

Düşük Sıcaklıklarda Çalışan Farklı Tip Güneş Kolektörlerinin Deneysel İncelenmesi

Elif ŞAHİN
Erkan DİKMEN
Arzu ŞENCAN ŞAHİN

ÖZET

Düşük sıcaklık uygulamalarında en çok kullanılan sistemlerden biri düzlemsel güneş kolektörleridir. Bu çalışmada, Isparta ili şartlarında geleneksel düzlemsel güneş kolektörlerine saydam yalıtımlı malzeme eklenerek farklı bir kolektör sistemi tasarlanmış ve deneysel olarak incelenmiştir. Bal peteği şeklinde şeffaf yalıtım malzemesi eklenmiş güneş kolektörünün geleneksel düzlemsel güneş kolektörü ile karşılaştırılması yapılmıştır. Deneysel çalışmada, şeffaf yalıtımlı güneş kolektöründe üstten olan ısı kayıplarının, geleneksel düzlemsel güneş kolektöründe olan kayıplardan daha az olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Güneş Kolektörü, Şeffaf Yalıtım Malzemesi, Isıl Verim, Isıl Analiz

1. GİRİŞ

Yenilebilir enerji kaynaklarının başında bütün enerji kaynaklarının temeli olan güneş enerjisi gelmektedir. Çevre kirliliğine sebep olmaması ve karşılığında hiçbir ücret ödenmemesi, güneş enerjisineduyulan ilgiyi arttıran faktörlerdendir. Ülkemiz, bulunduğu konum itibarıyla güneş enerjisi potansiyeli konusunda şanslıdır. Güneşten gelen ışınların toplanarak yararlı bir enerjiye dönüştürülmesinde ısı veya fotovoltajik esaslardan yararlanılır. Isıl esasa dayanan sistemlerin daha geniş uygulama alanı bulunmaktadır. Düşük sıcaklık uygulamalarında daha çok düzlemsel güneş kolektörleri kullanılır. Düzlemsel güneş kolektörleri, günümüzde yaygın olarak termal amaçlı, kullanım sıcak suyu hazırlamada kullanılmaktadır. Bu sistemlerin genellikle evlerde sıcak su temini için kullanılmasının en büyük sebebi, kurulumunun kolay ve kurulum maliyetinin diğer sistemlere göre daha ucuz olmasıdır.

Bu çalışmada, düzlemsel kolektörün emici plakası üzerine saydam bir yalıtım malzemesi eklenerek ısı kayıpların azaltılması amaçlanmıştır. Literatürde bu konuyla ilgili bazı çalışmalar mevcuttur.

Abstract:

Flat plate solar collector is one of the most widely used systems in the low temperature applications. In this study, different a collector system by adding transparent insulation material to flat plate collector was experimentally investigated for Isparta. The solar collector efficiency with transparent insulation material was compared to the conventional solarcollector efficiency. In experimental study, it has been seen that top heat loss of the solar collector with transparent insulation material is lower.

Key Words:

Solar Energy, Solar Collector, Transparent Insulated Material, Thermal Efficiency, Thermal Analysis

