

**TABİİ DOLAŞIMLI, ENDİREKT ISITMALI PRİZMATİK TİP KOLLEKTÖRLÜ GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ**

**İlhan CEYLAN Hikmet DOĞAN Kenan YALÇIN**  
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, 06500, Ankara, Türkiye

**ÖZET**

Bu çalışmada 3 farklı güneş enerjisi dönüşüm sistemi imal edilmiştir. Depo ve ısı değiştiricisi yapıları aynı olan 3 adet prizmatik yüzeyleri farklı olan düz yüzeyli güneş kolektörlerinin bulunduğu sistemler kendi aralarında deneysel olarak karşılaştırılmıştır. Deneyler sonucunda, en verimli sistemin, yüzeyleri arasındaki mesafe 2 mm olan çelik sac malzemeden yapılmış prizmatik tip kolektörlü güneş enerjisi dönüşüm sistemi olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler** : Güneş enerjisi, Prizmatik kolektör, Sıcak su

**EXPERIMENTAL COMPORASION OF PRISMATIC TYPE SOLAR COLLECTOR AS ENERGY PRODUCTIVITY****ABSTRACT**

In this study, 3 different types of solar energy transfer systems have been produced. 3 systems with same tank and heat converter designs, but with different prismatic surfaced flat type heat collector systems have also been compared. As a result of these experiments, it is found that prismatic type collectors made in steel sheet metals with 2 mm intervals between the surfaces is the best and most efficient solar energy transfer system.

**Key Words:** Solar energy, Prismatic collector, Hot water

**1. GİRİŞ**

Ülkelerin kalkınmışlık seviyeleri tükettikleri enerji miktarıyla doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu bakımdan kalkınmakta olan ülkelerde enerjiye duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Türkiye de kalkınmakta olan ülkeler arasında olduğundan, her geçen gün enerji ihtiyacı artmakta ve bu ihtiyacı gidermek için bilim adamları tarafından çeşitli arayışlar içerisinde bulunmaktadır.

Günümüzde kullanılan enerjinin büyük bir kısmı sonlu, tükenebilir bir enerji kaynağı olan fosil yakıtlardan elde edilmektedir [1].

Dünya'da birincil enerji kaynakları olan toprak kökenli enerji kaynaklarının (doğal gaz, petrol, kömür, vb.) hızla tükenmesi alternatif enerji kaynaklarının kullanımının araştırılmasına yol açmıştır. Kullanılan enerjinin büyük kısmı fosil kökenli ithal enerjilerden sağlanan Türkiye'de, enerji kaynaklarının azalması mevcut yüksek enerjili sanayi alt yapısını uzun süre korunamayacağını göstermektedir [2].

Kullanılan enerjinin %36.2'si sanayide, %42.4'ü konutlarda tüketilen Türkiye' de herhangi bir zamanda doğabilecek enerji krizinde ilk etkilenecek olanlar yine sanayi ve konutlar olacaktır. Bu yüzden Türkiye'de alternatif enerjinin kullanımının araştırılması gelecek için zorunlu hale gelmektedir [3].

Alternatif enerji kaynakları günümüz teknolojisinde şu an için rüzgar, akarsu, güneş, jeotermal, biomas ve nükleer enerji olarak sıralanabilir. Bunlar içerisinde en çok sonsuz ısı ve ışık kaynağı olan güneş enerjisinden seraların ve binaların ısıtılması ve konutların sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla faydalanılmaktadır. Türkiye güneş enerjisi açısından yer kürede şanslı bir konumda yer almaktadır. Bu

