

Güneş Enerjili Sistemlerde Isı Değiştirici Yüzeyin ve Akışın Isıl Performans Üzerindeki Etkileri

Mustafa AKTAŞ

ÖZET

Bu çalışmada, güneş enerjili doğal dolaşimli ve indirekt kullanma sıcak suyu hazırlama sistemlerinde ısı değiştiricilerde genişletilmiş yüzeyin ısı verim bakımından etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaç için, iki sistem tasarlanıp imal edilmiştir. Sistemler altı gün test edilmiştir. Deneysel sonuçlarına göre, genişletilmiş yüzeyli sistemin klasik sisteme göre ortalama olarak %4 daha verimli olduğu görülmüştür. Ayrıca, akışın hızlı olduğu zamanlarda ısı veriminin artışı gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Güneş enerjisi, sıcak su hazırlama, genişletilmiş yüzey.

Effects of Heat Exchanger Surface and Flow on Thermal Performance in Solar Energy Systems

ABSTRACT

In this study, the effect of the extended surface was examined experimentally in terms of thermal performance for solar energy natural circulation and indirect domestic hot water preparation systems. For this aim, two systems were designed and manufactured. Systems were tested six days. According to experiment results, it was seen that extended surface system has average 4% better performance than the classical system. Additionally, increasing of thermal performance was observed at the time of speedy flowing.

Key words: Solar energy, hot water preparation, extended surface.

1. GİRİŞ

Günümüzde iyileşen yaşam koşullarına ve artan nüfusa bağlı olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Bu enerji ihtiyacının karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması hem enerji ekonomisi hem de çevre faktörleri açısından oldukça önemlidir. Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri ile konut için gerekli olan toplam enerji miktarının %12'si karşılanabilir (1). Bu %12'lik dilime bağlı olarak konutlarda ve endüstride sıcak su hazırlamak amacıyla kullanılan sistemlerde güneş enerjisinin kullanılması son derece önemlidir. Şu an Amerika'da kullanılan enerjinin %8'i yenilenebilir enerji kaynaklarından temin edilmektedir (2). Türkiye enerji istatistiklerine göre enerji açığımız her geçen yıl artış göstermekte ve birincil enerji kaynakları %50 oranında petrole bağlı kalmaktadır. Alternatif enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve jeotermal enerjinin değerlendirilmesi ile santrallerde en çok kullanılan enerji kaynağı olan taş kömüründe tasarruf yapılabilecektir ki bu da Türkiye'nin taş kömürü rezervlerinin %4'ü demektir. Bu da aynı zamanda Türkiye'nin mevcut petrol rezervlerinin yaklaşık yarısına eşittir (3).

Bu çalışmada günümüzde yaygın olarak kullanılan güneş enerjisi destekli indirekt sıcak su hazırlama sistemlerinde uygun kapasitedeki ısı

değiştiricisinin ısı geçiş yüzey alanının artırılması ile sistemdeki ısı dalgalanmalarının ve akışın verime olan etkisi incelenmiştir. Bu amaç için birisi klasik ve diğeri de genişletilmiş yüzeyli olmak üzere aynı özelliklere sahip iki sistem altı gün süreyle denenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Deneysel setleri indirekt ve doğal dolaşimli olarak yapılmıştır. Her iki sistemin karşılaştırılması için, sistemlerin çalışma şartları ve düzenleri, kolektör yüzey alanları, kullanma sıcak suyu hacimleri, ısı değiştirici kapasiteleri ve diğer tüm özellikleri de aynı şekilde tasarlanmış ve imal edilmiştir. Isı değiştiricinin iç kısmına yapılan genişletilmiş yüzeyler ile ısı değiştiricide daha fazla verim elde edilmesi amaçlanmıştır. Güneş kolektörü, hazırlanmış olan profil ayaklar üzerine yatayla 40° açı yapacak şekilde yerleştirilmiştir. Sistemlere ait deneysel setlerinin şematik resimleri Şekil 1'de görülmektedir.