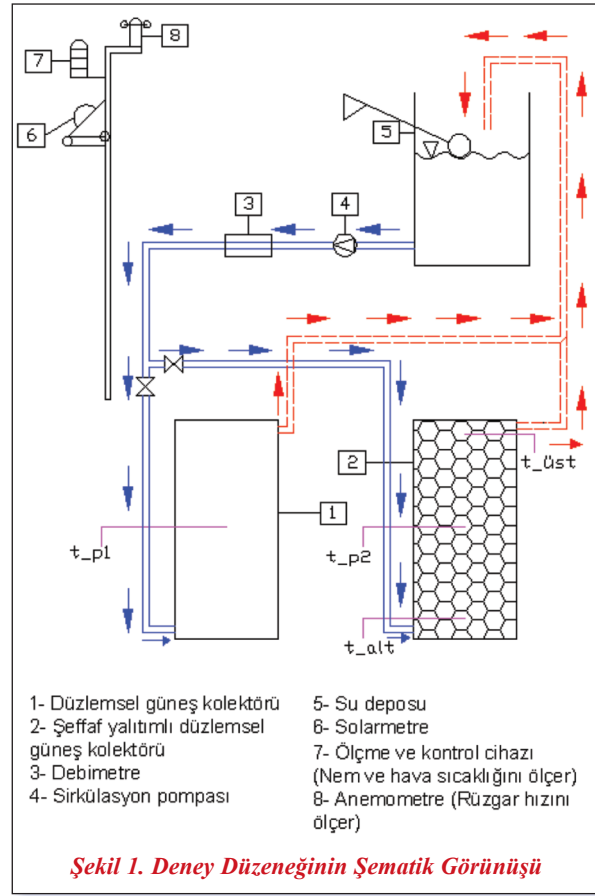
Makale

Chaurasia ve Twidell düzlemsel güneş kolektörlerinin ısı kayıplarının çok olması nedeniyle kolektör üzerine şeffaf yalıtım malzemesi ekleyerek bu yalıtım malzemesinin kolektör verimine etkisini incelemişlerdir [1]. Kaushika ve Reddy tarafından üst yüzeyi bal peteği şeklindeki şeffaf yalıtım malzemesiyle kaplı ve diğer tarafları opak yalıtımla kaplı güneş kolektörün simülasyonu yapılmıştır [2]. Ghoneim konveksiyondan kaynaklanan kayıpları engellemek için kolektörde cam yüzey ile emici yüzey arasına yalıtım malzemesi yerleştirmiştir. Yalıtım malzemesinin kolektöre montajı esnasında alt ve üst hava boşluğu miktarının konveksiyon olayı üzerine etkisini incelemiştir [3]. Abdullah vd. farklı hava boşluklarına sahip bal peteği şeklinde yalıtım malzemesi kullanarak güneş kolektörünün performansını arttırmayı amaçlamışlardır [4]. Sridhar ve Reddy güneş kolektörleri üzerine şeffaf yalıtım malzemesi ekleyerek gece meydana gelen ısı kayıplarını en aza indirmeyi amaçlamışlardır. Analizler farklı yalıtım malzemesi kalınlıklarında ve farklı kolektör eğim açılarında yapılmıştır [5].

2. DENEYSSEL SİSTEM

Bu çalışmada, Isparta ili şartlarında geleneksel düzlemsel kolektör ve şeffaf yalıtımlı düzlemsel kolektörden oluşan deneysel bir sistem tasarlanmıştır. Bu sistemin verim analizi aynı çalışma şartlarında yapılmıştır. Deneysel ünitesi; geleneksel düzlemsel kolektör, şeffaf yalıtımlı geleneksel düzlemsel kolektör, sirkülasyon pompası, debimetre, solar metre, nemölçer, anemometre ve depodan oluşmaktadır. Deneysel sistemde her iki kolektör 45°'lik açı ile yerleştirilmiştir. Deneysel sistem şematik olarak Şekil 1'de görülmektedir [6].

Şeffaf yalıtım malzemeli düzlemsel güneş kolektörünün cam örtüsü ile plaka arasına 5 cm kalınlığında ve 3 mm gözenek çapında bal peteği şeklinde polikarbon malzeme monte edilmiştir. Kolektörün diğer özellikleri düzlemsel kolektör ile aynıdır. Şekil 1'de görülen güneş kolektörlerinin giriş ve çıkış su sıcaklıkları, plaka sıcaklıkları termo elemanlar yardımıyla ölçülmüştür. Güneş kolektör borularına yalıtım yapılmıştır. Ölçümler Haziran ayında saat 09:00-16:00 arasında her saat için yapılmıştır.



Şekil 1. Deneysel Düzeninin Şematik Görünüşü

3. KOLEKTÖRÜN ISIL ANALİZİ

Kolektör ısı verimi (η) aşağıdaki gibi hesaplanabilir [7]:

$$\eta = \frac{Q_u}{A.I} = \frac{\dot{m}.c_p.(T_o - T_i)}{A.I} \quad (1)$$

Güneş kolektörünün ısı verimi (2) ve (3) eşitlikleri kullanılarak da hesaplanabilir [8]:

$$\eta = F_R [(\tau\alpha_c) - U_L(T_i - T_a)] / I \quad (2)$$

$$\eta = \tau\alpha_c - U_L(T_p - T_a) / I \quad (3)$$

Kolektördeki toplam ısı geçiş katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanabilir [7]:

