

ÇALIŞMA AKIŞKANI OLARAK R-134a VE R-404a KULLANILAN ÇİFT FAZLI GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU ÜRETME SİSTEMİNİN TASARIMI VE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Sezayi YILMAZ
Emrah DENİZ

ÖZET

Türkiye’de yaygınlaşmakta olan güneşli su ısıtıcılarının kullanımı, bazı bölgelerde kışın meydana gelen don olayı, sistemin çatıda fazla yer kaplaması ve montajının zor olması gibi sebeplerden dolayı sınırlı kalmaktadır. Ayrıca, güneş ışınımının fazla olduğu saatlerde kazanılan enerjinin çeşitli dış etkiler sebebiyle kaybedilmesi güneşli su ısıtma sistemlerinin verimlerini büyük ölçüde etkilemektedir. Bu mahzurları giderebilmek amacıyla, çalışmada TS-3680 ve 4801’ye uygun test edilmiş bakır borulu bir düzlemsel güneş kolektörü kullanılarak çift faz (sıvı-buhar) prensibi ile çalışan güneşli su ısıtıcısı imal edilmiştir. Hazırlanan sistemin sıcak su deposu çatı mahyası içerisine gizlenerek dış ortam şartlarından kaynaklanan ısı kayıpları ve diğer olumsuz etkiler en aza indirilmeye çalışılmıştır. Sistemde kolektör yüzey alanı 2 m², depo hacmi 45 lt. ve çalışma akışkanı olarak ise R-134a ve R-404a soğutucu akışkanları kullanılmıştır. Sistem Karabük ilinde doğal şartlar altında denenmiştir. Elde edilen deneysel veriler grafik ve tablo haline getirilerek sistem performansı hakkında yorumlar yapılmıştır.

1. GİRİŞ

Enerji, sosyal, kültürel ve ekonomik yaşamın sürdürülmesi için temel gereksinimlerimizden biridir. Gerek dünyada gerekse ülkemizde özellikle hızlı nüfus artışına ve kalkınma sürecine bağlı olarak enerji tüketimi hızla artmaktadır. Ülkemizde artan enerji ihtiyacının karşılanmasında düşük maliyetli enerji temini ve enerjinin kullanımında verimlilik çok önemli sorunlarımızdandır. Bu sorunu aşmanın en ucuz ve etkin yolu alternatif enerji kaynaklarına yönelmekle mümkün olacaktır. Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre avantajlı durumdadır. Ülkemizde son yıllarda güneş enerjili sistemler ve güneş enerjisinin etkin kullanımı konulu çok sayıda çalışma yapılmaktadır [1].

Güneş enerjisi en yaygın olarak güneşli su ısıtma sistemlerinde kullanılır. Bu sistemler kurulum maliyeti dışında herhangi bir işletme ve bakım maliyeti gerektirmeyerek kendi kendini amorti edebilmelerinden dolayı tercih edilmektedir [2]. Güneş kolektörleri, güneş enerjisinden yararlanmak amacı ile hazırlanan düzenekler olup güneş enerjisini ısı enerjisi şeklinde toplayan bir tür ısı değiştiricileridir. Uygulamalarda en çok kullanılan tipleri düzlemsel yapıda olan güneş kolektörleridir [3-4]. Bunun yanında, güneş enerjisinden faydalanmak amacıyla kullanılan yöntemler arasında ısı borulu sistemler diğer sistemlere göre daha yüksek verim sağlanabilen ancak maliyeti yüksek ve uygulama zorluğu bulunan sistemlerdir. Bu sistemlerin imalat maliyetlerinin düşürülmesi ve uygulamanın kolaylaştırılmasına yönelik birçok çalışma yapılmaktadır [5].

