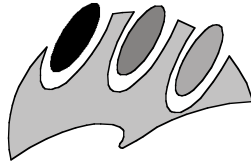




tmmob
makina mühendisleri odası

3. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ SEMPOZYUMU VE SERGİSİ

BİLDİRİLER KİTABI



8-9-10 Haziran 2007

Yayın No: E/2007/431



tmmob
makina mühendisleri odası

Adres : Sümer Sokak No: 36 / 1 -A
Demirtepe 06440 ANKARA

Tel : (0 312) 231 31 59
231 31 64
231 80 23

Faks : (0 312) 231 31 65

E-Posta : mmo@mno.org.tr

Web : <http://www.mno.org.tr>

ISBN : 978-9944-89-282-7

Bu kitabın yayın hakkı Makina Mühendisleri Odası'na aittir. Kitabın hiçbir bölümü değiştirilemez. Makina Mühendisleri Odası'nın izni olmadan elektronik , mekanik vb. yollarla kopya edilemez ve çoğaltılamaz. Kaynak gösterilmek şartıyla kitaptan alıntı yapılabilir.

Montaj : Metro Matbaa ve Matbaa Malz. Tic. - MERSİN

Baskı : Teknik Ofset - ADANA

DÜZENLEME KURULU

Ahmet ENİŞ	MMO Genel Merkezi
Şuayip YALMAN	MMO Genel Merkezi
Serdar ERKAN	MMO Mersin Şubesi
Ahmet Tuncer MUTLU	MMO Mersin Şubesi
Naci ERÇOLAK	MMO Mersin Şubesi
Remzi ASLAN	MMO Mersin Şubesi
Özlem DOĞAN	MMO Mersin Şubesi
Erdoğan BAYRAM	MMO Mersin Şubesi
İbrahim TEMAMOĞULLARI	MMO Mersin Şubesi
İbrahim SÜDAŞ	MMO Adana Şubesi
Ufuk ATAMTÜRK	MMO Ankara Şubesi
Mustafa KARABAĞIR	MMO Antalya Şubesi
Tanju SARICA	MMO Denizli Şubesi
Hakan SUBAŞI	MMO Diyarbakır Şubesi
A.Erdal ARSLAN	MMO Edirne Şubesi
R.Erhan KUTLU	MMO Eskişehir Şubesi
Gürcan ÜLGEY	MMO Gaziantep Şubesi
Cemal AKKOÇ	MMO İstanbul Şubesi
İlhami TEZGELEN	MMO İzmir Şubesi
Necdet ALTUNTOP	MMO Kayseri Şubesi
Süleyman ONAY	MMO Kocaeli Şubesi
Süleyman ALTAY	MMO Konya Şubesi
Recep AYDIN	MMO Samsun Şubesi
Ahmet KOLDAŞ	MMO Samsun Şubesi
İzzet Göksel ESEN	MMO Zonguldak Şubesi

YÜRÜTME KURULU

Naci ERÇOLAK	Hayati ŞİMŞEK
Erdoğan BAYRAM	Mehmet ACER
Özlem DOĞAN	Okyay PAYLAR
H.Atmaca GÜVEN	Nejat KILIÇ
Yusuf ÖZTUNÇ	

KONGRE SEKRETERİ

Nejat KILIÇ

DANIŞMANLAR KURULU

Mersin Vali Yard. Ardahan TOTUK
Prof. Dr. Mustafa ACAR
Prof. Dr. Necdet ALTUNTOP
Prof. Dr. C. Cengiz ARCASOY
Prof. Dr. Ö. Ercan ATAER
Prof. Dr. Mehmet ATILGAN
Prof. Dr. Ali BAŞÇETİNÇELİK
Prof. Dr. Şefik BİLİR
Prof. Dr. Orhan BÜYÜKALACA
Prof. Dr. Veli ÇELİK
Prof. Dr. Metin ÇOLAK
Prof. Dr. Muhammed ELTEZ
Prof. Dr. Bülent Hulusi ERTAN
Prof. Dr. Demet IRKLI ERYILDIZ
Prof. Dr. Ali GÜNGÖR
Prof. Dr. Gazanfer HARZADİN
Prof. Dr. Arif HEPBAŞLI
Prof. Dr. Sıddık İÇLİ
Prof. Dr. Mustafa İLBAŞ
Prof. Dr. Demir İNAN
Prof. Dr. Ruhi KAPLAN
Prof. Dr. Refik KAYALI
Prof. Dr. Muhsin KILIÇ
Prof. Dr. Saim KOÇAK
Prof. Dr. Günnur KOÇAR
Prof. Dr. Fatih KÖLELİ
Prof. Dr. Ramazan KÖSE
Prof. Dr. Halil KUMBUR
Prof. Dr. Şener OKTİK
Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL
Prof. Dr. Necdet ÖZBALTA
Prof. Dr. Salim ÖZÇELEBİ
Prof. Dr. Aksel ÖZTÜRK
Prof. Dr. İlhan Tekin ÖZTÜRK
Prof. Dr. Kemal TANER