$$U_L = U_t + \left(\frac{A_y}{A_c} U_{by} + U_{ba}\right) \quad (4)$$

Kolektörün üstünden olan kayıplar için ısı geçiş katsayısının hesaplanmasında (U_t) aşağıdaki eşitlik kullanılır [7]:

$$U_t = \left[\frac{N}{\frac{c(T_p - T_a)^{0.33}}{T_p} + \frac{1}{h_d}} \right]^{-1} + \frac{\sigma(T_p + T_a)(T_p^2 + T_a^2)}{[\epsilon_p + 0.05N(1 - \epsilon_p)]^{-1} + \left[\frac{2N + f}{\epsilon_c} - N \right]} \quad (5)$$

Burada;

$$c = 250[1 - 0.0044(EA - 90)] \quad (6)$$

$$f = (1 - 0.04h_d + 0.005h_d^2)(1 + 0.091N) \quad (7)$$

$$h_d = 5.7 + 3,8V_r \quad (8)$$

4. HATA ANALİZİ

Belirli sayıda deney yapıldıktan sonra bu deneye ait sistematik (veya sabit) hataların tespiti için pratikte birkaç yöntem geliştirilmiştir. Bunlar; akılcı yaklaşım ve belirsizlik analizidir. Belirsizlik analizi diğer analizlere göre belirgin bir üstünlüğü, burada en büyük hataya neden olan değişkenin hemen tespit edilebilmesidir. Belirsizlik analizinde hata oranı aşağıdaki formülle hesaplanabilir [9]:

$$W_R = \left(\left(\frac{\partial R}{\partial X_1} W_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial X_2} W_2 \right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial X_3} W_3 \right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial R}{\partial X_n} W_n \right)^2 \right)^{1/2} \quad (9)$$

W: Parametrelerdeki mutlak hata oranı

$\frac{\partial R}{\partial X}$: Relatif hata değerini göstermektedir.

Bu çalışmada deneylerde kullanılan ölçü aletlerinin özellikleri ve hassasiyetleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneysel Çalışmada Kullanılan Ölçü Aletlerinin Özellikleri ve Hassasiyetleri

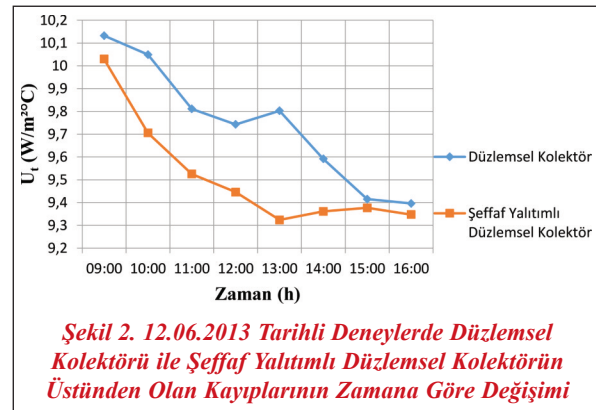
Cihaz	Marka	Hassasiyet
Debimetre	Ahlborn FVA915VTH25 tipi	$\pm 3 \%$
Solarmetre	Ahlborn Fla613 tipi	$\pm 10 \%$
Termoeleman	J tipi	$\pm 0,8 \%$

Düzlemsel ve saydam yalıtımlı güneş kolektör verim hesaplamalarında en büyük hata değeri %0,01 olarak belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, geleneksel düzlemsel güneş kolektörleri ile saydam yalıtımlı güneş kolektörleri incelenerek performans analizleri yapılmıştır. Geleneksel düzlemsel güneş kolektörlerine saydam yalıtımlı malzeme eklenerek kolektörün üst yüzeyinden olan ısı kayıplarının azaltılması amaçlanmıştır.