Dowing ve Waldin (1980), R11'li iki fazlı güneş kolektörü ile glikol-su karışımı güneş kolektörü sistemlerinin verimlerini karşılaştırmışlar ve freon gazlarının iki fazlı sistemlerde kullanılıp kullanılmayacağını araştırmışlardır. Soğutucu akışkanlar olarak kullanılan freon gazlarının kolaylıkla buharlaştığını gözlemlemişler ve R11 kullanılan kolektörün veriminin diğer kolektörlere oranla yaklaşık % 35 daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak iki fazlı sistemin su sıcaklığı daha çabuk artmış ve verimi diğer sisteme göre daha yüksek çıkmıştır. Deneylerinde soğutucu akışkanlardan R12, R113 ve R114'de kullanmışlardır [6]. Isı borusu prensibinin güneş kolektörlerine uygulanması ile ilgili Yılmaz'ın yaptığı çalışmada (1988), bir ısı borusu demeti oluşturularak çalışma sıvısı olarak etanol kullanılmıştır. Bu çalışmada, depo suyu sıcaklığı klasik sistemde 55°C olurken, ısı borulu sistemde 75°C'ye kadar yükselmiştir. Isı borulu sistemin performans değerinin (%72), klasik sisteme (%53) göre daha büyük olduğu görülmüştür. Isı borulu güneş kolektörünün, yapı itibarıyla basit olduğu, daha estetik bir görünüme sahip olduğu ve montajının kolay olduğu vurgulanmıştır [7]. Payakaruk ve Arkadaşları (2000) eğimli termosifon tipte güneş kolektörleri üzerine çalışmışlardır. Kolektörlerde çalışma akışkanları olarak, R-404a, R-123, R-134a, etanol ve su kullanmışlardır. Sistemler %50, %80 ve %100 oranlarında doldurulmuştur. Doldurma oranı dikey pozisyonun herhangi bir açısında ısı transfer karakteristiğine etki etmediği, bununla birlikte kullanılan akışkan özelliklerinin ise, ısı transfer hızına etki ettiği anlaşılmıştır [8]. Esen ve Yüksel (2000), yaptıkları deneysel çalışmada; ısı borulu, iki fazlı, termosifon bir güneş enerjisi kolektörünü, güneş enerjili yeni bir su ısıtma sistemi olarak incelemişlerdir. Deneyler esnasında ısı borulu sistemde faz değiştiren akışkanlar olan aseton, metanol ve etanol kullanılmıştır. Deneyler sonucunda, bu tip bir kolektörün bilhassa soğuk, bulutlu ve rüzgarlı günlerde başarılı bir şekilde kullanılabilceği sonucuna varılmıştır [9]. Esen ve Esen (2005) R-134a, R-407C, ve R-410A soğutucu akışkanlarını kullanılan termosifon tip güneşli su ısıtma sistemlerinin çeşitli durumlardaki performans değerlerini araştırmışlardır. Elde edilen deneysel veriler literatür ile karşılaştırılmış ve sistemlerin iyi bir performansa sahip oldukları sonucuna varılmıştır [10]. Öz ve arkadaşları (2005) vakumlu termosifon tip güneşli su ısıtma sistemlerinde çalışma akışkanı olarak antifriz-su karışımı kullanımının kolektör performansına etkileri araştırmışlardır. Yapılan çalışmada vakumlu termosifon tip ve doğal dolaşimli güneşli su ısıtma sistemlerinden birer prototip hazırlanarak aynı koşullarda denenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda vakumlu termosifon tip sistemin doğal dolaşimli sisteme göre performans değerlerinin ortalama % 6 daha fazla olduğu görülmüştür [3]. Samancı (2005), Konya bölgesi için yaptığı çalışmada, çalışma akışkanı olarak R-12 kullandığı çift fazlı bir güneşli su ısıtma sistemi tasarımı yaparak klasik tek fazlı güneşli su ısıtma sistemi ile deneysel olarak kıyaslamıştır. Deneyler sonucunda çift fazlı sistem % 65.3'lük bir verime ulaşılırken tek fazlı sistem % 45.7'lik bir verim değerine ulaşmıştır [11]. Deniz ve arkadaşları (2006), yaptıkları çalışmada ısı borulu güneş kolektörlerinin imalatını kolaylaştırabilmek amacıyla çalışma akışkanı olarak R-404a kullandıkları bir güneş kolektörü tasarımı yapmışlardır. Tasarlanan sistem aynı özelliklere sahip klasik bir sistem ile aynı şartlar altında denenmiştir. Deneyler sonunda tasarlanan sistemde klasik sisteme göre ortalama %10 verim artışı olduğu belirlenmiştir [1].

