

Bir Havalı Güneş Kollektörünün Tasarımı, İmalatı ve Deneysel Analizi

Hüsamettin Bulut ve A. Fatih Durmaz

*Harran Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Osmanbey kampüsü, 63300-Şanlıurfa
E-mail: hbulut@harran.edu.tr, afdurmaz@harran.edu.tr*

Özet

Bu çalışmada, tasarım ve imalatında ekonomiklik, kollektör malzemelerinin kolay temin edilmesi, imalat imkanları ve ısııl özellikler gibi temel parametreler göz önüne alınmış bir havalı güneş kollektörü yapılmış ve performansı Şanlıurfa iklim şartlarında deneysel olarak analiz edilmiştir. Deneysel sırasında kollektör giriş ve çıkışındaki havanın bağıl nemi ve sıcaklığı, bir sıcaklık-nem ölçerle, hava hızı bir hız ölçer ile, kollektör yüzeyine gelen güneş ışınım şiddeti bir pironometre ile, emici yüzey tabaka sıcaklığı bir temasız sıcaklık ölçer ile ölçülmüştür. Havalı güneş kollektörünün anlık ve ortalama ısııl verimi hesaplanmıştır. Havalı güneş kollektörün ortalama ısııl verimi %53 olarak bulunmuştur. Kollektöre giriş ve çıkış havası arasındaki ortalama sıcaklık farkı 20 °C olarak tespit edilmiştir. Özellikle açık günlerde hava kollektörünün havanın sıcaklığını önemli ölçüde arttırdığı gözlenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda havalı güneş kollektörlerinin, binaların ısııtılmasında kullanılabileceği görülmüş ve bu amaç için güneş enerjili bir dış hava karışımı ısııtma sistemi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havalı güneş kollektörü; güneş ışınımı; ısııl verim; güneş enerjili ısııtma.

1. Giriş

Enerji üretiminde kullanılan fosil kökenli yakıtların maliyetindeki ve talebindeki artışlar ve çevresel kaygılar, insanları alternatif enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneş enerjisi her zaman insanlığın dikkatini çekmesine rağmen, son zamanlarda varolan ilgi daha da artmıştır. Güneş enerjisinden yararlanmak için ısıı değiştirgeçleri olarak çalışan güneş kollektörleri kullanılmaktadır. ısıının aktarıldığı ortam olarak güneş kollektörleri en genel olarak sıvılı ve havalı olmak üzere iki kısma ayrılırlar. ısıı transferindeki avantajından ve uygulamadaki konumundan dolayı daha çok sıvılı özelliklerle sulu güneş kollektörleri kullanılmaktadır. Fakat havalı kollektörler de çeşitli uygulamalarda yerlerini almaktadırlar. Havalı güneş kollektörleri, genellikle binaların ısııtılmasında ve tarımsal ürünlerin kurutma işlemlerinde kullanılmaktadır. Güneş enerjili kurutucularda havalı güneş kollektörü, kurutucu hücre ile birleşik veya ayrı olabilir. Bunun yanında binalarda ortamın havalandırılmasında havanın ön ısııtılmasında havalı güneş kollektörleri kullanım alanı bulmaktadır.

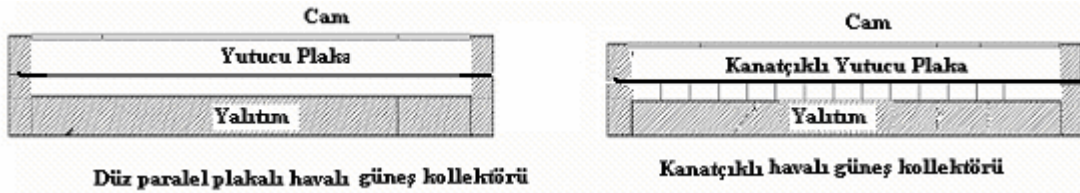
Değişik tipte havalı güneş kollektörleri ile ilgili Türkiye'de çeşitli çalışmalar yapılmıştır [1-5]. Fakat Türkiye'de konu ile ilgili çalışmalar daha çok güneş enerjili kurutma sistemleri üzerinedir [6-10].

