

GÜNEŞ ENERJİLİ YENİ BİR SICAK SU HAZIRLAMA SİSTEMİ VE PERFORMANS DENEYLERİ

Hikmet DOĞAN^a, İlhan CEYLAN^b, Mustafa AKTAŞ^a

^aGazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, ANKARA

^bKarabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, KARABÜK

hdogan@gazi.edu.tr

ilhancey@gmail.com

Özet

Günümüzde yaygın olarak kullanılan güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri çatılarda uygun görünüm oluşturmamaktadır. Bu çalışmada, bu görüntü kirliliğini ortadan kaldıracak yeni bir güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemi tasarlanmış ve imal edilmiştir. Yapılan çalışmada sistemin performans deneyleri yapılmış ve deney sonuçları değerlendirilmiştir. Sistem performansı klasik sistemlerle karşılaştırılmış bu yeni sistemin kullanılabilirliği ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Güneş enerjisi, sıcak su, güneş kolektörü, güneş pili.

Abstract

Solar energy natural circulation hot water preparation systems have not suitable appearance in terms of aesthetics on the roof. In this study, better appearance of the hot water preparation systems has been intended on the roof. For this aim, solar energy hot water preparation system was designed and manufactured and performance experiments of system were done and its availability was proven.

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

1. GİRİŞ

Günümüzde kullanma sıcak suyu hazırlamakta kullanılan güneş enerjili sistemlerin çatı üzerinde önemli bir görüntü kirliliği yaratmakta olduğu görülmektedir. Güneş enerjili bu sistemlerin aynı zamanda çatı üzerine montajı da önemli zorluklar doğurmaktadır. Bu çalışmada öncelikli olarak hem görüntü kirliliğini ortadan kaldıracak hem de bu sistemlerin çatı üzerine montajını kolaylaştıracak güneş enerjili kullanma sıcak suyu hazırlama sistemi imal edilerek uygulanabilirliği deneysel olarak incelenmiştir.

Güneş enerjili kullanma sıcak suyu hazırlama sistemlerinin günümüzde yaygın olarak kullanılanları tabii sirkülasyonlu sistemlerdir. Bu yüzden deponun kolektör üzerine monte edilme zorunluluğu doğmaktadır. Bu zorunluluk hem montaj zorluğu getirmekte hem de görüntü kirliliğine yol açmaktadır. Bu zorluğu ortadan kaldıracak zorlanmış sirkülasyonlu bir güneş kolektörüdür. Hem bu şekilde sistemlere ait depolar çatı üzerine konulmasına gerek kalmayacak hem de kolektörler çatı ile aynı meyilde kolay bir şekilde monte edilebilecektir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri ile ilgili olarak bir çok çalışma bulunmaktadır. Günerhan ve Hepbaşlı (2007), bina uygulamaları için güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemlerinin performans değerlendirmesini ve ekserjitik modelini yapmışlardır [1]. Bayram, (2000) kolektör ve ısı ileticileri birbirinden farklı dolaylı ve doğrudan dolaşimli olan altı adet sıcak su hazırlama sistemlerinin ısı performanslarını karşılaştırmıştır [2]. Ekmekçi, Dizdar ve Özçelebi (2001) Kocaeli İli için bir güneş enerjili su ısıtma sistemi ve boyutlandırılması konusunda çalışmış yapılan deneyler sonucunda düzlemsel yüzeyli güneş kolektörlerinde verimi artıran en önemli parametrenin kolektör bünyesindeki yutucu yüzey kaplaması olduğunu gözlemlemiştir [3]. Altıntop, Tekin ve İlbaş (2001) güneş enerjisi tesisatı kolektör ve boru bağlantılarında yapılan hataların ısı verime etkisini deneysel olarak incelemiştir [4].