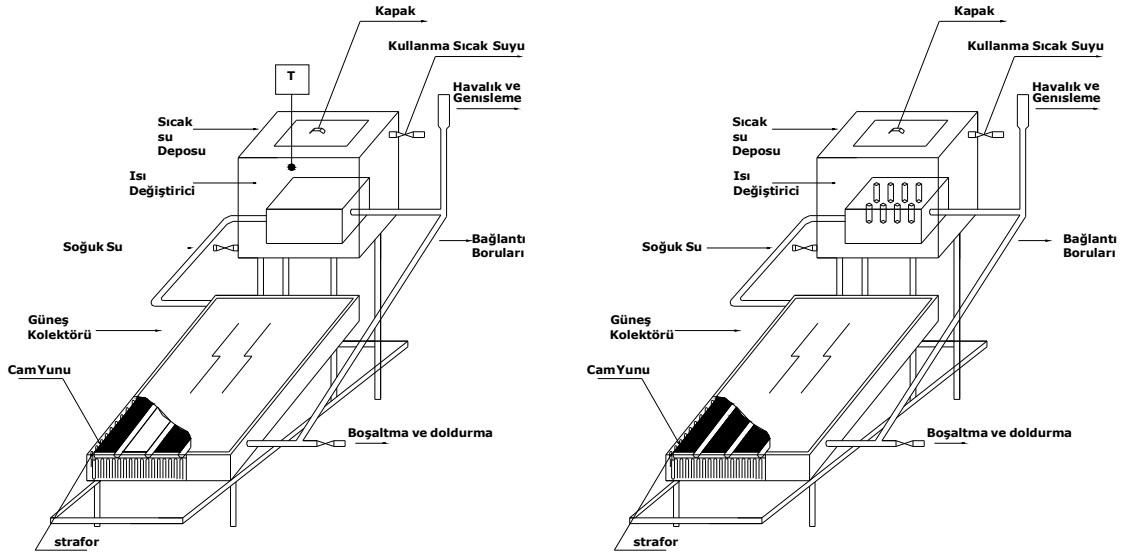
Güneş kolektörleri 0.37 m x 0.53 m ebatlarındadır. Kolektörlerde kasa malzemesi olarak 0.5 mm galvanizli sac, emici plaka olarak 1 mm siyah sac, kolektör borusu için 3/4" boru kullanılmıştır. Kullanma sıcak suyu depoları 20 litre ve ısı değiştiricilerinin kapasiteleri de 2 litredir. Isı değiştirici iç kısmına yerleştirilen yüzeyler 8 adet, 10 cm yüksekliğinde 15 mm iç çapında ve 0.5 mm kalınlığında çelik malzemeden özel olarak imal edilmiştir. Genişletilmiş yüzeylerle parçanın temas ettiği cep ağzları oksisasetilen kaynağı ile, diğer kısımlar da elektrik ark kaynağı ile kaynatılmıştır.

Makale 20.11.2009 tarihinde gelmiş, 15.12.2009 tarihinde yayınlanmak üzere kabul edilmiştir.

M. AKTAŞ, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fak. Makine Eğt. Böl.

e-posta : mustafaaktas@gazi.edu.tr

Digital Object Identifier 10.2339/2009.12.4. 243-246.



Şekil 1. Sistemlere ait deney setleri

3. DENEYLERİN YAPILIŞI

Hazırlanan deney setleri, yerden 1.5 m yükseklikte bulunan bir platform üzerine, kolektör ön yüzü güney yönüne bakacak ve birbirini gölgelemeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Sistemler saat 11⁰⁰'da denemeye başlanmış, sıcaklık ölçümleri, saat 11⁰⁰'da itibaren, 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.

4. TEORİK ANALİZ

Bir sistemde ısı değiştirici üzerindeki yüzey sıcaklığı sabitse, ısı geçişini artırmanın iki yolu vardır. Akışkan hızı yükseltilerek ısı taşınım katsayısı artırılabilir ya da akışkan sıcaklığı azaltılabilir. Bununla beraber, ısı taşınım katsayısının en yüksek değere artırılması bile istenen ısı geçişini elde etmeye yeterli olmayabilir veya yüksek maliyetlerle karşılaşılabilir. Bu maliyetler akışkan hareketinin artırılması için gerek duyulan fan veya pompa gücü ile ilgilidir. Bundan başka, akışkan sıcaklığının azaltılması seçeneği çoğu kez pratik değildir. Başka bir deyişle ısı geçişi, taşınımın gerçekleştiği yüzeylerin artırılması ile iyileştirilebilir (4).