Bu çalışmanın temel amacı, bir havalı güneş kollektörünün tasarımı ve imalatını yapıp, ısııl performansının deneysel olarak incelemektir.

2. Havalı Güneş Kolektörleri

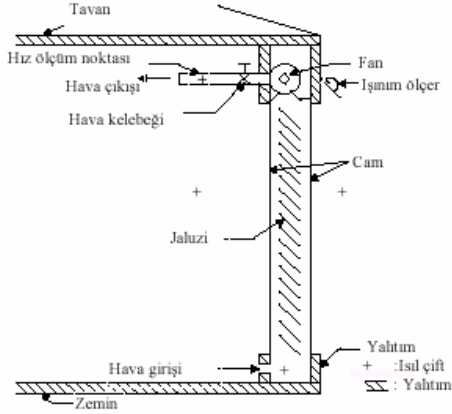
Güneşli hava ısıtıcıları olarak da adlandırılan havalı güneş kolektörleri uzun ömürlü, ağırlıkça hafif, hacim ısıtması için uygun, donma ve korozyon gibi problemleri olmayan basit cihazlardır. Havalı güneş kolektörleri, ek ısıtıcılarla birlikte bina ısıtılmasında, tarımsal ürünlerin kurutulmasında rahatlıkla kullanılabilir. Ayrıca orta ve düşük sıcaklık uygulamalarında ihtiyaç duyulan sıcak hava, güneşli hava ısıtıcıları ile üretilebilir.

Klasik bir güneş enerjili hava ısıtıcısı, bir yutucu plaka, hava akımının geçişi için paralel plaka veya plakalardan meydana gelmiş bir kısım, en üstte bir cam veya plastik örtü ve alt ve yan kısımlarından yatılılmış bir kasadan meydana gelir. Hava ısıtıcılarının tasarımı ve bakımı basittir. Korozyon ve sızıntı problemleri sıvılı güneş kolektörlerine göre daha azdır. Temel eksikliği yutucu plaka ile hava akımı arasındaki ısı transfer katsayısının düşük olması ve böylelikle ısı veriminin düşük olmasıdır. Yutucu plaka ile hava arasındaki ısı transfer katsayısının iyileştirmek için birçok tasarım önerilmiş ve uygulanmıştır. Bunlar yutucu plakaya kanakçıklar takmak, dalgalı yutucu plakalar, katı dolgu malzemeli, delikli küre veya V şekli verilmiş yutucu plakalı değişikliklerdir. Tüm bu düzenlemeler ısı verimi iyileştirirken, özellikle yüksek hacimsel hava debilerinde basınç kayıplarını önemli bir miktarda artırmaktadırlar [11]. Şekil 1'de düz ve kanatçıklı tip havalı güneş kolektör tasarımları gösterilmiştir. Kanatçıklı düzenlemelerin temel amacı yutucu plaka ile hava arasındaki ısı transfer katsayısını artırılması çabasıdır.

