

Sıcak Su Hazırlamak için Kullanılan Güneş Enerjili Sistemlerde Sıvı ve Hava Akışkanlarının Performans Üzerindeki Etkileri

İlhan CEYLAN, Mustafa AKTAŞ, Hikmet DOĞAN
Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada sıcak su hazırlamak için yaygın olarak kullanılan sıvı ve hava akışkanlı sistemler ısıl performans bakımından deneysel olarak karşılaştırılmıştır. Bunun için sıvı ve hava akışkanlı sistemler tasarlanmış ve imal edilmiştir. Karşılaştırma sonucunda ısıl performans bakımından hava akışkanlı sistemin sıvı akışkanlı sisteme göre ortalama %8 daha verimli olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Güneş enerjisi, sıcak su hazırlama, güneş kolektörü

Effects of Liquid and Air Fluids on Performance of Solar Energy Systems Used for Hot Water Preparation

ABSTRACT

In this study, liquid and air fluid systems compared experimentally in terms of thermal performance used for hot water preparation widespreadly. Therefore, liquid and air fluid systems designed and manufactured. In the result of comparing, it was seen that the air fluid system has better performance average 8% than the liquid fluid system in terms of thermal performance.

Key words: Solar energy, hot water preparation, solar collector

1. GİRİŞ

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışınım enerjisi olup, güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanır. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından azalma göstermiş, güneş enerjisi çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir. Çoğu, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde kullanılmakta olan güneş kolektörlerinden yılda yaklaşık 290 bin TEP ısı enerjisi alınmaktadır (1).

Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemlerinde en önemli eleman güneş kolektörüdür. Kolektörler değişik kullanım amaçlı yapılmaktadır. Isıtma ve soğutma uygulamalarında düz yüzeyli kolektörler yaygın olarak kullanılmaktadır (2). Kolektörler, üzerlerine düşen güneş enerjisini sistemde dolaşan akışkana aktararak, duyuşu ısıya dönüştürebilen mat siyaha boyanmış güneş ışınımını emici plakalardır (3). Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri dolaşım şekillerine göre tabii ve cebri dolaşım olmak üzere ikiye ayrılır. En yaygın kullanılan güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemlerinin

den tabii dolaşım sistemleri, "termosifon tipi su ısıtıcı" olarak da isimlendirilir. Bu sistemler düz-levha tipi kolektörlerden ve yalıtılmış bir depodan ibarettir. Cebri dolaşım bir sıcak su hazırlama sisteminde ise genel olarak pompa, diferansiyel termostat, sıcak su deposu, genişleme tankı ve tersinmez vana bulunur (4). Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri devre şekline göre de doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki çeşittir. Doğrudan sistemler hiçbir ısı değiştirici kullanılmadan uygulanan sistemlerdir. Sıvı akışkanlı sistemlerde, akışkan olarak su kullanıldığı takdirde kolektörde ısınan ve yoğunluğu düşen akışkan depoya gider ve doğrudan kullanıma sıcak suyu olarak kullanılabilir. Bu sistemlerin verimleri bir ısı değiştiricisi kullanılmamasından dolayı, dolaylı sistemlere göre daha yüksektir (5).

Bir diğer kolektör şekli de hava akışkanlı kolektörlerdir. Bu tip kolektörler özellikle tarım ürünlerinin kurutma uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Hafif olmaları, donanımlarının kolay olması en büyük avantajlarıdır. Bu çalışmada sıcak su hazırlama amacıyla kullanılan sıvı ve hava akışkanlı sistemler ısıl performansları bakımından karşılaştırılmıştır.

2. TÜRKİYE'NİN GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre

şanslı durumdadır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre mevcut bulunan güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından yapılan çalışmada Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3.6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Aylara göre Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri ise Çizelge 1.'de verilmiştir (1).

Çizelge 1. Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kcal/cm ² -ay)	GÜNEŞ. SÜRESİ (kWh/m ² -ay)	GÜNEŞ. SÜRESİ (Saat/ay)
OCAK	4.45	51.75	103
ŞUBAT	5.44	63.27	115
MART	8.31	96.65	165
NİSAN	10.51	122.23	197
MAYIS	13.23	153.86	273
HAZİRAN	14.51	168.75	325
TEMMUZ	15.08	175.38	365
AĞUSTOS	13.62	158.4	343
EYLÜL	10.60	123.28	280
EKİM	7.73	89.9	214
KASIM	5.23	60.82	157
ARALIK	4.03	46.87	103
TOPLAM	112.74	1311	2640
ORT.	308.0	3.6	7.2
	cal/cm ² -gün	kWh/m ² -gün	saat/gün

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 2.'de verilmiştir.