Güneş enerjili sistemlerden elde edilen enerji, aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanabilir. Kullanma sıcak suyu deposunda sürekli akışlı ve sürekli açık sistem için termodinamiğin birinci kanunu en genel halde;

$$\dot{\theta} - W = \dot{m} \left[h_2 - h_1 + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) \right] \quad (1)$$

veya

$$\dot{\theta} - W = \dot{m} (\Delta h + \Delta ke + \Delta pe) \quad (2)$$

şeklinde (5,6). Güneş enerjisi sistemlerinde kullanma sıcak suyu deposunda yapılan iş, kinetik enerji değişimi ve potansiyel enerji değişimi sıfırdır.

Sistemlerin verimi ise;

$$\eta = \frac{\dot{Q}}{F_k \times I_{TOP}} \quad (3)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır (7).

Sistemlerin enerji hesaplamalarında güneşten kolektör üzerine gelen enerji miktarının hesaplaması için aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır (8).

$$I_{TOP} = [I_{DIR} \times R] + I_{DIF} \times \left[\frac{1 + \cos \beta}{2} \right] + [I_{DIR} + I_{DIF}] \times r_a \times \left[\frac{1 - \cos \beta}{2} \right] \quad (4)$$

Eşitlik 4 ile verilenler aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

Direkt ışınım değeri için, (9)

$$I_{DIR} = \varphi - I_{DIF} \quad (5)$$

Difüz ışınım değeri için,

$$I_{DIF} = [1 - (1,097 \times \varepsilon)] \times \varphi \quad (6)$$

Bulanıklık faktörü için,

$$\varepsilon = \frac{\varphi}{v} \quad (7)$$

R değeri için,

$$R = \frac{\cos \theta}{\cos \theta_2} \quad (8)$$

$$\cos \theta = [\sin \delta \cdot \sin \phi \cdot \cos \beta] - [\sin \delta \cdot \cos \phi \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma] + [\cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \cos \beta \cdot \cos \omega] + [\cos \delta \cdot \sin \phi \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma \cdot \cos \omega] +$$

$$[\cos\delta \cdot \sin\beta \cdot \sin\gamma \cdot \sin\omega] \quad (9)$$

$$\cos\theta_2 = [\sin\phi \times \sin\delta] + [\cos\phi \times \cos\delta \times \cos\omega] \quad (10)$$

Deklasyon açısı için,

$$\delta = 23,45 \times \sin\left[360 \times \frac{284 + n}{365}\right] \quad (11)$$

eşitlikleri kullanılmıştır.

Eşitlik 9 ve 10'da kullanılan " ϕ " enlem derecesi, " ω " saat açısı olup 12:00'den itibaren her saat için 15° , ve " γ " azimut açısı olup kolektör güney yönüne bakacağı için 0° alınarak çözüm yapılabilir. Ayrıca Eşitlik 4'de kullanılan r_a değeri eğik düzlem çevresinin toplam güneş ışınımı için yansıtma katsayısı ≈ 0.2 olarak alınmıştır (10).