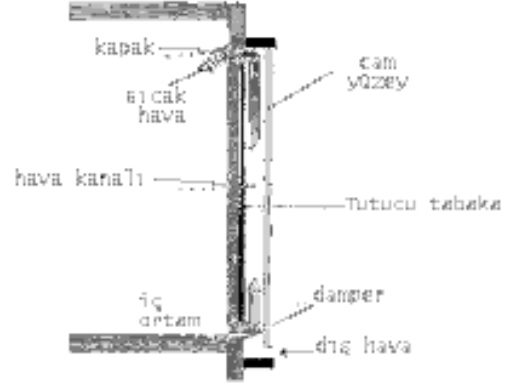


Şekil 1. Havalı güneş kolektörlerinde farklı yutucu yüzey tasarımları

Binaların ısıtılmasında kullanılan çeşitli havalı güneş kolektör sistemleri mevcuttur. Şekil 2'de pencere tipi kolektörün güneş enerjisini absorbe ederek konut ısıtılmasında kullanılışı gösterilmiştir [2]. Şekil 3'te ise duvar tipi güneş enerjili hava ısıtıcısı görülmektedir. Özellikle yurt dışında binaların ısıtılmasında sıkça kullanılan duvar tipi havalı güneş kolektörleri çalışma prensipleri olarak diğer kolektörlerden farklı değillerdir. Kolektörün hava sirkülasyonu damper ile ayarlanabilir, isteğe göre sadece oda içindeki hava veya dış hava, kolektörden geçirilerek bina içine doğal veya zorlanmış taşınım ile alınabilir. Elazığ şartlarında bu tip hava ısıtıcılarının kullanılabilirliği Sugözü ve Sarsılmaz [5] tarafından araştırılmıştır. Ayrıca büyük ısıtma yüklerinin gerektiği sistemlerde birden fazla kolektör seri veya paralel olarak bağlanarak çatı tipi havalı güneş kolektörlü sistemler oluşturulur. Havanın akışı bir fan ile kanalların içerisinden istenilen ortama ulaşması sağlanır.



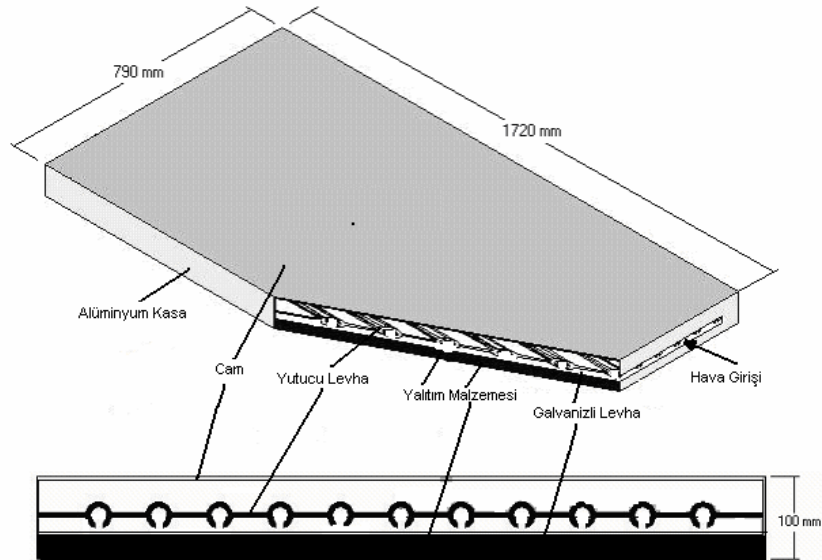
Şekil 2. Pencere tipi havalı güneş kolektörü



Şekil 3. Duvar tipi havalı güneş kolektörü

3. Havalı Güneş Kolektörün Tasarım ve Yapımı

Havalı güneş kolektörün, tasarım ve imalatında ekonomiklik, kolektör malzemelerinin kolay temin edilmesi, imalat imkanları ve ısı özellikler gibi temel parametreler göz önüne alınmıştır. Havalı güneş kolektörünün imalatı, açık ve kapalı tip güneş enerjili sıcak su ısıtma sistemlerinin üretildiği bir atölyede yapılmıştır. Havalı kolektörün yapımında tamamen düz yüzeyli sıvı kolektörlerde kullanılan malzemelerden yararlanılmıştır. Kasa malzemesi alüminyumdur. Yutucu levha olarak güneş enerjili sıcak su sistemlerindeki siyah mat boyalı alüminyum levha kullanılmıştır. Yutucu levhada suyun geçtiği oval kesitler kesilerek kanatçık görevi yapması sağlanmıştır. Tam sızdırmazlık sağlanması için kasa ve cam arasında ultraviyole ışınlarla dayanıklı conta kullanılmıştır. Şekil 4'te havalı güneş kolektörünün kesit görünüşleri, Şekil 5'te ise sistemin resimleri verilmiştir.