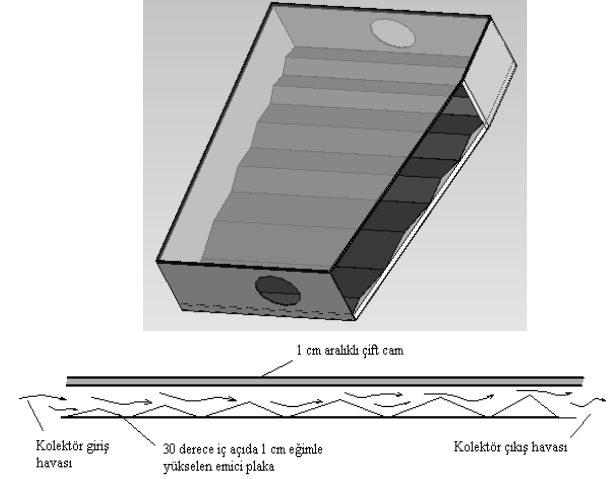
Çizelge 2. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı (1)

BÖLGE ADI	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

3. MATERYAL VE METOT

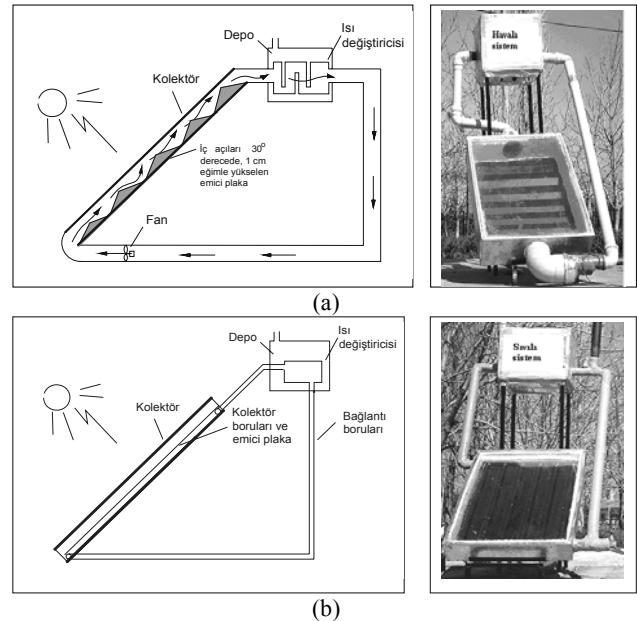
Bu çalışmada, tasarlanan ve imalatı yapılan her iki sistem için de aynı özelliklere sahip malzemeler kullanılmıştır. Sistemlerin kullanma sıcak suyu depo hacimleri 20 litre, ısı değiştiricisi hacimleri 4 litre olarak yapılmıştır. Her iki sistemde de kolektör yüzey alanı 0.35 m²'dir (0.70 m x 0.50 m). Sıvı akışkanlı sistem tabii dolaşım ve dolaylı, hava akışkanlı sistem ise cebri dolaşım ve dolaylı olarak imal edilmiştir. Hava akışkanlı sistemde hava sirkülasyonu 12 voltluk bir bilgisayar fanı ile sağlanmıştır. Hava akışkanlı sistemde

kolektör içindeki havanın temas yüzeyini arttırmak için kolektör emici plakası Şekil 1.'de görüldüğü gibi yapılmıştır. Emici plaka mat siyaha boyanarak, iç açılı 30 derece olan ve 1 cm aralıkla yükselen 0.3 mm kalınlığındaki çinko sacdan yapılmıştır.



Şekil 1. Hava akışkanlı sistem emici plaka detayı

Her iki sistemde de kolektörde ısı kayıplarını azaltmak için kolektörler çift camlı ve camlar arasındaki mesafe 1 cm olacak şekilde yapılmıştır. Ayrıca hava akışkanlı sistemde birleşim noktalarının silikon ile sızdırmazlığı sağlanmıştır. Şekil 2.'de sistemlere ait deney düzeneği görülmektedir. Sıvı akışkanlı sistemde su kullanılmıştır.