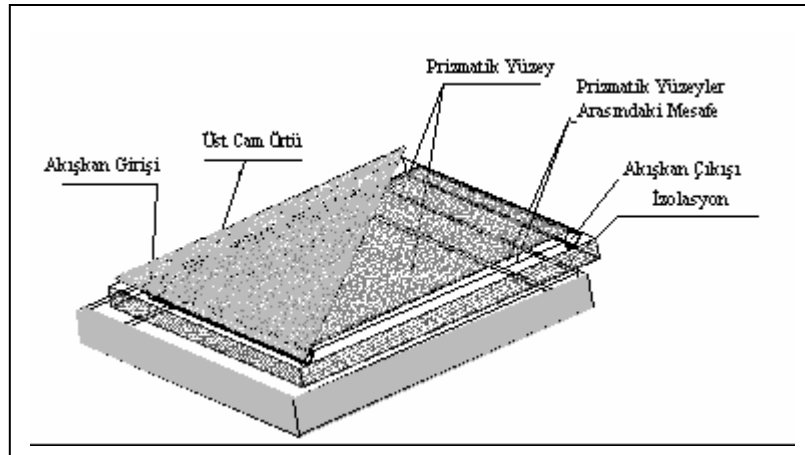
yüzden konutlarda sıcak su sağlamak amacıyla kullanılan düz yüzeyli güneş kolektörlerinin kullanımı kırsal alanlarda dahi her geçen gün artmaktadır.

Konutlarda sıcak su üretiminde kullanılan düzlemsel güneş kolektörleri güneş enerjisinin, ısı kazanımı uygulamaları içerisinde en yaygın olanıdır. Güneş kolektörlerinin ulaştıkları sıcaklıklar 100 °C'nin altındadır. Sistem verimleri ortalama %35 civarındadır. İmalatı ise Türkiye'de yaygın olarak yapılmaktadır [4].