Şekil 4. İmalatı yapılan havalı güneş kolektörün kesit görünüşleri



Şekil 5. İmalatı yapılan havalı güneş kolektörünün resimleri

Kollektörün çıkışına açılan kanaldan daraltılmış bir profille 150 mm×50 mm çıkış alınmış, esnek bir boru ve borunun çıkışına, 22 W-30 W gücünde aksel bir fan bağlanarak kolektör üzerinden hava geçirilmiştir. Güneş ışımından en yüksek seviyede yararlanmak için kolektör, kış mevsiminde Şanlıurfa için optimum eğim açıları [12] ortalaması olarak 50° eğimli bir kaideye yerleştirilmiştir (Şekil 5). Fan ile birlikte havalı kolektörün toplam maliyeti 257.5 YTL olmuştur.

4. Deneysel Çalışma, Bulgular ve Tartışma

Havalı güneş kolektörünün anlık ısı verimi aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır.

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_c - T_g)}{I A_k} \quad (1)$$

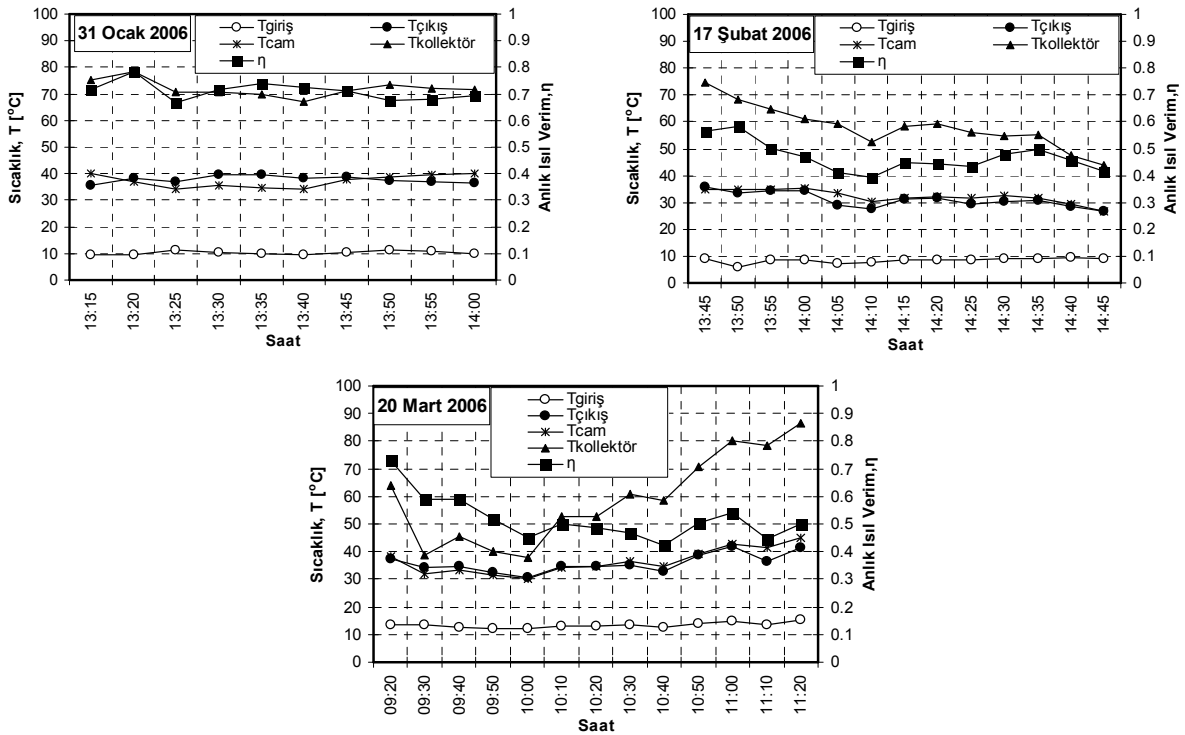
Burada, \dot{m} kolektörden geçen havanın kütleli debisi (kg/s), C_p havanın özgül ısısı (=1005 J/kg °C), T_c havanın kolektörden çıkış sıcaklığı, T_g havanın kolektöre giriş sıcaklığı, I kolektör yüzeyine gelen toplam güneş ışınımı (W/m^2)'dir. A_k ise kolektör yüzey alanını göstermektedir. Deneylerde kullanılan havalı kolektörün (1.72 m×0.88 m) yüzey alanı 1.5136 m²'dir. Kütleli debi;