Türkiye’de halen toplam enerji tüketiminin yaklaşık üçte biri binaların ısıtılmasında kullanılmaktadır. Enerji tasarrufu düşünülerek yapılan binalarda, özellikle ekonomik ısıtma sistemlerinin kullanılması ile binaların enerji tüketimi belirgin ölçüde azaltılabilir. Güneş enerjisi, mevcut enerji kaynaklarının ve dünya atmosferinin korunmasına yönelik önemli katkılar sağlayabilir. Kullanma suyunun ısıtılmasında güneş enerjisi kullanılması durumunda yüksek bir enerji tasarruf potansiyeli bulunmaktadır. Ülkemizin bulunduğu enlem aralığında özellikle yaz aylarında merkezi bir boyler bağlantılı güneş kolektörlerinin kullanılması alışlagelmiş konvansiyonel kazanlara bir alternatif oluşturmaktadır. Kullanma suyunun ısıtılması için gerekli olan enerji yıllık takvimden bağımsızdır ve özellikle yaz aylarında kullanma suyu enerji ihtiyacı ile güneş enerjisi arzı arasında zaman yönünden bir uyum söz konusudur. Bir

veya iki aileli konutlarda birbirine uyumlu bileşenlerden oluşan doğru olarak tasarlanmış güneş enerjisi sistemlerinin tesisi ile kullanma suyunun ısıtılması için gerekli olan yıllık enerji ihtiyacının yaklaşık %50 ila %80'i arasında bir enerji tasarrufu sağlanabilir [5].

Güneş enerjili kullanma sıcak suyu hazırlama sistemleri dolaşım şekline göre tabii yada cebri; devre şekline göre dolaylı yada doğrudan olarak gruplandırılabilirler. İstenilen kullanma sıcak su miktarı fazla ise yada sistemdeki suyun donma problemi varsa sistem dolaylı yapılır. Dolaşım soğuk ve sıcak su arasındaki yoğunluk farkından oluşmakta olup tabii dolaşımın elde edilebilmesi için sıcak su deposunun alt kısmı ile kolektör üst seviyesi arasındaki mesafe en az 35-40 cm olmalıdır [6]. Sıcak su deposunun kolektörün üst kısmına yerleştirilmesi mümkün değilse sistem cebri yapılır.

Bu çalışmada dolaşım şekline göre cebri ve devre şekline göre direkt olan bir güneş enerjisi sistemi tasarlanarak imal edilmiştir. Cebri dolaşım için gerekli olan pompa enerjisini güneş pilinden almıştır. Tasarlanarak imal edilen sistemin kullanılabilirliği deneysel olarak incelenerek verim analizleri yapılmıştır.

3. TEORİK ANALİZ

Sistemlerin verim hesabı için aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır [7].

$$\eta = \frac{\dot{Q}}{F_k I_{TOP}} \quad (1)$$

Sistemlerin enerji hesaplamalarında güneşten kolektör üzerine gelen enerji miktarının hesaplaması için aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır [8,9].

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

Eşitlik 2 ile verilen R değeri aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$R = \frac{\cos\theta}{\cos\theta_2} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \cos\theta = & [\sin\delta \sin\phi \cos\beta] - [\sin\delta \cos\phi \sin\beta \cos\gamma] + \\ & [\cos\delta \cos\phi \cos\beta \cos\omega] + [\cos\delta \sin\phi \sin\beta \cos\gamma \cos\omega] + \\ & [\cos\delta \sin\beta \sin\gamma \sin\omega] \end{aligned} \quad (4)$$

$$\cos\theta_2 = [\sin\phi \sin\delta] + [\cos\phi \cos\delta \cos\omega] \quad (5)$$

Deklasyon açısı [10];

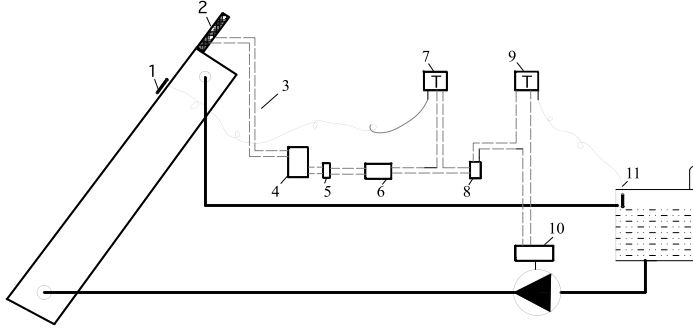
$$\delta = 23,45 \sin\left[360 \frac{284 + n}{365}\right] \quad (6)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır.

Eşitlik 4 ve 5'de kullanılan “ ϕ ” enlem derecesi olup, “ 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 2'de kullanılan r_a değeri; eğik düzlem çevresinin toplam güneş ışınımı için yansıtma katsayısı $\approx 0,2$ dir [10].

