

# Düzlemsel Termal Güneş Kolektörlerinde Akışkan Giriş Sıcaklığının Performans Üzerindeki Etkisi

**Ahmet Ersin Altıparmak<sup>1</sup>, Yusuf İşiker<sup>2</sup>, Mehmet Azmi Aktacı<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Gapyenev Merkezi, Şanlıurfa, Türkiye; a.e.altiparmak@harran.edu.tr  
<sup>2</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fak., Makine Müh. Böl., Şanlıurfa, Türkiye; yusuf47@harran.edu.tr  
<sup>3</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fak., Makine Müh. Böl., Şanlıurfa, Türkiye; aktacı@harran.edu.tr

## Özet

Bu çalışmada Harran Üniversitesi Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Merkezi (GAPYENEV) bünyesinde, güneş enerjisi teknolojileri test ve sertifikasyon merkezinde, düzlemsel yüzeyli termal güneş kolektörleri için termal performans deney sistemi kurularak bir adet düzlemsel yüzeyli termal güneş kolektörünün farklı sıcaklıklarda performans analizi yapılmıştır. Yapılan performans analizlerinde EN 9806 Standartlarına göre kolektör giriş sıcaklığı ve ortam sıcaklığına bağlı olarak; 29 °C, 48 °C, 67 °C ve 86 °C seçilmiş ve termal performans deneyi yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda seçilen termal kolektörün verimi, giriş sıcaklığına bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş Enerjisi, Termal Kolektör, Termal Performans, Verimlilik,

## Influence of Fluid Inlet Temperature on Performance in Planar Thermal Solar Collectors

### Abstract

In this study, thermal performance test system for planar surface solar thermal collectors was installed in the solar energy technology testing and certification laboratory of Harran University Renewable Energy and Energy Efficiency Center (GAPYENEV) and there, performance analysis of one planar surface thermal solar collector was performed at different inlet temperatures. Depending on collector inlet temperature and ambient temperature according to EN 9806 Standards; for inlet temperature, 29 °C, 48 °C, 67 °C and 86 °C were selected and thermal performance tests were performed. As the result of the experiments, It has been observed that the efficiency of selected thermal collector was vary depending on inlet temperature.

**Keywords:** Solar power, Thermal Collector, Thermal Performance, Efficiency

## 1. GİRİŞ

Ülkemizdeki hızlı sanayileşme, nüfus artışı, kentleşmeye bağlı olarak her geçen gün enerji talebi artmaktadır. Dünya ve ülkemizin nüfusu sürekli artarken 2012 yılında yaklaşık 7 milyar olan dünya nüfusunun 2040 yılında 9 milyar olması beklenmektedir. 2012 yılı verilerine göre geneli Asya ve Afrika ülkelerinde yaşayan 1,3 milyar insana elektrik hala ulaşmamışken 2040 yılında artan taleple beraber bu sayının artacağı ve enerji talebinin karşılanamayacağı öngörülmektedir [1, 2]. Konvansiyonel enerji kaynaklarının çevreye olan olumsuz etkilerini azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı giderek artmaktadır. Çevre dostu olan güneş enerjisi yenilenebilir bir kaynak olmakla beraber sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi geleceğin enerji yapısında fosil yakıtların kullanımını azaltarak önemli bir yere sahip olacaktır [3, 4].

Güneş enerjisi sistemlerinin önemli bir kısmını termal güneş enerjisi teknolojileri oluşturmaktadır. Termal güneş enerjisi teknolojileri düşük, orta ve yüksek sıcaklık uygulamaları olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Bu sistemlerin en önemli elemanı Güneş toplayıcıları olarak ta adlandırılan güneş kolektörleridir. Düşük sıcaklık uygulamalarında

(\*) Corresponding author

düzlemsel güneş kolektörleri, Orta sıcak uygulamalarında; çizgisel yoğunlaştırma yapan parabolik çukur ve fresnel kolektörleri ve Yüksek sıcaklık uygulamalarında noktasal yoğunlaştırma yapan parabolik çanak kolektör ve merkezi alıcılar kullanılmaktadır [5].