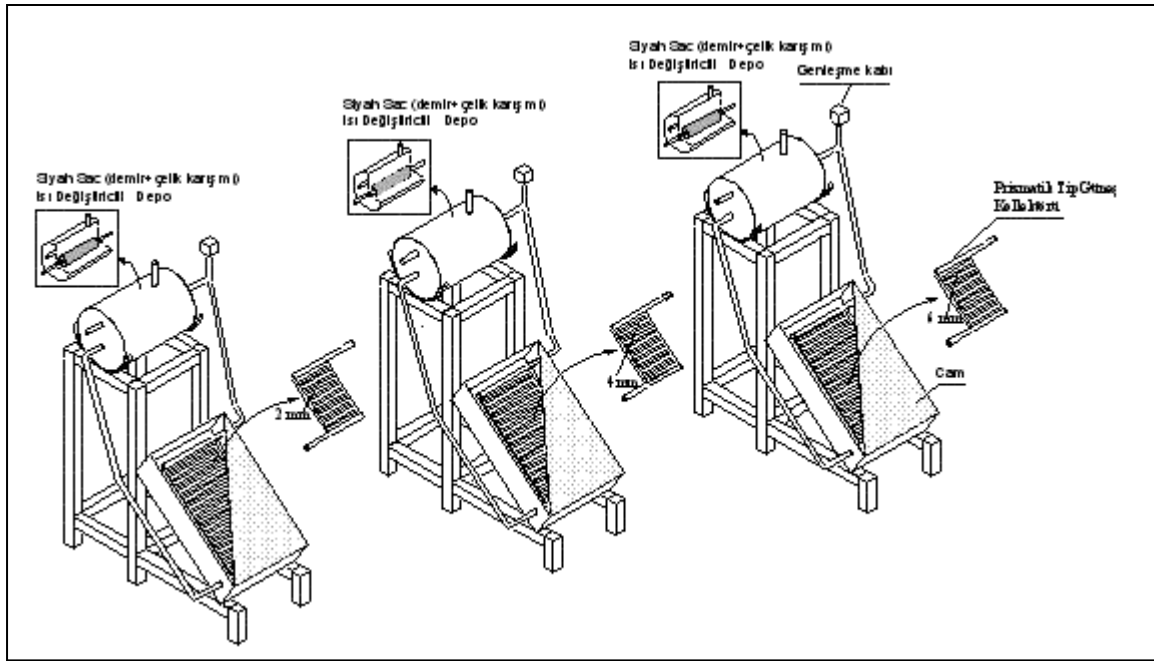
## 2. SİSTEMLERİN HAZIRLANMASI

### 2.2. Dolaylı Isıtmalı, Prizmatik Tip Kolektörlü Güneş Enerjisi Dönüşüm Sistemi

Tarafımızdan tasarlanan sistem; “Tabii Dolaşım, Dolaylı Isıtmalı Prizmatik Tip Kolektörlü Güneş Enerjisi Dönüşüm Sistemi” olarak adlandırılmaktadır. Dolaylı ısıtma amacı için sıcak su depoları içerisine aynı özellikte 3 adet ısı değiştiricisi yapılmıştır. Isı değiştiricileri silindirik olarak aynı malzemeden (çelik sac levha), aynı cidar kalınlığında (1mm) imal edilerek 18 kg kapasitedeki sıcak su depoları içerisine yerleştirilmiştir. Kolektör imalatında siyah sac malzeme kullanılmıştır. Sac levhaların aralarında 2, 4 ve 6 mm boşluk kalacak şekilde prizmatik olarak 3 adet imal edilmiş, izolasyon malzemesi ve kasa ile birleştirilerek kolektör haline getirilmiştir (Şekil 1). Bu farklı yapıdaki kolektörlerin sistem verimlerine etkisi incelenmek üzere aralarında 2, 4 ve 6 mm boşluk olan 3 farklı prizmatik tip kolektör depoları aynı özellikte imal edilerek, güneş enerjisi sistemleri oluşturulmuştur. Oluşturulan sistemler Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 1. Prizmatik Tip Güneş Kolektörünün Kısımları



Şekil 2. Prizmatik Tip Kollektörlü Güneş Enerjisi Dönüşüm Sistemleri

Yatay yüzeye gelen toplam güneş ışınımını birinci derecede coğrafik enlem derecesine bağlı olarak güneşlenme süresi etkilemektedir. Bu nedenle tertip edilecek sistemin sadece yaz aylarında kullanılması düşünülüyorsa, kollektör eğim açısı; enlem - 15, sadece kış aylarında kullanılması düşünülüyorsa; enlem + 15, sistem bütün yıl kullanılacak ise, enlem derecesine eşit bir açıda yerleştirilmelidir [5].

### 3. DENEYLERİN YAPILIŞI

İmal edilen sistemlerin, ışın toplama yüzeyleri (kollektör) güneşe bakacak şekilde, GÜTEF Tesisat Eğitimi Anabilim Dalı bahçesindeki platform üzerine yan yana yatayla 40° eğimle yerleştirilmiştir. Deneyler havanın açık olduğu günlerde 4 gün süreyle yapılmıştır. Depo içerisindeki kullanma suyu sıcaklıkları ölçümleri, sabah 9:00'dan 17:00'ye kadar 1'er saat ara ile TESTO firmasının ürettiği ± 0.005 'i hassasiyette ölçüm yapan LCD ekranlı -50 ile 1000 °C aralığında K tipi problu cihaz ile yapılmıştır.

Prizmatik Tip Kolektörler 0,26 m<sup>2</sup> yüzey alanına sahiptirler. Sistemlerin bütün bir yıl kullanılacağı düşünülerek kollektörler Ankara'nın enlem derecesinde yatayla yaklaşık 40°'lik açı ile yerleştirilmiştir. Yapılan deneyler süresince güneşten elde edilen enerjinin bulunması için Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü Ankara İstasyonun' dan alınan günlük ışınım değerleri kullanılmıştır.

Kollektör yüzeyine gelen toplam güneş ışınımından elde edilen enerjiyi bulmak için ;

$$\vec{H}_{t_{Egik}} = \vec{H}_{t_{yat}} \times R \quad (1)$$

eşitliğinden faydalanılmıştır.

Buradaki  $\vec{H}_{t_{yat}}$  değeri meteorolojinin ölçtüğü yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımı ortalama değerdir. R dönüşüm faktörleri bilindiği takdirde eğik konumdaki toplayıcı düzleme gelen toplam güneş ışınımı ortalaması (1) eşitliğinden hesaplanabilecektir [6].