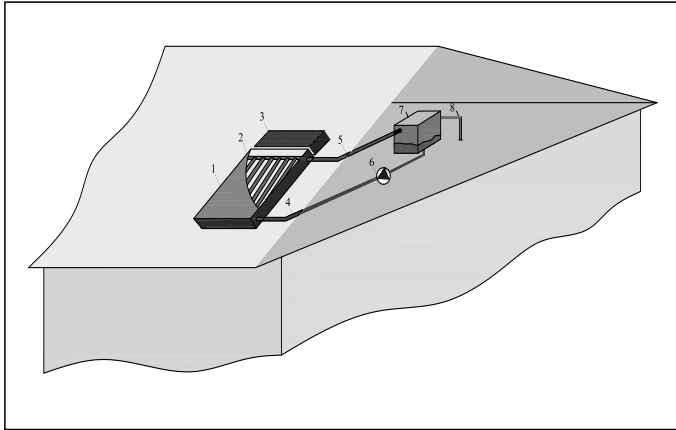
4. DENEY SİSTEMİNİN HAZIRLANMASI

Güneş enerjili sıcak su hazırlama sisteminde çatılardaki görüntü kirliliğini gidermek için kullanma sıcak su deposu çatı arasında kolektör ile aynı ya da daha düşük seviyede olacak şekilde tasarlanmış ve imal edilmiştir. Sistemde güneş pili ile desteklenen bir sirkülasyon pompası ile sıcak su dolaşımı zorlanmış sirkülasyon şeklinde sağlanmıştır. İmal edilen sisteme ait mekanik ve kontrol detayı Şekil 1 ve Şekil 2'de görülmektedir.



1. Kuyruklu termostat duygargası 2. Güneş pili 3. Bağlantı kabloları 4. Akü 5. Elektronik devre 6. Alternatif akım dönüştürücü 7. Düşük sıcaklık termostatu 8. Kontaktör 9. Yüksek sıcaklık termostatu 10. Pompa motoru 11. Yüksek sıcaklık termostatu duygargası

Şekil 1. Güneş enerjili kullanma sıcak suyu hazırlama sisteminin kontrol detayı



1. Kolektör camı 2. Kolektör boruları 3. Güneş pili 4. kolektör girişi 5. Kolektör çıkışı 6. Pompa 7. Su deposu 8. Kullanma yerlerine

Şekil 2. Güneş enerjili kullanma sıcak suyu hazırlama sisteminin mekanik uygulaması

Sistemde düşük sıcaklık termostatu güneş kolektörü yüzey sıcaklığı 40 °C' den yüksek olduğunda kontaktör üzerinden diğer termostata yol verecektir. Diğer yüksek sıcaklık termostatu kullanma sıcak suyu 40 °C' den düşük olduğunda sıcaklık 40 °C'ye ulaşana kadar sirkülasyon pompasını çalıştıracaktır.

Sistemin deposu 25 litre kapasitesinde 2 mm'lik siyah sacdan imal edilmiştir. İmal edilen güneş kolektörü 0.5 m x 1 m ebatlarında olup 3 cm x 3 cm profilden yapılan tezgahlar üzerine yerleştirilmiştir.

Güneş piliyle pompanın çalıştırılmasına ait sistem şeması Şekil 1'de verilmiştir. Güneş piliyle pompanın çalıştırılmasında kullanılan ekipmanlar ve teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Güneş pilinden elde edilen maksimum güç 27 W olup elde edilen bu güç bir akümülatöre aktarılmıştır. Örnek bir uygulama olması amacıyla akümülatörden alınan doğru akım invertör vasıtasıyla alternatif akıma dönüştürülmüş ve bu akım ile sirkülasyon pompasının çalıştırılması sağlanmıştır.

Çizelge 1. Sistemde kullanılan cihazlar ve teknik özellikleri

KULLANILAN CİHAZ	CİHAZIN ÖZELLİĞİ
Güneş pili	27 W, 18 V DC, 1500 mA (maksimum), panel boyutları 535 x 449 x 25 mm, 12 voltluk şarj edilebilen batarya için.
Sirkülasyon pompası	25 W, 0.2 A, 220 V AC,
Akümülatör	12 V, 7 A
İnvertör	12 V DC – 220 V AC

5. DENEYLERİN YAPILIŞI VE DENEY SONUÇLARI

Hazırlanan güneş enerjili sıcak su hazırlama sisteminde, kolektör yatay ile 25° eğim yapacak şekilde tezgahların üstüne ve tezgahta yerden 1.5 m yükseklikte güney yönüne bakan platformun üzerine yerleştirilmiştir. Deneyler 4 gün süre ile yapılmıştır.