$$\dot{m} = \rho V A_c \quad (2)$$

ile hesaplanır. Burada ρ nemli havanın yoğunluğu olup giriş ve çıkış havasının ortalama sıcaklığı ve bağıl neminden tablodan alınmıştır [13]. V , hava akış hızı, A_c ise havanın kolektör çıkış kesit alanıdır.

Havalı güneş kolektörünün deneysel analizi için Ocak, Şubat ve Mart aylarında farklı 8 günde ölçümler alınmıştır. Havanın kolektöre giriş sıcaklığı, kolektörden çıkış sıcaklığı ve bağıl nem taşınabilir bir sıcaklık-nem ölçer ile, havanın kanaldan çıkış hızı pervane tipli bir hız ölçer ile, kolektör cam yüzeyi ve kolektör yutucu levha yüzeyi sıcaklığı temassız bir sıcaklık ölçer ile, eğimli kolektör yüzeyine gelen güneş ışınımı ise bir veri toplayıcısına bağlı Kipp&Zonen CM11 piranometresi ile ölçülmüştür.

Şekil 6'da 31 Ocak, 17 Şubat ve 20 Mart 2006 tarihlerinde yapılan ölçüm değerlerinin değişimi verilmiştir. Şekillerden görüleceği gibi kollektör cam yüzeyinin ve çıkış havasının sıcaklıkları birbirine çok yakındırlar. Giriş ve çıkış sıcaklıklarında anlık aşırı değişimlerin olmadığı görülmüştür. Cam ve kollektör yutucu levha yüzeyindeki sıcaklık değişimlerin rüzgar hızındaki ve güneş ışınımındaki değişimlerden kaynaklanmaktadır. Kollektör yutucu levha sıcaklığının yüksek olmasına rağmen çıkış havasının bu değerlere yakınlaşmaması kollektörden olan ısı kayıplarındandır.



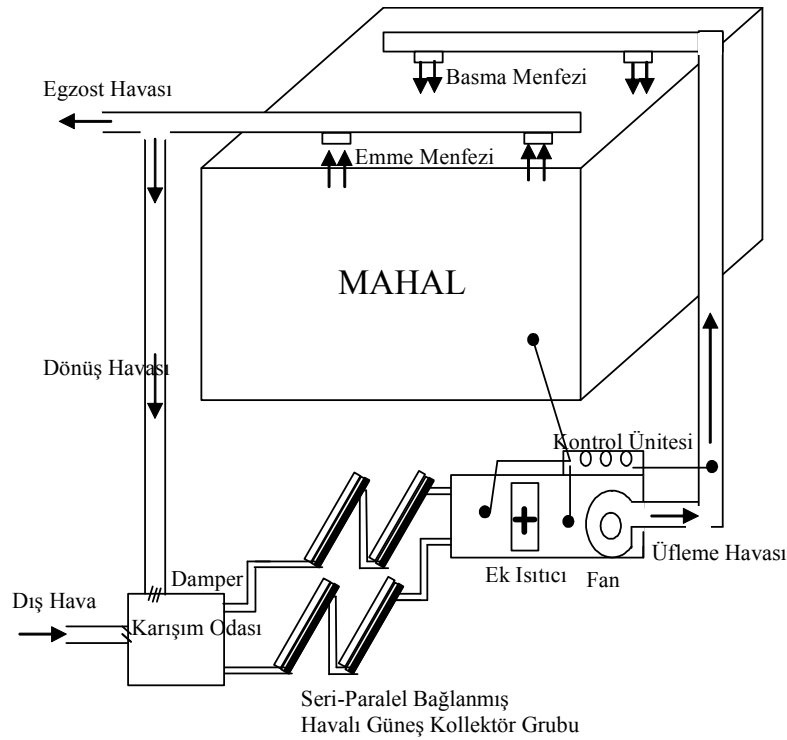
Şekil 6. Havalı güneş kollektöründe sıcaklıkların ve anlık ısı verimin değişimi