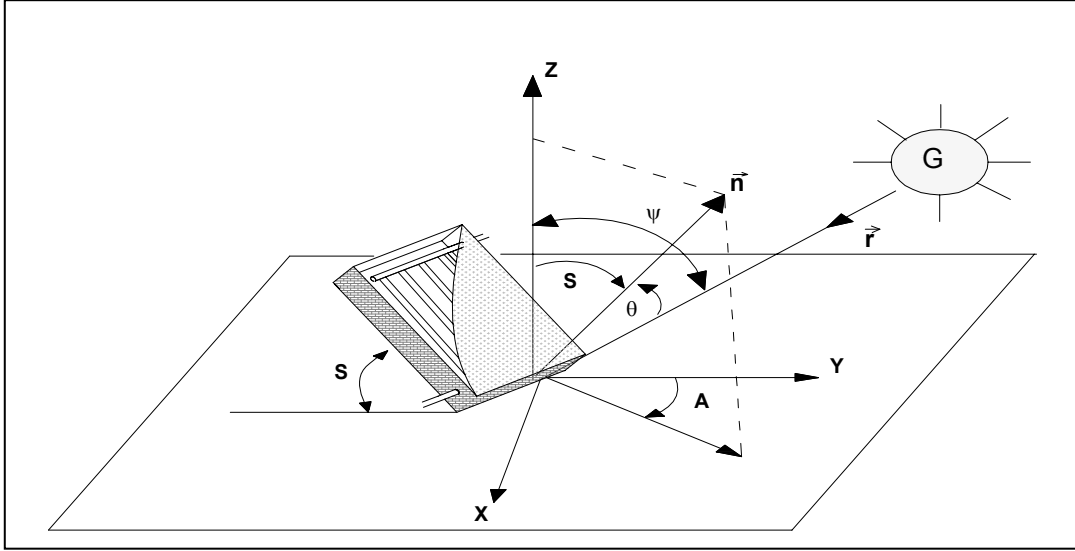
Şekil 3.'de ışın toplayıcı düzlemin konumu ve güneş ışını ile yaptığı açılar görülmektedir. Burada ışınım geliş açılarından ( $\theta$ ) yararlanarak güneş zenit açıları ( $\psi$ )

$$\psi = \theta + S \quad (2)$$

Eşitliğinden hesaplanarak, R dönüşüm faktörleri de Işınım geliş açıları için Çizelge 1.'den faydalanılarak, deneylerin yapıldığı Nisan (2004) ayında 40° kollektör eğimi için

$$R = \frac{\cos(\psi - S)}{\cos \psi} \quad (3)$$

eşitliğinden bulunmuştur.



Şekil 3. Toplayıcı Düzlemin Konumu ve Güneş Işını İle Yaptığı Açılar (A: Toplayıcı düzlemin tam güneyden sapma açısı (Azimut açısı), n: Toplayıcı düzlemin normal vektörü, r: Güneş ışını vektörü, S: Toplayıcı düzlemin yatayla yaptığı eğim açısı, X: Batı, Y: Güney, Z: Başucu yüksekliği,  $\psi$ : Güneş zenit (başucu) açısı,  $\theta$ : Güneş geliş açısı)

Güneş zenit (başucu) ve dönüşüm faktörlerini bulmak için Çizelge 1'deki değerler kullanılır.

Çizelge 1. (40°) Kuzey Enlemi İçin  $\theta$  ve  $\psi$  Değerleri ( $\psi = \theta + S$ ) [6]

AYLAR	(S) Kolektör Eğim Açıları									
	15°		30°		40°		45°		60°	
	$\theta$	$\psi$	$\theta$	$\psi$	$\theta$	$\psi$	$\theta$	$\psi$	$\theta$	$\psi$
Aralık	50	65	35	65	25	65	20	65	5	65
Ocak, Kasım	45	60	30	60	20	60	15	60	0	60
Şubat, Ekim	35	50	20	50	10	50	5	50	-10	50
Mart, Eylül	25	40	10	40	3,3	36,6	-10	35	-20	40
Nisan, Ağustos	15	30	5	35	-10	30	-17,5	27,5	-32	28
Mayıs, Temmuz	7,5	22,5	-10	20	-20	20	-25	20	-40	20
Haziran	5	20	-13	17	-23	17	-28	17	-43	17

İmal edilen ısı değiştiricileri güneşten gelen enerjinin bir kısmını kullanma sıcak suyuna iletebilmektedir. Güneşten elde edilen bu enerjinin hesabında;

$$\dot{Q} = \dot{m} \times c \times \Delta t \quad (4)$$

eşitliğinden faydalanılmıştır.