Türkiye'de yaygınlaşmakta olan güneşli su ısıtıcılarının kullanımı, bazı bölgelerde kışın meydana gelen don olayı, sistemin çatıda fazla yer kaplaması ve montajının zor olması gibi sebeplerden dolayı sınırlı kalması ve güneş ışınımının fazla olduğu saatlerde kazanılan enerjinin çeşitli dış etkiler sebebiyle kaybedilmesi güneşli su ısıtma sistemlerinin verimlerini büyük ölçüde etkilemektedir. Bu mahzurları giderebilmek amacıyla, yapılan çalışmada TS-3680 ve 4801'ye uygun test edilmiş bakır borulu bir düzlemsel güneş kolektörü kullanılarak çift faz (sıvı-buhar) prensibi ile çalışan güneşli su ısıtıcısı imal edilmiştir. Güneş kolektöründe çalışma akışkanı olarak sırasıyla R-134a ve R-404a kullanılmıştır. Hazırlanan sistemin sıcak su deposu çatı mahyası içerisine gizlenerek dış ortam şartlarından kaynaklanan ısı kayıpları ve diğer olumsuz etkiler en aza indirilmeye çalışılmıştır.

2. SİSTEM VERİMLERİ

Kolektör verimi, kolektörlerde ısı taşıyıcı akışkana aktarılabildiği enerji haline getirilen güneş enerjisinin, kolektöre gelen güneş enerjisine oranına denir. Sistemlerdeki ısı taşıyıcı akışkan tarafından toplanan enerji (Q_t), suyun toplam kütlesi (m), su başlangıç sıcaklığı (T_b) ve suyun son sıcaklığı (T_s) dikkate alınarak [12-13];

$$Q_t = m.c_p.(T_s - T_b) \quad (1)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Kollektöre gelen güneş enerjisi (Q_g) ise; kollektör yüzey alanı (A), birim yüzey alana gelen güneş ışınımı (I) dikkate alınarak;

$$Q_g = A.I.\Delta t \quad (2)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Bulunan her iki değer Eşitlik 3'de gösterildiği gibi birbirine oranlanarak verim elde edilmiştir.

$$\eta = \frac{Q_t}{Q_g} = \frac{m.c_p.(T_s - T_b)}{A.I.\Delta t} \quad (3)$$

Güneş kollektörlerinin termal performansı, kullanılabilir enerji kazancı (Q_t) ile kollektöre gelen toplam enerji miktarının (Q_g) birbirine oranlanması ile elde edilir. Çıkarılan bu eşitlikler kullanılarak örneğin; 22.06.2007 tarihinde çalışma akışkanı R-134a kullanılan güneş enerjili su ısıtma sisteminin performans değeri deneylerden elde edilen veriler yardımı ile aşağıdaki gibi hesaplanabilir;

$$\begin{aligned} I &= 641 \text{ W/m}^2 \\ T_b &= 20,6 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_s &= 66,3 \text{ }^\circ\text{C} \\ A &= 2 \text{ m}^2 \\ c_p &= 4180 \text{ J/kg }^\circ\text{C} \\ m &= 45 \text{ kg (işlemlerde 1 litre su 1 kilogram suya eşit alınmıştır.)} \end{aligned}$$