SHC'nin en son 2016 yılında yayınlanan raporunda, dünyada 2014 yılında termal sistemlerde kurulu güç 410 GWth ve 586 milyon m<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. Bu rapor verilerine göre Türkiye'de ki kurulu güç olarak düzlemsel yüzeyli kolektörlerin kurulu gücü 10.288 GWth ve vakum tüplü kolektörlerin toplam kurulu gücü 2.442 GWth'dir. Türkiye'nin toplam kolektör alanı 18 milyon m<sup>2</sup>'nin üzerinde olup kullanım açısından dünyada son derece iyi bir yerde bulunmaktadır [6].

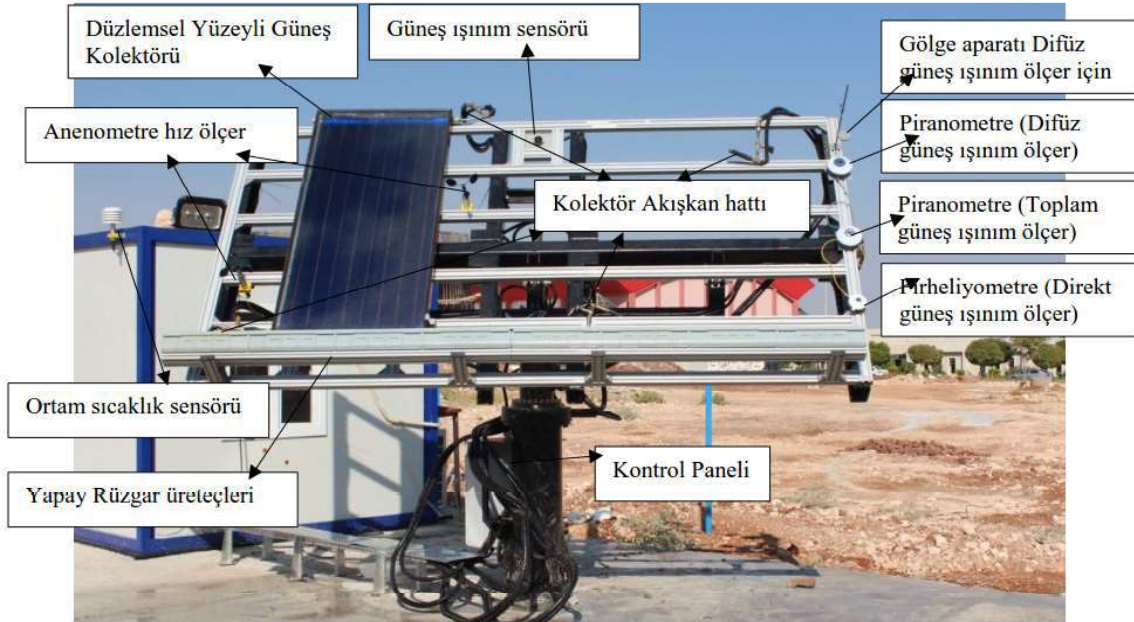
Ülkemizde yoğun olarak kullanılan güneş kolektör sistemlerinin performans analizleri çok önemli bir yer tutmaktadır. Güneş kolektör sistemlerinin performans analizleri için uluslararası standartlar bulunmaktadır. Ülkemizde, EN 12975-1 ve EN 12975-2 nolu AB standartlarını 2008 yılında kabul ederek yürürlüğe koymuştur. 2014 yılında bu standartlar revize edilerek TS EN ISO 9806 : 2014-04 standardı yayınlanmıştır [7,8].

Harran Üniversitesi Osmanbey Yerleşkesinde bulunan, Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Merkezi'nde (GAPYE-NEV) Güneş Enerjisi Teknolojileri Test ve Sertifikasyon Laboratuvarı kurulmuştur. Bu merkezde TS EN ISO 9806 : 2014-04 standardına göre düzlemsel yüzeyli termal güneş kolektörlerinin tüm performans ve mekanik yük testleri gerçekleştirilmektedir. Bu test merkezi TÜRKAK tarafından akredite edilerek hizmete açılmıştır.

