan güneş enerjisi sisteminin deposu gömlekli depo olarak seçilmiştir. Çünkü ISPARTA / Şarkıkaraağaç ilçesinin hava koşulları suyu dondurmaya müsaittir. Ama deney sırasında antifrizli su kullanılmamıştır.

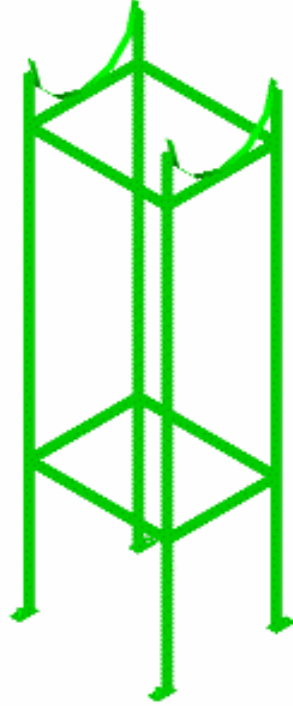


Şekil 3.7. Güneş enerjisi sisteminde kullanılan deponun enine kesiti

Depo içi 170 litre kullanma suyu, dış gömlek kısmında 25 litre sıcak su dolaşabilecek şekilde imal edilmiş ve bir ailenin günlük sıcak su kullanımını karşılayabilecek boyutta hazırlanmıştır.

3.1.3.2. Depo Tutucu

Depo tutucunun görevi, tabii dolaşımli kullanıldığında deponun alt seviyesi ile kollektör üst seviyesindeki farkın en az 30 cm olmasını sağlamaktır. Bu seviyenin hareket halinde iken sağlana bilmesi için depo tutucu bu kadar yüksek yapılmıştır. Dizayn edilen foto – kontrol üniteli hareketli güneş enerjisi sistemi ilk etapta bahçe için düşünülmüştür. Şekil 3.8. 'deki depo tutucu bahçeye ya da her hangi bir düz zemine yerleştirilerek sistemin çalıştırılabilmesi için yapılmıştır.

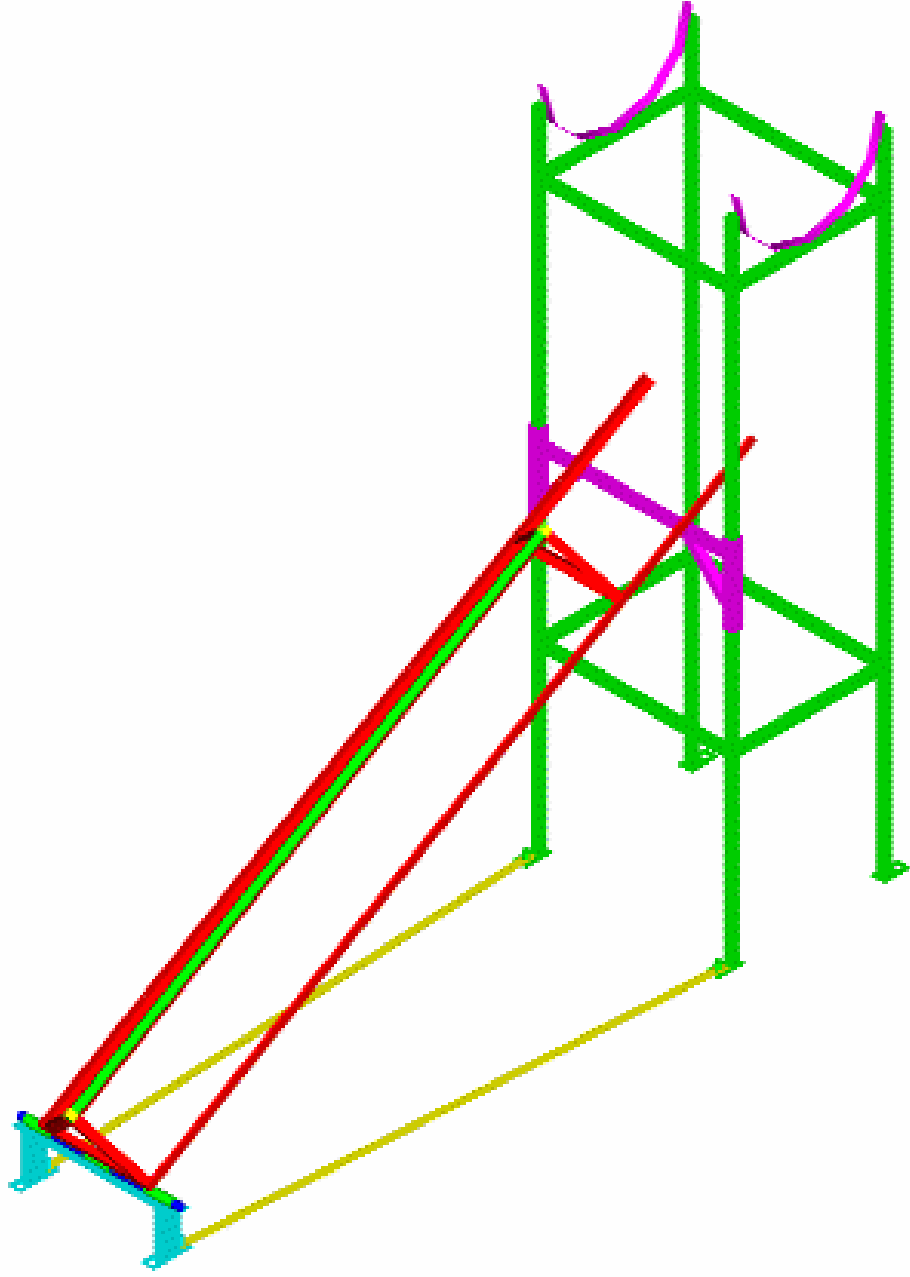


Şekil 3.8. Güneş enerjisi sisteminin depo tutucusu

Çatıya yerleştirilecek sistemler için böyle yüksek bir depoya gerek yoktur. O zaman çift kollektör yerine sadece bir kollektör döndürülecektir. Bir den fazla bağlanmak istendiğinde kollektörler birbirlerine yakın yerlerde ayrı ayrı yerleştirilecek ve giriş çıkışları bir toplayıcı ile toplanacaktır.

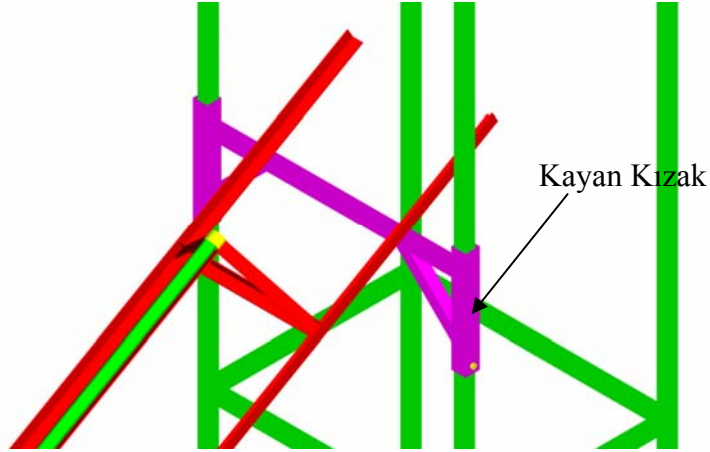
3.1.3.3. Eğim Verici

Eğim vericinin görevi, güneş enerjisi sisteminin kuzey – güney doğrultusundaki eğiminin el ile verilmesini sağlar.



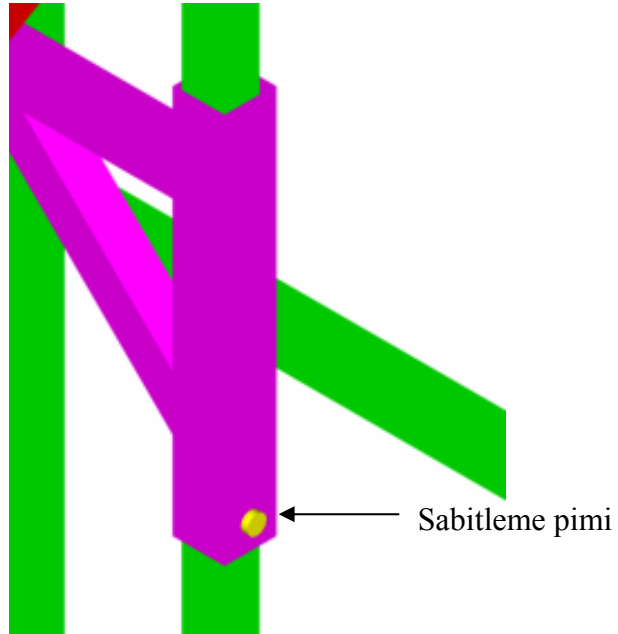
Şekil 3.9. Güneş enerjisi sisteminin eğim verici mekanizması

Foto-cel'i güneşi takip eden güneş enerjisi sistemi yapıldığında normalde kuzey – güney ve doğu – batı istikametlerini kontrol edip güneşin tam dik geldiği konumda duran bir sistem olması gerekir. Tasarlanan sistem kuzey – güney doğrultusu gün ve ay bazında fazla bir değişikliğe uğramadığı için bu kısmın el ile kontrolünün yapılması, doğu – batı doğrultusunun ise foto-cell'ler aracılığıyla yapabildiğimiz ekonomik bir güneş enerji sistemi tasarladık.



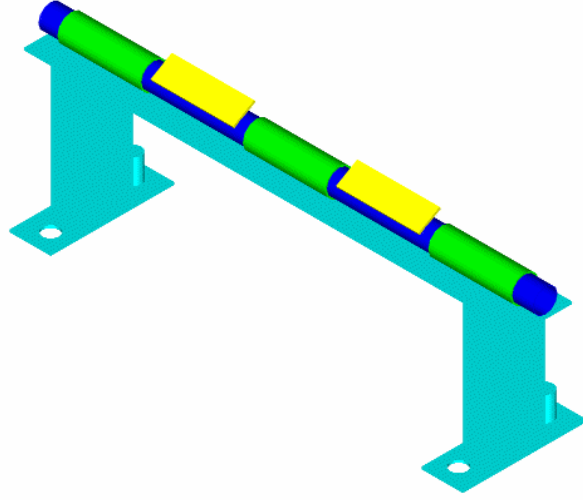
Şekil 3.10. Güneş enerjisi sistemindeki eğim vericinin detayı

Depo tutucunun üzerine yerleştirilen kızaklar sayesinde kolektörün aşağı yâda yukarıya doğru hareketi sağlanabilmektedir.



Şekil 3.11. Güneş enerjisi sistemindeki eğim vericinin pimi detayı

Güneş enerjisi sisteminin kolektörüne 30° ile 60° arasında eğim verebilmek için depo tutucunun ayaklarına çeşitli aralıklarla açılan delikler sayesinde olmaktadır. Üstten kızaklarla eğim sağlanırken eğimden dolayı oluşan mesafe fazlalığı veya azlığı alt tarafta bulunan sistemle yok edilmiştir.

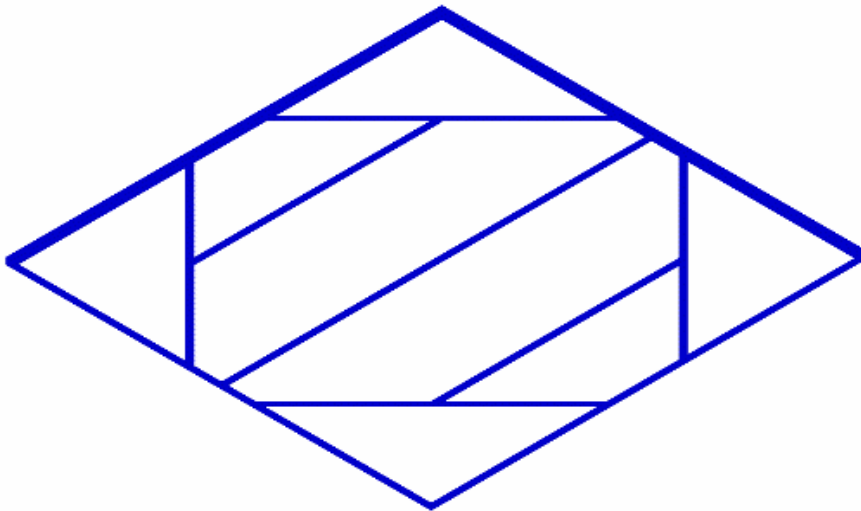


Şekil 3.12. Eğim verici sistemin alt ayakları

30° ile 60° arasında eğim verildiğinde kolektörün konumunda değişme meydana geliyor bu değişmeyi Şekil 3.12. 'de görülen menteşe sistemi ile çözüldü.

3.1.3.4. Kollektör Tutucu

Kollektör tutucunun görevi, kolektörlerin doğudan batıya doğru hareketi esnasında kolektörü sabit tutmak için kullanılmıştır. Kollektörler rüzgâra karşı ve hareket esnasındaki oluşabilecek problemleri ortadan kaldırmak için dizayn edilmiştir.



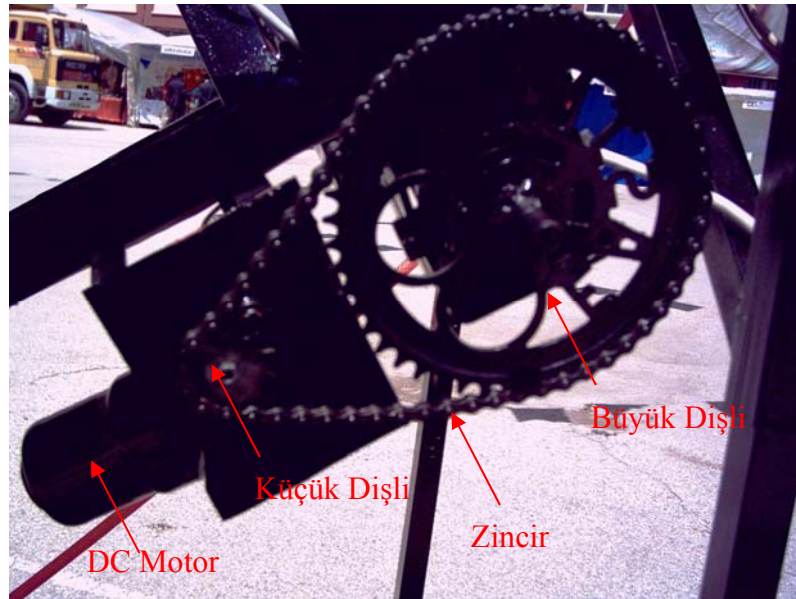
Şekil 3.13. Kollektör tutucunun detay görüntüsü

3.1.3.5. Hareket Verici Sistem

Hareket verici sistemin görevi; kollektörün doğudan – batıya doğru hareketini sağlamaktır. Hareket verici sistem DC motor, zincir, dişliler, çevirici dişli, mil, rot başlarından oluşmaktadır.

3.1.3.5.1 DC Motor

DC motor 12 Volt gerilimle çalışan maksimum 3 Amper elektrik çeken Tofaş marka arabaların silgeç motoru kullanılmıştır. Silgeç motorunun ucuna 34 mm çapında bir dişli bağlanmıştır. DC motorun en büyük özelliği tork kuvvetinin fazla olmasıdır. Bu sayede güç kazanımı yapılarak istenilen güç ve döndürme hızı elde edilebilmektedir. Şekil 3.14. 'de güç sisteminin dıştan görünüşü görülmektedir. DC motorun ucunda küçük dişli diğer kısımda büyük dişli ve aralarında zincirli bağlantı ile DC motorun gücü istenilen orana ulaştırılabilir.

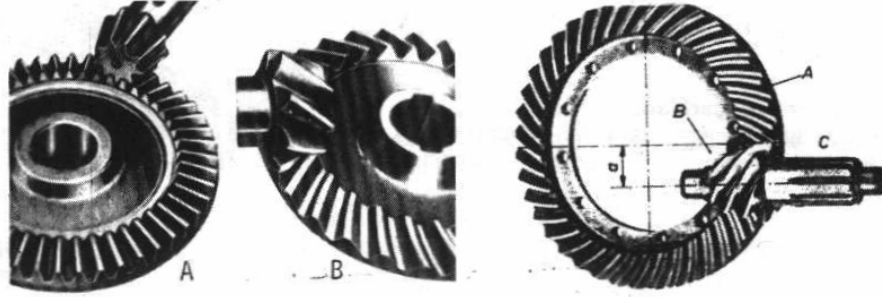


Şekil 3.14. Hareket sisteminin dıştan görünüşü

3.1.3.5.2 Zincir Ve Dişli Sistemi

DC motorun milinden alınan güç önce birinci dişli sistemine gidiyor daha sonra

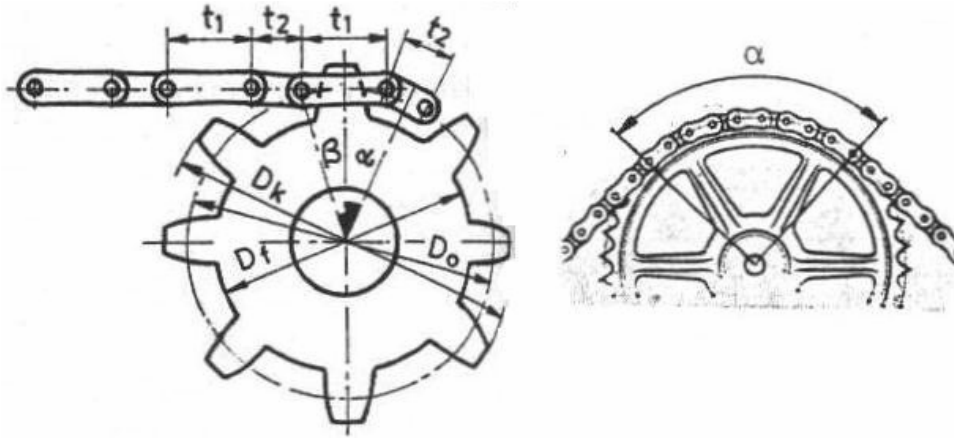
dişliye ve oradan diğer dişli sistemine ve mile giden bir sistem ile güneş kolektörüne hareket veriliyor.



Şekil 3.15 konik dişli sistemi detayı (Çerik, 2000)

Küçük dişliden alınan güç büyük dişliye aktarılır, bu aktarım sırasında küçük dişliden alınan devir ve güç değişir. Büyük dişliye geçtiğinde devri düşer ama torku artar.

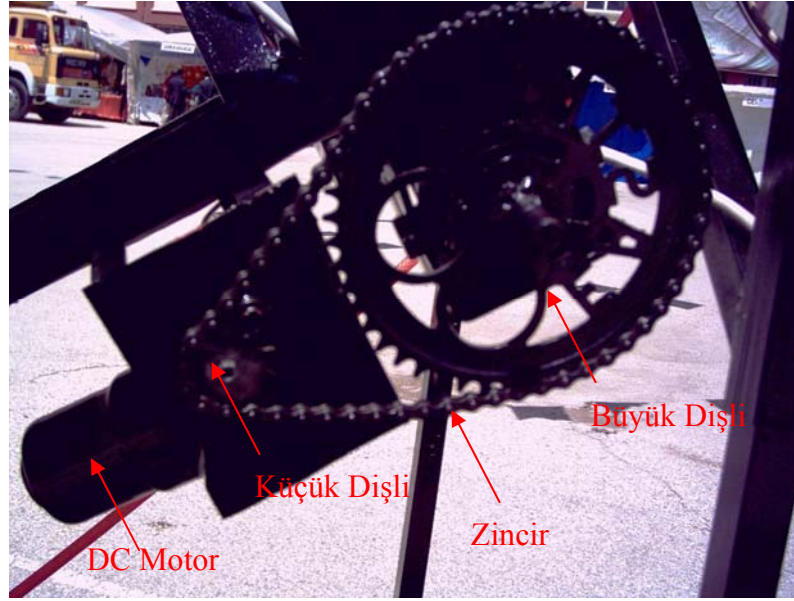
Zincir sistemi ile DC motordan alınan kuvvet Mil sistemine aktarılır.



Şekil 3.16. Zincir – dişli sistemi detayı (Çerik, 2000)

DC motorun küçük dişlisinden alınan güç zincir yardımıyla milin büyük dişlisine aktarılır. Bu aktarımda dişliler arasındaki çap farkından dolayı devirde düşme ve torkta artma meydana gelir.

Şekil 3.17. 'de zincir – dişli sistemi görülmektedir. DC motordan alınan güç zincir vasıtasıyla istenilen mesafeye ulaştırılabilmektedir. Ayrıca dişliler arasındaki çap farkı ayarlanarak güneş enerjisinin hareket hızı ayarlanabilmektedir.



Şekil 3.17. Zincir – dişli sisteminin detay görünüşü

Hareketli güneş enerjisi sistemi doğudan – batıya hareket süresi 30 dakikadır. Bu durumda güneş enerjisi sistemi bulutlanma vb. durumlardan dolayı etkilenmez ise güneş enerjisi sistemi gün boyunca ancak bir saat çalışır.

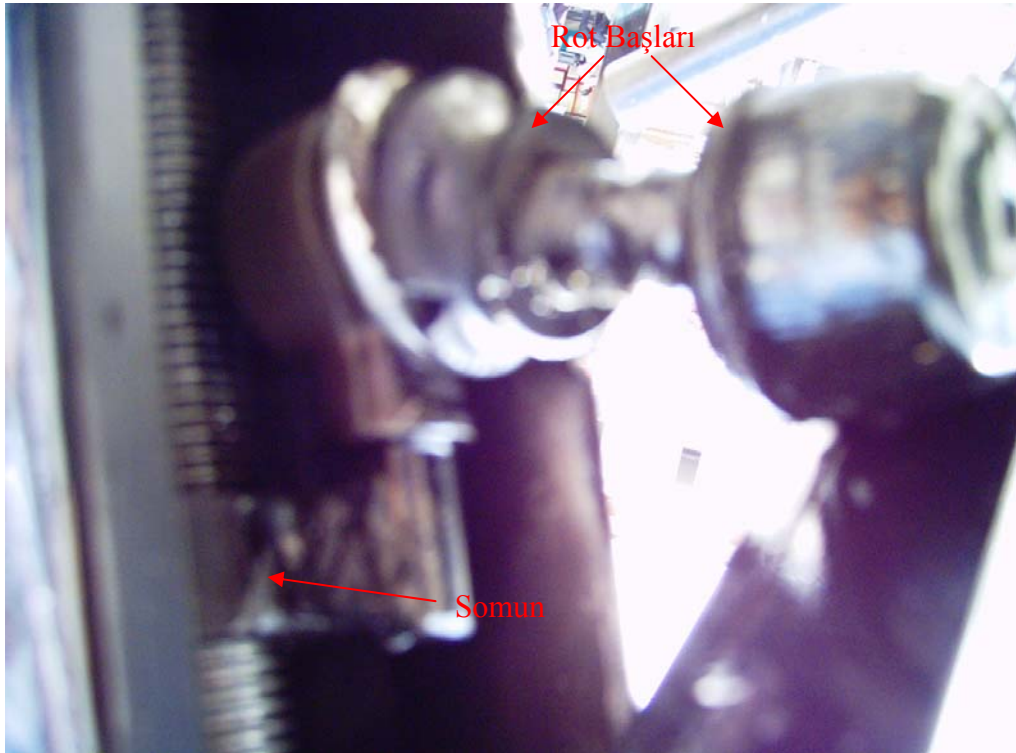
3.1.3.5.3 Eksen Değiştirici Ve Mil Sistemi

DC motordan alınan güç dişliler yardımıyla güçlendirildikten sonra mile aktarılması gerekir. Dişliler yardımıyla hareket eksenini değiştirilir.



Şekil 3.18. Kaldırma indirme sisteminin mili

Mil buradaki görevi; Tofaş marka arabalarda kullanılan kriko sisteminin aynısıdır. Mil zincir dişli ve eksen değiştiriciden geçen kuvvet ile torku artmış ve çok yavaş bir Şekilde döner. Milin zerine yerleştirilen bir somun aracılığıyla kaldırma indirme kuvvetini bu somuna aktarır. Somunun ucuna yerleştirilen rot başları ile bu g kollektör tutucuya aktarılır. Bu Şekilde paneller doğudan –batıya doğru hareketi sağlanmış olur.

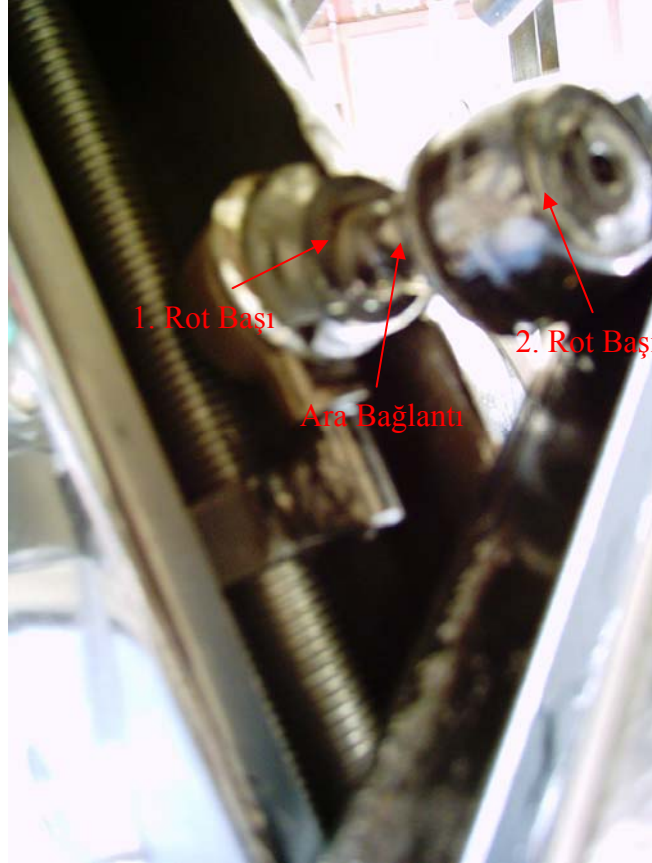


Şekil 3.19. Mil ve rot başı sistemi

Şekil 3.19.'da görüldüğü gibi milin dönmesi sonucu somun yukarı ve aşağıya doğru hareket eder. Milin adım sayı kadar. Tasarlanan sistemin tek eksik yanını mili bir kanal içine yerleştirilmemesidir. Somun bir kanal içine yerleştirilseydi araba krikolarında olduğu gibi daha sağlam ve rüzgâra karşı daha dayanıklı bir kaldırma sistemi olacaktı. Kanal içine yerleştirilmediği zaman sistemdeki gerilmeleri alıyor ve sistem daha stabil çalışıyor ama kuvvetli rüzgarlara maruz kalacak bir yere yerleştirilmesi düşünüldüğünde somunun bir kanal içine yerleştirilip mil üstten sabitlenmelidir. Ayrıca sistem çatıda veya daha çok sayıda petek bağlanması düşünüldüğü zaman sistem tek panele dşlp o Şekilde dizayn edilmesi daha uygundur. Çift panelli yapılmasındaki amaç sistemin kaldırabilme gücü gösterebilmektir.