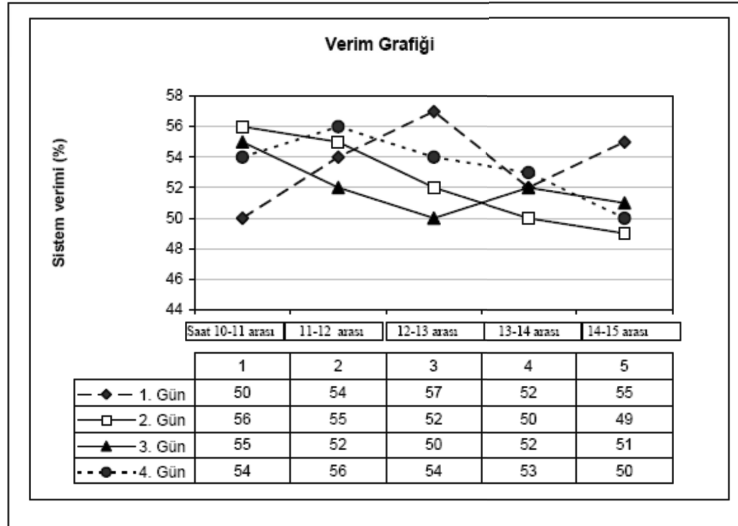
Sistemler saat 10:00'da su ile doldurulmuştur. Sıcaklık ölçümleri saat 10:00'da başlayıp, saat 15:00'a kadar saatte bir yapılmıştır. Sistem her saatte bir boşatılmış ve yeniden doldurulmuştur. Sıcaklık ölçümleri, Testo firmasının üretmiş olduğu ± 0.005 'i hassasiyette ölçüm yapan LCD ekranlı -50 ile 1000 °C aralığında K tipi problu cihaz ile yapılmıştır.

Deney yapılan günlere ait güneş ışınımı değerleri direkt ve difüz ışınım değeri olarak Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deney yapılan günlere ait güneş ışınımı değerleri

SAAT	1. GÜN		2. GÜN		3. GÜN		4. GÜN	
	Direkt	Difüz	Direkt	Difüz	Direkt	Difüz	Direkt	Difüz
	Işınım W/m ²	Işınım W/m ²	Işınım W/m ²	Işınım W/m ²	Işınım W/m ²	Işınım W/m ²	Işınım W/m ²	Işınım W/m ²
10:00 – 11:00	788.7	248.6	415.6	108.1	728	283.1	506.1	314
11:00 – 12:00	829.8	161.8	594.1	206	780.6	169.7	631.4	312.4
12:00 – 13:00	771	177.4	679.2	166.9	769	95.9	689	165.1
13:00 – 14:00	622.4	238.4	632.1	109.5	731.6	58.6	721.1	87.3
14:00 – 15:00	566.7	166.9	621.4	79.2	622.5	40.9	696.5	82.7

Yapılan deneylerde sistemin sirkülasyon pompası güneşten güneş pili (fotovoltaik pil) üzerine düşen enerji ile çalıştırılmıştır. Böylece ek bir enerji kaynağına gerek kalmadan sistemde sıcak su elde edilmiştir. Sistemlerin enerji hesaplamalarında güneşten kolektör üzerine gelen enerji miktarı Eşitlik 2 ve sistemin verimi ise Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır. Deney sonuçlarına göre yapılan hesaplamalarda sistem verim değerleri ve deney yapılan günlere verim grafiği Şekil 3'de verilmiştir. Verim grafiğinde görüldüğü gibi sistem ortalama verimi % 50 ila % 55 arasında değişmiştir.



Şekil 3. Deney yapılan günlere ait verim grafiği

7. SONUÇ ve TARTIŞMA

Deney sonuçlarına göre yapılan hesaplamalarda deneyin 1., 2., 3., ve 4., günü için ortalama sistem verimi sırasıyla % 53.6, % 52.4, % 52 ve % 53.4 olarak hesaplanmıştır. Literatürde yapılan güneş enerjili direkt ve doğal dolaşimli sıcak su hazırlama sistemlerinin verimleri ile karşılaştırıldığında; güneş pili destekli, zorlanmış sirkülasyonlu sıcak su hazırlama sisteminin verim değerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise sistemde sirkülasyon pompasının etkisiyle dolaşım kuvvetinin fazla olması dolayısıyla ısı geçiş miktarının artmasıdır. Sistem direkt ısıtmalı olarak yapılmıştır. Sıcak su deposu içerisinde bir ısı değiştiricinin kullanılması da mümkündür.