Bu çalışmada, termal güneş kolektörlerinin dış saha çalışma şartlarında termal performans üzerinde etkili olan giriş sıcaklığının verimliliğe etkisi deneysel olarak ölçülmüştür. Bu amaçla farklı çalışma sıcaklıklarında TS EN ISO 9806 : 2014-04 standardına göre deneyler yapılmıştır.

## 2. DENEY DÜZENEĞİ VE YÖNTEM

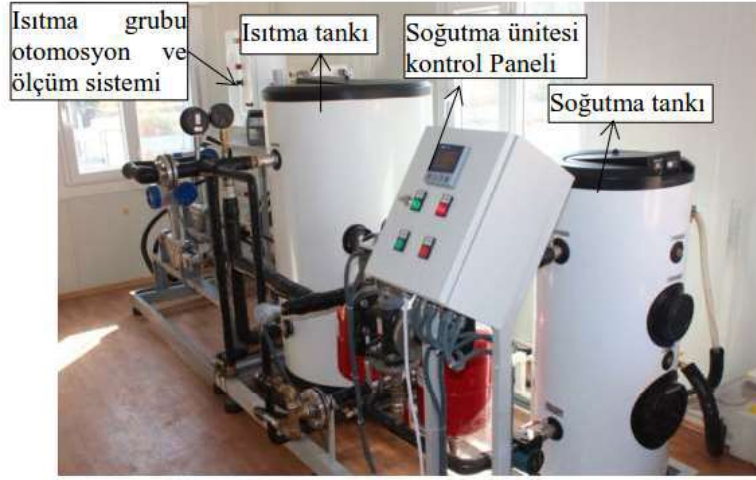
Termal performans ölçümleri için Şekil 2.1'de gösterilen güneşi iki eksende takip eden bir tracker sistemi kurulmuştur. Tracker üzerinde 2 adet termal güneş kolektörü bağlanarak aynı anda iki kolektör test edilebilmektedir. Tracker üzerinde bulunan piranometre ile toplam güneş ışınım miktarı ölçülmektedir. Bunun dışında kullanılan ikinci bir piranometre üzerinde gölgeleme topu kullanılarak, direk güneş ışınımı engellenmiş olup, difüz ışınımı ölçmektedir. Direk ışınımı ölçmek amacıyla pirheliyometre kullanılmıştır. Kolektör yüzeyi üzerinden akan hava akımının hızını ölçebilmek amacıyla 2 adet anemometre kullanılmıştır. Ortam sıcaklık sensörü ile kolektörü çevreleyen ortam sıcaklığı ölçülmektedir. Yapay rüzgar üreteçleri, kolektörün test parametreleri için gerekli olan rüzgar hızının doğal olarak yetersiz kalması durumunda, yapay olarak test koşullarını sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Sistemin üzerinde bulunan Kontrol paneli, tracker'ı manuel kontrol etmek amacıyla bulunmaktadır. Güneş takibinden ziyade farklı açılarda test yapabilmek için sağlanmaktadır.



Şekil 2.1. Güneş takip Sistemi

EN 9806 standardına göre, performans testlerinde sabit bir sıcaklıkta akış gönderildiğinden dolayı akış tesisatı kapalı bir çevrim olarak çalışmaktadır. Şekil 2.2.'de gösterildiği gibi sistem iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım ısıtma tesisatı ve ikinci kısım soğutma tesisatıdır. Boylerde ısıtılan akışkan basınçlı olarak, istenilen sıcaklığa ayarlandıktan sonra akış hattı 2 kola ayrılarak, her biri 2 ayrı kolektörü beslemektedir. Her bir hat üzerinde sırasıyla vana, pompa, debimetre, sıcaklık ve basınç sensörünü takip ederek kolektöre girmekte, kolektörde dolaştıktan sonra dönüş hattı üzerinde sırası ile