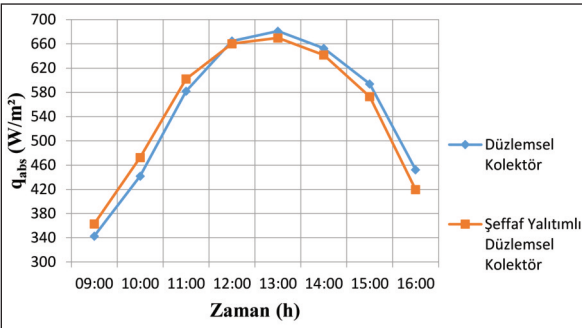
Şekil 2'de düzlemsel kolektör ile şeffaf yalıtımlı düzlemsel kolektörün üstünden olan kayıplar için ısı geçiş katsayısının zamana göre değişimi görülmektedir. Şekil 2'den görüldüğü gibi şeffaf yalıtımlı kolektörün üstünden olan kayıplar için ısı geçiş katsayısı düzlemsel kolektörden azdır.



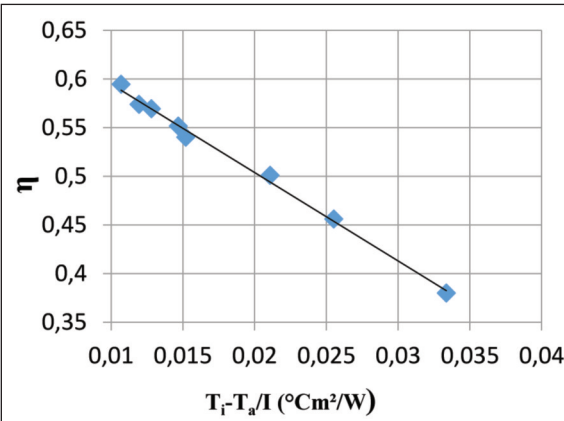
Şekil 3'de güneş kolektörü plakasının absorbe ettiği enerji miktarının zamanla değişimi görülmektedir. Beklendiği gibi, öğle saatlerinde güneş radyasyonu değerlerinin yüksek olması nedeni ile absorbe edilen enerji miktarı da artmıştır. Şeffaf yalıtımlı düzlemsel kolektörün absorbe ettiği enerji miktarı sabah saatlerinde düzlemsel kolektörden daha fazladır. Öğleden sonra güneş radyasyon miktarının düşmesi ile kolektörlerin absorbe ettiği enerji miktarı da düşmüştür.

Şekil 4 ve Şekil 5'de sırasıyla 0,033 kg/s debi için, düzlemsel güneş kolektörün ve saydam yalıtımlı güneş kolektörün verim eğrileri görülmektedir.

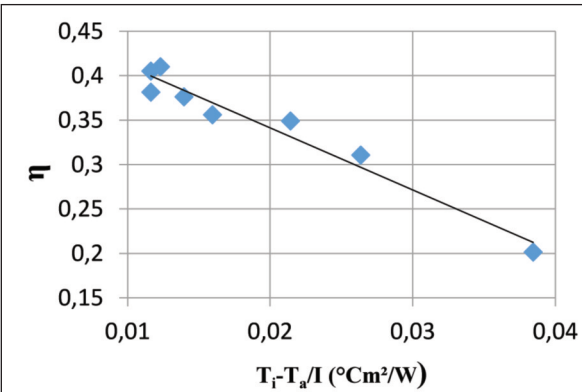
Makale



Şekil 3. 12.06.2013 Tarihinde Plakanın Absorbe Ettiği Enerji Miktarının Zamana Göre Değişimi



Şekil 4. 12.06.2013 Tarihli Deneylerde Düzlemsel Kolektörün Verim Eğrisi



Şekil 5. 12.06.2013 Tarihli Deneylerde Şeffaf Yalıtımlı Düzlemsel Kolektörün Verim Eğrisi

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Düşük sıcaklık uygulamalarında en çok kullanılan sistemlerden biri düzlemsel güneş kolektörleridir. Bu çalışmada, geleneksel düzlemsel güneş kolektörlerine saydam yalıtımlı malzeme eklenerek farklı bir kolektör sistemi tasarlanmıştır ve deneysel olarak ince-