3.1.3.5.4 Rot Başları

Rot başlarını görevi; milden ve somundan alınan kaldırma kuvvetini kollektör tutucuya aktarmak ve kollektör tutucuda eğim farkından oluşan mesafenin giderilmesi için kullanılmıştır.

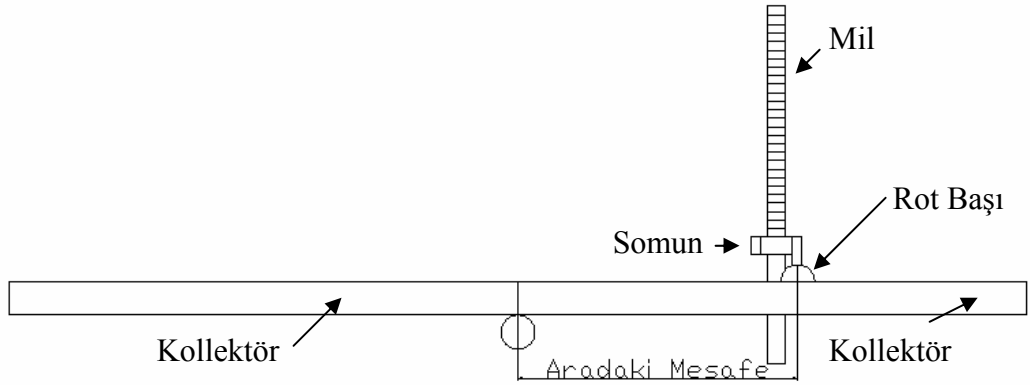


Şekil 3.20. Rot Başları Sisteminin Detayı

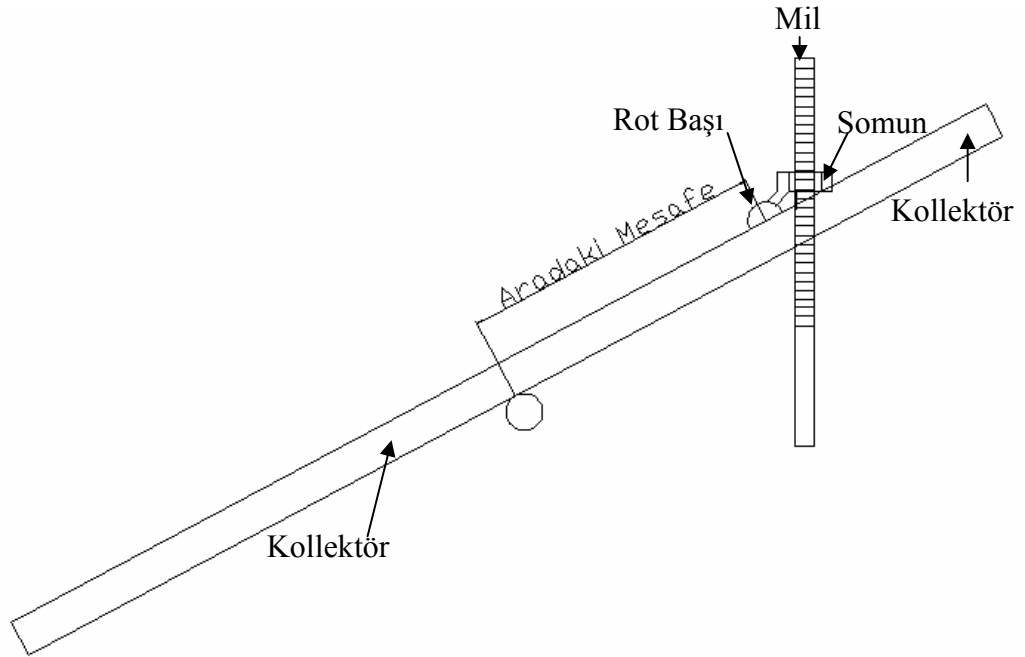
1. rot başı somunda meydana gelecek mesafe farkını yok eder. 2. rot başı kollektör tutucuda meydana gelecek olan mesafe farkını yok eder. İki rot başı arasındaki 3 cm'lik parça doğudan – batıya doğru olan harekette oluşan 8 cm'lik farkı yok ederek sistemin gerilmeden ve mili sıkıştırmadan çalışmasını sağlar.

Şekil 3.21. 'de kollektörler düz duruyor, normal sabit sistemin monte edildiği durumdadır. Rot başının bağlandığı yer ile dönme eksenini arasındaki mesafe gösterilmiştir. Bu mesafe sistem doğu konumuna geçse de batı konumuna geçse de sabit kalacağı için rot başı kullanılması gerekmiştir. Şekil 3.22. 'deki görüntü

incelendiği zaman daha iyi anlaşılır.



Şekil 3.21. Kollektör Düz Durumdaki Hali.



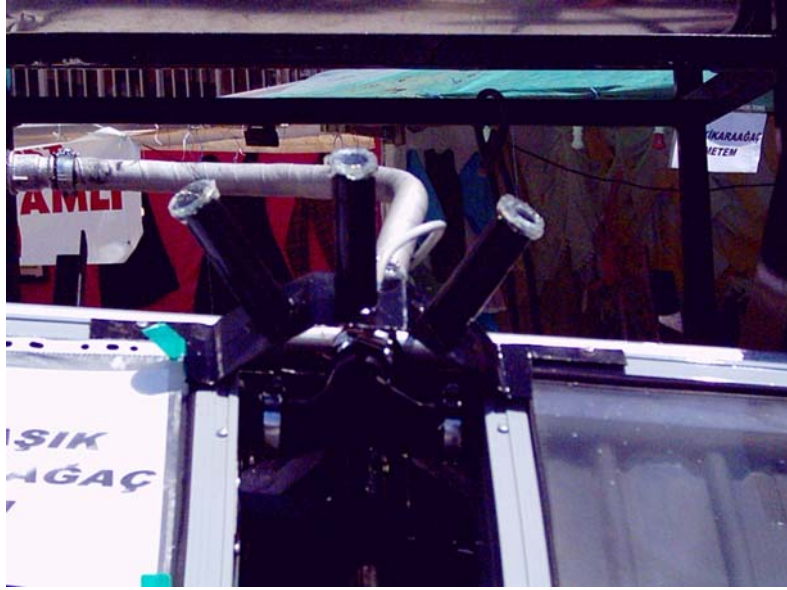
Şekil 3.22. Kollektörün Batı Konumuna Baktı Durum.

Somun, iki rot başı ve ara parçadan oluşan sistem kollektörün konumuna göre yön ve açı değiştirerek kollektör eksenini ile rot başı arasındaki mesafeyi sabit tutuyor. Rot başları kullanılmıyorsa bu durumda milin sağa sola esneyebilmesi lazımdır. Hiçbir güvenlik önlemi alınmazsa mil sıkışır ya da kaynak yerlerinden kırılarak devre dışı

hale gelebilir.

3.1.3.6. Foto-Cell Gözler

Foto-cell gözlerin görevi; kollektörlerin konumunu karar vermektir. Güneş panellerine güneşin tam dik gelebileceği konumu ayarlamaktır. Üç tane foto-cell 'den oluşan sistem kollektörün duruna göre güneşin konumunu tespit edip güneş panellerini güneşe doğru yönlendirir.



Şekil 3.23. Foto-cell gözler

Gözlerin çalışma yapısı;

Ortadaki gözün görevi; güneş ışınını dik geldiği zaman DC motora gelen elektriği keser. Ortadaki göz güneş ışınlarını alamadığı zaman veya güneş dik konumun dışına hareket ettiği zaman foto-cell gelen ışın azalır. Bu durumda elektronik devre DC motora ve diğer gözlerle giden elektriği verir. Diğer gözler güneşin konumunu kontrol eder doğuda ise DC motora doğuya dönüş yönünde elektrik sinyali yollar, batıda ise DC motora batıya dönüş yönünde elektrik sinyali yollar.

Gözlerin özellikleri;

- Gözler uzun bir boru içine yerleştirildi böylece güneşten gelen ışınların konumundaki değişmeye daha hızlı tepki verebilmesi için,

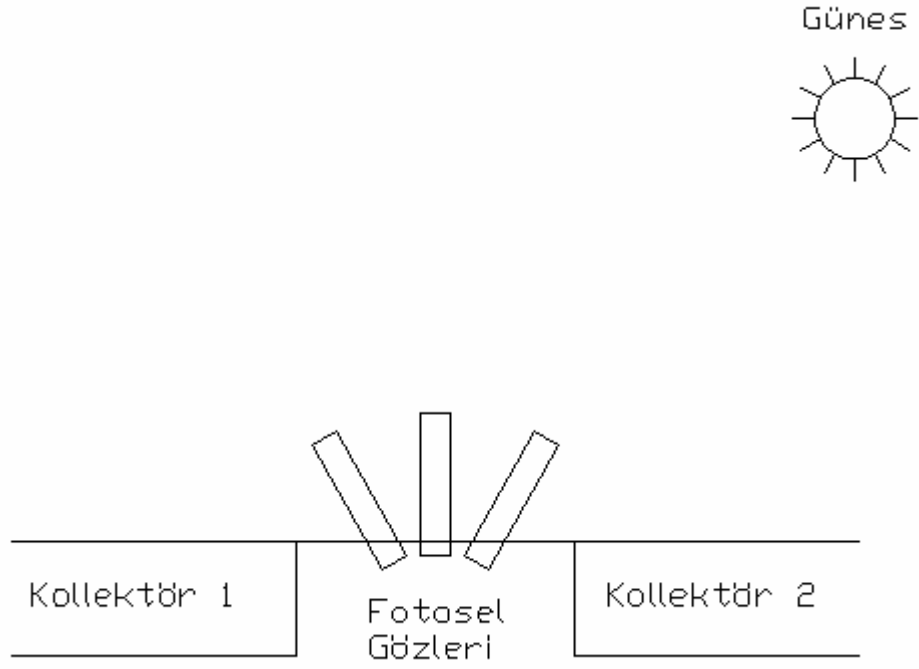
- Gözlerin yerleştirildiği boru mat bir renge boyandı böylece güneş ışınlarının yansımından etkilenmemesi için,
- Gözler borunun en alt noktasına ve onun çapı ile aynı çapta bir boruya yerleştirildi,
- Gözlerin yerleştirildiği borunun üst kısmından suyun girip foto-cellere zarar vermemesi için üzerine cam yerleştirildi,
- Gözlerin güneş ışınlarına olan tepkisini en hassas olduğu anı bulabilmek için gözler arasındaki açı değiştirilebilir bir taban üzerine yerleştirildi,

Üç adet göz kullanılmasındaki amaç havanın sürekli bulutlu olduğu veya bulutlanma oranının yüksek olduğu bir yerde kullanılacağı düşünülerek gözlerin sayı üç tane seçildi. Güneş bulutların arkasına geçtiğinde ortadaki göze gelen ışın şiddeti azalır veya tamamen yok olur bu durumda DC motora giden elektriği keser ve sistemi bekleme konumuna alır. Orta gözün güneş ışınlarına vereceği tepkinin hassasiyeti elektronik devre üzerine yerleştirilen ayar düğmesi ile ayarlanabilmektedir. Güneş ışınlarının şiddeti düştüğü seviyeye göre sistemin açıp kapatılmasını sağlar.

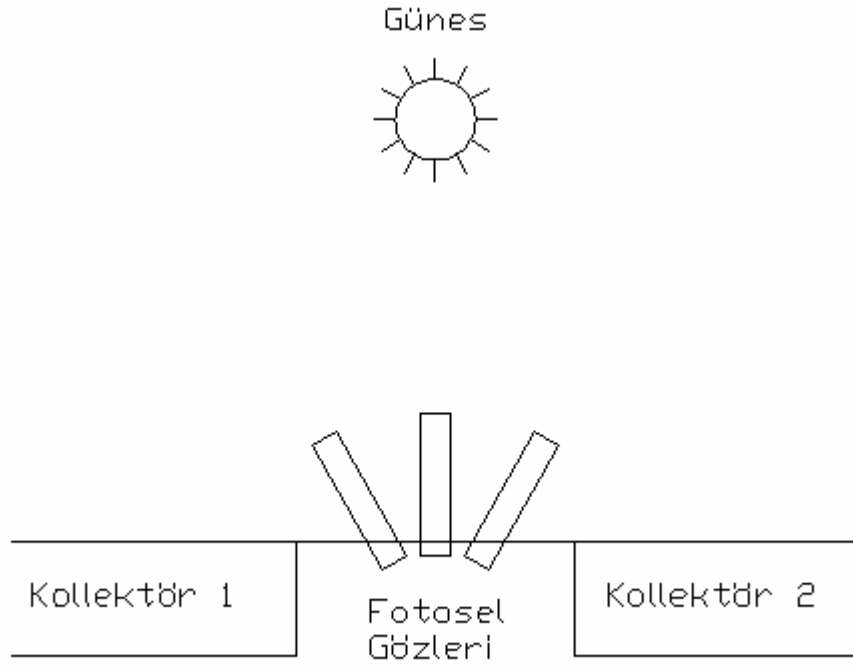
Pompalı sistemde orta gözün verdiği sinyaller DC motoru kapattığı gibi sirkülasyon pompasını da kapatması sağlanabilir. Böylece güneş olmadığı ya da güneş ışınlarının gücü az olduğu zaman sistem kendini kapatarak suyun soğumasına izin vermez.

Sisteme bir tane daha göz eklenmiştir. Bu gözün görevi akşam olduğunda yani güneş ışınları tamamen etkisini yitirdiğinde güneş kollektörünün gün doğumuna yani doğu konuna yerleştirilip sabahı beklemesini sağlamaktır.

Şekil 3.24. 'daki görüntü güneş doğdu zaman veya bir buluttan çıktıktan sonraki durumunu gösterdiğini kabul edelim. Bu durumda güneş kollektörleri güneş ışınlarını dik olarak alamaz. Ortadaki göz sağ ve sol gözlerin enerjisini verir. Bu durumda güneş ışınlarını alan göz DC motoru o yöne doğru döndürmeye başlar. Şekil 3.24. 'ya göre sağ göz güneş ışınlarını alır ve DC motor güneş kollektörünü sağa doğru çevirmeye başlar. Şekil 3.25. 'deki gibi ortadaki göze güneş ışınları gelene kadar güneş kollektörü dönmeye devam eder.



Şekil 3.24. Gözler güneşi arıyor (güneş doğuda)

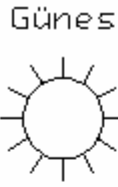


Şekil 3.25. Gözlerin güneşi bulduğu durum (güneş dik geliyor)

Ortadaki göze güneş ışınları dik olarak geldiğinde ortadaki göz DC motora ve sağ – sol gözlerle giden elektriği keser. Pompalı sistemde pompaya enerji verir ve sistem kullanma suyunu ısıtmaya başlar.

Sağ – sol gözlerin elektriğini kesmesi sebebi, sağ – sol gözlerle dışarıdan gelebilecek farklı ışıklardan ya da yansımalarından etkilenmemesi için sağ – sol gözlerin elektriği keser.

Bu sistemde en önemli görev ortadaki göze düşüyor, sistem iki gözden oluşsaydı sağdan gelen güneş ışınımı daha büyük yoksa soldan gelen güneş ışınımı daha büyük diye sürekli kontrol ederken kararsız kaldığı ya da sürekli bir sağa bir sola gittiği anlarda oluşacaktır. Orta göz sayesinde sistem hiçbir zaman sağ veya sola dönüş konusunda kararsız kalmaz.



Şekil 3.26. Gözler güneşi arıyor (güneş batıda)

Şekil 3.26. 'deki görüntü güneş bir buluttan çıktıktan sonraki durumunu gösterdiğini kabul edelim. Bu durumda güneş kolektörleri güneş ışınlarını dik olarak alamaz. Ortadaki göz sağ ve sol gözlerin enerjisini verir. Bu durumda güneş ışınlarını alan göz DC motoru o yöne doğru döndürmeye başlar. Şekil 3.26. 'e göre sol göz güneş ışınlarını alır ve DC motor güneş kolektörünü sola doğru çevirmeye başlar. Şekil

3.25.'deki gibi ortadaki göze güneş ışınları gelene kadar güneş kollektörü dönmeye devam eder.

Üç gözünde hassasiyet ayarı yapılabilecek şekilde dizayn edildi böylece sistem için en iyi ayar yapılabilecek ve aynı zamanda bölgesel farklılardan dolayı oluşabilecek hataların yok edilmesinde kullanılabilir.

3.1.3.7. Kontrol Devresi

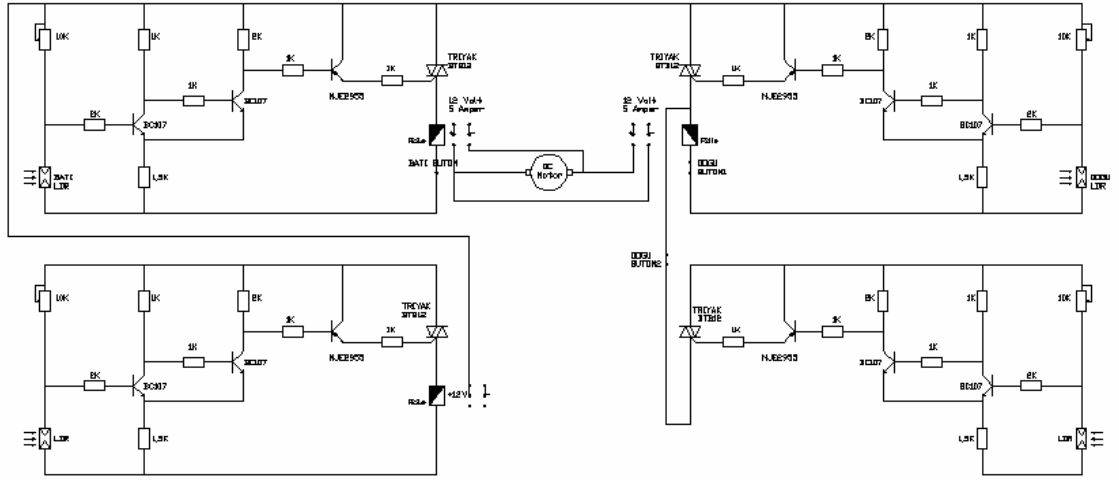
Kontrol devresinin görevi; gözlerden ve siviç aldığı sinyalleri değerlendirip, DC motora ve varsa pompaya sinyaller yollayarak sisteme güneş ışınlarının dik gelmesini sağlar.



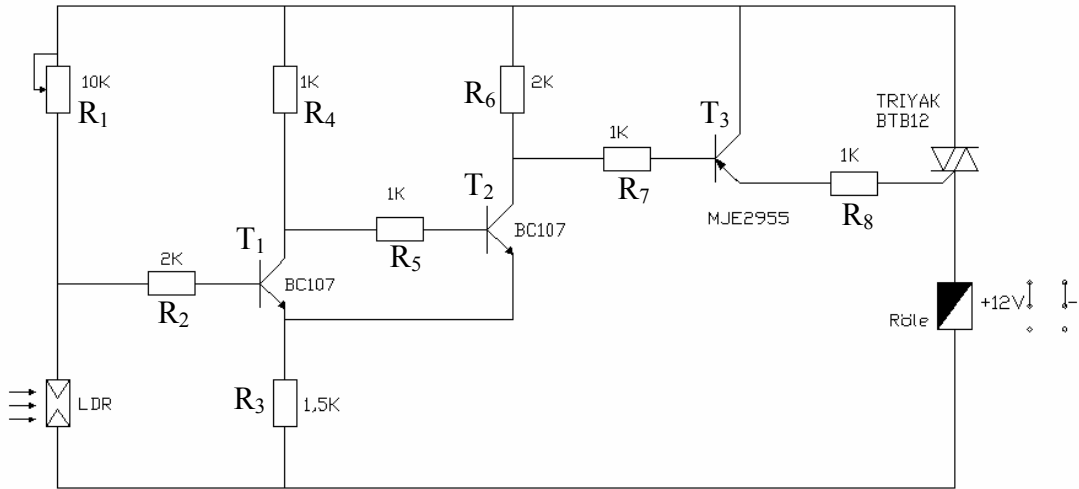
Şekil 3.27. Kontrol Devresinin Dış Görünüşü.

Kontrol devresi Şekil 3.27.'de görüldüğü gibi su geçirmez bir kap içine yerleştirilmiştir. Kontrol devresi üzerinde bulunan üç tane potansiyometre, gözlere gelen güneş ışınlarının gücünü hangi seviyeyi aştığında aktif ya da pasif hale geleceğini ayarlamak için kullanılmıştır.

3.1.3.7.1. Kontrol Devresi Çalışma Yapısı



Şekil 3.28. Kontrol devresinin yapısı

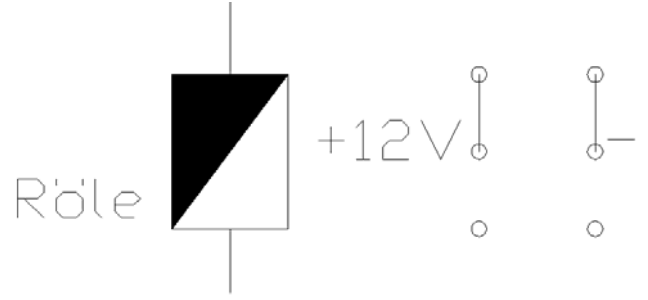


Şekil 3.29. Bir LDR 'nin kontrol devresi detayı

Şekil 3.29 bir LDR'nin kontrol devresini göstermektedir. Daha önce bahsedildiği gibi LDR güneş ışınlarına tepki verir, üzerine güneş ışını vurduğunda direnci azalır, güneş ışını almadığı zaman tekrar eski direnç değerine ulaşır.

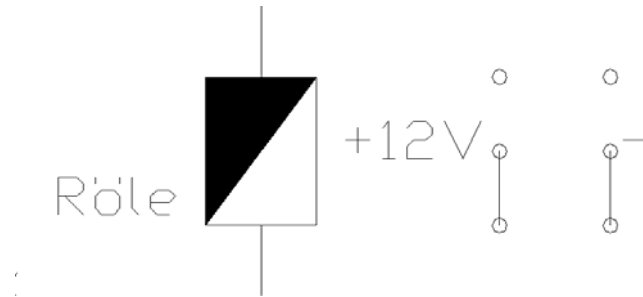
LDR üzerine güneş ışınları vurmadığında LDR'nin direnci $10\text{ K}\Omega$ 'dan daha büyüktür. Bu durumda T_1 transistörü R_1 ve R_2 direnci üzerinden gelen akım ile

iletimi geçer. T_2 transistörü R_4 ve R_5 direnci üzerinden gelen ters akım ile iletimi kesilir. T_3 transistörü R_6 ve R_7 direnci üzerinden gelen ters akım ile iletimi kesilir. Triyak çalışmaz ve röle çalışmaz, rölenin kontakları kapalıdır. Şekil 3.30 'de görüldüğü gibi röle kontakları 1.durumdadır.



Şekil 3.30 Röle Çalışmıyor Röle kontakları 1. Durumda.

LDR üzerine güneş ışınları vurduğunda LDR'nin direnci ışığın şiddetine bağlı olarak $10\text{ K}\Omega$ 'dan küçük olur. Bu durumda T_1 transistörü LDR ve R_2 direnci üzerinden gelen ters akım ile iletimi kesilir. T_2 transistörü R_3 ve R_5 direnci üzerinden gelen akım ile iletimi geçer. T_3 transistörü R_3 ve R_7 direnci üzerinden gelen akım ile iletimi geçer. Triyak R_8 direnci üzerinden iletimi geçer ve röle çalıştırır. Rölenin çalışması ile kontakları açılır. Şekil 3.31 'de görüldüğü gibi röle kontakları 2.durumdadır.



Şekil 3.31 Röle Çalışmıyor Röle kontakları 2. Durumda.

Rölenin kontakları iki kademelidir. Röle uçlarına elektrik gelmediği zaman ortadaki uç üstteki uca temas etmektedir. Rölenin uçlarına elektrik geldiğinde röle aktif hale geçer ve orta uç aşağıdaki uca temas eder. Kontakların bağlandığı yerdeki cihazı çalıştırır veya durdurur.

Yukarıda sadece bir LDR devresinin çalışması anlatıldı. Sistemin kompleksi çalışması;

1. Durum: Ortadaki LDR güneş ışınlarını algılamadığında röle kontakları üzerinden Doğu ve Batı LDR devrelerine elektrik gider. Doğu ve Batı LDR devreleri güneşi arar, güneşi bulan LDR devresi DC motora o yöne doğru dönüş sinyali yollar.
2. Durum: Ortadaki LDR güneş ışınlarını algıladığında röle ilettime geçer röle kontakları açılır. Doğu ve Batı LDR devrelerine giden elektriği keser. Doğu ve Batı LDR devreleri güneşi arayamaz ve DC motor hareketi durur.

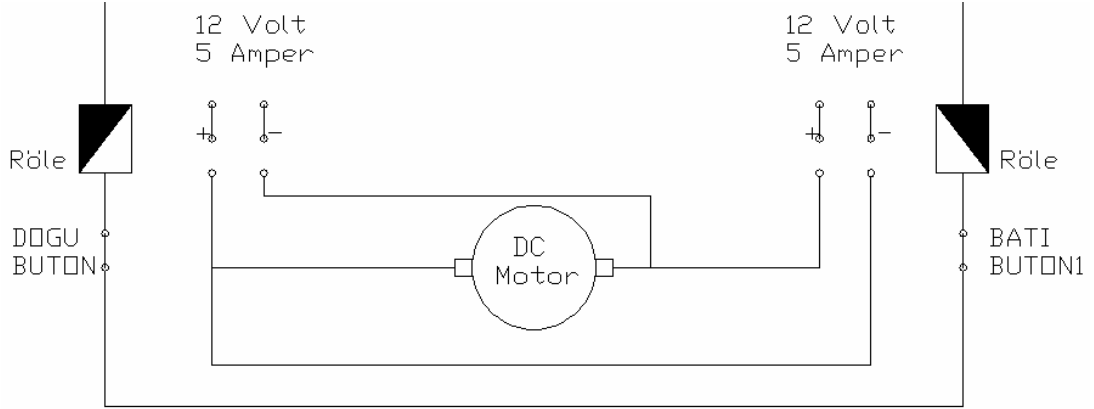
Güneş kollektörünün doğu ve batı yönünde en son noktada durmasını sağlamak için kollektörlerin sağına ve soluna birer buton yerleştirilmiştir. Kollektör bu butonlara bastığında artık güneş kollektörünün o yöne dönmesine izin vermez.

3. Durum: Doğu butonuna basıldı, artık güneş enerjisi doğu yönüne dönemez. Doğu LDR devresi aktif hale geçse dahi DC motor çalışmaz.
4. Durum: Batı butonuna basıldı, artık güneş enerjisi batı yönüne dönemez. Batı LDR devresi aktif hale geçse dahi DC motor çalışmaz.
5. Durum: Batı butonuna basıldı, ortam ışını kontrol eden LDR devresi güneşi algılayamadı. DC motor doğu yönünde dönmeye başlar.

Akşam olunca güneş kollektörü batı yönünde dönmüş durumda beklemektedir. Sabah ki konumuna dönebilmesi için bu devre eklenmiştir. Batı butonu basılı iken güneş batarsa güneş kollektörü doğu konumuna doğru hareket eder. Doğu konumuna gelip doğu butonuna basıncaya kadar döner, doğu butonuna basınca dönme durur bu işlem yaklaşık 30 dakika sürmektedir.