sıcaklık sensörü, basınç sensörü ve genleşme tankını izleyerek eşanjöre ulaşmaktadır. Isınan akışkan tekrar kolektöre sabit bir sıcaklıkta gönderilebilmesi için bir aşanjör aracılığıyla ikinci kısımdaki chiller vasıtasıyla soğutulmaktadır. Eşanjörde soğutulan dönüş suyu tekrardan boylere gönderilmektedir. Ayrıca akış tesisatı içerisinde alınan tüm ölçümler, hioki 8400 markalı 60 kanallı dataloggera kaydedilmekte ve daha sonra analiz edilmek üzere programa gönderilmektedir.



Şekil 2.2. Deney tesisatının görünümü

Termal performans testi için güneş kolektör verimi ( $\eta_{hem}$ ) denklem 1'e göre hesaplanır. Denklem 2'den hesaplanan  $\dot{Q}$  kolektörden çekilen faydalı güç (W),  $A_G$  kolektör yüzeyinin brüt alanı ( $m^2$ ),  $G$  güneş ışınlanma yoğunluğu,  $\eta_{o,hem}$  tepe kolektör verimliliği,  $a_1$  ısı kaybı katsayısı,  $a_2$   $a_1$ 'den kaynaklanan sıcaklık kaybı,  $v_a$  akışkanın ortalama sıcaklığı ( $^{\circ}C$ ), çevre (dış ortam) sıcaklığını ( $^{\circ}C$ ) ifade etmektedir [8].

$$\eta_{hem} = \frac{\dot{Q}}{A_G G} \quad (1)$$

$$\dot{Q} = A_G G \left( \eta_{o,hem} - a_1 \frac{v_m - v_a}{G} - a_2 \cdot G \left( \frac{v_m - v_a}{G} \right)^2 \right) \quad (2)$$

Termal kolektör veriminin hesaplanmasında, EN 9806 deney şartlarında Tablo 2.1.'de verilen tanımlamalar ve sınırlamalar oluşturulmuştur. Deney yapılırken sınırlamalardan oluşacak sapmalar deneyin yenilenmesini gerektirmektedir. EN 9806 standardına göre; akışkan debisi, kolektör açıklık alanının metre karesi başına yaklaşık 0.02 kg/s olarak ayarlanmaktadır. Deney periyodu sırasında geçici değişimler dikkate alınarak, suni rüzgâr üreteçleri tarafından rüzgâr hızı  $3 \pm 1$  m/s oluşturulmaktadır[8]. Bu şartlar oluşturulduktan sonra veri noktaları kolektör çalışma sıcaklığı aralığının da  $29$   $^{\circ}C$ ,  $48$   $^{\circ}C$ ,  $67$   $^{\circ}C$  ve  $86$   $^{\circ}C$  seçilerek deneyler yapılmıştır. Deney sırasında, akışkanın kolektöre giriş sıcaklığı, çıkış sıcaklığı, debi değeri, giriş basıncı, ışınım değerleri ve dış ortam sıcaklık değerleri 3 saniyelik periyotlarla ölçülmüştür.

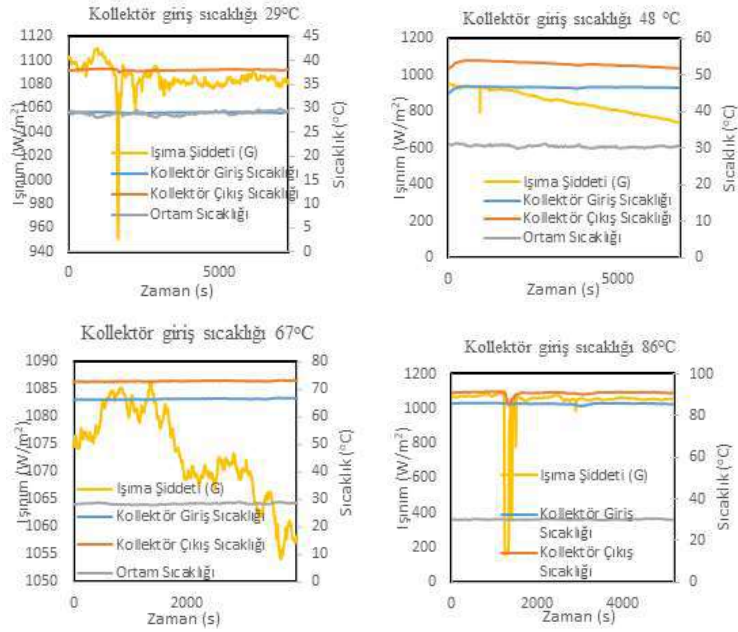
Tablo 2.1. EN 9806 standardına göre müsaade edilen sapma değerleri