Şekil 2. Hava akışkanlı sistem (a) ve sıvı akışkanlı sistem (b) deney düzeneği.

4. DENEYLERİN YAPILIŞI

Hazırlanan deney setleri, yerden 1.5 m yükseklikte bulunan bir platform üzerine, kolektör ön yüzü güneş yönüne bakacak ve birbirini gölgelemeyecek şekilde

kilde yerleştirilmiştir. Sistem saat 10⁰⁰'da su ile doldurulmuştur. Sıcaklık ölçümleri, saat 11⁰⁰'da başlayıp, saat 16⁰⁰'a kadar her yarım saatte bir yapılmıştır. Sıcaklık ölçümleri, Testo firmasının üretmiş olduğu ± 0.005 'i hassasiyette ölçüm yapan LCD ekranlı -50 ile 1000 °C aralığında K tipi problu cihaz ile yapılmıştır.

5. TEORİK ANALİZ

Sistemde kolektör üzerine gelen güneş enerjisi miktarını hesaplamak için aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır (6).

$$I_{TOP} = [I_{DIR} \times R] + I_{DIF} \times \left[\frac{1 + \cos \beta}{2} \right] + [I_{DIR} + I_{DIF}] \times r_a \times \left[\frac{1 - \cos \beta}{2} \right] \quad (1)$$

Eşitlik (1) ile verilenler aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

Doğrudan (direkt) ışınım değeri; (7)

$$I_{DIR} = \varphi - I_{DIF} \quad (2)$$

Yansıma (difüz) ışınım değeri;

$$I_{DIF} = [1 - (1,097 \times \varepsilon)] \times \varphi \quad (3)$$

Bulanıklık faktörü;

$$\varepsilon = \frac{\varphi}{v} \quad (4)$$

Yapılan deneyler sonucunda sistemlerden elde edilen enerji:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T \quad (6)$$

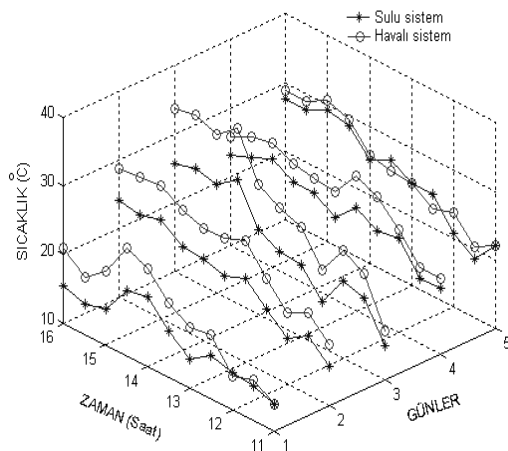
Sistemlerin verimleri ise:

$$\eta = \frac{\dot{Q}}{F_k \times I_{TOP}} \quad (7)$$

eşitlikleri ile hesaplanmıştır (8).

6. DENEY SONUÇLARI

Her iki sistem de aynı zamanda, aynı şartlarda 5 gün süreyle denenmiştir. Yapılan deneylerde depo suyu sıcaklık ölçüm değerleri grafiği Şekil 3.'de verilmiştir.



Şekil 3. Deneysel yapılan günlere ait depo suyu sıcaklık değerleri grafiği

Şekil 3'den de görüldüğü gibi hava akışkanlı sisteme ait depo suyu sıcaklıkları sıvı akışkanlı sisteme göre daha yüksektir. Ayrıca deney yapılan günlere ait deney yapılan saatler içerisindeki güneş ışınımı değerleri ve güneşlenme süreleri Çizelge 3.'de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneysel yapılan günlere ait güneş ışınımı ve güneşlenme süreleri

Deneysel yapılan gün	Güneş ışınımı değeri (W/m ²)	Güneşlenme süresi (saat)
1. gün	3523.89	5.6
2. gün	4123.99	6
3. gün	2867.95	1.4
4. gün	3405.26	4.9
5. gün	4298.44	6

7. SONUÇ ve TARTIŞMA

Deneysel sonuçlarına göre yapılan hesaplamalarda hava akışkanlı sistem veriminin sıvı akışkanlı sisteme göre ortalama olarak %8 daha iyi olduğu görülmüştür. Hava akışkanlı güneş kolektörleri ile ısıtma yapılması söz konusu olduğunda, havanın korozif bir akışkan olmaması sistem için önemli bir avantajdır. Bu durumda hava akışkanlı sistemin ömrü sıvı akışkanlı sisteme göre daha uzun olmaktadır.