Sistemdeki önemli olan röleler ile DC motorun sağa sola döndürülmesidir. Şekil 3.32 'de DC motor kontrolünün detayı gösterilmektedir.

Doğu rölesi aktif hale geçer ise rölenin kontakları kapanır, DC motorun soluna +12V sağına şase gelir DC motor Doğu yönünde döner. Batı rölesi aktif hale geçer ise rölenin kontakları kapanır, DC motorun soluna şase sağına +12V gelir DC motor Batı yönünde döner. Bu şekilde hareketli güneş enerjisi sistemi DC motor aracılığıyla güneş kollektörlerini doğu – batı arası hareket ettirebiliriz.



Şekil 3.32. DC motor kontrol devresi detayı

6.1.4. Düzlemsel Güneş Kollektörünün Teknik Özellikleri

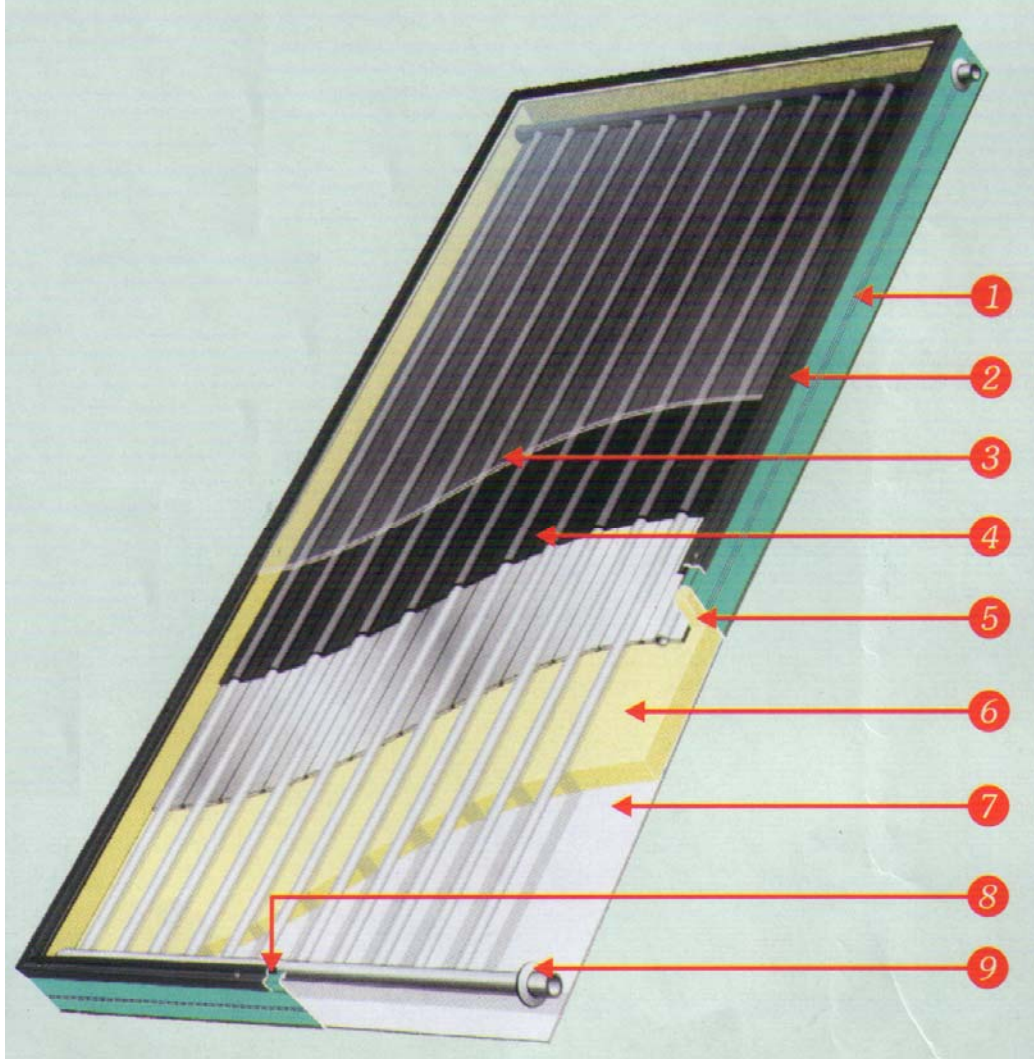
Şekil 3.33 'de deneyde kullanılan güneş enerjisinin elemanları ve özellikleri:

1. **Kasa:** 1.2 mm özel sertleştirilmiş alüminyum profil.
2. **Cam Çıtası:** Renkli, eloksallı alüminyum çıta (camın fitil ile kasaya tespitini sağlar.).
3. **Üst Örtü:** 4 x 900 x 1900 mm cam.
4. **Panel:** 1.5 mm kalınlığında extrüze alüminyum, kendinden kanatlı 16 mm çapındaki borudan imal edilmiştir. Her panel 12 borulu olup, toplayıcı borular 30 mm çapındadır. Yüzeyi kollektör boyası ile boyalıdır.
5. **Kasa İzolasyonu:** 20 mm klima levhası, cam yünü.
6. **İzolasyon:** 50 mm levha cam yünü.
7. **Alt Plaka:** 0.40 gofrajlı alüminyum levha veya galvanizli sac.
8. **Cam Fitili:** Yekpare kauçuk (conta).
9. **Boğaz Lastiği:** Toplama borusuyla kasa irtibatını keser.

Denyde kullanılan güneş kollektörünün teknik özellikleri:

1. **Çalışma Basıncı:** 6 Atü.
2. **Test Basıncı:** 9 Atü.
3. **Akışkan Kapasitesi:** 3.6 litre.

4. **Giriş – Çıkış:** 4 adet yandan $\frac{3}{4}$ " .
5. **Boyutlar:** 193 x 93 x10 cm
6. **Max. Sıcaklık:** 200°C
7. **Kullanılacak Akışkan:** Su veya Antifirizli su.
8. **Kullanımı:** Açık ve kapalı devre kullanılır



Şekil 3.33. Düzlemsel Güneş Kollektörünün İç Yapısı

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneylerin Düzenlenmesi

Isparta ili Şarkîkaraağaç ilçesi koşullarında standart güneş kolektörünün sabit ve foto

– kontrol ünitesi hareketli güneş enerjisi sisteminde incelenmesi yapılmıştır. Güneş kollektörünün veriminin belirlenmesinde TS 9806–1 ve TS 9806–2 ‘de ön görülen yöntemler ile TS 9449 ‘da belirlenen yöntemler uygulanmıştır. (TS-4801, 1986; TS-3680, 1989)

Sabit güneş kollektörü sistemi ile foto – kontrol ünitesi hareketli güneş enerjisi sistemi arasındaki verim farkı incelenecektir. Yapılan inceleme tabii ve pompalı sistem içinde ayrı ayrı yapılacaktır. Bu inceleme sonucu foto – kontrol ünitesi hareketli güneş enerjisi üzerinde değişiklikler yapılacaktır.

3.2.2. Deney Adımları

TS 9806 – 1 ve TS 9806 – 2 ‘de belirtildiği gibi deneyler toplam radyasyon şiddetinin 630 W / m^2 değerinin üzerinde ve rüzgar hızının 5.4 m / sn değerinin altında olduğu zamanlarda yapılması gerektiğinden Isparta İli Şarkikaraağaç ilçesinin koşullarında foto – kontrol ünitesi güneş enerjisi sistemi Temmuz ve Ağustos aylarında incelendi.

Foto – kontrol ünitesi hareketli sistemin eksik yönlerinin tespit edilebilmesi için deneye 08:30 ile 17:30 arası ölçüm alındı ve her 10 dakikada bir alınan sonuçlar değerlendirildi. Ama deney adımları olarak TS 9806 – 1 ve TS 9806 – 2 ‘de belirtildiği gibi saat başı üzerinden işlem yapıldı.

3.2.3. Ölçümlerin Yapılışı

Aşağıda belirtilen ölçülecek değerler her gün, her periyoda denenen güneş enerjisi kollektörü için ayrı ayrı alınmıştır. Ölçümler alınmadan önce depo suyu sıcaklığı belirli seviyeye getirildi. Sistem 08:00 çalıştırıldı ölçümler 08:30 itibariyle alınmaya başladı. TS 9806–1 ve TS 9806–2 standardına uyan ölçümler kullanıldı.

3.2.3.1. Isı Taşıyıcı Akışkan Debitinin Saptanması

Cebri sirkülasyonlu deney tesisatında pompanın üzerinde bulunan 3 kademeli

hacimsel debi değerleri dikkate alındı. Tabii dolaşımlı sistemde ise $\frac{3}{4}$ " bir sıcak su sayacı yardımıyla ölçölmüştür. Bu ölçümler her gün ve her periyod için ayrı ayrı alınmıştır.

3.2.3.2. Sıcaklık Ve İklim Değerlerinin Saptanması

Isı taşıyıcı akışkan kollektör giriş sıcaklığı Tk_g 'nin saptanması:

Bu sıcaklık $\frac{3}{4}$ " çapında deney tesisatı üzerine kollektör girişı öncesine yerleştirilen $\frac{3}{4}$ " 'lik T parçasına bağlanan prob ile ölçölmüştür.

Isı taşıyıcı akışkan kollektör giriş sıcaklığı $Tk_ç$ 'nin saptanması:

Bu sıcaklık $\frac{3}{4}$ " çapında deney tesisatı üzerine kollektör çıkışı sonrasına yerleştirilen $\frac{3}{4}$ " 'lik T parçasına bağlanan prob ile ölçölmüştür.

Isı taşıyıcı akışkan depo giriş sıcaklığı Td_g 'nin saptanması:

Bu sıcaklık $\frac{3}{4}$ " çapında deney tesisatı üzerinde bulunan deponun girişı öncesine yerleştirilen $\frac{3}{4}$ " 'lik T parçasına bağlanan prob ile ölçölmüştür.

Isı taşıyıcı akışkan depo çıkış sıcaklığı $Td_ç$ 'nin saptanması:

Bu sıcaklık $\frac{3}{4}$ " çapında deney tesisatı üzerinde bulunan deponun çıkışına yakın yere yerleştirilen $\frac{3}{4}$ " 'lik T parçasına bağlanan prob ile ölçölmüştür

Depo sıcaklığı Td 'nin saptanması:

Bu sıcaklık deponun girişine yerleştirilen T parçasına bağlanan bakır boru yardımıyla merkezine ulaşılmıştır. Döküm T parçası sarı lehim kaynağı ile bakır boruya kaynaklanmıştır. Bu bakır boru içinden geçen prob yardımı ile depo sıcaklığı ölçölmüştür.

Ortam sıcaklığı T_c 'nin saptanması:

Deney tesisatının bulunduğu ortamda yerleştirilen civalı bir oda termometresi ile her gün her adım için ayrı ayrı ölçülmüştür. Ayrıca Devlet Meteoroloji İşleri Isparta ili Şarkıkaraağaç ilçesi otomatik ölçüm alma istasyonu verileri ile de sağlaması yapılmıştır.

3.2.3.3. Çevre Rüzgâr Hızının Saptanması

Deney tesisatının ortamında rüzgâr hızı Devlet Meteoroloji İşleri Isparta ili Şarkıkaraağaç ilçesi otomatik ölçüm alma istasyonu verileri kullanılmıştır. Veriler güneş enerjisi standının kurulduğu yerle aynı yerde olmadığı için sağlıklı değildir. Veriler içinde yüksek olan değerler ölçüm istasyonunun şehir dışında bir yerde olmasından kaynaklanmaktadır.

3.2.3.4. Yatay Yüzeğe Gelen Işınım Şiddetinin Saptanması

Araştırmada güneş enerjisi ışınım değerleri Devlet Meteoroloji İşleri Isparta ili Şarkıkaraağaç ilçesi otomatik ölçüm alma istasyonu verileri kullanılmıştır.

3.2.3.5. Kütleli Debinin Saptanması

Mekanik sıcak su sayacından alınan hacimsel debi V (m^3/sn) değeri ve aynı anda ısı taşıyıcı akışkan (deneyde su kullanıldı) sıcaklığı Çizelge – 2'de verilmiş tablodan okunup ve aynı tabloda verilmiş bu sıcaklığa karşılık gelen sıvı yoğunluğu ρ_s bulunup aşağıdaki eşitlikte yerine koyularak hesaplanır.

$$m \text{ (kg/sn)} = V \text{ (m}^3\text{/sn)} \times \rho_s \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (3.1)$$

Burada;

m: Kütleli debi (kg/sn),

V: Hacimsel debi (m^3/sn),
 ρ_s : Suyun özgül ağırlığı (kg/m^3).

Çizelge 2. Suyun fiziksel özellikleri

Sıcaklıklar ($^{\circ}C$)	Özgül Isı $C_p(kJ/kg.^{\circ}K)$	Özgül Ağırlık $\rho_s(kg/m^3)$
0	1000	4,220
20	998	4,183
40	992	4,178
60	983	4,191
80	972	4,199
100	958	4,216

3.2.3.6. Düzlemsel Güneş Enerjisi Kollektörü Yüzeyinden Sağlanan Faydalı Isı

Düzlemsel güneş enerjisi kollektörü yüzeyinden sağlanan faydalı ısı suyun, kollektör girişinden çıkışına dolaşımaya kadar kazandığı enerji miktarıdır. Faydalı ısının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$Q_f = m \cdot c_p \cdot (t_{kç} - t_{kg}) \quad (3.2)$$

Burada;

m: Kütlesel debi (kg/sn),

c_p : sabit basınçta özgül ısı ($kJ/kg.^{\circ}K$),

$t_{kç}$: Kollektör çıkış sıcaklığı ($^{\circ}C$),

t_{kg} : Kollektör giriş sıcaklığı ($^{\circ}C$),

3.2.3.7. İşletme Parametresinin Saptanması

Kollektör veriminin çevre sıcaklığına ve yatay yüzeye gelen ışınlım şiddetine bağlı olarak değiştiği değerdir ve aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$\Omega = \frac{\frac{(t_{kg} + t_{kç})}{2} - t_{ç}}{E_s} \quad (3.3)$$

Burada;

Ω : İşletme parametresi (boyutsuz),

t_{kg} : Toplayıcı giriş sıcaklığı (°C),

$t_{kç}$: Toplayıcı çıkış sıcaklığı (°C),

$t_{ç}$: Deneyin yapıldığı ortam sıcaklığı (°C),

E_s : Periyod süresi boyunca ışıınım şiddeti (W/m²).

3.2.3.8.Adım (Periyod) Süresi Boyunca Işıınım Şiddetinin Saptanması

Devlet Meteoroloji İşleri Isparta ili Şarkıkaraağaç ilçesi otomatik ölçüm alma istasyonu verileri kullanılmıştır.

3.2.3.9. Verim Değerlerinin Saptanması

Anlık verim (adım verimi) değerinin saptanması;

Bir güneş enerjisi kollektörünün anlık verim değeri, kollektörün birim alanından birim zamanda elde edilen yararlı ısının Q_f (W/m²) kollektörün efektif (etkin) yüzeyine düşen ışınım şiddeti Q_{sol} 'a oranıdır ve % olarak aşağıda verilen formülle hesaplanmaktadır.

$$\eta_a = \frac{Q_f}{Q_{sol}} = \frac{m \cdot c_p \cdot (t_{kç} - t_{kg})}{E_s \cdot F_k} \quad (3.4)$$

Günlük ortalama verim değerinin saptanması;

Günlük ortalama verim, her adım için hesaplanan anlık verim değerlerinin adım sayısına bölünmesi ile bulunur. Yani hesaplanarak bulunan anlık verim değerlerinin toplamının hesaplanan adım sayısına (n_a) oranıdır.

$$\eta_o = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_{na}}{na} \quad (3.5)$$

3.3. Deneyin Aşamaları

Kurulan hareketli güneş enerjisi sisteminde dört ayrı deney uygulanmıştır.

1. Sabit Güneş Enerjisi Sistemine (Pompa Bağlantılı) Uygulanan Deney.
2. Hareketli Güneş Enerjisi Sistemine (Pompa Bağlantılı) Uygulanan Deney .
3. Hareketli Güneş Enerjisi Sistemine (Tabii Dolaşım) Uygulanan Deney.
4. Sabit Güneş Enerjisi Sistemine (Tabii Dolaşım) Uygulanan Deney.

Bu dört ayrı deney için tek sistem kullanılarak ölçümler alındı. Sistemde farklılık olmaması için aynı malzeme ve aynı sistem üzerinde sadece parça ekleme – çıkarma (pompa ekleme – çıkarma ve boru yapısı değiştirme) yapılarak ölçümlerde aynı ortam sağlanmaya çalışılmıştır.

Sabit güneş enerjisi sistemlerinde ister tabii olsun ister pompalı olsun kolektörlerin birbirlerine bağlantı Şekillerinin hava veya sistem de dolaşımın durması yönünde bir etkisi yoktur. Ama hareketli sistemde kolektörlerden birinin yukarıda diğerinin aşağıda olması durumunda kolektörlerden birinde dolaşım durmaktadır. Bu durumun yok edilmesi için değişik bağlantı modelleri denenmiştir.

Pompalı sistemde kolektörlerin bağlantı modelinin sistemin çalışmasını da bir dezavantajı olmamıştır. Kolektörler birbirlerine nasıl bağlanırsa bağlansın kolektörler doğu – batı doğrultusunda hareket ettiğinde sistem de hava oluşmakta veya devir daim olmama gibi bir durum oluşmamaktadır. Sistem problemsiz çalışmaktadır.

Şekil 3.34. 'de güneş enerjisinin önden görünüşü ve geliştirilmeden önce hali görülmektedir. 1. ve 2. deney pompalı sistemde yapıldığı için dolaşım problemi hareketli tabii dolaşım sistemde meydana geldi. 3. deney sırasında değişik bağlantı

modelleri denenerek problem çözülmeye çalışıldı.

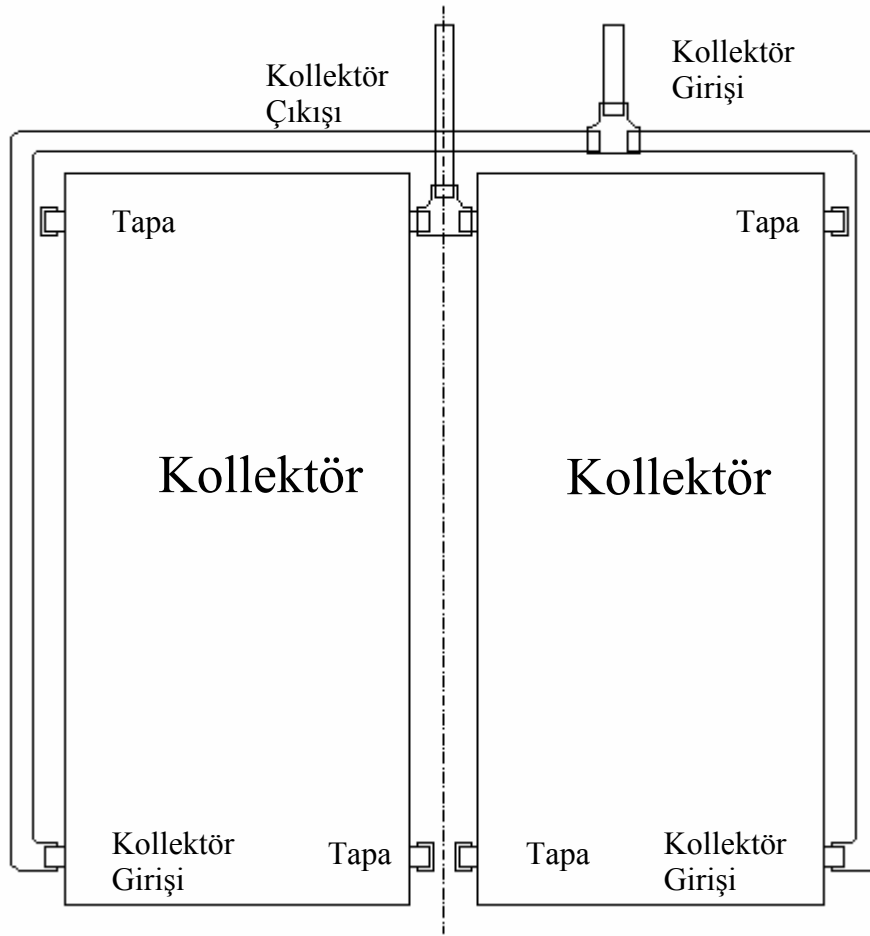


Şekil 3.34. Güneş Enerjisinin Önden Görünüşü.

3.3.1. 1. Bağlantı Durumu Kollektörler Arasında

Bu bağlantı modeli Şekil 3.31.'de görüldüğü gibidir. Kollektörlerin üst ve orta kısmı birbirine bağlanmış ve çıkış olarak alınmıştır. Kollektör girişi ise alttan ve kollektörlerin dış kısımlarından girilmiştir. Bu durumda kollektörlere gelen suyun dıştan eşit bir şekilde gireceği ve çıkışta ortak olan noktadan çıkacağı düşünülmüştür.

Bu bağlantı modelinde hareketli tabii dolaşımli sistemde kollektörler doğu veya batı yönünde eğim aldığı durumda güneş enerjisi kollektörlerinde üstte olan (doğu konumunu aldığı anda batı da kalan kollektörde) kollektörde sıcak su dolaşımı belirli bir konumu geçtiğinde aniden durur. Kollektörler doğu veya batı konumunda iken kollektörlerden biri devre dışı kalıp sadece bir kollektör çalışıyor. Hareketli sistemden istenilen verim alınamıyor. Bu durumun deney sonuçları ekteki çizelgelerde sunulmuştur.



Şekil 3.35. 1. Bağlantı durumu kolektörler arası

Güneş enerjisi sisteminde meydana dolaşım durması sonucu kolektör çıkış sıcaklığı yükseliyor ama dolaşım olduğu anada düşüyor yani sistemde suyun dolaşabilmesi için kolektör sıcaklığının 90 °C seviyelerine çıkması gerekiyor. Buda sistemde ısı kayıplarının artmasına neden oluyor. En önemlisi kolektörlerden birinden faydalanılamıyor.

3.3.2. 2. Bağlantı durumu Kolektörler Arasında

Bu bağlantı modeli Şekil 3.36.'de görüldüğü gibidir. Kolektörlerin üst ve orta kısmı birbirine bağlanmış ve çıkış olarak alınmıştır. Kolektör girişi ise alttan ve kolektörlerin dış kısımlarından girilmiştir. İki kolektör alttan iç kısımdan birbirine bağlanmıştır. Bu durumda kolektörlere gelen suyun dıştan eşit bir şekilde gireceği ve çıkışta ortak olan noktadan çıkacağı düşünülmüştür.

Bu bağlantı modelinde hareketli tabii dolaşımli sistemde kollektörler doğu veya batı yönünde eğim aldığı durumda güneş enerjisi kollektörlerinde üstte olan (doğu konumunu aldığında batı da kalan kollektörde) kollektörde sıcak su dolaşımı belirli bir konumu geçtiğinde aniden durur. Kollektörler doğu veya batı konumunda iken kollektörlerden biri devre dışı kalıp sadece bir kollektör çalışıyor. Hareketli sistemden istenilen verim alınamıyor. Bu durumun deney sonuçları ekteki çizelgelerde sunulmuştur.

1. bağlantı durumu ile 2. bağlantı durumu incelendiğinde 2. bağlantı durumunun 1. Bağlantı durumundan daha kötü olduğu ortaya çıkmaktadır. 2. bağlantı durumunda kollektör çıkış sıcaklığı sürekli 90 °C 'nin üstündedir. Depodaki suyun sıcaklığı da incelendiğinde 1. bağlantı durumunda depo sıcaklığı 62 °C seviyesine ulaşırken 2. bağlantı durumunda 57 °C seviyelerinde gezmektedir.

1. bağlantı durumu ile 2. bağlantı durumu incelendiğinde 2. bağlantı durumunun 1. Bağlantı durumundan daha kötü olduğu ortaya çıkmaktadır. 2. bağlantı durumunda kollektör çıkış sıcaklığı sürekli 90 °C 'nin üstündedir. Depodaki suyun sıcaklığı da incelendiğinde 1. bağlantı durumunda depo sıcaklığı 62 °C seviyesine ulaşırken 2. bağlantı durumunda 57 °C seviyelerinde gezmektedir.

Güneş enerjisi sisteminde meydana dolaşım durması sonucu kollektör çıkış sıcaklığı yükseliyor ama dolaşım olduğu anada düşüyor yani sistemde suyun dolaşabilmesi için kollektör sıcaklığının 90 °C seviyelerine çıkması gerekiyor. Buda sistemde ısı kayıplarının artmasına neden oluyor. En önemlisi kollektörlerden birinden faydalanılamıyor.

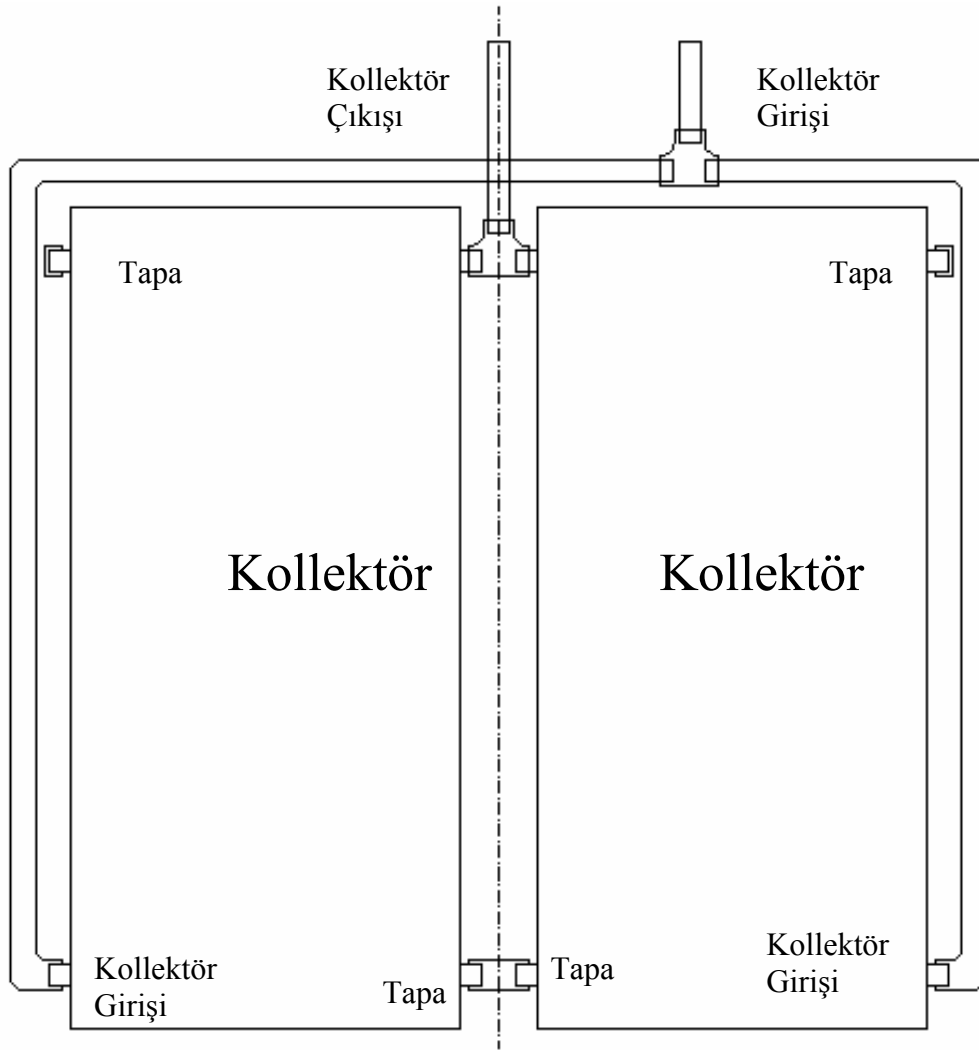
3.3.3. 3. Bağlantı durumu Kollektörler Arasında

Bu bağlantı modeli Şekil 3.37.'de görüldüğü gibidir. Kollektörlerin üst ve orta kısmı birbirine bağlanmış ve çıkış olarak alınmıştır. Kollektör girişi ise alttan ve kollektörlerin iç kısımlarından birbirine bağlanmış ve giriş olarak alınmıştır. Bu durumda kollektörlere gelen suyun içten eşit bir şekilde gireceği ve çıkışta ortak olan

iç noktadan çıkacağı düşünülmüştür.