Sistemlerin verimleri için ise ;

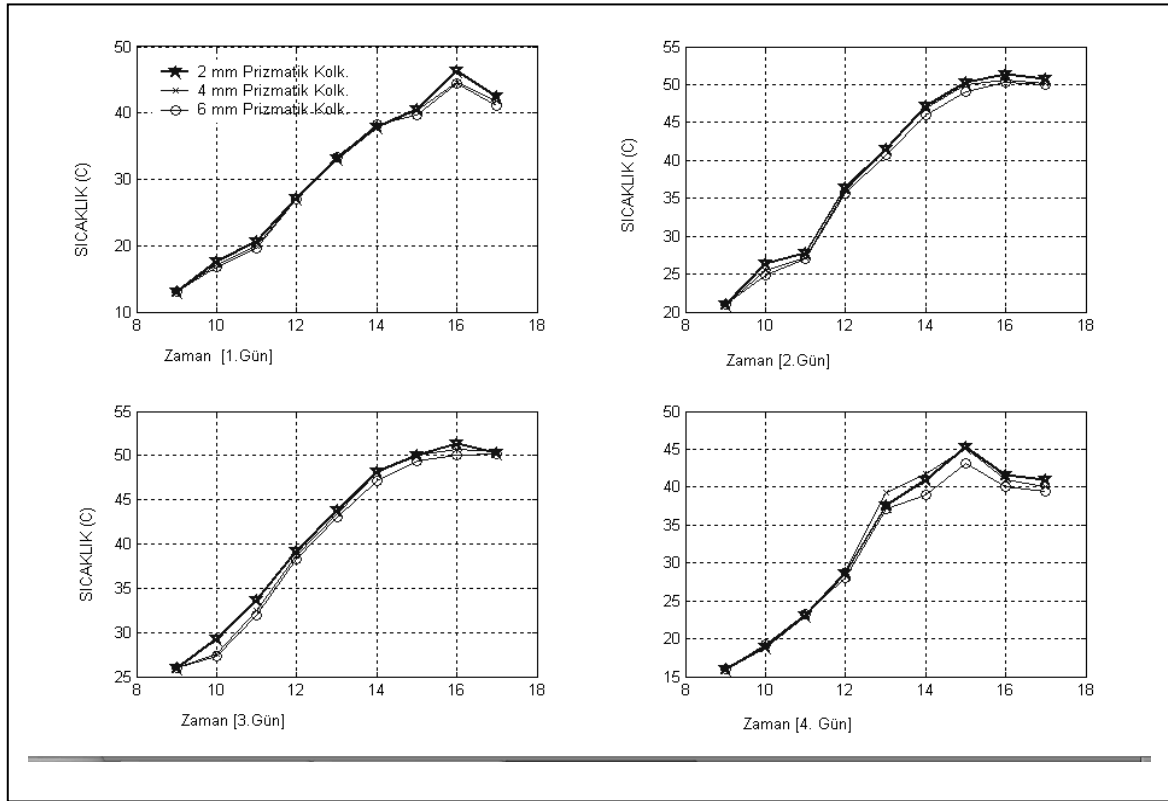
$$\eta = \frac{Q}{H_{l_{Egik}}} \quad (5)$$

eşitliği kullanılmıştır.