lenmiştir. Bal peteği şeklinde şeffaf yalıtım malzemesi eklenmiş güneş kolektörünün geleneksel düzlemsel güneş kolektörü ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Deneysel çalışmada, şeffaf yalıtımlı kolektörün üstünden olan ısı kayıpların düzlemsel kolektörün üstünden olan ısı kayıplardan daha az olduğu görülmüştür. Fakat bununla beraber, düzlemsel güneş kolektörü için ortalama verim değerlerinin %60 civarında olduğu, şeffaf yalıtımlı düzlemsel güneş kolektörü için ortalama verim değerlerinin %53 civarında olduğu belirlenmiştir. Şeffaf yalıtımlı güneş kolektöründe verim değerlerinin düzlemsel kolektörün verim değerlerine göre nispeten düşük çıkmasının nedeninin, şeffaf yalıtım malzemesinin kalınlığının fazla olması ve gözenek çapının küçük olması nedeniyle özellikle öğleden sonra güneş ışınının yeterince emici plakaya ulaşamamış olmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Dolayısıyla kalınlığı daha az ve gözenek çapı daha büyük olan şeffaf yalıtım malzemeleri kullanılarak kolektör veriminin artırılması mümkün olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 2835-YL-11 no'lu proje kapsamında Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Yazarlar mali destek imkânlarından dolayı, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür eder.

SEMBOLLER

A	Kolektör yüzey alanı (m ²)
c _p	Özgül ısı (kJ/kgK)
$T_i - T_a / I$	(°Cm ² /W)
EA	Kolektör eğim açısı (°)
F _R	Kolektör verim faktörü
h _d	Dış hava ısı taşınım katsayısı (W/m ² °C)
I	Güneş ışınım şiddeti (W/m ²)
m	Kütleli debi (kg/s)
N	Cam örtü sayısı
Q _u	Düzlemsel kolektörden sağlanan yararlı ısı (W)
q _{abs}	Kolektörün absorbladığı enerji (W/m ²)
T _a	Dış ortam sıcaklığı (°C)

T_i	Akışkan giriş sıcaklığı (°C)
T_o	Akışkan çıkış sıcaklığı (°C)
T_p	Emici plaka sıcaklığı (°C)
U_{ba}	Tabandan ısı geçiş katsayısı (W/m ² °C)
U_{by}	Yanlardan ısı geçiş katsayısı (W/m ² °C)
U_L	Toplam ısı geçiş katsayısı (W/m ² °C)
U_t	Kolektörün üstünden olan kayıplar için ısı geçiş katsayısı (W/m ² °C)
V_r	Rüzgar hızı (m/s)
e_c	Camın yayma oranı
ϵ_p	Plakanın yayma oranı
η	Kolektör verimi
σ	Stefan Boltzman sabiti (5,67x10 ⁻⁸ W/m ² K ⁴)
$\tau\alpha_c$	Cam ve plakanın düzeltilmiş geçirme ve yutma oranı

KAYNAKLAR

- [1] Chaurasia, P.B.L., Twidell, J., Collector Cum Storage Solar Water Heaters With and Without Transparent Insulation Material, Solar Energy, 70 (5), 403-416, 2000.
- [2] Kaushika, N.D., Reddy, K.S., Thermal Design and Field Experiment of Transparent Honeycomb Insulated Integrated- Collector-Storage Solar Water Heater, Applied Thermal Engineering, 19, 145-161, 1999.
- [3] Ghoneim, A.A., Performance Optimization of Solar Collector Equipped with Different Arrangements of Square- Celled Honeycomb, International Journal of Thermal Sciences, 44, 95-105, 2005.
- [4] Abdullah, A.H., Abou-Ziyan, H.Z., Ghoneim, A.A., Thermal Performance of flat Plate Solar Collector Using Various Arrangements of Compound Honeycomb, Energy Conversion and Management, 44, 3093-3112, 2003.
- [5] Sridhar, A., Reddy, K.S., Transient Analysis of Modified Cuboid Solar Integrated- Collector-Storage System, Applied Thermal Engineering, 27, 330-346, 2007.
- [6] Şahin, E., Düşük Sıcaklıklarda Çalışan Farklı Tip Güneş Kolektörlerinin Teorik ve Deneysel İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Isparta, 2014.
- [7] Uyarel, A.Y., Öz, E.S., Güneş Enerjisi ve Uygulamaları, Birsen Yayınları, Ankara, 1987.
- [8] Duffie J.A. and Beckman W.A., In Solar Engineering of Thermal Process, Wiley Interscience, New York, 1980.
- [9] Genceli, O.E., Ölçme Tekniği, Birsen Yayınevi., İstanbul, 2008.