5. DENEY SONUÇLARI

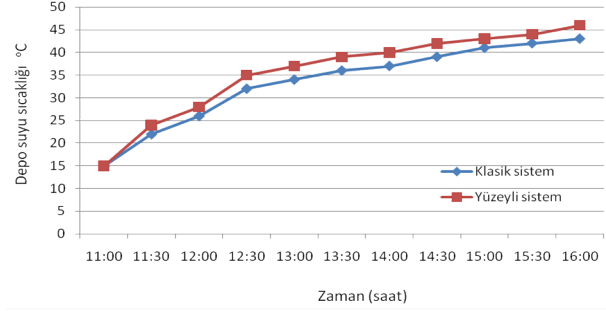
Her iki sistem, aynı zamanda ve aynı şartlarda 6 gün süreyle denenmiştir. Deney yapılan saatler içerisindeki güneş ışınımı değerleri ve güneşlenme süreleri Çizelge 1'de ve saatlik güneş ışınımı ve güneşlenme süreleri değerleri de Çizelge 2'de verilmiştir (11). Yapılan deneylerde, deney yapılan 1. güne ait depo suyu sıcaklık ölçüm değerleri Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deney yapılan saatler içerisindeki toplam güneş ışınımı ve güneşlenme süreleri

Deney yapılan gün	Güneş ışınımı değeri (Wh/m ²)	Güneşlenme süresi (saat)
1. gün	3461	5
2. gün	2581	3,9
3. gün	3377	5
4. gün	2805	4,6
5. gün	3489	5
6. gün	2379	1

Çizelge 2. Saatlik güneş ışınımı ve güneşlenme süreleri

Deney yapılan saat aralığı	Deney yapılan günlere ait saatlik güneş ışınımı değeri (Wh/m ²)						Deney yapılan günlere ait güneşlenme süresi (saat)					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
11:00-12:00	845	544	810	789	837	516	1	1	1	1	1	0.1
12:00-13:00	796	614	782	698	802	537	1	1	1	1	1	0.2
13:00-14:00	683	642	725	474	740	544	1	1	1	1	1	0.1
14:00-15:00	649	461	607	523	593	391	1	0.6	1	1	1	0.2
15:00-16:00	488	320	453	321	517	391	1	0.3	1	0.6	1	0.4



Şekil 2. Deney yapılan 1. güne ait depo suyu sıcaklık değerleri

Genişletilmiş yüzeysel sistemin klasik sisteme göre depo suyu sıcaklık değerlerinin yüksek olduğu Şekil 2'de görülmektedir. Deneyler süresince güneş ışınımının ve güneşlenme süresinin fazla olduğu saatlerde genişletilmiş yüzeysel sistemde ölçülen depo suyu sıcaklık değerlerinin klasik sisteme göre daha da yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fakat güneş ışınımının ve güneşlenme süresinin az olduğu zamanlarda klasik sistemin depo suyu sıcaklık değerlerinin klasik sisteme daha yakın olduğu görülmüştür.

6. SONUÇ ve TARTIŞMA

Deney sonuçlarına göre yapılan anlık verim hesaplamalarında güneş ışınımının yüksek olduğu zamanlarda genişletilmiş yüzeysel sistemin klasik sisteme göre ortalama olarak %4 daha verimli olduğu görülmüştür. Güneş ışınımı azaldıkça bu verim farkının da azaldığı görülmüştür. Bunun sebebinin ise sistemlerin doğal dolaşım olmaları, dolayısıyla güneş ışınımının az olduğu zamanlarda dolaşım kuvvetinin de zayıf olmasıdır. Isı değiştirici iç kısmında genişletilmiş yüzeylerin dolaşım kuvvetini azaltması sistem verimini azaltmakta fakat güneş ışınımının fazla dolayısıyla dolaşım kuvvetinin de fazla olduğu zamanlarda ısı geçiş yüzeyinin artırılması ile sistemin ısı verimi artmaktadır.

Güneş ışınımının az olduğu zamanlarda genişletilmiş yüzeylerin dolaşım kuvvetine direnç oluşturmasından dolayı klasik sistem bu zamanlarda daha verimli olmuştur. Böylece, doğal dolaşımli sistemlerde akışkanın yoğunluk farkından dolayı oluşan dolaşım kuvvetini zorlaştıracak bağlantılar yapılmaması gerektiği ve boru

bağlantılarının da akışkanın dolaşımını kolaylaştıracak eğimle yapılması gerektiği ve uygun olmayan bağlantıların ısı verimi olumsuz etkileyeceği iki sistemin depo suyu sıcaklık değerlerine ve gelen saatlik güneş ışınımı değerlerine bakıldığında görülmüştür.