Şekil 3.37.'de görülen bağlantı modeli sisteme uygulandığı zaman güneş kolektörleri doğu – batı konumuna hareket ettiğinde veya eğim durduğu durumlarda dahi iki kolektördede devir daim yapmaya devam etmektedir. Bu durumda iki kolektörden faydalanılmaktadır. Bu durumun deney sonuçları ekteki çizelgelerde sunulmuştur.

1.,2.,3. bağlantı durumları incelendiğinde 3. bağlantı bariz bir şekilde fark

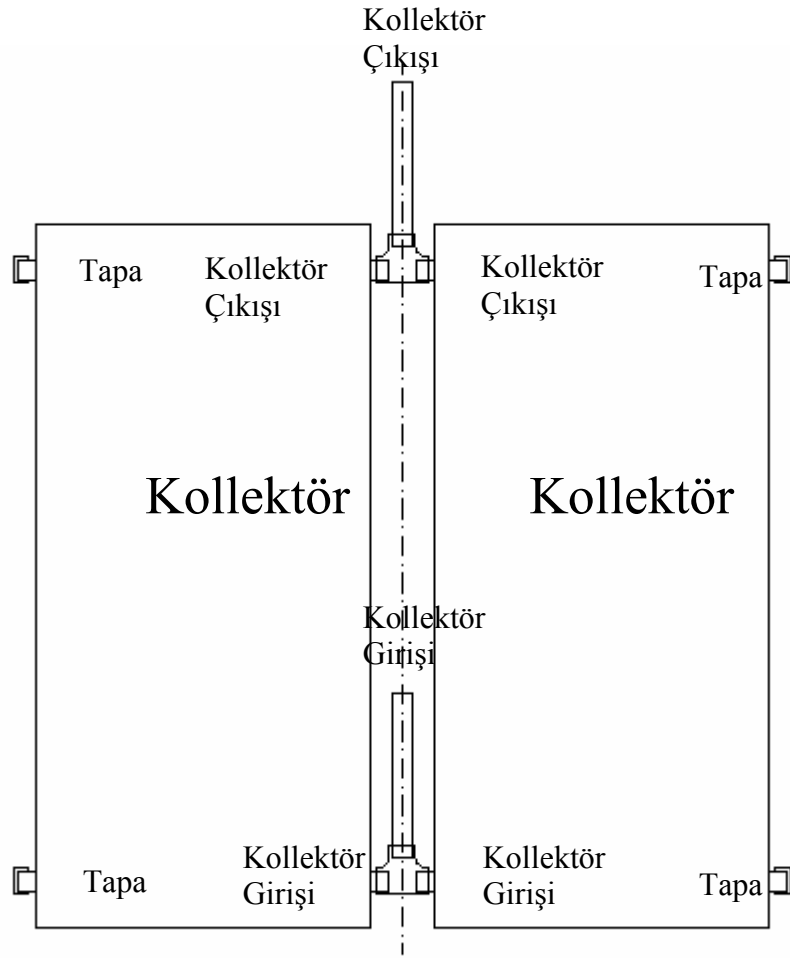


Şekil 3.36. 2. Bağlantı durumu kolektörler arası

göstermektedir. Kolektöre giren ve çıkan su sıcaklıkları arasında çok büyük farklar doğmamaktadır. Depo sıcaklığı gün bitimindeki en yüksek sıcaklığı 1. bağlantı modelinde 62,5 °C; 2. bağlantı modelinde 57,1 °C; 3. bağlantı modelinde 78,2 °C'dir.

Gün başlangıcında depo sıcaklığı soğutulmazsa 3. bağlantıda suyun sıcaklığı 81,8 °C değerine kadar ulaşmaktadır. Yapılan deney ISPARTA / Şarkıkaraağaç 'tan daha sıcak bir yerde yapılıyorsa, izolasyon yapılıyorsa deney sonunda çıkan depo sıcaklığı daha yüksek olurdu.

Bağlantı modellerinin hepsi incelendiğinde en iyi ve ideal olan bağlantı modeli 3. bağlantı modelidir. Sistem sürekli stabil olarak iki kollektör aynı anda çalışmakta ve sistemde hava problemi bulunmamaktadır.



Şekil 3.37. 3. Bağlantı Durumu Kollektörler Arası.

4. BULGULAR

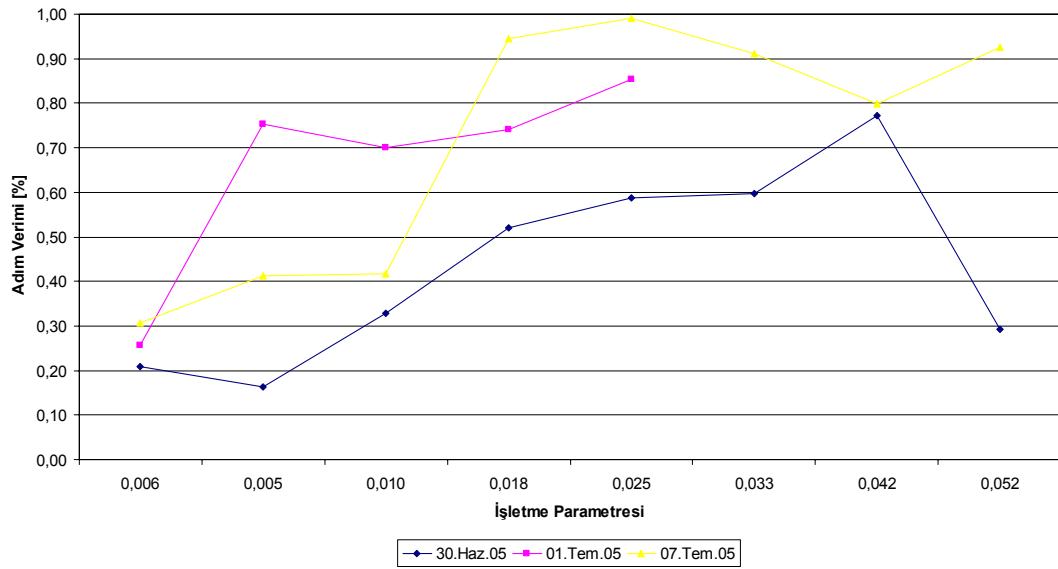
Sabit pompalı güneş enerjisi deneyi;

30 Haziran, 01 Temmuz, 07 Temmuz tarihli düzlemsel kolektör verim deney sonuçları eklerde verilmiştir. Eklerde verilen sonuçlar incelendiğinde pompa kademesi arttıkça düzlemsel kolektörün verim üzerindeki etkisi incelenmiştir.

30 Haziran 2005 tarihli düzlemsel kolektör verimi (kademe-1) % 43'dir.

01 Temmuz 2005 tarihli düzlemsel kolektör verimi (kademe-2) % 68'dir.

07 Temmuz 2005 tarihli düzlemsel kolektör verimi (kademe-3) % 71'dir.



Şekil 4.1. Pompalı sabit güneş enerjisi sisteminin kolektör verimleri

Sabit düzlemsel güneş kolektörü sistemi güneş ışınlarından saat 10:00 ile 15:00 arası verimli bir şekilde yararlanmaktadır. Eklerde verilen grafikler incelendiği zaman daha iyi anlaşılır.

Pompanın devri arttıkça verim artmaktadır ama belirli bir seviyenin üstüne çıktığında ısı transferi için gerekli olan zaman azalacağından verim üzerinde ters bir etkisi olmaktadır.

Deneyi yapılan sabit güneş enerjisi sistemi iki panelden oluşmakta ve 4 m² alana sahip olduğu için hesaplanan debi 0,077 lt/sn 'dir.

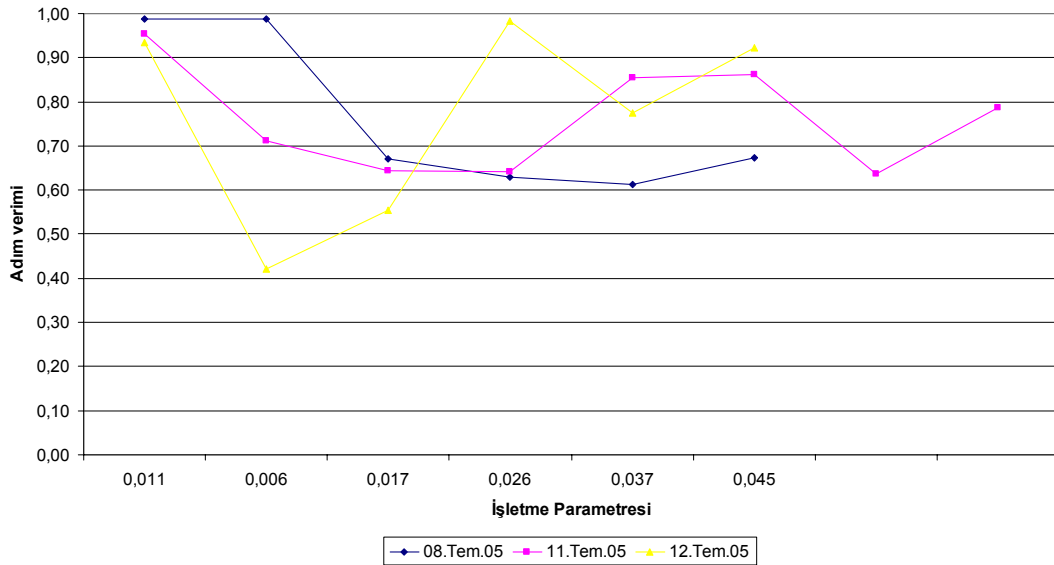
Hareketli pompalı güneş enerjisi deneyi;

08 Temmuz, 11 Temmuz, 12 Temmuz tarihli düzlemsel kolektör verim deney sonuçları eklere verilmiştir. Eklere verilen sonuçlar incelendiğinde hareketli sistemin düzlemsel kolektör verimi üzerindeki etkisi incelenmiştir.

08 Temmuz 2005 tarihli düzlemsel kolektör verimi (kademe-1) % 76' dir.

11 Temmuz 2005 tarihli düzlemsel kolektör verimi (kademe-2) % 76' dir.

12 Temmuz 2005 tarihli düzlemsel kolektör verimi (kademe-3) % 77' dir.



Şekil 4.2. Pompalı hareketli güneş enerjisi sisteminin kolektör verimleri

Sonuçlar incelendiğinde sabit sistem ile hareketli sistem arasında bariz bir verim farkı vardır. Sabit düzlemsel güneş kolektörü sistemi güneş ışınlarından saat 10:00 ile 15:00 arası verimli bir şekilde yararlanmakta iken hareketli güneş enerjisi sistemi güneş ışınlarını güneşin doğuşundan batışına kadar verimli bir şekilde yararlanmaktadır. Eklere verilen grafikler incelendiği zaman daha iyi anlaşılır.

Hareketli güneş enerjisi sistemi gün boyunca güneş ışınlarından gün boyunca faydalandığı için düzlemsel kollektörün verimi yüksek çıkmıştır.

Hareketli güneş enerjisi sistemi gün boyunca güneş ışınlarından gün boyunca faydalandığı için pompanın debisindeki değişme verimi etkilememiştir. Pompanın debisinin artması veya azalması sadece ısıtılacak kullanma suyunun hazırlanma süresini etkiler. Pompanın debisi arttığı zaman ısı transferi için gerekli süre azalır ve ısı kayıpları artar.

Deneyde kurulan güneş enerjisi sisteminin borularına yalıtım yapılmamıştır. Deney sisteminde sürekli değişiklik yapılması ve deneyin yazın yapılmasından dolayı yalıtıma gerek görülmemiştir. Hesaplanan verim değerleri boruları yalıtım yapılmamış güneş enerjisi sistemi içindir.

Sabit tabii dolaşimli güneş enerjisi deneyi;

18 Ağustos, 22 Ağustos tarihli düzlemsel kollektör verim deney sonuçları eklerde verilmiştir. Eklerde verilen sonuçlar incelendiğinde sabit tabii dolaşimli sistemin düzlemsel kollektör verimi üzerindeki etkisi incelenmiştir.

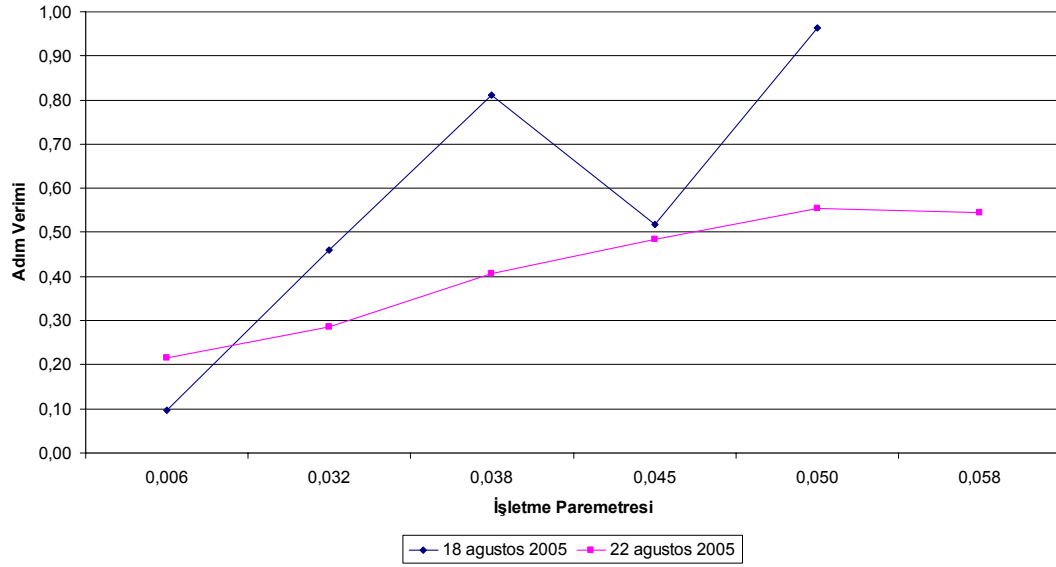
18 Ağustos 2005 tarihli düzlemsel kollektör verimi % 57'dir.

22 Ağustos 2005 tarihli düzlemsel kollektör verimi % 41'dir.

Sabit tabii dolaşimli güneş enerjisi sistemi gün boyunca güneş ışınlarını saat 10:00 ile 15:00 arası alması ve debinin çok küçük olmasından dolayı düzlemsel güneş kollektörünün verimi düşük çıkmıştır. Sistem ısınan suyun hafiflemesi prensibine göre çalıştığı için kolektörde ısınan su ile kolektöre giren su arasındaki fark arttıkça debi artar ve depodaki su daha kısa sürede ısınır. Eklerde verilen grafikler incelendiği zaman daha iyi anlaşılır.

Gün içerisinde 5 saat güneş ışını alan sabit güneş kollektörü dönüşüm yapabilmesi için kolektör çıkışı sürekli 80 °C civarında gezer. Bu durum boruların yalıtım yapılmamış

olması ve debinin düşük olması düzlemsel kollektörün verimini düşürmektedir.



Şekil 4.3.Tabii dolaşımli sabit güneş enerjisi sisteminin kollektör verimleri

Hareketli tabii dolaşımli güneş enerjisi deneyi;

13 Temmuz, 14 Temmuz, 23 Ağustos, 24 Ağustos tarihli düzlemsel kollektör verim deney sonuçları eklerde verilmiştir. Eklerde verilen sonuçlar incelendiğinde hareketli tabii dolaşımli sistemin düzlemsel kollektör verimi üzerindeki etkisi incelenmiştir.

13 Temmuz 2005 tarihli düzlemsel kollektör verimi % 50'dir.

14 Temmuz 2005 tarihli düzlemsel kollektör verimi % 37'dir.

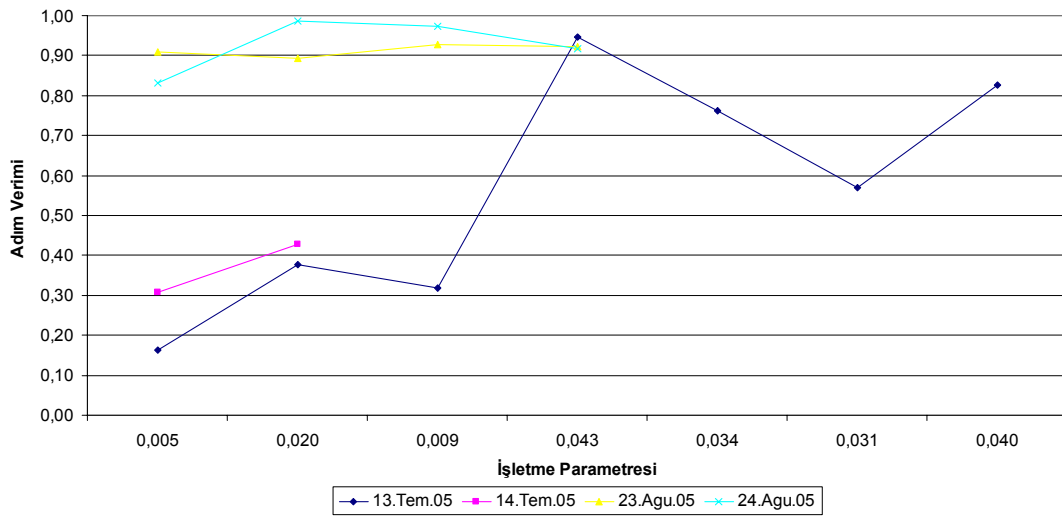
23 Ağustos 2005 tarihli düzlemsel kollektör verimi % 91'dir.

24 Ağustos 2005 tarihli düzlemsel kollektör verimi % 93'dir.

13 Temmuz 2005 tarihinde yapılan deneyde 1. bağlantı durumu için uygulanmıştır. Düzlemsel kollektör doğu ya da batı yönüne döndüğünde üstte olan kolektörde su dolaşımı durmaktadır. Bağlantı modelinde istenilen sonuç kolektörlerin birbirinden bağımsız olarak çalıştırılabilmektir. Yapılan 10 'ar dakikalık ölçümlerde sistem çalışma esnasında kollektörlerden birinin dönüş eğimli durduğunda devre dışı kalıyor. Düzlemsel kolektörün günlük ortalama verimi % 50 'ler seviyesinde kalıyor.

14 Temmuz 2005 tarihinde yapılan deneyde 2. bağlantı durumu için uygulanmıştır.

düzlemsel kolektör doğu ya da batı yönüne döndüğünde üstte olan kolektörde su dolaşımı durmaktadır. 1. bağlantı durumunda yaşanan olumsuzluğu gidermek için iki kolektör arası alttan bir birine birleştirildi. Doğu – batı yönün de eğim verildiği zaman yine kolektörlerden biri devre dışı kalıyor. Bu sonuç yapılan 10’ar dakikalık ölçümlerle de ispatlanmıştır. Düzlemsel kolektörün günlük ortalama verimi % 37 ‘ler seviyesinde kalıyor. İki kolektör arasına yerleştirilen ara bağlantı kolektörlerin 1. bağlantı durumuna göre daha fazla devre dışı kalıyor. Sistem içerisinde hava birikmesi de meydana geliyor.



Şekil 4.4. Tabii dolaşimli hareketli güneş enerjisi sisteminin kolektör verimleri

23 Ağustos 2005 tarihinde yapılan deneyde 3. bağlantı durumu için uygulanmıştır. İki kolektör arasında giriş ve çıkış kolektörler arasından ortak alınmaktadır. Yapılan ölçümlerde kolektörlerin doğu – batı yönünde hareketinde kolektörlerin ikisinde de hava yâda dolaşım durması gibi olumsuz durum oluşmamaktadır. Sistemin sağlıklı çalıştığı düzlemsel kolektörün veriminden de belli olmaktadır, düzlemsel kolektörün günlük ortalama verimi % 91’dir. Güneş enerjisi sistemi sabah saat 08:30 ‘da depo da 30 °C olan kullanma suyu günün sonun da saat 17:30 ‘da 77,3 °C sıcaklığına ulaşmaktadır. Günlük maksimum sıcaklık değeri 78,2 °C ölçülmüştür.

24 Ağustos 2005 tarihinde yapılan deneyde 3. bağlantı durumu için uygulanmıştır. Depoda bulunan kullanma suyu hiç soğutulmadan ölçüme devam edilmiştir. Sabah saat 08:30 ‘da depo 57,6 °C olan kullanma suyu günün sonun da saat 17:30 ‘da 78,7

°C sıcaklığına ulaşmaktadır. Günlük maksimum sıcaklık değeri 81,8 °C ölçülmüştür. Depodaki suyun başlangıçta sıcak olması düzlemsel kolektörün verimine bir etkisi olmamıştır. Gün içerisinde güneş ışınlarının kuvveti saat 10:00 'dan sonra artmaya başlamıştır ve saat 16:30 'dan sonrada etkisi azalmaktadır. Bu sebepten dolayı düzlemsel güneş kolektörünün günlük ortalama verimi % 93 seviyesine ulaşmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan deneyler kendi aralarında değerlendirildiğinde;

Tabii dolaşımli güneş enerjisi sistemine tasarlanan hareket sistemi uygulandığında düzlemsel kolektörün veriminde % 50 'ye yakın bir verim artışı oluşmaktadır.

Pompaalı güneş enerjisi sistemine tasarlanan hareket sistemi uygulandığında düzlemsel kolektörün veriminde % 25 – 35 'e yakın bir verim artışı oluşmaktadır.

Tabii dolaşımdaki verim artışı ile pompaalı sistemdeki verim artışı arasında fark bulunmasının sebebi pompaalı sistemde kullanılan pompanın kat kaloriferi için kullanılan bir pompa bağlanması ve debisinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Binalarda kullanılan sistem için en ideali tabii dolaşımdır.

Tasarlanan hareket sistemi çatıya yerleştirilmesi düşünülüyorsa sistemin tekrar dizayn edilmesi gerekir. Deneyde kullanılan sistem bahçe için tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemde iki kolektör yana yana bağlanarak hareket sisteminin gücü ispatlanmaya çalışılmıştır.

Tasarlanan hareket sisteminin geliştirilmesinde yada yapılacak çalışmalar için öneriler;

Birinci öneri, rüzgâra karşı korumasız olmasıdır. Bu durumun ortadan kaldırılabilmesi için sistem tek kolektörlü yapılmalı ve birden fazla kolektör bağlanacak ise yan yana ve ayrı ayrı hareket edebilecek şekilde tasarlanmalıdır.

İkinci öneri, sistemde kullanılan rotlar özel yapım olmadığı için güneş kolektörü 1 cm kadar salınım yapmaktadır. Rüzgâr durumunda kolektör sürekli titreşim yapar en sonunda mili kaynak yerinden kırar.

Üçüncü öneri, sistemin milinin tam olarak koruma altına alınamamasıdır. Milin özel

bir kanal içerisine yerleştirilmesi sorunu çözmektedir. Bunun için tornada özel olarak hazırlanması gerekir.

Dördüncü öneri, sistemde kullanılan gözler dış ortamdan etkilenmeleridir. Gözlerin üzerinde bulunan camlar tasarlandığı gibi kullanıldığında üzerine gelen pislik, kir ve kar gibi doğal etkilerden etkilenebilir. Ayrıca gözler uzun süreli güneşle temasında bozulma yâda görevlerini yerine getiremememe durumuyla karşılaşılabılır. Tasarlanan sistemin denemesi 1 yıl yapıldı. Kullanılan LDR 'lerin ne kadar süre görevlerini yerine getireceği bilinmemektedir.

Tasarlanan sistemin avantajları;

Birinci avantajı, sistemin sadece tek yön dönüş yapılması sistemin dizaynının da kolaylık ve maliyet yönünden avantaj sağlamıştır. Doğu – batı yönünde otomatik hareket ederken kuzey – güney konumu bölgenin aylık değerleri baz alınarak el ile ayarlayabilme imkanı vardır.

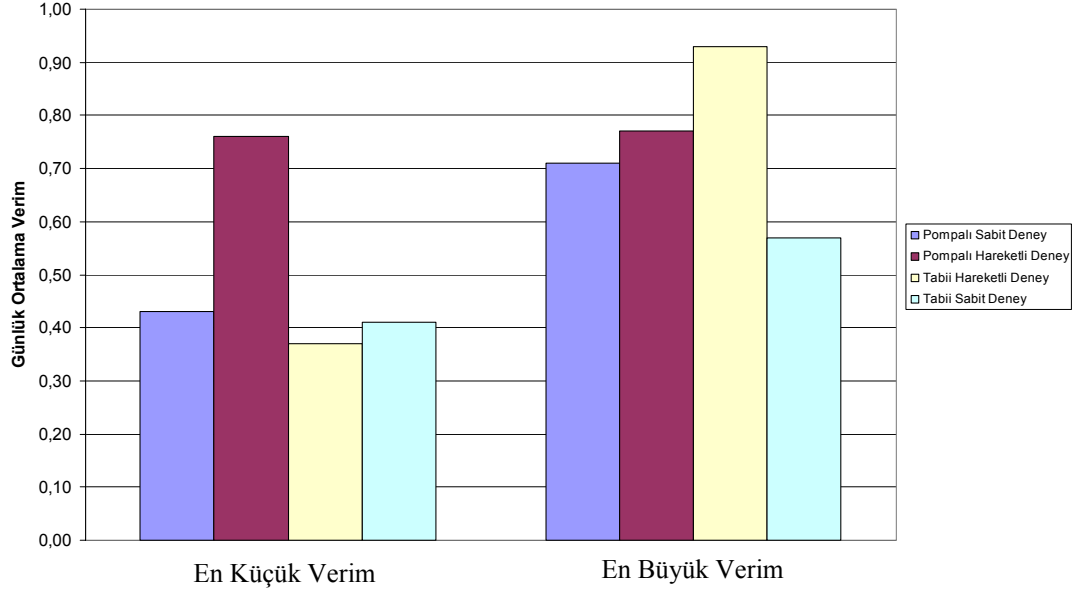
İkinci avantajı, sistemin hareket kontrolünü sağlayan elektronik devre en basit şekilde hazırlanmıştır. Böylece sistemin maliyeti daha alt seviyeleri çekilmiş olur.