Parametre	Ortalama değerde müsaade edilen sapma
(Global) Güneş ışınlanma yoğunluğu	$\pm 50$ W/m <sup>2</sup>
Min. Gelen toplam güneş ışınım miktarı	700 W/m <sup>2</sup>
Çevreleyen hava sıcaklığı (bina dışı)	$\pm 1,5$ K
Akışkanın kütle debisi	$\pm 1$ %
Kolektör girişinde akışkan sıcaklığı	$\pm 0,1$ K
Kolektör çıkışındaki akışkan sıcaklığı	$\pm 0,5$ K

Bu çalışmada 988x1218x90 boyutlarında elektrostatik boyalı alüminyum kasa ile çevrili, alüminyum seçici yüzeye sahip düzlemsel yüzeyli güneş kolektörü kullanılmıştır. Seçici yüzeyin absorbe katsayısı 0.95 ve yayılım katsayısı 0.03 tür. Kolektör içerisinde 10 sıra bakır boru kullanılmış olup, içerisinde akışkan olarak su dolaştırılmıştır.

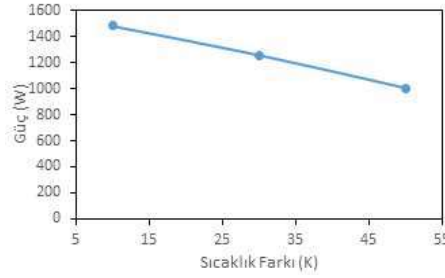
### 3. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, dinamik atmosfer koşulları altında, seçilen termal kolektör alanı 2.24 m<sup>2</sup> olup buna bağlı olarak 2.7 kg/h akışkan debisinde, akışkanın giriş sıcaklık değerleri sabit olarak EN 9806 standardında belirtilen 4 farklı sıcaklığa değerine göre termal kolektöre gönderilmiştir. Şekil 3.1. 4 farklı akışkan sıcaklık değerine göre ışınım şiddetine bağlı olarak akışkan çıkış sıcaklık değerleri gösterilmiştir. Şekil 3.1.'den görüleceği gibi akışkanın yüksek giriş sıcaklığında akışkanın çıkış sıcaklığı ile giriş sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı azalmaktadır.



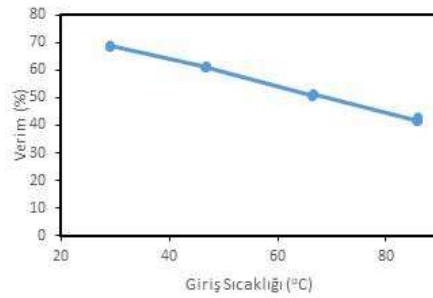
Şekil 3.1. Sıcaklık değerlerinin ışıınım şiddetine bağlı olarak değişimi

Ölçülen bu değerler, seçilen her bir kolektör sıcaklık değeri için Tablo 2.1'de gösterilen tanımlara bağlı olarak 10 dakika boyunca ölçüm alınarak bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Şekil 3.2.'de güç ve sıcaklık farkı eğrisi oluşturulmuştur. Buradaki sıcaklık farkı, kolektörün içerisinde dolaşan akışkanın ortalama sıcaklığı ile dış ortam sıcaklığı arasındaki farkı, Güç ise, bu sıcaklık farkında elde edilecek termal gücü göstermektedir. Şekil 3.2.'de görüleceği gibi sıcaklık arttıkça panelden elde edilecek termal güç düşmektedir.