Bu değerler üç numaralı eşitlikte yerine konulursa,

$$\eta = \frac{45.4180.(66,3 - 20,6)}{2.641.(6.3600)} = 0,31 = \%31 \text{ sonucuna ulaşılır.}$$

3. DENEYSEL DÜZENEKLER VE UYGULAMALAR

Yapılan çalışmada, güneş kolektörlerinin kullanımını kısıtlayan unsurlardan olan don olayı, montaj sorunu, çatıda fazla yer kaplaması ve ısı kayıpların fazla oluşu gibi olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla TS-3680 ve 4801'ye uygun test edilmiş bakır borulu bir düzlemsel güneş kolektörü kullanılarak çift faz (sıvı-buhar) prensibi ile çalışan güneşli su ısıtıcısı imal edilmiştir. Hazırlanan sistemin sıcak su deposu Şekil 1'de görüldüğü gibi çatı mahyası içerisine gizlenerek dış ortam şartlarından kaynaklanan ısı kayıpları ve diğer olumsuz etkileri en aza indirmek hedeflenmiştir. Sistemde çalışma akışkanı olarak sırasıyla R-134a ve R-404a soğutucu akışkanları kullanılmıştır. Çalışma akışkanı olarak kullanılan R-134a ve R-404a'nın karakteristik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Hazırlanan sistemde kolektör yüzey alanı 2 m^2 , eğim açısı 40° ve sıcak su deposu hacmi 45 lt.'dir.



Şekil 1. Deneylerde Kullanılan Güneş Kolektörü.

Deneylerde kullanılan güneş kolektörünün üst toplayıcı kısmına 12 mm çapında bakır borular monte edilerek kolektörün üst kısmının altından dışarı alınmıştır. Bu işlem ile buharlaşan akışkanın sıcak su deposu yönündeki hareketini kolaylaştırılmıştır. Kasa dışına çıkarılan borular 25 mm çapında bakır bir boruya monte edilmiştir. Bu borunun çıkış yönünde 12 mm çapında bir boru bağlantısı yapılarak depoya giriş sağlanmıştır. Depoya giren boru spiral halinde akışı kolaylaştıracak şekilde sarılarak depo alt noktasına kadar uzatılmıştır. Deponun alt noktası ile kolektör alt noktası arasında bağlantı yapılarak ısıyı depoya bırakan akışkanın kolektöre dönüşü sağlanmıştır. Kolektör ile depo arasındaki bağlantılar Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Güneş Kolektörü ile Sıcak Su Deposu Bağlantısı.

Hazırlanan güneş kolektörü, çalışma akışkanı R-134a ile 22.06.2007–24.06.2007 ve çalışma akışkanı R-404a ile 25.06.2007–27.06.2007 tarihleri arasında 3 er gün süreyle, toplam 6 gün Karabük ilinde denenmiştir.

Tablo 1. Soğutucu akışkan R-134a ve R404a'nın karakteristik özellikleri [14].

Özellikler	R-134a	R-404a
Moleküler kütle (kg/kmol)	102.03	97.6
1 bar basınçta kaynama noktası (°C)	-26.5	-46.5
Kaynama noktasında buharlaşma gizli ısısı (kJ/kg)	215.5	201.5
25 °C' de akışkan yoğunluğu (kg/m ³)	1210	1048
25 °C' de akışkanın termal iletkenliği (W/mK)	0.0824	0.0394
Kritik sıcaklık (°C)	101.1	72.1
Kritik basınç (kPa)	4060	3732

Deneylere, sabah saat 9:00'da depo hacmi olan 45 lt. suyun boşaltılması ve saat 10:00'da yeniden doldurulması ile başlanmış ve saat 10:00'da başlangıç ölçümünün yapılması ile devam edilmiştir. Ölçümler her saat başı tekrarlanarak saat 16:00'da sonlandırılmıştır. Deneyler esnasında, güneş ışınım şiddeti, depo suyu sıcaklığı ve ortam sıcaklığı ölçülmüş ve ölçümler her gün 10:00'dan 16:00'a kadarki altı saatlik süre zarfında gerçekleştirilmiştir. Deneylerde depo suyu sıcaklığı depo orta noktasından ölçülmüştür. Verim hesaplamalarında kullanılan ışınım şiddeti egeri ise tüm gün yapılan ışınım şiddeti ölçümlerinin ortalaması alınarak elde edilmiştir.