Prof. Dr. Engin TÜRE
Prof. Dr. Nejat VEZİROĞLU
Prof. Dr. Ali Kemal YAKUT
Prof. Dr. Tuncay YILMAZ
Prof. Dr. Abdulvahap YİĞİT
Prof. Dr. Ertuğrul YÖRÜKOĞULLARI
Prof. Dr. Yusuf ZEREN
Doç. Dr. Haydar ARAS
Doç. Dr. Şerafettin EREL
Doç. Dr. Mustafa GÜNEŞ
Doç. Dr. Adnan MİDİLLİ
Doç. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA
Doç. Dr. Tanay Sıdkı UYAR
Yrd. Doç. Dr. İbrahim ATILGAN
Yrd. Doç. Dr. Ali BOLATTÜRK
Yrd. Doç. Dr. Kamil DELİKANLI
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GÜNERHAN
Yrd. Doç. Dr. Kenan KARAÇAVUŞ
Yrd. Doç. Dr. Mehmet KARAKILÇIK
Yrd. Doç. Dr. İlhan KONUKSEVEN
Yrd. Doç. Dr. Tansel KOYUN
Yrd. Doç. Dr. Fikret OKUTUCU
Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZTAŞ
Yrd. Doç. Dr. Adnan TOPUZ
Dr. Yük. Müh. Baha KUBAN
Dr. Yük. Müh. Ahmet LOKURLU
Arş. Gör. Mak. Müh. Gurbet ÖRÇEN
Met. Müh. Sabahattin ÖZ
Elk. Yük. Müh. Gültekin TÜRKOĞLU
End. Müh. Oğuz TÜRKYILMAZ
Mak. Müh. Mustafa BAYINDIR
Mak. Müh. H.Fehmi BELPINAR
Mak. Müh. Erhan KELLEÖZÜ
Mak. Müh. Ümit ÖZER
Elk. Müh. Kamer GÜLBELAYAZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1- Kollektörü ve Su Tankı Bütünleştirilmiş Güneş Su Isıtma Sistemi	
Prof. Dr. Hikmet Ş. AYBAR	1
2- Güneş Enerjisi Destekli Su Isıtma Sisteminin Tasarımı ve Ekonomik Analizi	
Prof. Dr. Necdet ÖZBALTA, Prof. Dr. Ali GÜNGÖR Araş. Gör. Gökhan GÜRLEK, Araş. Gör. Abdullah YILDIZ	5
3- Güneş Enerjisi Uygulamalarında Rekabetin Yasal Düzenlemelerle Güçlendirilmesi	
Prof. Dr. Muhammet ELTEZ, Yrd. Doç. Dr. Asude ELTEZ, Dr. L. B. GIESE	19
4- Güneş Işınımının Belirlenmesinde Kullanılan Modelleme Yöntemleri ve Eskişehir Bölgesi İçin Uygulama	
Yard. Doç. Dr. M. KURBAN, Araş. Gör. Ü. Başaran FİLİK, Araş. Gör. F. O. HOCAOĞLU	33
5- Güneş Enerjisinden Isı Depolama Sisteminde Birinci ve İkinci Yasa Analizi	
Prof. Dr. Ahmet CAN, Araş. Gör. Dr. Berrin KARAÇAVUŞ	38
6- Bir Havalı Güneş Kollektörünün Isıl Performans Analizi	
Doç. Dr. Hüsamettin BULUT, Araş. Gör. Asım Fatih DURMAZ Araş. Gör. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR	53
7- Öğrencilerin Güneş Enerjisi ve Uygulamaları Konusundaki Başarıları ile Çevreye İlişkin Tutumları Arasındaki İlişkinin Araştırılması	
Yard. Doç. Dr. Mehmet UZUNKAVAK, Yard. Doç. Dr. Nalan Çiçek BEZİR, H. S. TORTOP	62
8- Model Bir Güneş Havuzunun Yalıtım Parametrelerinin Sıcaklık Dağılımı Üzerindeki Etkisi	
Yard. Doç. Dr. Mehmet KARAKILÇIK, İsmail BOZKURT	67
9- Tuz Gradyentli Bir Güneş Havuzunun Performansını Etkileyen Hava ve Toprak Sıcaklıklarının Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler	
Prof. Dr. Nuri ÖZEK, Yard. Doç. Dr. Nalan Çiçek BEZİR Öğr. Gör. E. Uğur KÜÇÜKSİLLE, Öğr. Gör. Murat ÖZTÜRK	72
10- Güneş Pillerinin Teknolojideki Son Gelişmeler Işığında Karşılaştırmalı Maliyet Analizi	
Yard. Doç. Dr. Mehmet KURBAN, Araş. Gör. Fatih Onur HOCAOĞLU, Araş. Gör. Ü. Başaran FİLİK	77
11- Muğla Üniversitesi Yerleşkesi'ndeki Amorf Silisyum ve Tek Kristal Silisyum Güneş Pili (fotovoltaik) Güç sistemlerinin 18 Aylık Enerji Üretimlerinin Karşılaştırılması	
Prof. Dr. Şener OKTİK, Araş. Gör. Dr. Rüştü EKE	83