Üçüncü avantajı, mevcut bulunan bütün hareketli sistemlerde hareket sağlayıcı olarak hidrolik sistem yada adım motorları kullanılmıştır. Bu elemanların fiyatları çok yüksektir. Tasarlanan sistem de hareket merkezinin gücünü Tofaş marka arabaların silgeç motorunun oluşturması sistemin maliyetini daha da düşürmektedir.

Dördüncü avantajı, sistemin hareket sağlayan sistemin mevcut sistemlere kolayca uygulanabilmesidir. Evlerde kullanılan mevcut sistemlere uygulanabilir olması ve maliyetinin 300 YTL civarındadır, toplu imalata geçildiğinde maliyet daha alt seviyelere çekilebilir.

Güneş enerjisi sistemlerinden en fazla evlerde kullanma suyu hazırlamak için kullanılmaktadır. Evlerde kullanılan güneş enerjisi sistemlerinden en verimli şekilde

faydalanabilmek için hareketli sistemler daha yaygın hale getirilmelidir. Sistemin mevcut sistemlere göre % 50 daha verimli olduğu yapılan deney sonucu ispatlanmıştır.



Şekil 5.1. Tüm sistemlerin günlük ortalama verimleri

Tasarlanan sistemin daha fazla geliştirilebilmesi için öneriler;

Evlerde kullanılan güneş enerjileri hareketli sisteme geçirilirse eski sistemle iki kolektörün vereceği ısı enerjisini hareketli tek bir kolektör verebilecektir.

Evlerde kullanılacak sistem tek kolektörlü tasarlanırsa sistemin ilk kurulum maliyeti minimum seviyeye çekilmektedir.

Tek kolektörlü tasarlanacak olan sistemin üzerine deposu da monte edilip o şekilde doğu – batı arası tarama yapılırsa sistemin görünüşü daha toplu olur. Çatılarda çevre kirliliği yapan bir görüntüsü olmaz.

KAYNAKLAR

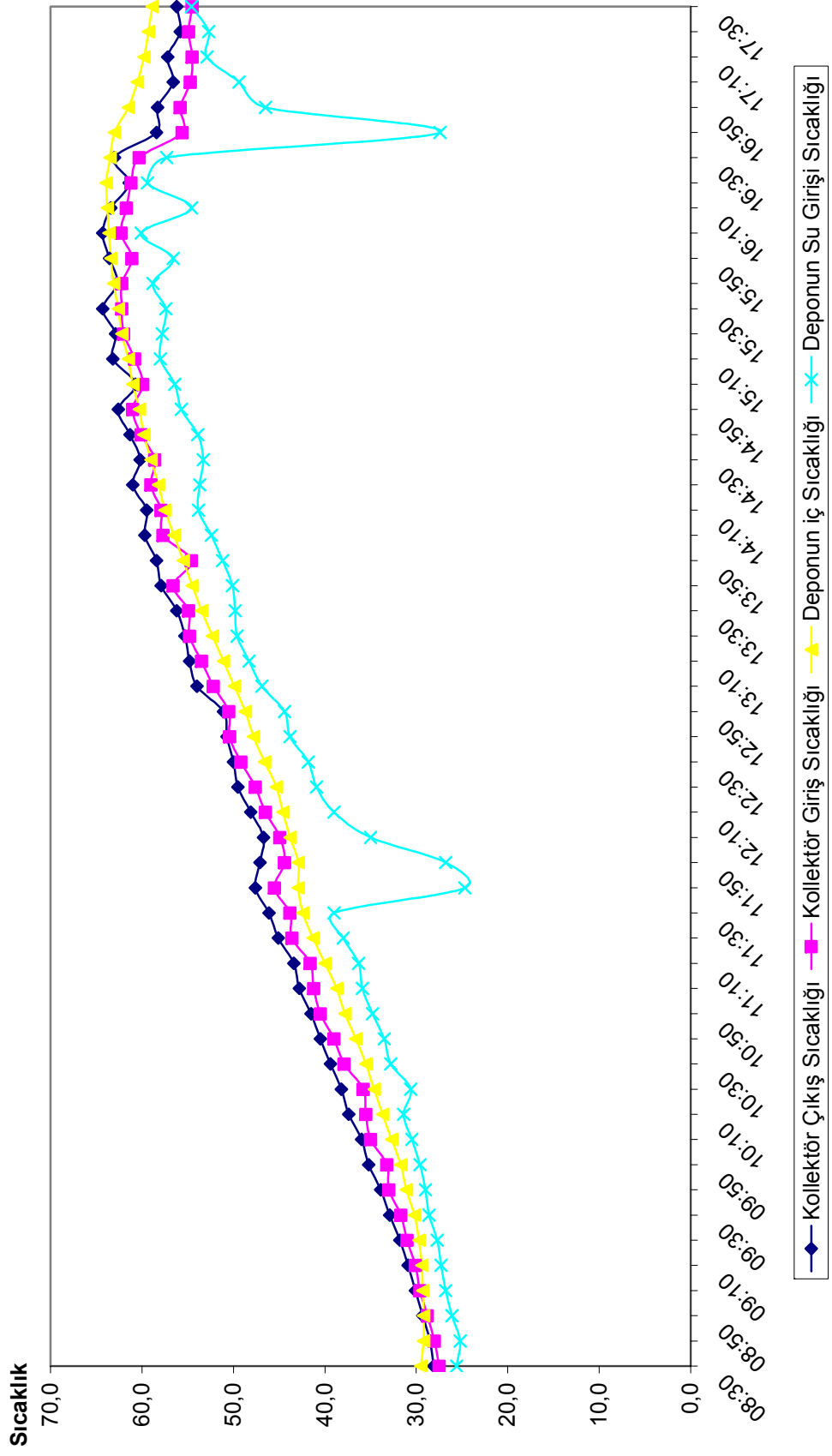
- Alaçakır, F.B., Güneş Pilleri, EİEİ Genel Müdürlüğü, Ankara, 2005, 34-35 s.
- Altıntop, N.,1999, Güneş günü Sempozyumu'99: bildiriler kitabı; 25-27 Haziran 1999,Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 67-70 s.
- Ardel, A., Kurtel,A., Dönmez, Y., 1969, Klimatoloji Tatbikatı, Taş matbaası, İstanbul, 15, 25, 32 s.
- Atagündüz, G., 1989, Güneş enerjisi temelleri ve uygulamaları, Ege Üniversitesi, İzmir, 1-5 s.
- Atlas İ.H., 1998, Yenilebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye'deki Potansiyeli, Şubat yayını, Ankara, 58-59 s.
- Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü İnternet Sitesi Yayınları, 2005, 1-2 s., <http://www.bogazici.edu.tr>
- erik, H.V., 2000, Makine Elemanları, Milli Eğitim Yayınları, Ankara, 365-368 s.
- ıtıroğlu, A., 2005, Güneş Enerjisinden Yararlanarak Elektrik retimi İnternet Yayını, Ankara, 1-5 s., <http://www.gunes.gov.tr>
- Deriş, N., 1979, Güneş Enerjisi Sıcak Su ile Isıtma Tekniği, Sermet Matbaası, İstanbul, 15-16 s.
- D.M.İ., 2005, ISPARTA / Şarkikaraağaç İlçesi Otomatik lm İstasyonu Verileri
- D.M.İ., 1981, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli, Devlet Meteoroloji işleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 30-35 s.
- Duffie, J.A., Beckman, W.A., 1974, Solar Energy Thermal Processes, Willey and Sons, Newyork, 65-66 p.
- Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü İnternet Sitesi Yayınları, 2005, 1-3 s. <http://www.eie.gov.tr>.
- E.İ.E.İ., 1982,Güneş ve Rzğâr Enerjisi Sempozyumu, Elektirik İşleri Etüd İdaresi, Ankara, 23-24 s.
- E.T.K.B., 1986, Enerji Kaynaklarımız, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara, 34-37 s.
- ISO 9806-Part 2, 1994, Qualification test procedures, International Standart

- İnan, D.,1997, Enerji Kaynağı olarak Güneş, Güneş Enerjisi Sistemleri Semineri, İçel, 20-21 s.
- Kalkımışım M., 1999 Düzlemsel Güneş Kollektörlerinin Adım Motoru ile Kontrolü, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 15-22, 35-42 s.
- Karaçavuş K., 2001, Edirne İli Koşullarında Foto – Kontrol Üniteli Hareketli Deney Standında Çeşitli Düzlemsel Güneş Enerjisi Toplayıcılarının Verim Değerinin Araştırılması”, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne, 12-20, 56-60 s.
- Kılıç, A., 1983, Güneş enerjisi, Kipaş, İstanbul, 34-36 s.
- Lunde, P.J., 1991 Solar thermal engineering, space heating and hot water system, Jhon Wiley&Sons, Newyork, 23-24 p.
- Makro, A. and Braun, P.O. 1994, Thermal use of solar energy in buildings, Fraunhofer ISE, Germany, 12-13 p.
- Özbalta, N., 2000, Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Uygulamalar, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Uygulamaları Enstitüsü Yayınları, İzmir, 1-5 s.
- Söhmen, H.M., Tırıs, M., Tırıs, Ç., Erdallı, Y., 1997, Güneş Kollektörleri Test Yöntemleri ve Seçici Yüzey Uygulamaları, Güneş Enerji Sistemleri Semineri, İçel, 20-21 s.
- Tezacan M., 2001, Düzlemsel Güneş Kollektörleri ve Verim Hesaplamaları, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 6-9, 23-34, 42-45 s.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İnternet Sitesi Yayınları, Ankara, 1990, <http://www.etkb.gov.tr>
- T.M.M.O.B., 1987, Sıhhi Tesisat Proje Hazırlanma Esasları, Makine Mühendisleri Odası 122 Nolu Yayını, İstanbul, 234-240 s.
- Tırış, Ç. Ve Varol, H.S., 1994, Sıvılı düzlemsel güneş kolektörlerinin optimizasyonu, imalatı ve Türkiye’ nin farklı bölgelerine uygulamaları, Tübitak-M.A.M. Matbaası, Kocaeli, 56-60 s.
- Tırıs, M., Tırıs, Ç. ve Erdallı, Y., 1997, Güneş enerjili su ısıtma sistemleri, Tübitak-M.A.M. Matbaası, Kocaeli, 65-70 s.
- Tırıs, Ç. ve Tırıs, M., 1998, Kollektör yutucu yüzeyi optik özelliklerinin toplam ısı kayıp katsayısına etkisi, Tübitak-M.A.M matbaası, Kocaeli, 21-23 s.

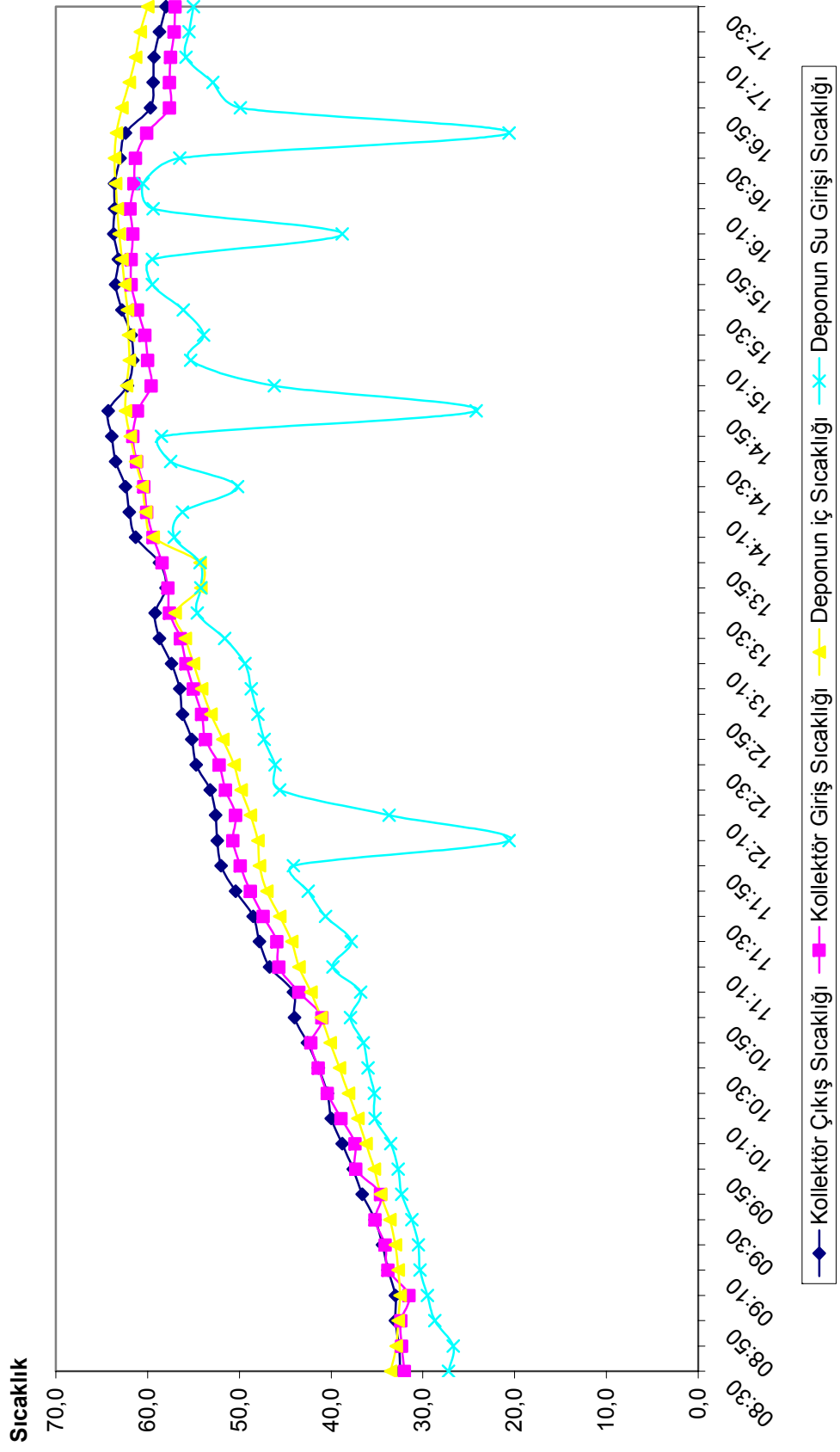
- TS-4801, 1986, Güneş enerji toplayıcıları-ısıl performans deney metodları, TSE, Ankara, 234- 244 s.
- TS-3680, 1989, Güneş enerji toplayıcıları düz, TSE, Ankara, 200-222 s.
- T.S.E., 1985, TS 3680-Düz Güneş Enerjisi Toplayıcıları Standart Kataloğu, Ankara, 120-123 s.
- T.S.E., 1998, TS ISO 9806-1 Güneş Enerjisi-Güneş Kollektörleri Deney Metodları 1: Camlı Sıvı Isıtma Kollektörleri İçin Isıl Performans” Standart Kataloğu, Ankara, 134-154 s.
- T.S.E., 1998, TS ISO 9806-2 Güneş Enerji- Güneş Kollektörleri Deney Metodları 2: Değerlendirme Deneyleri ,Standart Kataloğu, Ankara, 100-123 s.
- T.S.E., 1994, TS 9449 Güneş Enerji-Güneş Takip Eden Yoğunlaştırıcı Toplayıcıları Isıl Performans Deney Metodları, Standart Kataloğu, Ankara, 210 -123 s.
- Uyarel, A.Y.,Öz.E.S.,1987, Güneş Enerjisi Uygulamalar, Birsen Yayını Evi, Ankara, 12-16, 50 -60 s.
- Yener, C., 1976, Güneşin Işınım Enerjisinin Türkiye'deki Dağılımı, Ankara, 45-50 s.

EKLER

Sabit Pompalı (1.Kademe) 30 Haziran 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

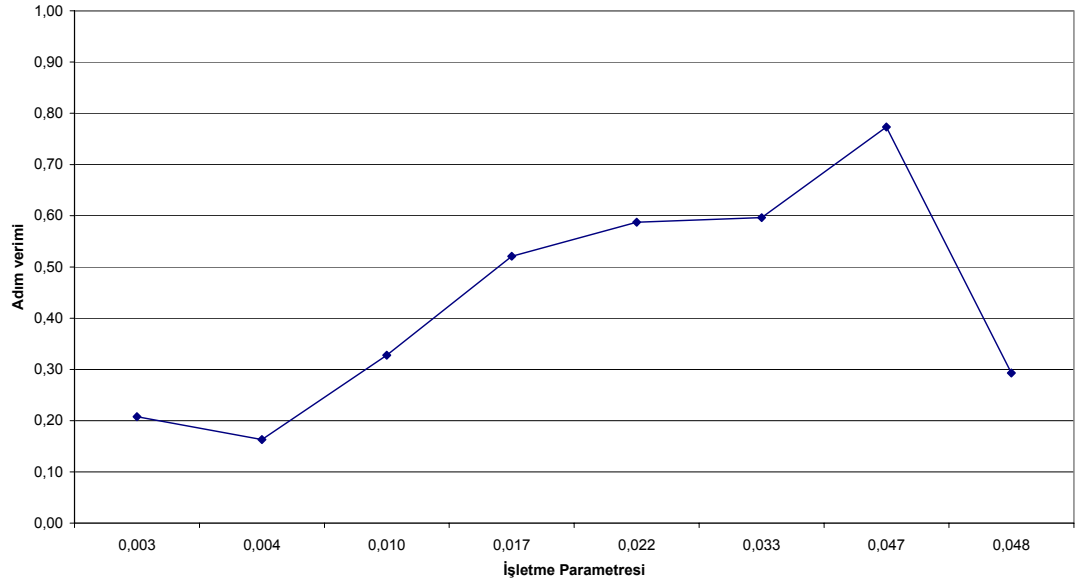


Sabit Pompalı (2.Kademe) 01 Temmuz 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

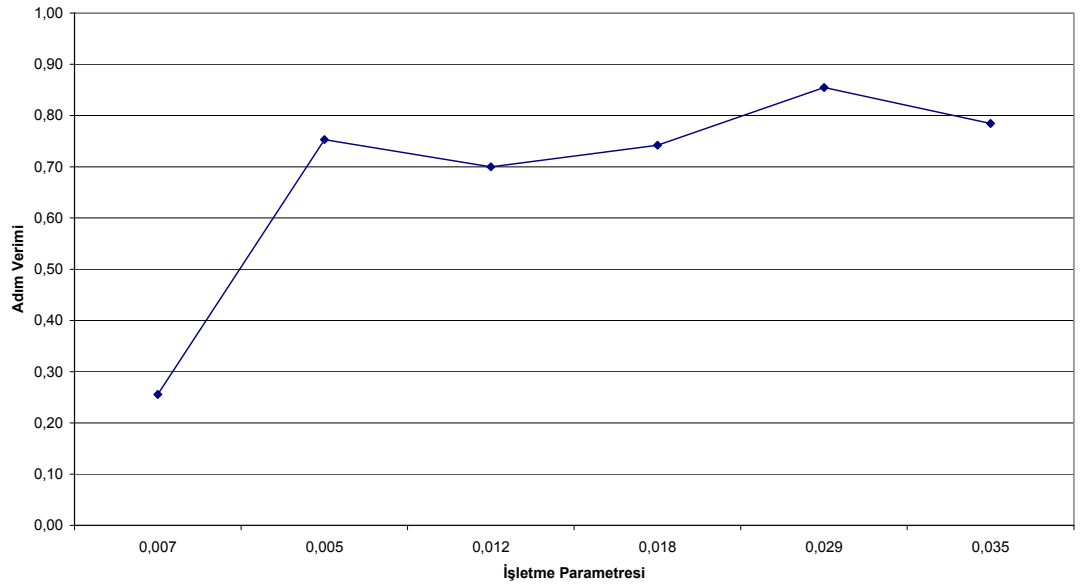


Deneyin Yapıldığı		DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri			
Tarih:	Yer:	DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Kollektörün Boyutları	Kollektörün Faydalı Alanı		
30.06.2005 İSPARTA /Şartıkaraağaç		Çevre Şartları		Isı Taşıyıcı Akışkan (Su) Sıcaklıkları		Suyun İşletme Şartlarına Bağlı Özellikleri		Hesaplanan		Hesaplanan		193x93x10		1,627	
Ölçüm Sıra ve Zaman	Çevre Sıcaklığı	Rüzgar Hızı	Bulutluluk Oranı	Şebeke Suyu Sıcaklığı	Kollektör Giriş Sıcaklığı	Kollektör Çıkış Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Üst Sıcaklığı	Suyun Özgül Isısı	Hacimsel Debi	Kütlesel Debi	Ölçülen Güneş Işınımı	Faydalı Isı	İşletme Parametresi	Günlük Verimi
1	08.00 - 09.00	25,5	0	18,0	27,5	28,1	29,5	25,6	995	0,10	99,50	738	250	0,003	0,2078
2	9.00 - 10.00	27,0	0	18,2	29,6	30,1	29,3	26,8	995	0,10	99,50	783	208	0,004	0,1632
3	10.00 - 11.00	28,0	3	18,9	35,0	36,0	32,7	30,5	994	0,10	99,40	778	415	0,010	0,3278
4	11.00 - 12.00	28,7	3	19,0	41,2	42,8	38,7	35,9	992	0,10	99,20	783	664	0,017	0,5209
5	12.00 - 13.00	28,8	2	19,3	44,9	46,7	43,8	35,0	990	0,10	99,00	780	746	0,022	0,5875
6	13.00 - 14.00	28,0	1	20,0	52,2	54,0	49,9	46,9	988	0,10	98,80	767	744	0,033	0,5963
7	14.00 - 15.00	28,0	0	21,0	57,7	59,7	56,5	52,4	983	0,10	98,30	655	824	0,047	0,7732
8	15.00 - 16.00	27,3	0	21,5	59,9	60,7	61,0	56,4	983	0,10	98,30	691	330	0,048	0,2932
9	16.00 - 17.00	26,0	0	22,0	62,3	64,3	63,6	60,1	980	0,10	98,00	Güneş ışınımı 640 W/m ² den daha düşüktür.			
10	17.00 - 18.00	22,0	0	22,5	54,7	56,6	60,5	49,4	985	0,10	98,50				
Deneyin Yapıldığı		DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri			
Tarih:	Yer:	DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Kollektörün Boyutları	Kollektörün Faydalı Alanı		
01.07.2005 İSPARTA /Şartıkaraağaç		Çevre Şartları		Isı Taşıyıcı Akışkan (Su) Sıcaklıkları		Suyun İşletme Şartlarına Bağlı Özellikleri		Hesaplanan		Hesaplanan		193x93x10		1,627	
Ölçüm Sıra ve Zaman	Çevre Sıcaklığı	Rüzgar Hızı	Bulutluluk Oranı	Şebeke Suyu Sıcaklığı	Kollektör Giriş Sıcaklığı	Kollektör Çıkış Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Üst Sıcaklığı	Suyun Özgül Isısı	Hacimsel Debi	Kütlesel Debi	Ölçülen Güneş Işınımı	Faydalı Isı	İşletme Parametresi	Günlük Verimi
1	08.00 - 09.00	27,0	0	18,0	32,0	32,5	33,5	27,2	995	0,15	149,25	750	312	0,007	0,2556
2	9.00 - 10.00	28,2	0	18,4	31,5	33,0	32,5	29,5	995	0,15	149,25	764	936	0,005	0,7528
3	10.00 - 11.00	29,0	0	19,0	37,4	38,8	36,2	33,5	994	0,15	149,10	766	872	0,012	0,6998
4	11.00 - 12.00	29,5	0	19,2	42,6	44,1	42,2	36,8	990	0,15	148,50	772	932	0,018	0,7420
5	12.00 - 13.00	29,9	0	19,8	50,7	52,4	48,0	44,0	988	0,15	148,20	758	1054	0,029	0,8547
6	13.00 - 14.00	30,0	0	20,1	55,0	56,5	54,1	48,7	985	0,15	147,75	727	928	0,035	0,7845
7	14.00 - 15.00	30,0	0	21,0	61,3	63,0	59,4	57,1	980	0,15	147,00	Güneş ışınımı 640 W/m ² den daha düşüktür.			
8	15.00 - 16.00	29,0	0	21,4	59,6	62,2	62,3	58,0	983	0,15	147,45				
9	16.00 - 17.00	26,0	0	22,0	61,6	63,7	63,1	60,0	983	0,15	147,45				
10	17.00 - 18.00	25,0	0	22,5	57,6	59,4	62,0	60,0	983	0,15	147,45				