### 3.1. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Deney süresince elde edilen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak Şekil 4.'deki grafikte 4 gün için birlikte görülmektedir. Eşitlik 3.'den 40° eğimindeki kolektörlerde "R" dönüşüm faktörü deneylerin yapıldığı Nisan ayı için 1.137 bulunmuştur. Bu değere göre Eşitlik 1.'den eğik yüzeye gelen toplam ışıma değeri bulunarak Eşitlik 5.'den kolektörlere ait verimler hesaplanmış ve Çizelge 2. oluşturulmuştur. Şekil 4.'de görülen grafiklerde koyu olan eğriler güneş enerjisi dönüşüm sistemlerinin deneyler sonucunda en verimli olanlarıdır.

2, 4 ve 6 mm aralıklı prizmatik güneş kolektörlerine sahip sistemlerden en verimli 2 mm aralıklı prizmatik güneş kolektörlü sistemin olduğu görülmüştür. Bu durum Şekil 4. ve Çizelge 2.'den de görülmektedir.



Şekil 4. Deney Süresince Elde Edilen Depo Suyu Sıcaklık Değerleri

Çizelge 2. Deney Süresince Elde Edilen Sistem Verimi Sonuçları Ve Meteorolojiden Alınan Güneş Işınım Değerleri

	2 mm Prizmatik	4 mm Prizmatik	6 mm Prizmatik	Güneş Radyasyonu Cal/cm <sup>2</sup>
1	0,40	0,38	0,38	502,60
2	0,35	0,34	0,34	520,20
3	0,35	0,33	0,32	486,55
4	0,31	0,30	0,30	508,00
Ort. Verim	0,35	0,33	0,33	

#### 4. SONUÇ

Prizmatik tip kolektörlerden yüzeyler arasındaki mesafe 2 mm olan kolektör 4 ve 6 mm aralıklı kolektörlere oranla daha verimli olmuştur. 4 ve 6 mm aralıklı kolektörlerin verimleri arasında fazla bir fark olmamasına karşılık yüzeyler arasındaki mesafe azaldıkça verimin de arttığı söylenebilir.

Kolektörler yapısı itibari ile, sıcaklığın artması ile birlikte deformasyona uğramaması açısından 1 mm siyah sac malzemeden yapılmıştır. Bunun daha ince kalınlıktaki çelik malzemeden yapılması durumunda veriminin artacağı tahmin edilmektedir.

#### SEMBOLLER

$\vec{H}_{t_{Egik}}$  = Kolektör yüzeyine gelen güneş enerjisi miktarı (cal/cm<sup>2</sup>)

$\vec{H}_{t_{Yatay}}$  = Meteorolojiden alınan güneş radyasyonu değerleri (cal/cm<sup>2</sup>)

$\dot{Q}$  = Kullanma sıcak suyuna verilen ısı (kJ/h)

$m$  = Sistemlerdeki kullanma sıcak suyu miktarı (kg/h)

$c$  = Suyun özgül ısısı (kJ/kgK)

$\Delta t$  = Depo giriş suyu sıcaklığı ile kullanma sıcak suyu arasındaki sıcaklık farkı (°C)

$\eta$  = Güneş enerjisi dönüşüm sistemlerinin verimi

R= Dönüşüm Faktörü

#### KAYNAKLAR

1. Bockris, J., O, M., Veziroğlu, T.N., Smith, D., "Solar hydrogen Energy", **İletişim Yayınları** s.11., 1993.
2. Rifkin, J., Howrd, T., "Entropi", **İz Yayıncılık** s. 41-47., İstanbul, 1997.
3. Okuyan, C., Okuyan, M. Akif., "Türkiyenin Güneş Enerjisi Potansiyeli", **Mühendis ve Makine Dergisi**, cilt 27, sayı 318, , Ankara, temmuz 1986.
4. Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi, "**Sanayide Enerji Yönetimi Esasları**", Cilt 4 , s. 18-12., Ankara, 1997.
5. Tırıs, M., Tırıs, Ç., Erdalli, Y., "Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri" **Tubitak Marmara Araştırma Merkezi Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü**, s, 61, Gebze-Kocaeli, 1997.
6. Arınç, Ümit, D., "Eğik Düzleme Gelen Işınım Hesapları İçin R Dönüşüm Faktörlerinin Bulunması", 3. **Ulusal Isı Kongresi**, s, 69-80, İstanbul, 1981.