Tablo1'de havalı güneş kollektöründe yapılan ölçüm değerlerinin ortalamaları farklı tarihler için verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi ısı verimin %40 ile %71 arasında değiştiği, havanın kolektöre giriş ve çıkışı arasında maksimum 27.4 °C sıcaklık farkı oluşturulduğu tespit edilmiştir. Giriş sıcaklığı artıkcça yüzey sıcaklığı ve yutucu levha arasındaki sıcaklık farkının azalmasından dolayı ısı verim de düşük olmaktadır. Kollektör yüzey sıcaklıkları 52.4-78.3 °C arasında ölçülmüştür.

Tablo 1. Havalı güneş kolektörü sisteminde yapılan ölçümlerin ortalamaları

Tarih	Saat	T_g [°C]	T_c [°C]	ΔT [°C]	T_{cam} [°C]	$T_{kolektör}$ [°C]	I [W/m ²]	Isıl Verim
27.01.2006	13:35-14:20	11.4	29.2	17.8	32.3	59.9	353.3	0.46
31.01.2006	13:15-14:00	10.7	37.7	27.4	37.3	72.0	1001.0	0.71
16.02.2006	12:20-13:00	7.2	27.8	20.5	27.2	52.4	855.0	0.64
17.02.2006	13:45-14:45	8.4	31.0	22.6	32.3	58.1	832.2	0.47
24.02.2006	10:10-11:10	17.1	39.4	22.3	45.3	78.3	939.2	0.40
10.03.2006	11:10-16:20	14.1	24.2	10.1	22.6	33.5	407.5	0.58
13.03.2006	09:10-11:20	18.5	36.6	18.1	35.3	56.8	814.2	0.45
20.03.2006	09:20-11:20	13.4	35.8	22.4	36.5	58.9	889.2	0.52

Şekil 7’de havalı güneş kolektörlerinin kullanıldığı bir karışım havalı ısıtma sistemi önerilmiştir. Isıtma sisteminin karışım havalı olması enerji tasarrufu ve ısıl konfor açısından önemli bir özelliktir. Karışım odasındaki damperler vasıtasıyla temiz dış hava oranı rahatlıkla ayarlanabilir. Güneş ışınımının olmadığı veya üfleme sıcaklığının yeterli olmadığı durumda kontrol ünitesi ek ısıtıcı devreye konabilir. Havalı güneş kolektörleri seri-paralel bağlanarak çıkış sıcaklığı artırılabilir.



Şekil 7. Dış hava karışıklı bir havalı güneş kolektörlü ısıtma sistemi

5. Sonuçlar

Tasarımı ve imalatı yapılan bir havalı güneş kolektörünün ısı performansını, Şanlıurfa iklim şartlarında deneysel olarak incelenmiştir. 8 farklı günde yapılan ölçümler sonucunda havalı güneş kolektörünün ortalama ısı verimi %53 olarak hesaplanmıştır. Isıl verim, kolektörün hava geçişinin olduğu kısımda yeni düzenlemeler yapılarak ve kolektör yutucu levha, seçici yüzey yapılarak artırılabilir. Kolektöre giriş hava sıcaklığı ortalama 20 °C artırdığı tespit edilmiştir. Havalı Güneş kolektörlerinin havalandırma için gerekli dış havanın ısıtılmasında kullanılabilirliği görülmüştür.