BİR HAVALI GÜNEŞ KOLLEKTÖRÜNÜN ISIL PERFORMANS ANALİZİ

Doç. Dr. Hüsamettin BULUT, Arş. Gör. Asım Fatih DURMAZ

Arş. Gör. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR

E-mail: hbulut@harran.edu.tr, afdurmaz@harran.edu.tr, aktacir@harran.edu.tr

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü

Osmanbey kampüsü, 63100-Şanlıurfa

ÖZET

Güneş enerjisinin faydalı ısısı, sıvılı veya havalı tip kollektörler vasıtasıyla alınır. Havalı güneş kollektörleri, kurutma ve hacim ısıtılması uygulamalarında kullanılmaktadır. Bu çalışmada, tasarımı ve imalatı yapılan trapez kanatçıklı havalı güneş kollektörünün ısı performans analizi yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışmada, havanın kollektöre giriş ve çıkış sıcaklıkları, kollektörün yutucu plaka ve cam yüzeyi sıcaklıkları, kollektör yüzeyine gelen güneş ışınımı, kollektör yüzeyindeki rüzgâr hızı ve kollektörden geçen hava debisi ölçülmüştür. Havalı güneş kollektörünün ısı verimi, Şanlıurfa iklim şartlarında değişik durumlar için tespit edilmiştir. Kollektör anlık ısı veriminin %30 ile %90 arasında değiştiği, ortalama ısı veriminin ise %71 olduğu belirlenmiştir. Giriş havası sıcaklığının diğer şartlara bağlı olarak 8 ile 24 °C arttırılabileceği görülmüştür. Sonuçta, havalı güneş kollektörlerinin, bir binanın temiz dış hava ihtiyacı için yeterli bir ısı kaynağı olabileceği veya binanın ısı kaybını karşılayacak şekilde kullanılabileceği anlaşılmıştır. Havalı güneş kollektörlerinin hava ısıtıcıları olarak gelecekte ısıtma ve kurutma uygulamalarında kullanımının artacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, Havalı güneş kollektörü, Isıl verim, Trapez kanatçık, Şanlıurfa.