Sistemlerin verimlerini belirleyebilmek için toplam radyasyon değerini gösterebilen Haenni, Güneş ışınım şiddeti ölçüm cihazı kullanılmıştır. Güneş ışınım şiddeti ölçüm cihazından alınan değerler W/m² cinsinden kaydedilmiştir. Depo suyu sıcaklıkları ve dış sıcaklık, on iki kanallı Elimko sıcaklık ölçüm cihazı ile yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, kullanım sıcak suyu hazırlamakta kullanılan mevcut güneşli su ısıtıcılarının (doğal dolaşimli, cebri dolaşimli vb.) bazı mahzurlarını asgariye indirecek olan çift fazlı bir güneşli su ısıtma sistemi tasarlanarak, doğal şartlar altında test edilmiştir. Güneşli su ısıtma sistemi ile yapılan deneyler sonunda elde edilen sıcaklık, ışınım, ısı kazancı ve verim değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

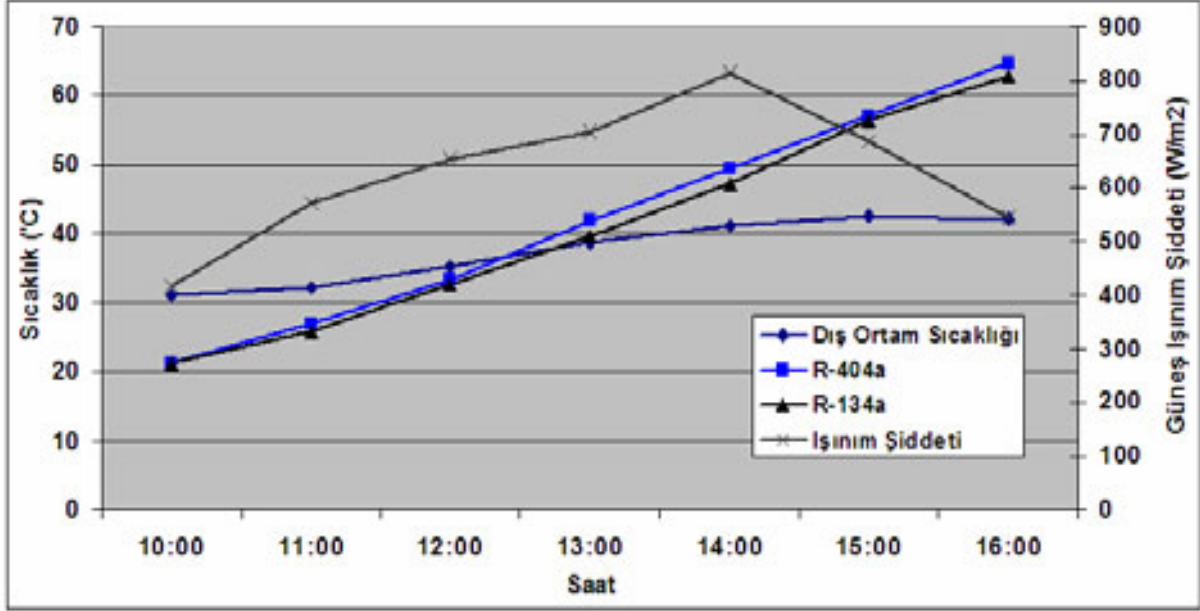
Tablo 2. Çalışma Akışkanı R-134a ve R-404a İle Yapılan Deneylerin Sonuçları.