Havalı güneş kolektör maliyetlerinin, sıvılı güneş kolektörlere göre fazla olmadığı ve piyasada mevcut teknolojik imkanlarla rahatlıkla imalatının yapılabileceği tespit edilmiştir.

Havalı güneş kolektörlerin özellikle Akdeniz, Güneydoğu ve Ege Bölgesi gibi yerlerde kışın ayrı binaların ısıtılmasında kullanılabilir. Otomatik kontrol ile güneş ışınımının az olduğu veya ısıtma için çıkış havasının düşük olduğu durumlarda, elektrikli veya doğalgaz ısıtıcılar gibi yedek enerji kaynakları devreye alınabilir. Ayrıca iklimlendirme santralleri ile havalı kolektörler bütünleştirilerek ısıtıcı batarya güçleri önemli ölçüde azaltılabilir. Örnek uygulamalarla bu tür havalı güneş kolektörlerin bina ısıtılmasında kullanılabileceği gösterilmelidir.

6. Teşekkür

Havalı güneş kolektörün imalatında ve bazı deneylerin yapılmasında gösterdikleri katkılardan dolayı Makine Mühendisliği Bölümü Öğrencileri Furgan Çevlik ve H. Reha Küpçü'ye teşekkür ederiz.

7. Kaynaklar

- [1] A.K. Binark, H. Yavuz, Hava ısıtmalı güneş kolektörleri, Isı Bilimi ve Tekniği 8. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, 126-132 (1991).
- [2] O. Turgut, Yatay jaluzili, aktif güneş ısıtıcı, hava-tutuculu pencerenin ısı performansının deneysel olarak incelenmesi, Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi 17(4), 71-82 (2002).
- [3] İ. Türkoğlu, D. Pehlivan, C. Akosman, Development and testing of a solar air-heater with conical concentrator, Renewable Energy 29, 263-275 (2004).
- [4] İ. Kurtbas, A. Durmuş, Efficiency and exergy analysis of a new solar air heater, Renewable Energy 29, 1489-1501 (2004).
- [5] İ. Sugözü, C. Sarsılmaz, Hava kolektörlü güneş duvarının (Solarwall) Elazığ şartlarında kullanılabilirliği, Termodinamik 161, 70-78 (2006).
- [6] M. Bıçakçı, Doğu Karadeniz bölgesinde havalı güneş kolektörleri ile prototip fındık kurutma tesisatı tasarımı, KTÜ Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, (1989).
- [7] O. Turgut, N. Onur, Design and performance of a special solar collector and its application to drying of agricultural products, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 13(3), 639-648 (2000).
- [8] A. Durmuş, İ. Kurtbaş, Yeni tasarlanan havalı kolektör yardımı ile Elazığ yöresi kayısılarının kurutulmasında, kayısı yüzey sıcaklığının tespiti, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi 21(1), 9-17 (2001).
- [9] A.B. Koç, M. Toy, İ. Hayoğlu, H. Vardin, Kırmızı biber kurutmada kullanılan güneş enerjili bir kurutucu performansı, Harran Üniversitesi Ziraat Fak.Dergisi 8 (2), 57-65 (2004).
- [10] T. Koyuncu, Performance of various design of solar air heaters for crop drying applications, Renewable Energy 31, 1073-1088 (2006).
- [11] A. A. Mohamad, High efficiency solar air heater, Solar Energy 60(2), 71-76 (1997).

- [12] Z. Firatoglu, B. Yesilata, New approaches on the optimization of directly coupled PV pumping systems, *Solar Energy* 77, 81-93 (2004).
- [13] Ş. Tamer, *Klima ve Havalandırma*, Cilt 1, Meteksan A.Ş., Ankara, (1990).