Sonuç olarak güneş ışınım değerinin yüksek olduğu bölgelerde genişletilmiş yüzeyli ısı değiştiriciye sahip sistemin kullanılması uygun olacaktır. Bunun aksine güneş ışınım değerinin düşük olduğu bölgelerde klasik sistemin kullanılması tercih edilmelidir. Dene sonuçları göstermiştir ki, eğer kullanılan sistem pompalı ise, genişletilmiş yüzeyli sistemin kullanılması ısı bakımından mutlaka faydalı olacaktır.

7. SEMBOLLER

\dot{m}	Suyun kütleli debisi, (kg/gün)
I_{DIR}	Direkt ışınım, (Wh/m ² gün)
I_{DIF}	Difüz ışınım, (Wh/m ² gün)
ε	Bulanıklık faktörü
φ	Deneyin yapıldığı gün için ortalama yatay yüzey ışınım değeri, (Wh/m ² gün)
v	Deney yapılan ayın ortalama atmosfer öncesi ışınım değeri, (Wh/m ² gün)
r_a	Eğik düzlem çevresinin toplam güneş ışınımı için yansıtma katsayısı ≈ 0.2 'dir.
β	Güneş kolektörünün yatayla yaptığı açı
δ	Deklinasyon açısı
ϕ	Enlem derecesi
γ	Azimet açısı
ω	Saat açısı
n	Hesabı yapılan gün, (takvimde 1 Ocak'tan itibaren kaçınıcı gün ise...)
\dot{Q}	Depolanan toplam enerji miktarı, (Wh/gün)
F_k	Güneş kolektörü yüzey alanı, (m ²)
I_{TOP}	Kolektör yüzeyine gelen toplam güneş ışınımından elde edilen enerji, (Wh/m ² gün)
h	Havanın özgül entalpisi (J/kg)

Δke	Kinetik enerji değişimi (J)
Δpe	Potansiyel enerji değişimi (J)
W	Yapılan iş (J)
v	Akışkanın hızı (m/s)

8. KAYNAKLAR

- 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.
- Çengel, Y., A., Kahraman, N., "Dünyada ve Türkiye'de Jeotermal, Rüzgar ve Diğer Yenilenebilir Enerji Kullanımı", Makine Mühendisleri Odası Kayseri Şubesi, Makine Bülteni, Haziran, Temmuz, Ağustos, 2001.
- Eğrican, N., "Yenilenebilir Enerji Kaynakları", Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Türkiye'deki Uygulamaları Konferansı Bildiriler Kitabı, Makine Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, s,11, İstanbul, 3-4 Nisan 1999.
- Incropera F. P., Dewitt D.P., "Fundamentals of Heat And Mass Transfer", John Wiley Sons, New York, 1996, p,110-128.
- Yamankaradeniz, R., "Mühendislik Termodinamiğinin Temelleri", 2. Basım, Vipaş Eğitim Aş., yayın no:48, Bursa, 2001.
- Çengel, A., Y., Michael A., B., "Mühendis Yaklaşımıyla Termodinamik", Literatür Yayıncılık, 1996.
- Shariah, A., Al-Akhras, M., A., Al-Omari, I., A., "Optimizing The Tilt Angle of Solar Collectors", Renewable Energy, Volume: 26, 2002, p, 587-598.
- Reddy, T., A., "The Design and Sizing of Active Solar Thermal Systems", Oxford University Press, New York, 1987, p 4-10
- Aktaş, M., "Güneş Enerjili Tabii Sirkülasyonlu Endirekt Sıcak Su Hazırlama Sistemlerinde Kanatçık Optimizasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003, s, 53-99.
- Uyarel, A. Y., Öz, E. S., "Güneş Enerjisi ve Uygulamaları", Emel Matbaacılık, Ankara, 1987, s, 66.
- Ankara Kalaba Meteoroloji Genel Müdürlüğü, "2005 Yılı Mart ve Nisan Aylarına Ait Güneşlenme Süresi ve Güneş Işınımı Verileri", Ankara, 2005.