GİRİŞ VE AMAÇ

Enerji probleminin ve çevre kaygılarının sürekli gündemde olduğu günümüzde, güneş enerjisi ve uygulamalarının önemi ve yeri tartışılmaz. Isıtma uygulamaları güneş enerjisinin en yaygın kullanım alanlarından biridir. Ancak güneş enerjisinin ısıtma uygulamaları, sıcak su üretimi dışında istenen seviyede

değildir. Güneş enerjisinin faydalı ısı, sıvılı veya havalı tip kolektörler vasıtasıyla alınır. Havalı güneş kolektörleri temelde, üzerindeki yutucu levhaya gelen güneş ışınımını havaya aktaran bir ısı değiştirgecidir. Havalı güneş kolektörleri, kurutma ve hacim ısıtılması uygulamalarında kullanılmaktadır. Ayrıca, ortamların havalandırılması için temiz havanın ön ısıtılmasında da havalı güneş kolektörlerinin kullanımı artmaktadır.

Havali güneş kolektörlerinin kullanımındaki artışın ve ilginin nedenleri şunlardır; ucuzdurlar, bakım ve işletme maliyetleri yoktur, yerel imkân ve malzemelerle rahatlıkla imal edilebilirler, ileri teknoloji gerekmemektedir ve çevre dostudurlar [1]. Ayrıca korozyon ve sızıntı problemleri sıvılı güneş kolektörlerine göre yoktur. Temel eksikliği ise yutucu plaka ile hava akımı arasındaki ısı transfer katsayısının düşük olması ve böylelikle ısı veriminin düşük olmasıdır.

Klasik bir havali güneş kolektörü, 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 yalıtılmış bir kasadan meydana gelir. Bunun yanında yutucu plaka ile hava arasındaki ısı transfer katsayısının iyileştirmek için birçok tasarım önerilmiş ve uygulanmıştır. Bunlar; yutucu plakaya kanatçıklar 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 artırmaktadır [2]. Kanatçıklı düzenlemelerin temel amacı, yutucu plaka ile hava arasındaki ısı transfer katsayısını artırma çabasıdır [3].

Havali güneş kolektörlerinin sahip olduğu avantajlardan dolayı uygulama alanları genişlemekte ve artmaktadır. Havali güneş kolektörleri ile ilgili yapılan çalışmalar temelde, uygulamaları, yapısı ve ısı performansının artırılması ile ilgilidirler [1-18].

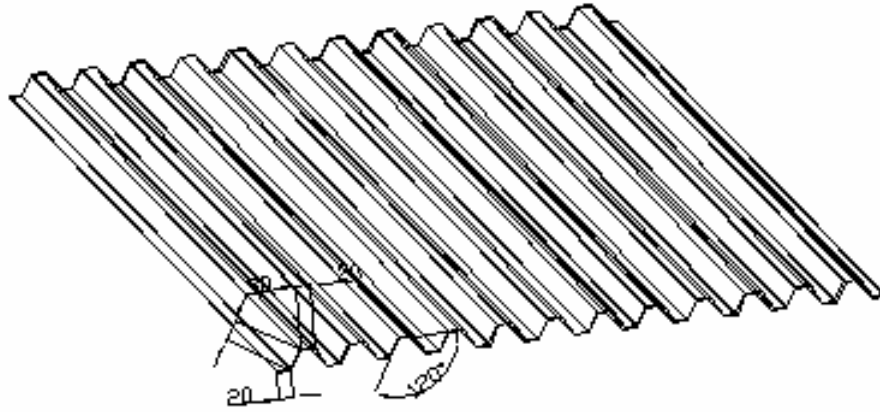
Bu çalışmanın temel amacı, tasarımı ve imalatı yapılan trapez kanatçıklı bir havali güneş kolektörünün ısı performans analizini Şanlıurfa iklim koşullarında yapmaktır.