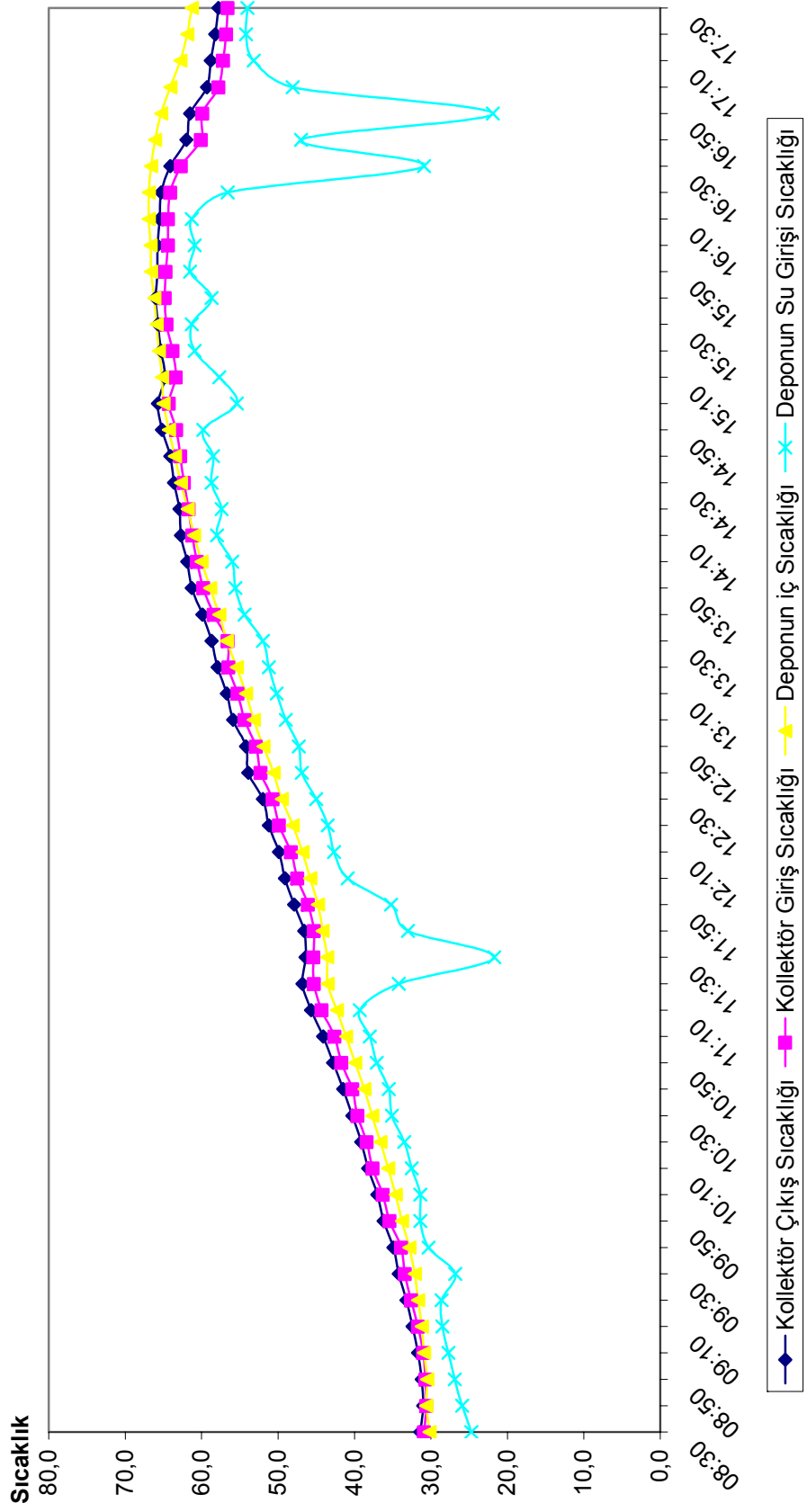
30 Haziran 2005 Adım Verimi



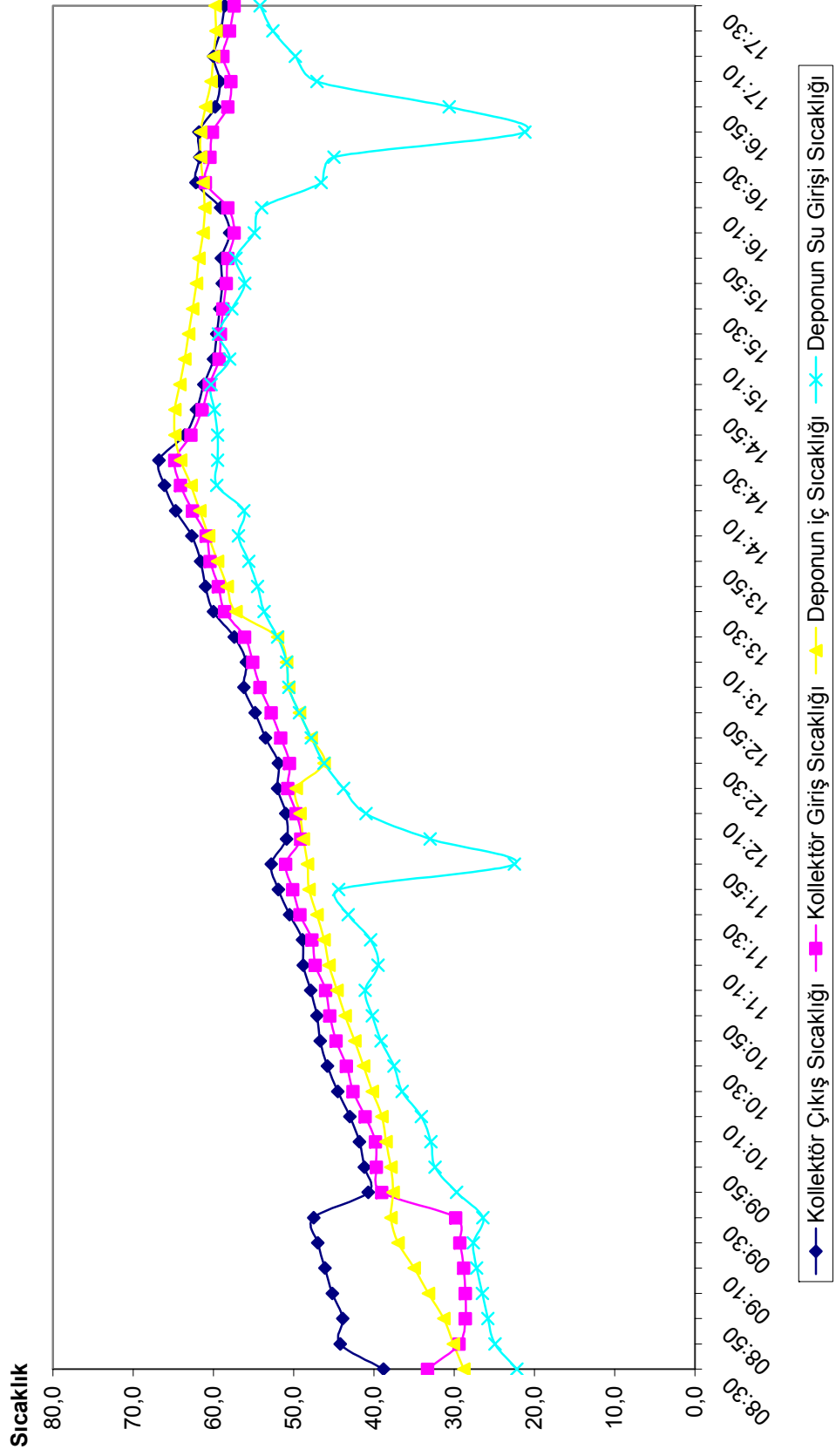
01 Temmuz 2005



Sabit Pompalı (3.Kademe) 07 Temmuz 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

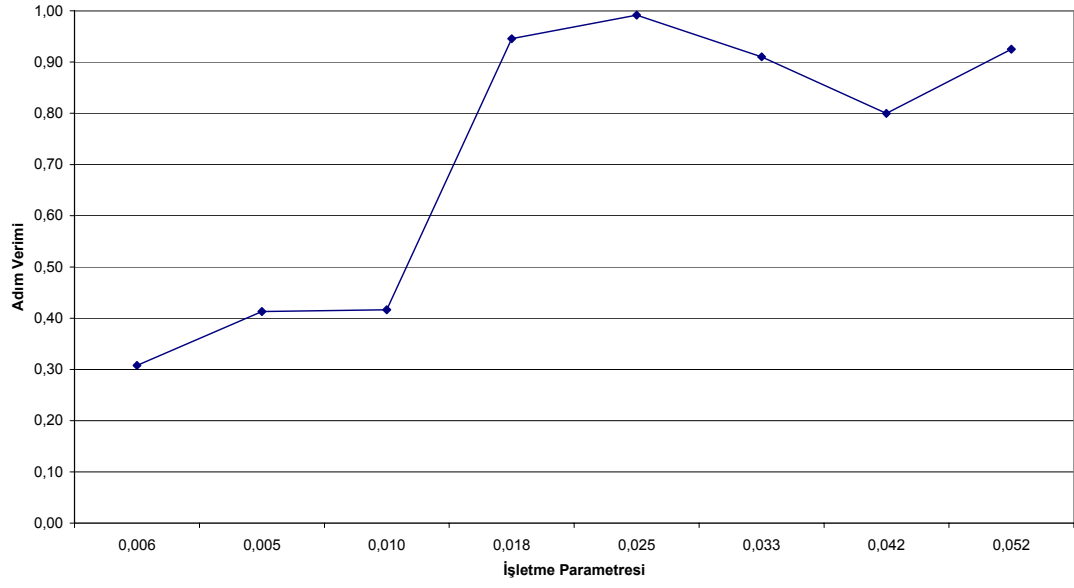


Hareketli Pompalı (1.Kademe) 08 Temmuz 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

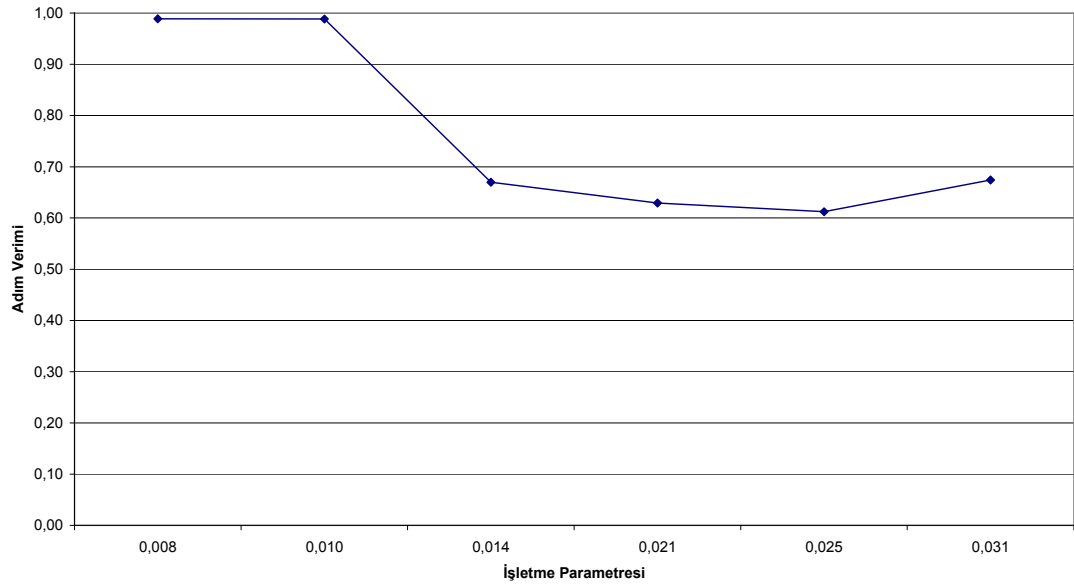


Deneyin Yapıldığı Tarih: Yer:	07.07.2005 İSPARTA /Şartlıkaraağaç		DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI													Deneyde Kullanılan Kolltörün Özellikleri		
	Ölçüm Sıra ve Zaman	Çevre Sıcaklığı	Rüzgar Hızı	Bulutluluk Oranı	Şebeke Suyu Sıcaklığı	Kollektör Giriş Sıcaklığı	Kollektör Çıkış Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Suyun Yoğunluğu	Suyun Özgül Isısı	Hacimsel Debi	Kütlesel Debi	Ölçülen Güneş Işınımı	Hesaplanan Faydalı Isı	İşletme Parametresi	Adım Verimi	Günlük Verimi
1	08.00 - 09.00	27,0	3,2	0	18,0	30,9	31,4	30,2	24,7	995	4,180	0,18	179,10	374	0,006	0,3080		
2	9.00 - 10.00	27,5	6,4	0	18,2	31,0	31,7	30,9	27,7	995	4,180	0,18	179,10	780	0,005	0,4129		
3	10.00 - 11.00	29,0	4,6	7	18,9	36,3	37,0	34,6	31,4	994	4,178	0,18	178,92	523	0,010	0,4166		
4	11.00 - 12.00	30,0	6,0	0	19,5	42,6	44,1	41,1	38,0	990	4,184	0,18	178,20	727	0,018	0,9455		
5	12.00 - 13.00	30,0	5,0	0	19,9	47,5	49,1	45,8	40,9	988	4,184	0,18	177,84	738	0,025	0,9915		
6	13.00 - 14.00	30,5	9,0	0	21,0	54,4	55,9	53,2	49,0	985	4,187	0,18	177,30	752	0,033	0,9101		0,71
7	14.00 - 15.00	30,2	8,5	0	21,3	60,6	61,9	60,0	56,0	983	4,191	0,18	176,94	741	0,042	0,7996		
8	15.00 - 16.00	29,5	5,0	0	21,5	64,3	65,7	65,0	55,4	980	4,193	0,18	176,40	688	0,052	0,9251		
9	16.00 - 17.00	27,0	3,4	2	22,0	64,4	65,8	66,7	60,9	980	4,193	0,18	176,40					
10	17.00 - 18.00	22,0	3,0	0	23,0	57,8	59,3	64,1	61,0	983	4,191	0,18	176,94					
Güneş Işınımı 640 W/m2 den daha düşüktür.																		
Deneyin Yapıldığı Tarih: Yer:																		
08.07.2005 İSPARTA /Şartlıkaraağaç																		
Ölçüm Sıra ve Zaman	Çevre Sıcaklığı	Rüzgar Hızı	Bulutluluk Oranı	Şebeke Suyu Sıcaklığı	Kollektör Giriş Sıcaklığı	Kollektör Çıkış Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Suyun Yoğunluğu	Suyun Özgül Isısı	Hacimsel Debi	Kütlesel Debi	Ölçülen Güneş Işınımı	Hesaplanan Faydalı Isı	İşletme Parametresi	Adım Verimi	Günlük Verimi	
1	08.00 - 09.00	29,2	5,1	0	18,3	33,3	36,1	28,8	22,2	995	4,180	0,10	99,50	1165	0,008	0,9886		
2	9.00 - 10.00	30,0	5,0	0	18,5	36,2	39,1	33,2	26,5	995	4,180	0,10	99,50	1206	0,010	0,9884		
3	10.00 - 11.00	30,5	5,0	1	19,5	39,8	41,8	38,5	32,9	992	4,181	0,10	99,20	830	0,014	0,6700		
4	11.00 - 12.00	31,0	4,5	0	19,6	46,0	47,9	44,6	41,1	980	4,184	0,10	98,00	779	0,021	0,6292		
5	12.00 - 13.00	31,0	5,0	0	20,5	49,1	50,9	48,8	44,0	988	4,184	0,10	98,80	744	0,025	0,6122		
6	13.00 - 14.00	32,0	5,0	0	20,5	54,2	56,2	50,6	50,6	985	4,187	0,10	98,50	825	0,031	0,6742		
7	14.00 - 15.00	31,0	5,0	0	21,0	60,9	62,7	60,6	56,9	983	4,191	0,10	98,30					
8	15.00 - 16.00	30,7	4,5	3	22,2	60,5	61,2	64,2	60,3	983	4,191	0,10	98,30					
9	16.00 - 17.00	29,0	4,0	2	22,5	57,4	58,0	61,3	54,9	984	4,189	0,10	98,40					
10	17.00 - 18.00	25,0	3,0	0	23,0	57,8	59,2	60,3	54,0	984	4,189	0,10	98,40					
Güneş Işınımı 640 W/m2 den daha düşüktür.																		

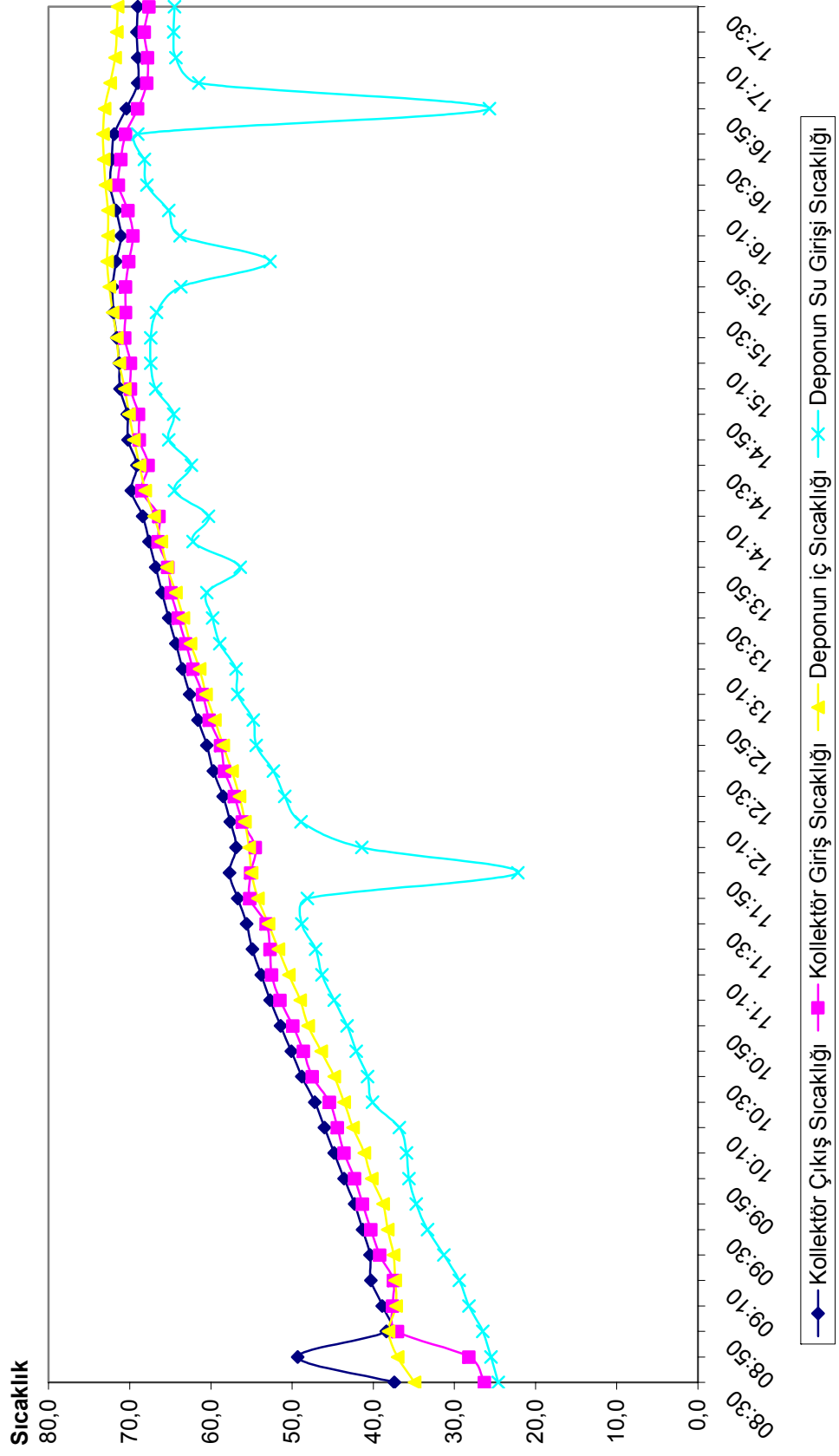
07 Temmuz 2005



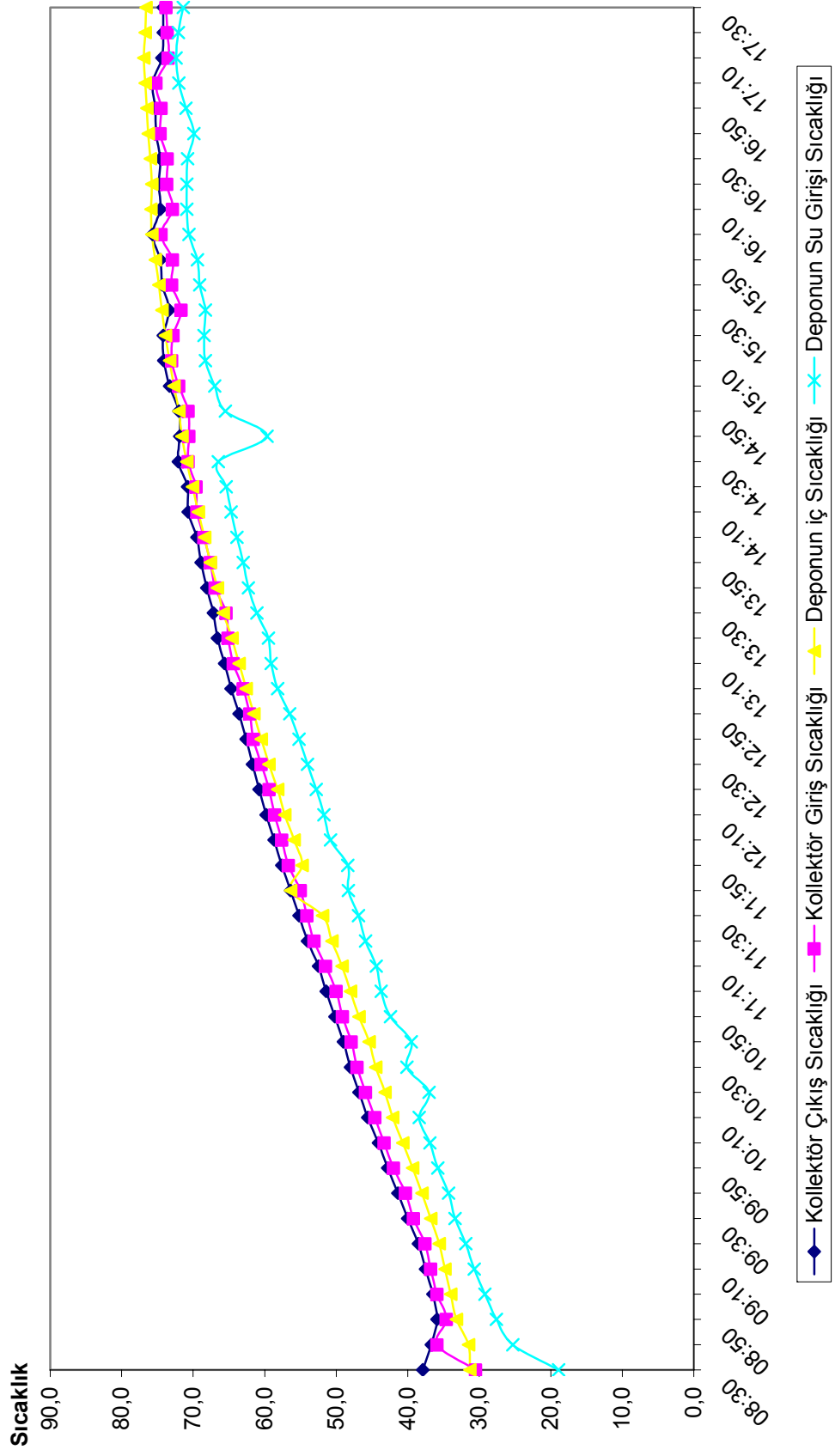
08 Temmuz 2005



Hareketli Pompalı (2.Kademe) 11 Temmuz 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

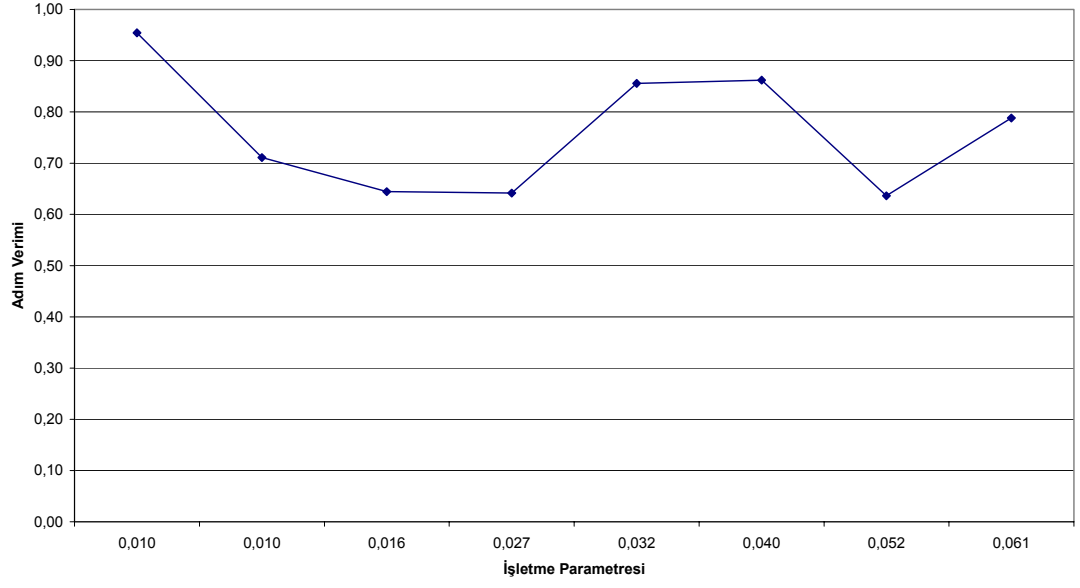


Hareketli Pompalı (3.Kademe) 12 Temmuz 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

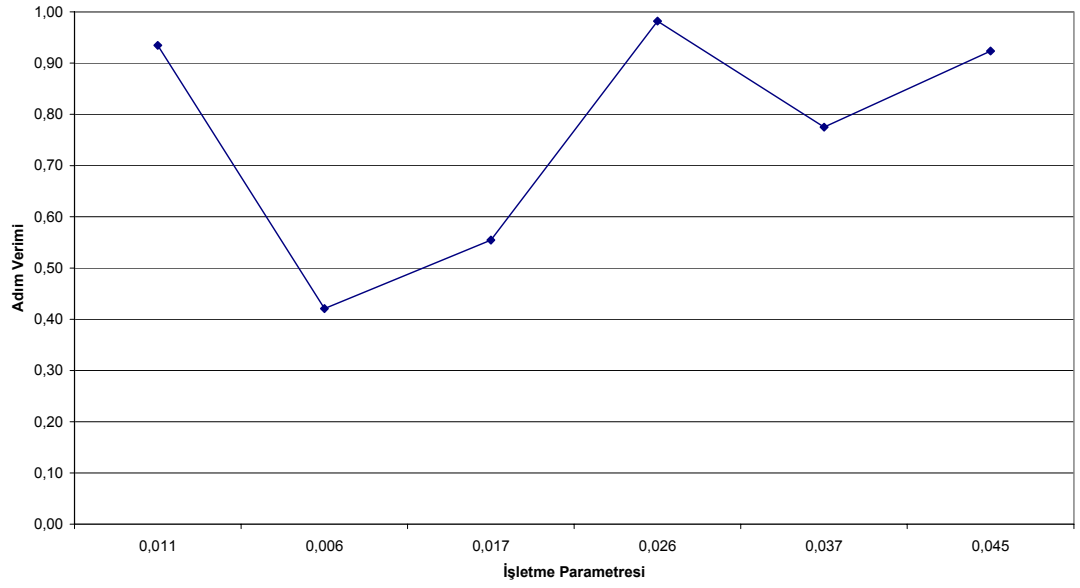


Deneyin Yapıldığı		DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Deneyde Kullanılan Kolltörün Özellikleri				
Tarih:	Yer:	DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Kollektörün Boyutları	Kollektörün Faydalı Alanı			
11.07.2005 İSPARTA /Şartlıkaraağaç		Çevre Şartları		Isı Taşıyıcı Akışkan (Su) Sıcaklıkları				Suyun İşleme Şartlarına Bağlı Özellikleri				Isınım ve Absorblanan Isı değerleri		193x93x10	1,627	
Ölçüm Sıra ve Zaman	Çevre Sıcaklığı	Rüzgar Hızı	Bulutluluk Oranı	Şebeke Suyu Sıcaklığı	Kollektör Giriş Sıcaklığı	Kollektör Çıkış Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Suyun Yoğunluğu	Suyun Özgül Isısı	Hacimsel Debi	Kütlesel Debi	Hesaplanan		Kollektörün Faydalı Alanı	1,627
													İşletme Parametresi	Adım Verimi		
1	08.00 - 09.00	30,0	0	18,4	35,7	37,4	34,9	24,6	995	4,180	0,15	149,25	1061	0,010	0,9544	
2	9.00 - 10.00	31,0	0	18,5	37,6	38,9	37,2	28,2	994	4,178	0,15	149,10	810	0,010	0,7111	
3	10.00 - 11.00	32,5	0	19,5	43,6	44,8	41,1	35,9	990	4,184	0,15	148,50	746	0,016	0,6445	
4	11.00 - 12.00	33,0	0	19,7	51,5	52,7	49,0	44,8	988	4,184	0,15	148,20	744	0,027	0,6414	
5	12.00 - 13.00	33,4	0	20,8	55,3	56,9	55,3	48,5	985	4,187	0,15	147,75	990	0,032	0,8556	0,76
6	13.00 - 14.00	33,3	0	21,0	61,0	62,6	60,6	56,7	983	4,191	0,15	147,45	989	0,040	0,8620	
7	14.00 - 15.00	33,3	4	21,0	66,5	67,6	66,1	62,2	980	4,193	0,15	147,00	655	0,052	0,6362	
8	15.00 - 16.00	32,5	4	22,2	69,9	71,2	70,6	66,8	978	4,195	0,15	146,70	800	0,061	0,7880	
9	16.00 - 17.00	31,0	3	22,5	69,6	71,1	72,7	68,0	978	4,195	0,15	146,70				
10	17.00 - 18.00	26,0	1	23,0	67,9	69,0	72,4	69,0	978	4,195	0,15	146,70				
Güneş ışınımi 640 W/m2 den daha düşüktür.																
Deneyin Yapıldığı																
DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI																
Tarih:	Yer:	DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Kollektörün Boyutları	Kollektörün Faydalı Alanı			
12.07.2005 İSPARTA /Şartlıkaraağaç		Çevre Şartları		Isı Taşıyıcı Akışkan (Su) Sıcaklıkları				Suyun İşleme Şartlarına Bağlı Özellikleri				Isınım ve Absorblanan Isı		193x93x10	1,627	
Ölçüm Sıra ve Zaman	Çevre Sıcaklığı	Rüzgar Hızı	Bulutluluk Oranı	Şebeke Suyu Sıcaklığı	Kollektör Giriş Sıcaklığı	Kollektör Çıkış Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Suyun Yoğunluğu	Suyun Özgül Isısı	Hacimsel Debi	Kütlesel Debi	Hesaplanan		Kollektörün Faydalı Alanı	1,627
													İşletme Parametresi	Adım Verimi		
1	08.00 - 09.00	30,0	0	18,4	35,6	37,9	31,3	18,9	995	4,180	0,18	179,10	973	0,011	0,9346	
2	9.00 - 10.00	32,0	0	19,0	35,9	36,5	34,0	29,2	994	4,178	0,18	178,92	655	0,006	0,4209	
3	10.00 - 11.00	32,5	0	19,5	43,3	44,1	40,7	36,9	990	4,184	0,18	178,20	596	0,017	0,5546	
4	11.00 - 12.00	33,7	0	20,0	50,0	51,4	48,0	43,7	988	4,184	0,18	177,84	652	0,026	0,9820	0,77
5	12.00 - 13.00	34,5	0	20,8	57,6	58,7	55,9	50,8	983	4,191	0,18	176,94	647	0,037	0,7749	
6	13.00 - 14.00	35,0	2	21,0	63,4	64,7	62,6	58,2	980	4,193	0,18	176,04	816	0,045	0,9234	
7	14.00 - 15.00	34,5	4	21,5	68,5	69,5	68,4	63,9	978	4,195	0,18	176,04				
8	15.00 - 16.00	34,0	5	22,0	72,0	73,3	72,7	67,0	978	4,195	0,18	176,04				
9	16.00 - 17.00	31,0	3	22,5	74,5	75,7	75,8	70,6	975	4,197	0,18	175,50				
10	17.00 - 18.00	25,0	2	22,5	75,2	75,7	76,7	72,0	975	4,197	0,18	175,50				
Güneş ışınımi 640 W/m2 den daha düşüktür.																