Hava akışkanlı kolektörler daha basit olması nedeniyle kullanıldığı yapıya daha az statik yük getirmektedirler. Ayrıca günümüzde yaygın olarak kullanılan doğal dolaşimli sıvılı sistemlerde özellikle çatılarda görüntü kirliliği oluşmaktadır. Hava akışkanlı kolektörlerin kullanılması ile bu görüntü kirliliğinin ortadan kaldırılması, kullanma sıcak suyu deposunun çatı arasına yerleştirilmesi ile mümkün olacaktır. Hava akışkanlı sistemlerde en önemli unsur sistemde sızdırmazlığın sağlanmasıdır. Hava akışkanlı sistemlerde dolaşımın fan ile sağlanması, sistemde çok az da olsa bir enerji girdisinin olmasını gerektirmektedir. Bu da istenmeyen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat enerji ihtiyacının ihmal edilebilecek kadar az olmasından dolayı bu enerji fotovoltaiik pillerle rahatlıkla sağlanabilir.

Kullanma sıcak suyu hazırlamak amacıyla kullanılan sıvı akışkanlı sistemlerde soğuk iklimlerde suyun donma tehlikesinin olması, güneş ışınımının az olduğu zamanlarda doğal sistemlerde dolaşım kuvvetinin az olması ve kolektör donanımının hava akışkanlı sisteme göre daha zor olması sıvı akışkanlı sistemlerin mahzurlu yanlarıdır.

Yapılan çalışma sonucunda güneş ışınımının az olduğu bölgelerde özellikle doğal dolaşimli sistemler için, hava akışkanlı güneş kolektörlerinin tercih edilmesi önerilmiştir.

8. SEMBOLLER

ΔT Sıcaklık farkı (K)

\dot{m} Suyun kütleli debisi (kg/gün)

I_{DIR} Doğrudan (direkt) ışınım, (W/m²gün)

I_{DIF} Yansıma (difüz) ışınım, (W/m²gün)

- ε Bulanıklık faktörü
- ϕ Deneyin yapıldığı gün için ortalama yatay yüzey ışınım değeri, (W/m^2 gün)
- v Deney yapılan ayın ortalama atmosfer öncesi ışınım değeri, (W/m^2 gün)
- r_a Eğik düzlem çevresinin toplam güneş ışınımı için yansıtma katsayısı $\approx 0,2$ 'dir.
- β Güneş kolektörünün yatayla yaptığı açı
- c Özgül ısı (kJ/kgK)
- \dot{Q} Depolanan toplam enerji miktarı, ($J/gün$)
- F_k Kolektör yüzey alanı, (m^2)
- I_{TOP} Kolektör yüzeyine gelen toplam güneş ışınımından elde edilen enerji, (W/m^2 gün)
- TEP Ton eşdeğer petrol

9. KAYNAKLAR

1. www.eie.gov.tr "Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü", Güneş Enerjisi.
2. Uyarel, A. Y., Öz, E. S., "Güneş Enerjisi ve Uygulamaları", Emel Matbaacılık, s. 66, Ankara, 1987.
3. Doğan, H., "Prizmatik Depo Tip Kolektörlü Güneş Enerjili Bir Sıcak Su Hazırlama Sisteminin Veriminin Deneysel Olarak İncelenmesi", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, cilt:16, no:4, Ankara, 2003, s.789-796.
4. Campbell, S., "Build Your Own Solar Water Heater", Garden Way Publishing, United States of America, 1981.
5. Öz, E., S., Menlik T., Aktaş, M., "Güneş Enerjisi Sistemlerinde Kanatçık Kullanımının Verime Etkisinin Deneysel İncelenmesi", Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi, cilt:7, sayı:3, Eylül, 2004, s. 217-221.
6. Reddy, T., A., "The Design and Sizing of Active Solar Thermal Systems", Oxford University Press, New York, pp 4-10, 1987.
7. Aktaş, M., "Güneş Enerjili Tabii Sirkülasyonlu Endirekt Sıcak Su Hazırlama Sistemlerinde Kanatçık Optimizasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, s. 53-99, 2003.
8. Shariah, A., Al-Akhras, M., A., I.A. Al-Omari, I., A., "Optimizing The Tilt Angle of Solar Collectors", Renewable Energy, Volume: 26, pp. 587-598, 2002.