Deneyler	R-134a			R-404a		
	1. Deney 22.06.2007	2. Deney 23.06.2007	3. Deney 24.06.2007	1. Deney 25.06.2007	2. Deney 26.06.2007	3. Deney 27.06.2007
T _b (°C)	20,6	20,8	21,2	21,3	20,8	21,1
T _s (°C)	66,3	63,1	62,8	63,8	66,2	64,7
Q _t (W)	397,97	368,36	362,26	370,1	395,35	379,68
I (W/m ²)	641	613	624	560	616	632
η (%)	31	30	29	33	32	30

Tablo 2'deki verim değerlerinden de anlaşıldığı gibi deneyler, çalışma akışkanı olarak R-404a kullanılan sistemin R-134a kullanılan sisteme göre ortalama % 1.6 daha verimli olduğunu ortaya koymuştur.

İnsanlar güneş enerjili su ısıtma sistemlerini genellikle günlük kullanım sıcak suyu ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullandıkları için depo suyu sıcaklıklarındaki küçük farklar büyük önem taşımaktadır. Verim değerlerinden de görüldüğü gibi her iki sistemin performans değerleri kullanma sıcak suyu ihtiyacını karşılamak için yeterlidir. Şekil 3'de her iki sistemin depo suyu sıcaklığındaki değişim, dış ortam sıcaklığı ve güneş ışınım şiddeti eğriler halinde verilmiştir. Şekilde tasarımı yapılan sistemin her iki akışkanın kullanımı ile de sıcak su ihtiyacının karşılanabileceği anlaşılmaktadır.

Doğal sirkülasyonlu güneşli su ısıtıcılarının en büyük mahzurları; bina çatılarına özel bir yapım malzemesiyle (konstrüksiyonla) monte edilmeleri, bu işlemin zor olması ve dış etmenlerden (rüzgar, yağmur, kar, dış ortam sıcaklığı vb.) dolayı meydana gelen ısı kayıplarıdır. Buna karşılık, tasarlanan çift fazlı güneşli su ısıtıcısının kollektörü ve deposu, çatı ile bütünleşen geometrik bir yapı oluşturmasıyla, bahsi geçen dış etmenlerden kaynaklanan ısı kayıplarının azalacağı ve montaj işleminin daha kolay olacağı görülmüştür.



Şekil 3. Depo Suyu Sıcaklıklarının, Işınım Şiddeti ve Zamana Göre Değişimi.

Tasarlanarak imal edilen ve doğal şartlar altında denenen, çift fazlı güneş enerjili sıcak su hazırlama sisteminin, dış ortam şartlarından kaynaklanan ısı kayıpları büyük ölçüde engelliyor olması, yapısının basit olması, estetik bir görünüme sahip olması ve montajının kolay olması sebepleriyle tercih edileceği sonucuna varılmıştır.

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

- T_b : Deneye ait su başlangıç sıcaklığı (°C)
 T_s : Deney süresi sonunda ulaşılan su sıcaklığı (°C)
 Q_t : Isı (kJ)
 I : Yeryüzü radyasyonu (W/m²)
 Q_g : Kollektöre gelen güneş enerjisi (W)
 m : Kütle (kg)
 Δt : Deney Süresi (Saniye)
 η : Günlük Ortalama Verim (%)
 A : Kollektör yüzeyi (m²)
 c_p : Özgül ısınma ısısı (kJ/kg °C)