Şekil 3.2. Güç- Sıcaklık fark değişimi

Akışkan giriş sıcaklığına bağlı olarak kolektör verimindeki değişim Şekil 3.3.'de gösterilmiştir. Şekilden görüleceği üzere, verim ile giriş sıcaklığı arasında yaklaşık olarak lineer bir ilişki mevcuttur. Giriş sıcaklığı yükseldikçe panel verimi düşmektedir. Yaklaşık olarak 55 °C sıcaklık artışına bağlı olarak termal kolektör verimi %25 düşmektedir.



Şekil 3.3. Giriş Sıcaklığı- Verim ilişkisi

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bir adet düzlemsel yüzeyli termal güneş kolektörü gerçek çalışma şartları altında EN 9806 standardına göre 4 farklı giriş sıcaklığında test edilmiştir. Kolektörün gerçek çalışma sıcaklığı arasında, 29 °C giriş sıcaklığında verimin maksimum (%68.31) olduğu, giriş sıcaklığı 86 °C'ye çıktığında ise verimin minimum (%43.03) olduğu tespit edilmiştir. Kolektör veriminin düşük ortam ve akışkan giriş sıcaklıklarında maksimum olduğu belirlenmiştir. Gapyenev merkezinde oluşturulan bu laboratuvar ile termal performans testini gerçek çalışma ortamında test edilebilme avantajı sağlamıştır.

Ülkemizde giderek yaygınlaşan yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımı ve geliştirilmesi için bu laboratuvarların önemi ortaya çıkmaktadır.

## 5. TEŞEKKÜR BÖLÜMÜ

Bu çalışma düzenineğin oluşturulmasında, Merkezimizi, TRC2/14/SANAYİ/0012 Nolu Güneş Enerjisi Teknolojileri Test ve sertifikasyon Merkezi Projesi Kapsamında destekleyen T.C. KALKINMA BAKANLIĞI KARACADAĞ KALKINMA AJANSI' na ve GAPYENEV uzmanları Mehmet Akif İLKHAN ve Sami ABAMOR' a teşekkür ederiz.

## REFERANSLAR

- [1] Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), "World Energy Outlook 2014" (2015)
- [2] Özkaya M.G, Halil İbrahim Variyenli H. B., Korkmaz M., (2007). Düzlemsel Güneş Kollektörlerinde Farklı Profillerdeki Emici Plakaların Deneysel İncelenmesi" Politeknik Dergisi, Cilt: 10 Sayı: 2 s.173-177
- [3] Ersavaş A., İşiker Y., Fıratöglü Z.A., Yeşilata B., (2014) "Construction and Performance Analysis of an Industrial Oriented Concentrated Solar Collector by Using Fresnel Lens" The Solartr 2014 Conference & Exhibition, November 19-21 İn Izmir, Turkey. s. 175-181 2015 yayınlandı
- [4] Xie W.T., Dai Y.J., Wang R.Z., Sumathy K.. (2011). Concentrated solar energy applications using Fresnel lenses: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2588– 2606
- [5] Yeşilata, B., H. Bulut, Çetiner, C. Ersavaş, A., (2011). Termal Güneş Enerjisi Teknolojileri Ve Gap Bölgesine Yönelik Fırsatlar, Mühendis ve Makina, 52/622, 47-56,
- [6] <https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2016.pdf>
- [7] Abamor S., Aktacir MA., Yeşilata B., Altıparmak AE., Dilbaz N. (2014) "Test and Certification Process of Solar Thermal Collectors" The Solartr 2014 Conference & Exhibition, November 19-21 İn Izmir, Turkey. s. 342-346 (2015 yayınlandı)
- [8] TS EN ISO 9806 Güneş enerjisi- Güneş kolektörleri- Deneysel metotları bölüm (ISO 9806:2013) Nisan 2014