Şekil 4'de görüldüğü gibi mevcut güneş enerjili su ısıtma sistemleri çok kötü görüntü oluşturmaktadır ve çatı üzerine konulan onlarca güneş enerjisi sistemi çatı üzerinde bir statik yük de oluşturmaktadır. Bu çalışma ile güneş enerjili su ısıtma sistemleri için, çatıdaki durumuna estetik olarak daha iyi bir görünüm sağlayabilecek sistemin kullanılabilirliğinin uygunluğu saptanmıştır.



Şekil 4. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinden görünüm (Malatya)

Bu çalışmadaki olumsuz taraf ise kullanılan güneş pili ve diğer ekipmanların ilk yatırım maliyetidir. Aynı güneş pili ekipmanları kolektör boyutunun büyümesi ile de kullanılabilir. Bu şekilde kolektör boyutu arttıkça sistemin kendini amorti süresi de azalacaktır. Sistemde güneş pili ile güneşten elde edilen enerji bir akümülatör ile depolanmış ve invertör ile 220 volta dönüştürülerek sirkülasyon pompasını çalıştırmıştır. Böyle bir sistemde hem konutlarda hem de endüstride güneş pili yüzey

alanı artırılarak enerji elde edilebilecektir. Özellikle güneş ışınım değerinin yüksek olduğu bölgelerde bu enerjiden faydalanılabilecektir.

SEMBOLLER

\dot{m}	Suyun kütleli debisi (kg/gün)
I_{DIR}	Direkt ışınım, (W/m^2)
I_{DIF}	Difüz ışınım, (W/m^2)
r_a	Eğik düzlem çevresinin toplam güneş ışınımı için yansıtma katsayısı $\approx 0,2$ 'dir.
β	Güneş kolektörünün yatayla yaptığı açı
δ	Deklasyon 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, (J)
F_k	Güneş kolektörü yüzey alanı, (m^2)
I_{TOP}	Kolektör yüzeyine gelen toplam güneş ışınımından elde edilen enerji, (W/m^2)
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)

Teşekkür

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiş olup, desteklerinden ötürü Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Günerhan H., Hepbaşlı A., "Exergetic Modeling and Performance Evaluation of Solar Water Heating Systems for Building Applications", Energy and Buildings, 39, 509-516, 2007.
2. Bayram, A., "Farklı Yapım Özelliklerine Sahip Doğal Dolaşimli Güneşli Su Isıtma Sistemlerinin Deneysel Karşılaştırılması". Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 25 – 49, 2001.
3. Ekmekçi, İ., Dizdar, H., Özçelebi, S., "Kocaeli İli İçin Bir Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemi ve Boyutlandırılması", Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Kayseri, 2001, Kayseri, Bildiriler Kitabı, 35 - 42, 2001.
4. S., Altıntop, N., Tekin, Y., İlbaş, M., "Güneş Enerjisi Tesisatı Kolektör ve Boru Bağlantılarında Yapılan Hataların Isıl Verime Etkisinin Deneysel İncelenmesi", Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Kayseri, 2001, Kayseri, Bildiriler Kitabı, 43 - 52, 2001.

5. Viesmann, "Güneş Enerjisi", Viesmann, Ankara, 2-3, 1997.
6. Öz, E., S., Menlik, T., Aktaş, M., "Güneş Enerjili Tabii Sirkülasyonlu Endirekt Sıcak Su Hazırlama Sistemlerinde Kanatçık Kullanmanın Isıl Analizi", Teknoloji Dergisi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 2, 189-195, Karabük, 2004.
7. A., Shariah, M., A., I.A Al-Akhras,. I., A., Al-Omari, "Optimizing The Tilt Angle of Solar Collectors", Renewable Energy, Volume: 26, 2002, p, 587-598.
8. T., A., Reddy, "The Design and Sizing of Active Solar Thermal Systems", Oxford University Press, New York, 1987, p 4-10.
9. M., Aktaş, "Güneş Enerjili Tabii Sirkülasyonlu Endirekt Sıcak Su Hazırlama Sistemlerinde Kanatçık Optimizasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003, s, 53-99.
10. A. Y., Uyarel, E. S., Öz, "Güneş Enerjisi ve Uygulamaları", Emel Matbaacılık, Ankara, 1987.