KAYNAKLAR

- [1] DENİZ, E., BUĞUTEKİN, A., ÖZ, E. S., BİNARK, A. K., “Güneş Kolektörlerinde Soğutucu Akışkan R-404a Kullanımı ve Sistem Verimine Etkileri”, VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES–2006), 25-27 Mayıs-2006, Sayfa: 158-166, Isparta.
- [2] SOTERIS A. KALOGIROU, “Solar Thermal Collectors and Applications”, Progress In Energy Combustion Science, Cyprus, 2004.
- [3] ÖZ, E. S., DENİZ E., ÖZBAŞ, E., “Vakumlu Termosifon Tip Güneşli Su Isıtma Sistemlerinde Antifriz-Su Karışımı Kullanılmasının Sistem Performansına Etkileri”, 7. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, sayfa 195-202, 2005.
- [4] UYAREL, A. Y., ÖZ, E. S., “Güneş Enerjisi ve Uygulamaları”, Birsen Yayınevi, 1987.
- [5] FRANCIS DE WINTER, “[Solar Collectors, Energy Storage and Materials \(Solar Heat Technologies\)](#)”, 1991.
- [6] DOWING, R. C., WALDIN, V. H., “Phase-Change Heat Transfer in Solar Hot Water Heating Using R-11 and R-114”, Ashrae Transactions, pp. 848–856, 1980.
- [7] YILMAZ, S., “Güneş Enerjili Isı Borusuyla Sıcak Su Üretimi”, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1988.
- [8] PAYAKARUK, T., TERDTON, P., RITTHIDECH, S., “Correlations to Predict Heat Transfer Characteristics of an Inclined Closed Two-Phase Thermosyphon at Normal Operating Conditions”, Applied Thermal Engineering 20, pp. 781–790, 2000.
- [9] ESEN M., YUKSEL T., “Isı Borulu Güneş Enerjili Termosifon Düzlemsel Kolektörün Performansı”, Fırat Üniversitesi Makine Eğitimi Bölümü, 23119 Elazığ, F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi 12(2), sayfa 201-207, 2000.
- [10] ESEN, M, ESEN, H, “Experimental Investigation of a Two-Phase Closed Thermosyphon Solar Water Heater”, Solar Energy, pp. 1–10, 2005.
- [11] SAMANCI, Ahmet, “Çift Fazlı ve Klasik Tek Fazlı Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Deneysel İncelenmesi”, Tesisat Dergisi, Sayı 119, sayfa 134–139, 2005.
- [12] DUFFIE J.A., BECKMAN W.A., “Solar Engineering of Thermal Processes”, New York: Wiley, 1980.
- [13] YILMAZ, S., DENİZ, E., “Isı Borulu Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinde Soğutucu Akışkan R–22 Kullanımının Deneysel Olarak İncelenmesi”, Teknoloji Dergisi, Cilt 8, Sayı 4, Sayfa 349-356, 2005.
- [14] ONAT, A., İMAL M., A., İNAN, T., “Soğutucu Akışkanların Ozon Tabakası Üzerine Etkilerinin Araştırılması ve Alternatif Soğutucu Akışkanlar”, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 7(1), 2004.

ÖZGEÇMİŞLER

Sezayi YILMAZ

1962 yılı Ankara doğumludur. 1985 yılında Ankara Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesini bitirmiştir. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde 1988 yılında Yüksek Lisans, 1996 yılında Doktora öğrenimini tamamlamıştır. Halen ZKÜ. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Enerji Anabilim Dalı'nda Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Güneş enerjisi uygulamaları, sıhhi tesisat, yanma, ısıtma, iklimlendirme ve soğutma konularında çalışmaktadır. Aynı zamanda ZKÜ. Karabük Meslek Yüksekokulu Müdürlüğü görevini de yürütmektedir.

Emrah DENİZ

1977 yılı Zonguldak doğumludur. 2000 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Tesisat Öğretmenliği Programını bitirmiştir. 2003 yılında ZKÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimini tamamlamıştır. 2004 yılında ZKÜ. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Tesisat Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak göreve başlamıştır. 2006 yılında ise Öğretim Görevlisi olarak atanmış ve halen bu görevde çalışmaktadır. Alternatif enerji kaynakları,yalıtım ve soğutma konularında çalışmaktadır.