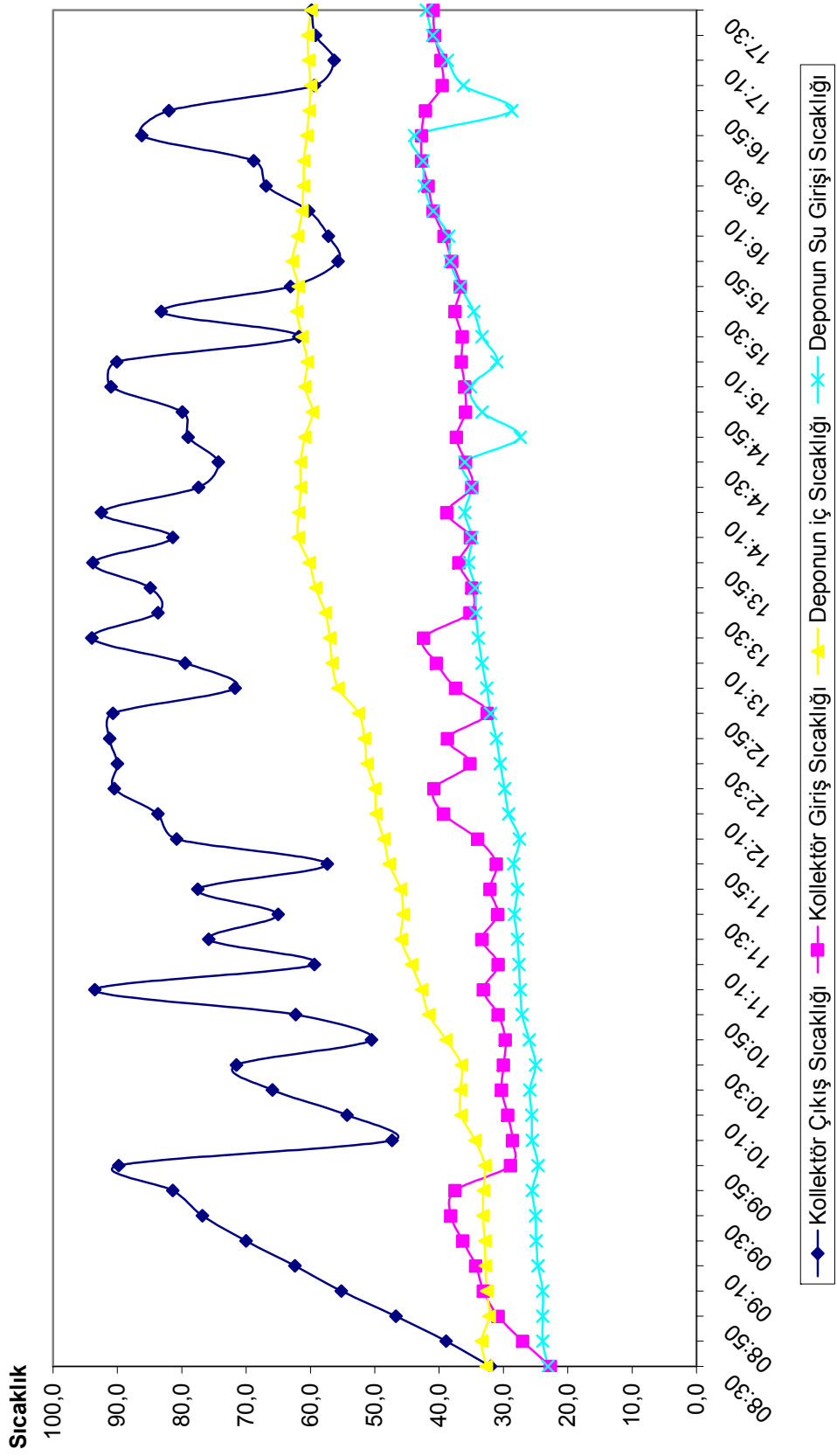
11 Temmuz 2005



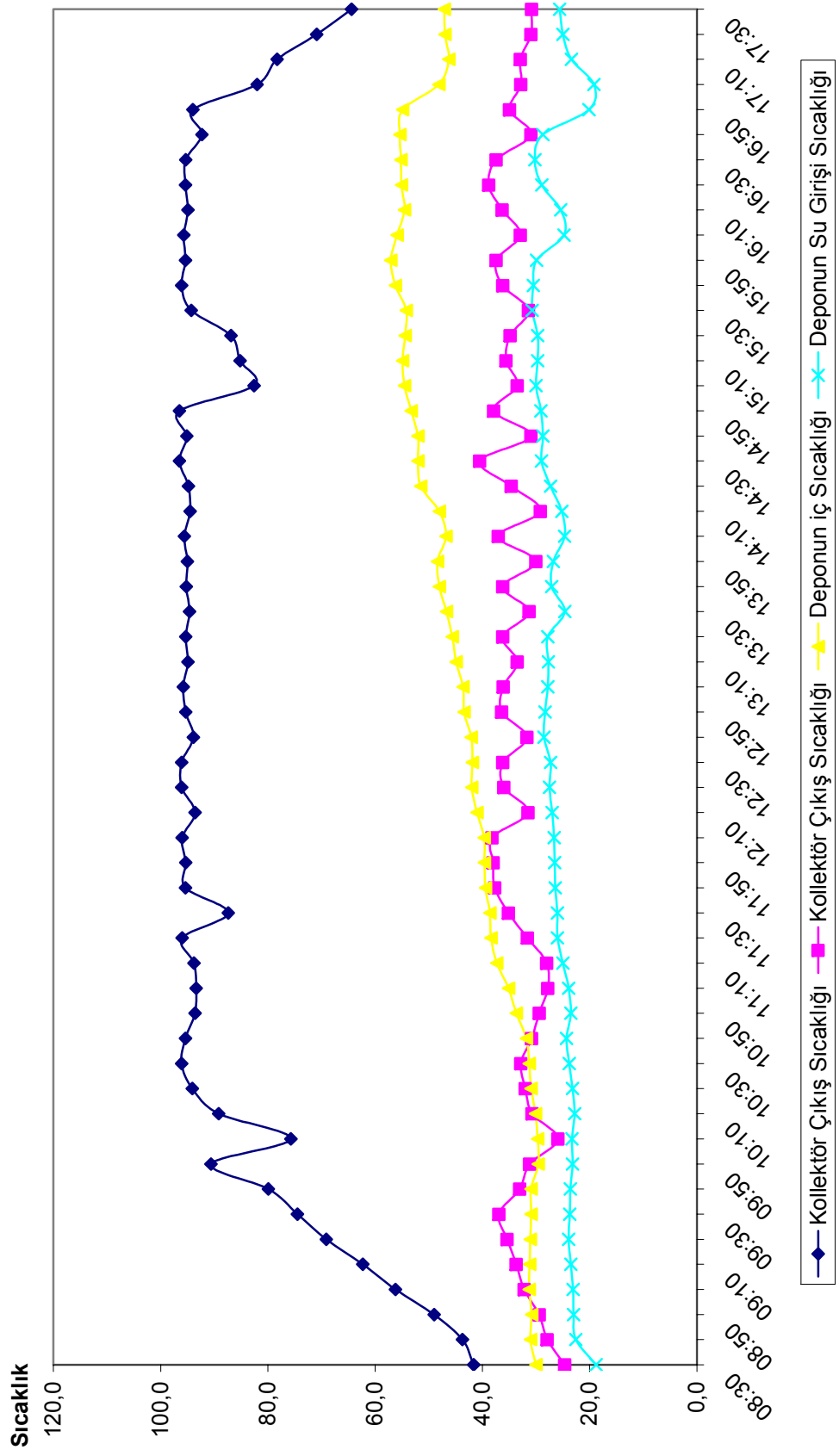
12 Temmuz 2005



Hareketli Tabii Dolaşımılı 13 Temmuz 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

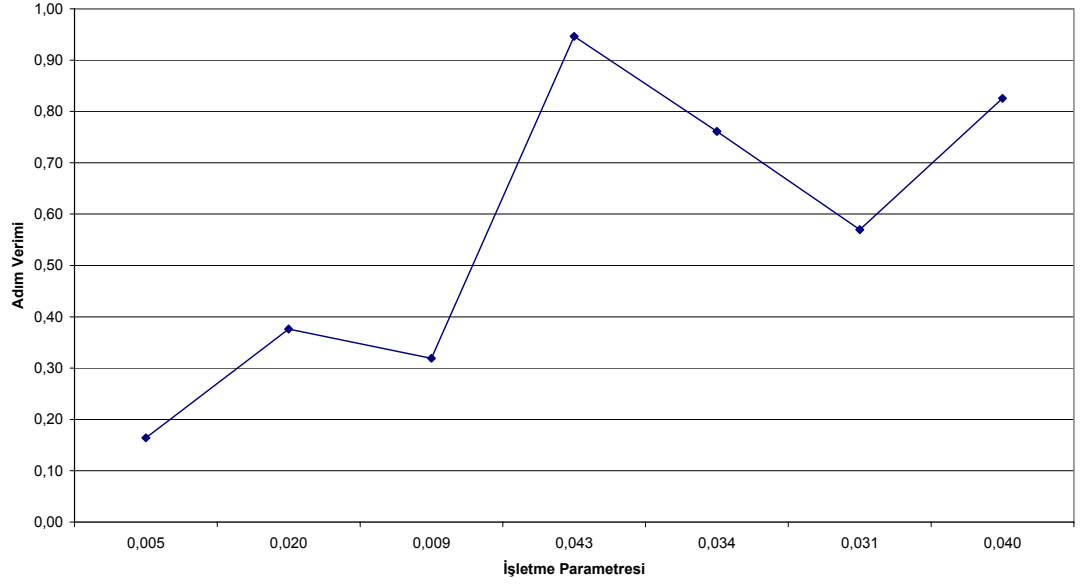


Hareketli Tabii Dolaşımılı 14 Temmuz 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

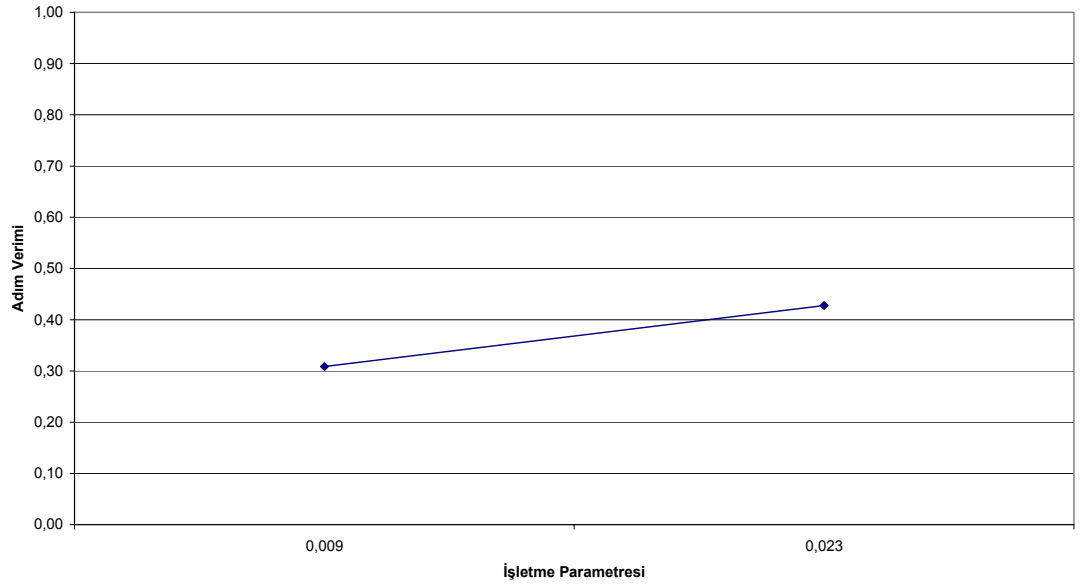


Deneğin Yapıldığı		DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Denejde Kullanılan Kolltörün Özellikleri								
Tarih:	Yer:	13.07.2005 İSPARTA /Şartıkaraağaç										Kollektörün Boyutları	Kollektörün Faydalı Alanı							
Ölçüm Sıra ve Zaman		Çevre Şartları		Isı Taşıyıcı Akışkan (Su) Sıcaklıkları				Suyun İşletme Şartlarına Bağlı Özellikleri				Isınım ve Absorblanan Isı değerleri		Kollektörün Boyutları	Kollektörün Faydalı Alanı					
Adım No	Ölçüm Zamanı	Çevre Sıcaklığı	Rüzgar Hızı	Bulutluluk Oranı	Şebeke Suyu Sıcaklığı	Kollektör Giriş Sıcaklığı	Kollektör Çıkış Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Üst Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Ort Sıcaklığı	Suyun Yoğunluğu	Suyun Özgül Isısı	Hacimsel Debi	Kütlesel Debi	Ölçülen Güneş Işınımı	Hesaplanan Faydalı Isı	İşletme Parametresi	Adım Verimi	Günlük Verimi	
1	08.00 - 09.00	30,5	4,0	0	19,0	22,7	32,0	32,7	32,7	23,1	995	4,180	0,0045	4,48	652	174	0,005	0,1641		
2	9.00 - 10.00	31,0	5,0	0	19,5	33,1	55,2	32,6	32,6	23,9	985	4,187	0,0045	4,43	670	410	0,020	0,3763		
3	10.00 - 11.00	31,8	5,4	0	20,0	28,6	47,3	34,4	25,5	988	4,184	0,0045	4,45	670	348	0,009	0,3191			
4	11.00 - 12.00	32,7	4,5	0	20,2	33,1	90,0	42,7	27,4	965	4,200	0,0045	4,34	674	1038	0,043	0,9464		0,50	
5	12.00 - 13.00	33,5	6,0	0	20,8	34,0	80,8	48,6	27,5	972	4,199	0,0045	4,37	684	860	0,034	0,7612			
6	13.00 - 14.00	33,6	8,0	2	21,0	37,4	71,7	55,7	32,6	978	4,195	0,0045	4,40	683	633	0,031	0,5699			
7	14.00 - 15.00	33,1	7,0	4	21,0	35,1	81,4	61,9	34,9	972	4,199	0,0045	4,37	683	633	0,031	0,5699			
8	15.00 - 16.00	32,3	5,5	5	22,2	36,0	85,0	60,9	36,0	965	4,200	0,0045	4,34	683	633	0,031	0,5699			
9	16.00 - 17.00	30,0	3,5	3	22,5	39,2	57,2	62,0	38,5	983	4,191	0,0045	4,42	683	633	0,031	0,5699			
10	17.00 - 18.00	25,0	2,5	2	23,0	39,5	59,4	60,0	36,2	983	4,191	0,0045	4,42	683	633	0,031	0,5699			
Güneş ışınımı 640 W/m2 den daha düşüktür.																				
DENEYİN SONUÇLARI																				
Deneğin Yapıldığı		DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Denejde Kullanılan Kolltörün Özellikleri								
Tarih:	Yer:	14.07.2005 İSPARTA /Şartıkaraağaç										Kollektörün Boyutları	Kollektörün Faydalı Alanı							
Ölçüm Sıra ve Zaman		Çevre Şartları		Isı Taşıyıcı Akışkan (Su) Sıcaklıkları				Suyun İşletme Şartlarına Bağlı Özellikleri				Isınım ve Absorblanan Isı değerleri		Kollektörün Boyutları	Kollektörün Faydalı Alanı					
Adım No	Ölçüm Zamanı	Çevre Sıcaklığı	Rüzgar Hızı	Bulutluluk Oranı	Şebeke Suyu Sıcaklığı	Kollektör Giriş Sıcaklığı	Kollektör Çıkış Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Üst Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Ort Sıcaklığı	Suyun Yoğunluğu	Suyun Özgül Isısı	Hacimsel Debi	Kütlesel Debi	Ölçülen Güneş Işınımı	Hesaplanan Faydalı Isı	İşletme Parametresi	Adım Verimi	Günlük Verimi	
1	08.00 - 09.00	27,0	7,0	0	19,0	24,6	41,6	30,0	18,8	23,3	982	4,181	0,005	4,96	702	353	0,009	0,3087		
2	9.00 - 10.00	27,5	7,0	0	19,8	32,2	56,2	31,3	23,1	23,3	985	4,187	0,005	4,93	711	495	0,023	0,4278		
3	10.00 - 11.00	28,5	5,0	0	20,0	25,9	75,7	29,7	23,3	23,3	975	4,197	0,005	4,88						
4	11.00 - 12.00	30,0	3,5	0	20,5	27,8	93,4	35,1	23,9	965	4,200	0,005	4,83							
5	12.00 - 13.00	30,6	4,5	0	20,8	38,2	96,0	39,7	26,6	962	4,211	0,005	4,81							
6	13.00 - 14.00	30,5	5,0	2	21,0	36,1	95,8	43,6	27,8	962	4,211	0,005	4,81							
7	14.00 - 15.00	28,5	5,0	4	21,5	37,0	95,6	46,8	24,7	962	4,211	0,005	4,81							
8	15.00 - 16.00	28,0	5,5	7	22,2	33,5	82,6	54,5	30,0	972	4,199	0,005	4,86							
9	16.00 - 17.00	27,0	6,0	3	23,0	32,9	95,7	55,9	24,6	962	4,211	0,005	4,81							
10	17.00 - 18.00	26,0	4,0	2	23,0	32,8	82,0	48,1	19,2	972	4,199	0,005	4,86							
Güneş ışınımı 640 W/m2 den daha düşüktür.																				

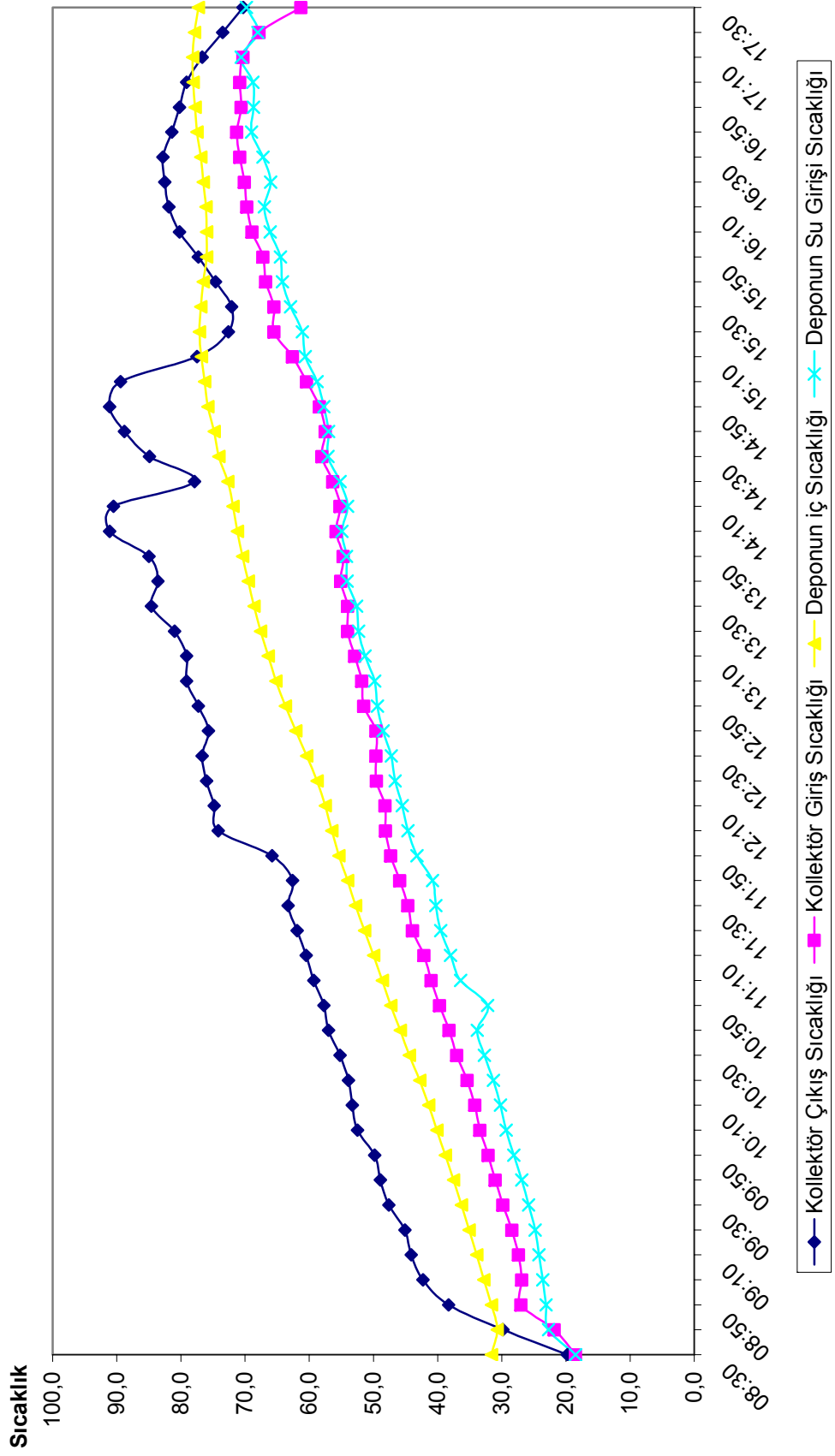
13 Temmuz 2005



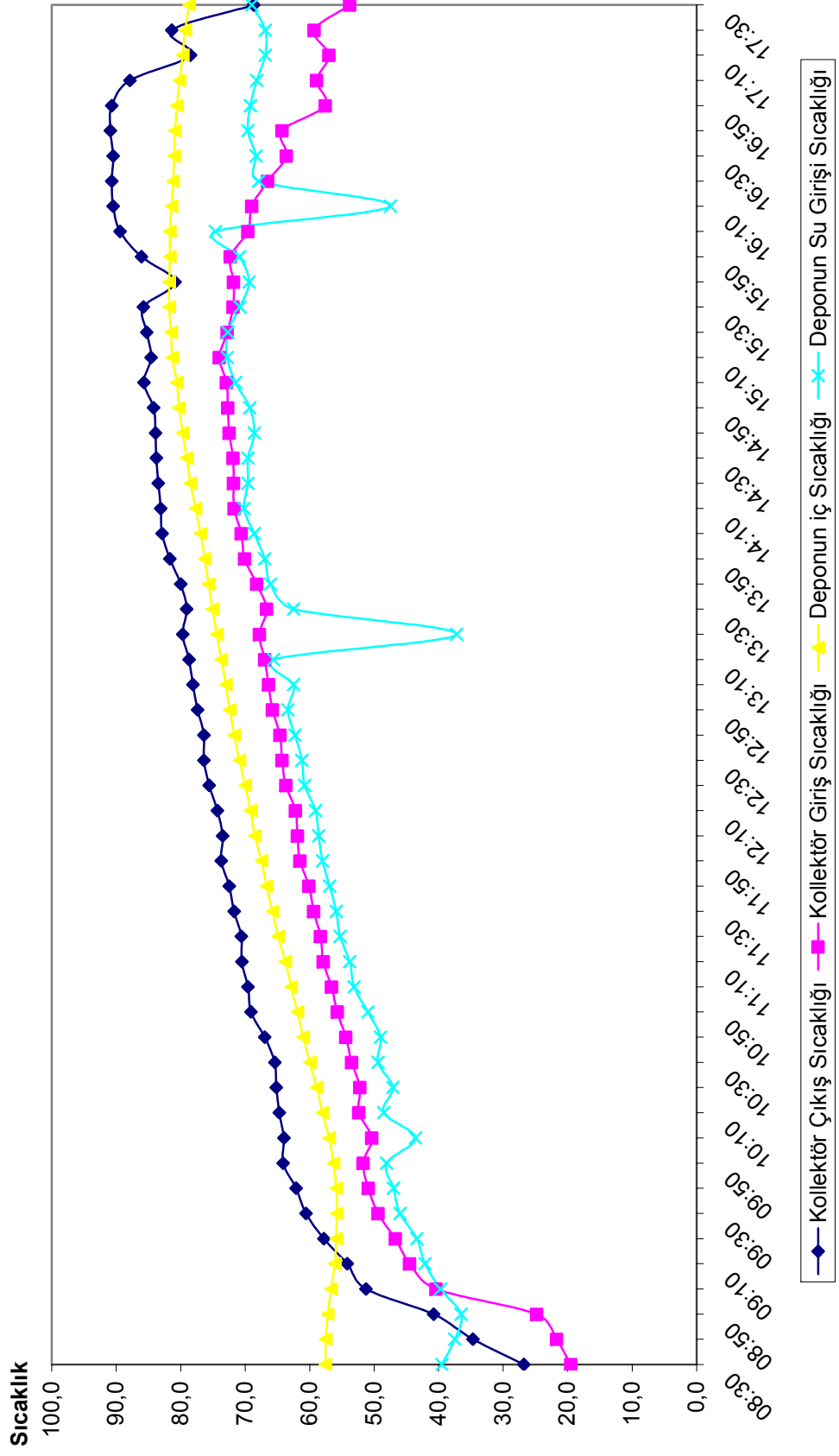
14 Temmuz 2005



Hareketli Tabii Dolaşımılı 23 Ağustos 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

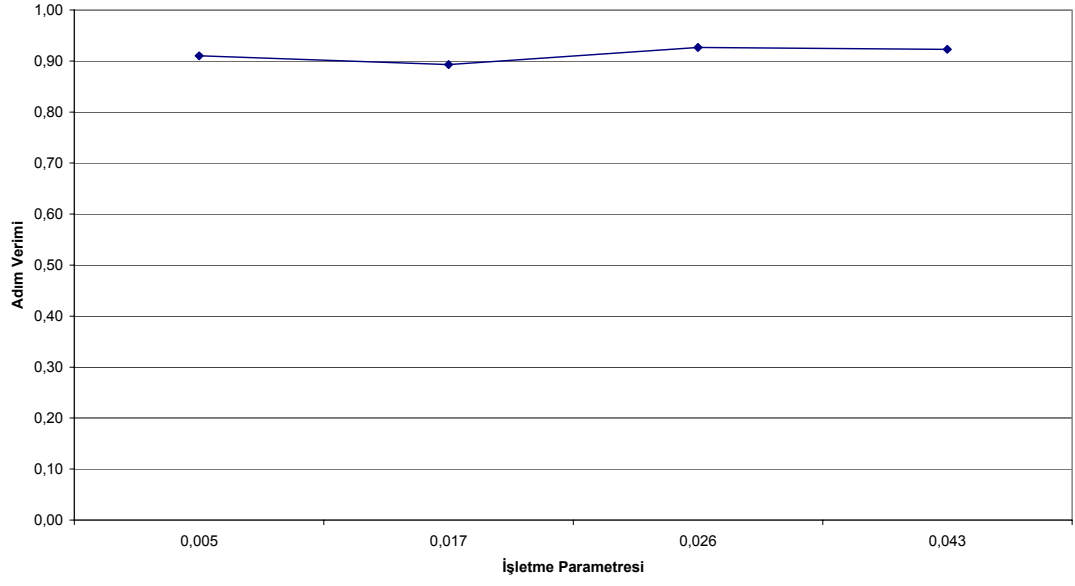


Hareketli Tabii Dolaşımı 24 Ağustos 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

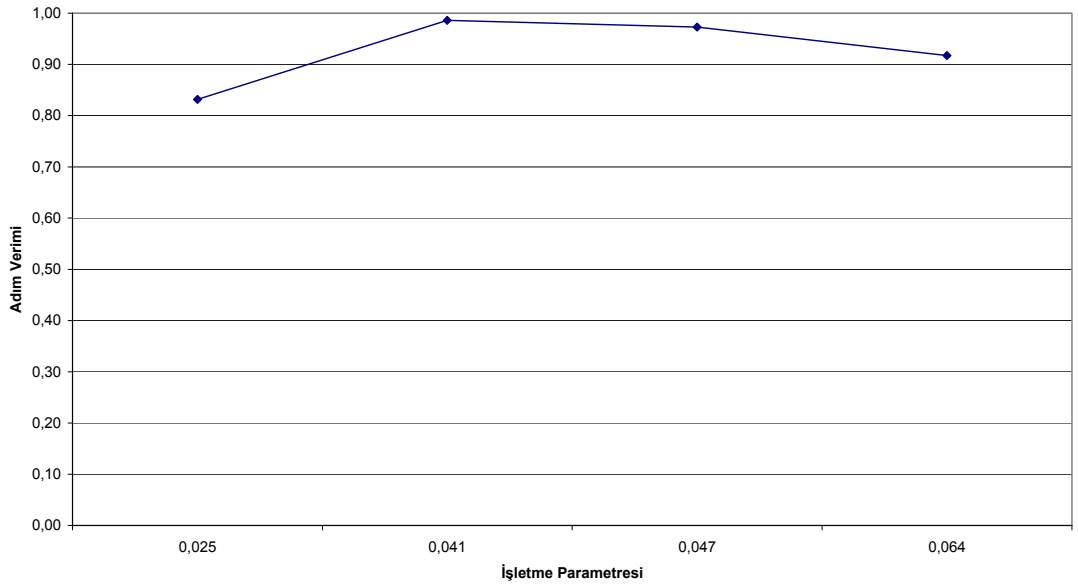


Deneyin Yapıldığı Tarih: Yer:	DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri						
	23.08.2005 İSPARTA /Şarkikaraağaç					Kollektörün Boyutları					193x93x10		Kollektörün Faydalı Alanı		1,627		
Ölçüm Sıra ve Zaman	Çevre Şartları			Isı Taşıyıcı Akışkan (Su) Sıcaklıkları			Suyun İşletme Şartlarına Bağlı Özellikleri			İşinim ve Absorblanan Isı değerleri		Hesaplanan					
	Çevre Sıcaklığı	Rüzgar Hızı	Bulutluluk Oranı	Şebeke Suyu Sıcaklığı	Kollektör Giriş Sıcaklığı	Kollektör Çıkış Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Suyun Özgül Isısı	Hacimsel Debi	Kütlesel Debi	Ölçülen Güneş İşinimi	Hesaplanan Faydalı Isı	İşletme Parametresi	Adım Verimi	Günlük Verimi	
1	08.00 - 09.00	29,3	3,5	0	19,0	18,5	19,8	31,6	18,5	998	4,183	0,015	14,97	647	958	0,005	0,9101
2	9.00 - 10.00	31,3	4,0	0	19,5	26,9	42,3	32,8	23,6	992	4,181	0,015	14,88	652	947	0,017	0,8932
3	10.00 - 11.00	31,7	7,0	0	20,0	33,4	52,5	40,1	29,3	988	4,184	0,012	11,86	650	980	0,026	0,9268
4	11.00 - 12.00	33,0	7,0	0	20,5	41,0	59,3	48,6	36,4	983	4,191	0,013	12,78	640	961	0,043	0,9231
5	12.00 - 13.00	33,7	5,0	0	21,0	48,1	74,2	56,5	44,6	975	4,197	0,009	8,78	640	961		
6	13.00 - 14.00	33,9	4,5	0	21,3	51,8	79,1	65,2	49,8	972	4,199	0,015	14,58				
7	14.00 - 15.00	33,7	6,0	0	21,5	55,8	91,1	71,2	54,9	965	4,200	0,015	14,48				
8	15.00 - 16.00	32,0	5,0	0	22,2	60,4	89,4	76,3	58,8	965	4,200	0,015	14,48				
9	16.00 - 17.00	29,0	7,0	0	22,5	68,9	80,2	75,9	66,1	972	4,199	0,015	14,58				
10	17.00 - 18.00	27,0	5,0	0	23,0	70,8	79,1	78,1	68,8	972	4,199	0,015	14,58				
Güneş İşinimi 640 W/m ² den daha düşüktür.																	
Güneş İşinimi 640 W/m ² den daha düşüktür.																	
Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri																	
Kollektörün Boyutları																	
193x93x10																	
İşinim ve Absorblanan Isı																	
Ölçülen																	
Hesaplanan																	
Faydalı Isı																	
İşletme Parametresi																	
Adım Verimi																	
Günlük Verimi																	
0,91																	
Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri																	
Kollektörün Boyutları																	
193x93x10																	
İşinim ve Absorblanan Isı																	
Ölçülen																	
Hesaplanan																	
Faydalı Isı																	
İşletme Parametresi																	
Adım Verimi																	
Günlük Verimi																	
0,93																	
Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri																	
Kollektörün Boyutları																	
193x93x10																	
İşinim ve Absorblanan Isı																	
Ölçülen																	
Hesaplanan																	
Faydalı Isı																	
İşletme Parametresi																	
Adım Verimi																	
Günlük Verimi																	
0,93																	
Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri																	
Kollektörün Boyutları																	
193x93x10																	
İşinim ve Absorblanan Isı																	
Ölçülen																	
Hesaplanan																	
Faydalı Isı																	
İşletme Parametresi																	
Adım Verimi																	
Günlük Verimi																	
0,93																	
Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri																	
Kollektörün Boyutları																	
193x93x10																	
İşinim ve Absorblanan Isı																	
Ölçülen																	
Hesaplanan																	
Faydalı Isı																	
İşletme Parametresi																	
Adım Verimi																	
Günlük Verimi																	
0,93																	
Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri																	
Kollektörün Boyutları																	
193x93x10																	
İşinim ve Absorblanan Isı																	
Ölçülen																	
Hesaplanan																	
Faydalı Isı																	
İşletme Parametresi																	
Adım Verimi																	
Günlük Verimi																	
0,93																	
Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri																	
Kollektörün Boyutları																	
193x93x10																	
İşinim ve Absorblanan Isı																	
Ölçülen																	
Hesaplanan																	
Faydalı Isı																	
İşletme Parametresi																	
Adım Verimi																	
Günlük Verimi																	
0,93																	
Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri																	
Kollektörün Boyutları																	
193x93x10																	
İşinim ve Absorblanan Isı																	
Ölçülen																	
Hesaplanan																	
Faydalı Isı																	
İşletme Parametresi																	
Adım Verimi																	
Günlük Verimi																	
0,93																	

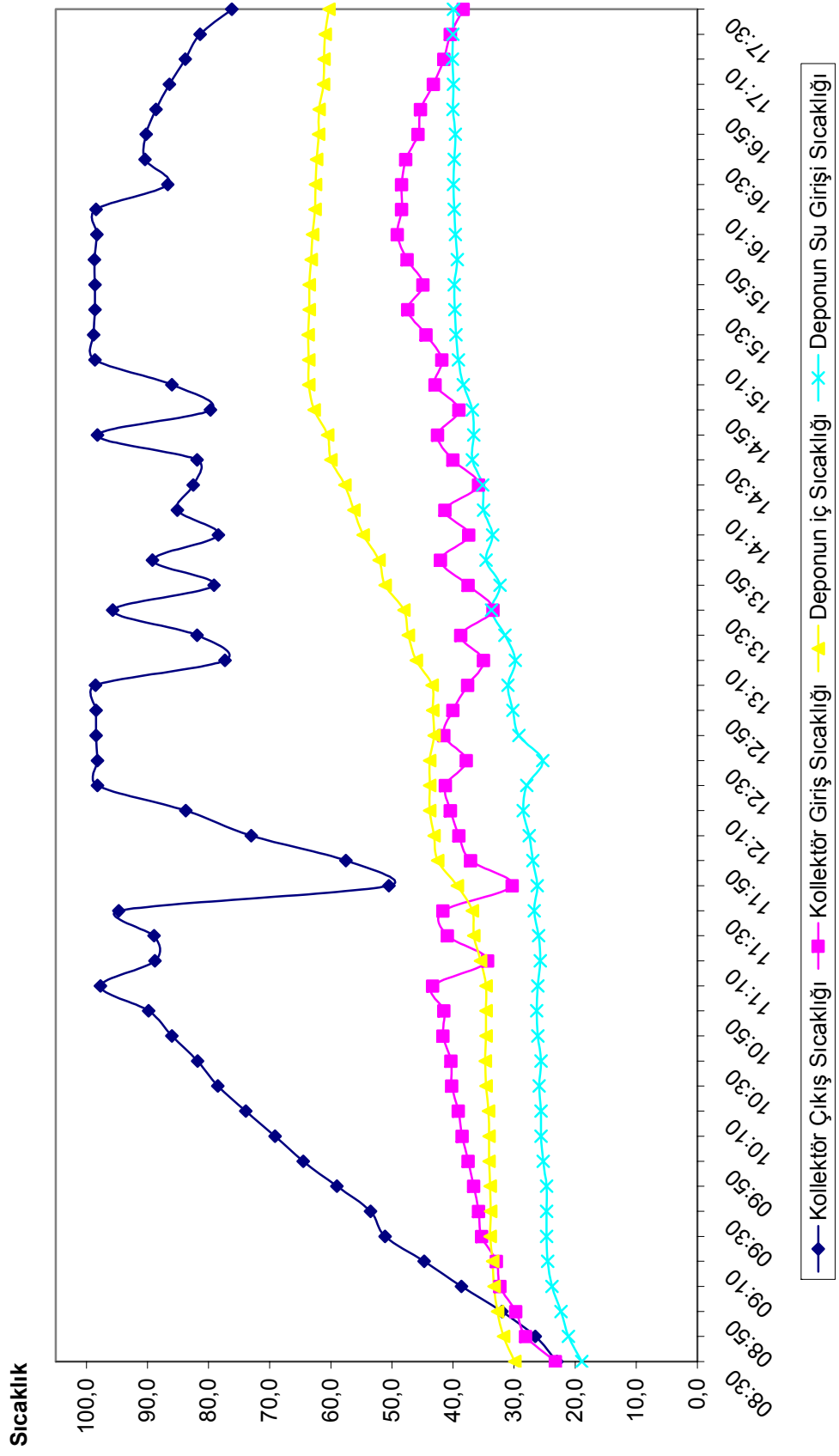
23 Ağustos 2005



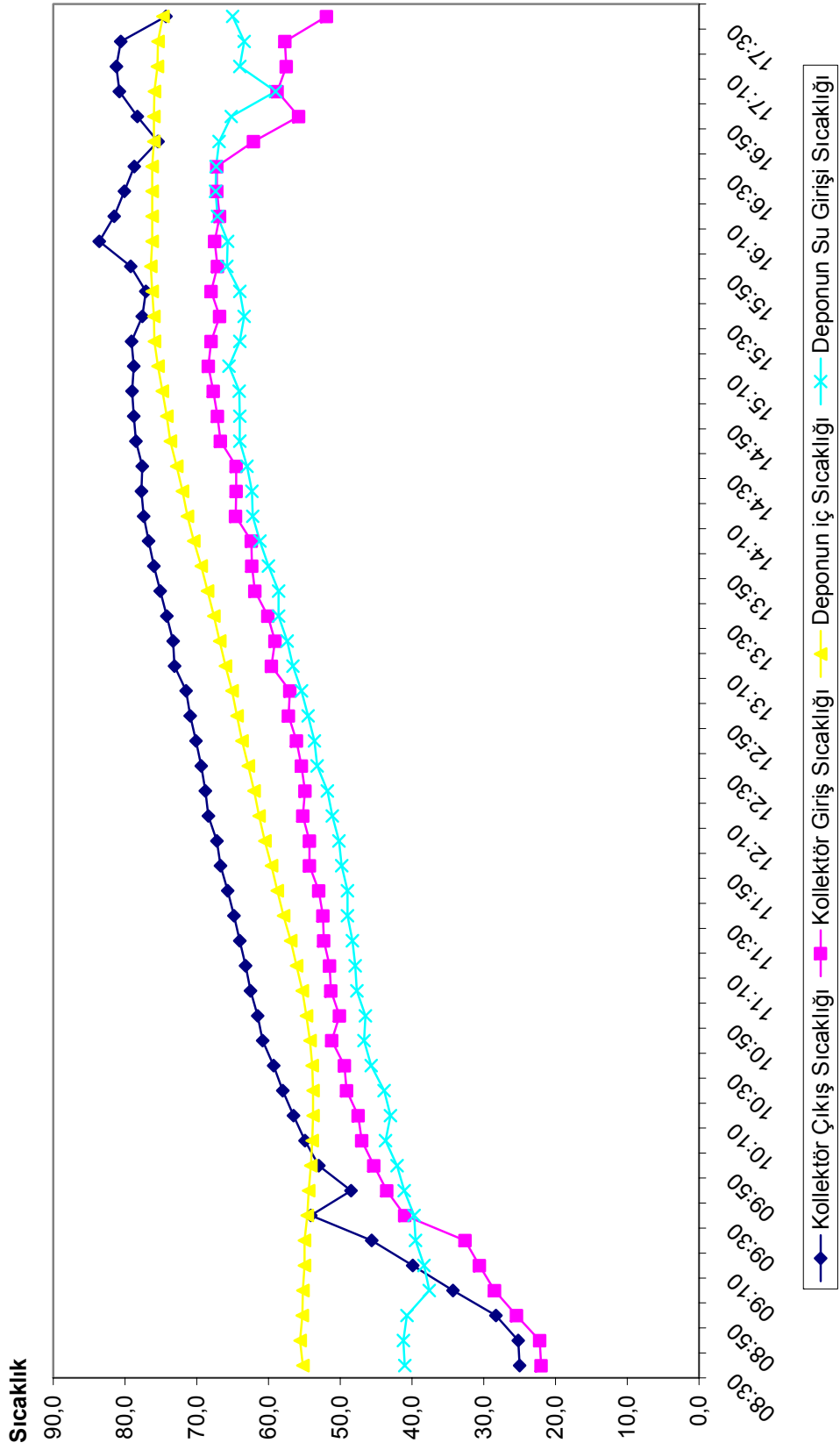
24 Ağustos 2005



Sabit Tabii Dolaşımılı 18 Ağustos 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

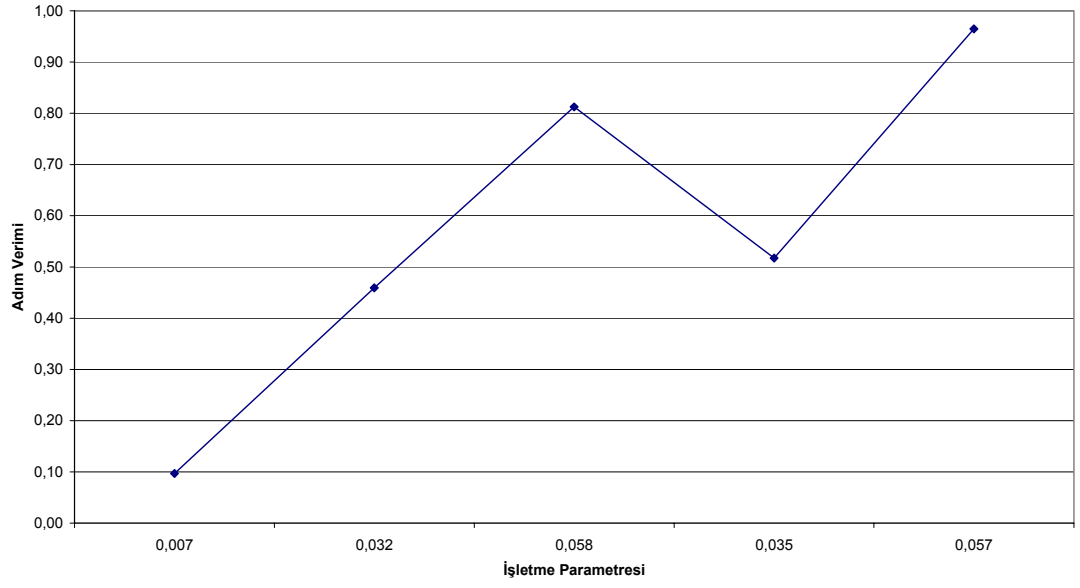


Sabit Tabii Dolaşımı 22 Ağustos 2005 Güneş Enerjisi Sıcaklık Değerleri

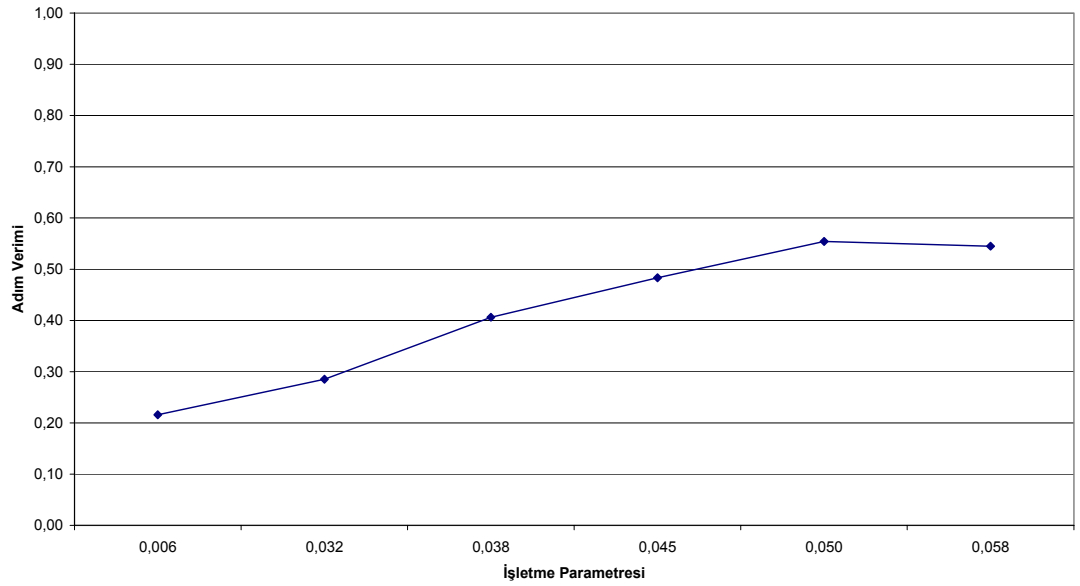


Deneyin Yapıldığı		DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri					
Tarih:	Yer:	DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Kollektörün Boyutları	Kollektörün Faydalı Alanı	Kollektörün Faydalı Alanı			
18.08.2005 İSPARTA /Şarkıkaraağaç												193x93x10	1,627				
Ölçüm Sıra ve Zaman	Çevre Sıcaklığı	Rüzgar Hızı	Bulutluluk Oranı	İsı Taşıyıcı Akışkan (Su) Sıcaklıkları										Işınım ve Absorblanan Isı değerleri			
				Şebeke Suyu Sıcaklığı	Kollektör Giriş Sıcaklığı	Kollektör Çıkış Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Suyun Özgül Isısı	Suyun Yoğunluğu	Hacimsel Debi	Kütlesel Debi	Ölçülen Güneş Işınımı	Hesaplanan Faydalı Isı	Hesaplanan İşletme Parametresi
1	08.00 - 09.00	28,9	0	19,0	23,2	23,3	29,9	18,9	998	4,183	0,0040	3,99	Güneş Işınımı 640 W/m ² den daha düşüktür.	105	0,007	0,0970	
2	9.00 - 10.00	30,5	0	19,5	32,3	38,6	33,3	23,8	994	4,178	0,0040	3,98	663	502	0,032	0,4593	
3	10.00 - 11.00	32,0	0	20,0	38,5	69,1	34,1	25,6	978	4,195	0,0040	3,91	672	881	0,058	0,8123	0,57
4	11.00 - 12.00	32,0	0	20,5	43,3	97,7	34,6	26,1	962	4,211	0,0040	3,85	667	558	0,035	0,5173	
5	12.00 - 13.00	32,5	0	21,0	39,0	73,0	43,1	27,5	978	4,195	0,0040	3,91	663	984	0,057	0,9645	
6	13.00 - 14.00	32,2	0	21,3	37,6	98,5	43,4	31,0	958	4,216	0,0040	3,83	627				
7	14.00 - 15.00	31,0	2	21,5	37,4	78,4	54,7	33,5	972	4,199	0,0045	4,37					
8	15.00 - 16.00	28,5	4	22,2	42,9	86,0	63,6	38,3	969	4,200	0,0045	4,36					
9	16.00 - 17.00	24,0	7	22,5	49,1	98,3	63,0	39,6	958	4,211	0,0045	4,31					
10	17.00 - 18.00	22,0	2	23,0	43,2	86,4	61,2	39,9	969	4,200	0,0045	4,36					
Denevin Yapıldığı	Tarih:	Yer:	DÜZLEMSEL KOLLEKTÖR VERİMİ DENEY SONUÇLARI										Deneyde Kullanılan Kollktörün Özellikleri				
22.08.2005 İSPARTA /Şarkıkaraağaç													Kollektörün Boyutları	Kollektörün Faydalı Alanı	Kollektörün Faydalı Alanı		
													193x93x10	1,627			
Ölçüm Sıra ve Zaman	Çevre Sıcaklığı	Rüzgar Hızı	Bulutluluk Oranı	İsı Taşıyıcı Akışkan (Su) Sıcaklıkları										Işınım ve Absorblanan Isı			
				Şebeke Suyu Sıcaklığı	Kollektör Giriş Sıcaklığı	Kollektör Çıkış Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Sıcaklığı	Sıcak Su Depo Alt Sıcaklığı	Suyun Özgül Isısı	Suyun Yoğunluğu	Hacimsel Debi	Kütlesel Debi	Ölçülen Güneş Işınımı	Hesaplanan Faydalı Isı	Hesaplanan İşletme Parametresi
1	08.00 - 09.00	26,0	0	19,0	22,0	25,0	55,2	41,0	998	4,183	0,0100	9,98	Güneş Işınımı 640 W/m ² den daha düşüktür.	241	0,006	0,2158	
2	9.00 - 10.00	27,0	0	19,8	28,5	34,3	55,2	37,6	994	4,178	0,0100	9,94	686	326	0,032	0,2853	
3	10.00 - 11.00	28,7	0	20,0	47,0	54,9	53,9	43,7	985	4,187	0,0100	9,85	702	461	0,038	0,4063	0,41
4	11.00 - 12.00	30,3	0	20,5	51,3	62,5	55,3	47,7	983	4,191	0,0100	9,83	698	530	0,045	0,4834	
5	12.00 - 13.00	30,7	0	20,8	54,3	67,2	60,5	50,2	980	4,193	0,0100	9,80	674	595	0,050	0,5540	
6	13.00 - 14.00	31,0	0	21,0	57,0	71,5	65,1	55,4	978	4,195	0,0100	9,78	660	585	0,058	0,5449	
7	14.00 - 15.00	31,3	0	21,5	62,4	76,7	70,4	61,2	975	4,197	0,0100	9,75	660				
8	15.00 - 16.00	30,0	0	22,2	67,7	79,0	74,8	64,1	972	4,199	0,0100	9,72					
9	16.00 - 17.00	27,0	0	23,0	67,5	83,6	76,2	65,7	969	4,200	0,0100	9,69					
10	17.00 - 18.00	23,0	0	23,2	58,8	80,8	75,9	59,0	972	4,199	0,0100	9,72					

18 Ağustos 2005



22 Ağustos 2005



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ömer KAAN
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Yılı : 30 Haziran 1979
Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : 1993 – 1997 İzmir Buca Teknik Lisesi Bilgisayar Bölümü
Lisans : 1997 – 2001 S.D.Ü T.E.F. Makine Eğitimi Anabilim Dalı Tesisat Öğretmenliği Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce

İş Deneyimi:

2004 - Şarkıkaraağaç Teknik Lise, Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezinde Tesisat Bölümünde Öğretmenlik