HAVALI GÜNEŞ KOLLEKTÖRÜ VE DENEYSEL ÇALIŞMA

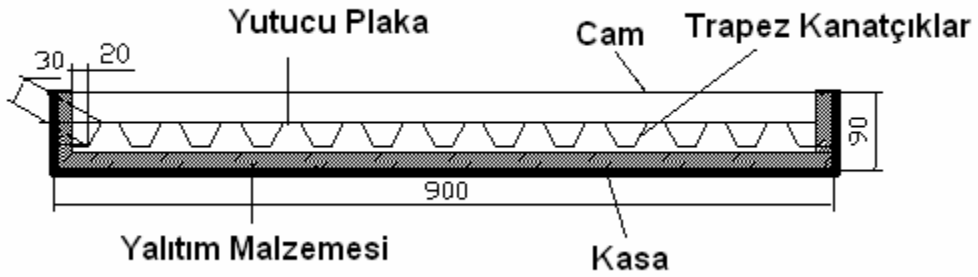
Havali güneş kolektörünün tasarım ve imalatında, ekonomiklik, imalat imkanları, kolektör malzemelerinin kolay temin edilmesi ve ısı özellikleri gibi temel parametreler göz önüne alınmıştır. Havali güneş kolektöründe kullanılan malzemeler çizelge 1’de verilmiştir. Şekil 1’de ısı transfer yüzeyi artırmak için kullanılan trapez kanatçıklı levha gösterilmiştir. Trapez kanatçıklı levha yutucu plakaya perçinle yapıştırılmıştır. Şekil 2’de havali güneş kolektörünün kesit resmi görülmektedir. Tam sızdırmazlık sağlanması için kasa ve cam arasında ultraviyole ışınlarına dayanıklı kauçuk conta kullanılmıştır. Şekil 3’te havali güneş kolektörü sisteminin fotoğrafı verilmiştir. Sistemde hava hareketi, şekil 3’te görülen bir radyal fan (Devir: 2800 dev/dakika, Güç:660 W, Debi: 1700 m³/h) vasıtasıyla sağlanmıştır.

Çizelge 1. Kollektör yapımında kullanılan malzemeler

Kollektör kısmı	Malzeme
Yutucu levha	Galvanizli sac
Trapez kanatçıklar	Galvaniz sac
Cam	Sertleştirilmiş cam (3.2 mm)
Kollektör kasası	Alüminyum
Seçici yüzey	Mat siyah boya
Sızdırmazlık	Siyah kauçuk conta ve şeffaf silikon
Yalıtım	Cam yünü



Şekil 1. Trapez kanatçıklı levha



Şekil 2. Havalı güneş kolektörünün kesit görünüşü



Şekil 3. Havalı Güneş Kollektörü sistemi

Havalı güneş kollektörün anlık ısıl verimi,

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

denklemleri ile hesaplanmıştır. Burada, \dot{m} kollektörden geçen havanın kütleli debisi (kg/s), C_p havanın özgül ısısı (=1006 J/kg °C), T_c havanın kollektörden çıkış sıcaklığı, T_g havanın kollektöre giriş sıcaklığı (Dış ortam çevre sıcaklığı), I eğimli kollektör yüzeyine gelen toplam güneş ışınımı (W/m^2)'dir. Yüzeğe gelen güneş ışınımı miktarının en yüksek düzeyde olması için Şanlıurfa'ya ait optimum eğim açılarındaki [19] kollektör eğimi ayarlanmış ve deneyler yapılmıştır. A_k ise kollektör yüzey alanını göstermektedir. Deneylerde kullanılan havalı kollektörün yüzey alanı 1.496 m^2 'dir. Kütleli debi;

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

ile hesaplanmıştır. Burada ρ havanın yoğunluğu olup giriş ve çıkış havasının ortalama sıcaklığına göre tablodan alınmıştır [20]. V , hava akış hızı, A_c ise havanın kollektörden çıkış kesit alanıdır. Hava akış hızı, fan elektrik motoruna bağlı bir dimer ile kontrol edilmiştir.

Havalı güneş kollektörünün ısıl analizi için Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında farklı günlerde ölçümler yapılmıştır. Havanın kollektöre giriş (çevre) ve çıkış sıcaklıkları dijital göstergeli bir sıcaklık ölçer ile, havanın kanaldan çıkış hızı pervane tipli bir hız ölçer ile, kollektör cam yüzeyi ve kollektör yutucu levha yüzeyi sıcaklığı temassız bir sıcaklık ölçer ile, eğimli kollektör yüzeyine gelen güneş ışınımı ise bir veri toplayıcısına bağlı Kipp&Zonen CM11 piranometresi ile ölçülmüştür (Şekil 4).



-a-

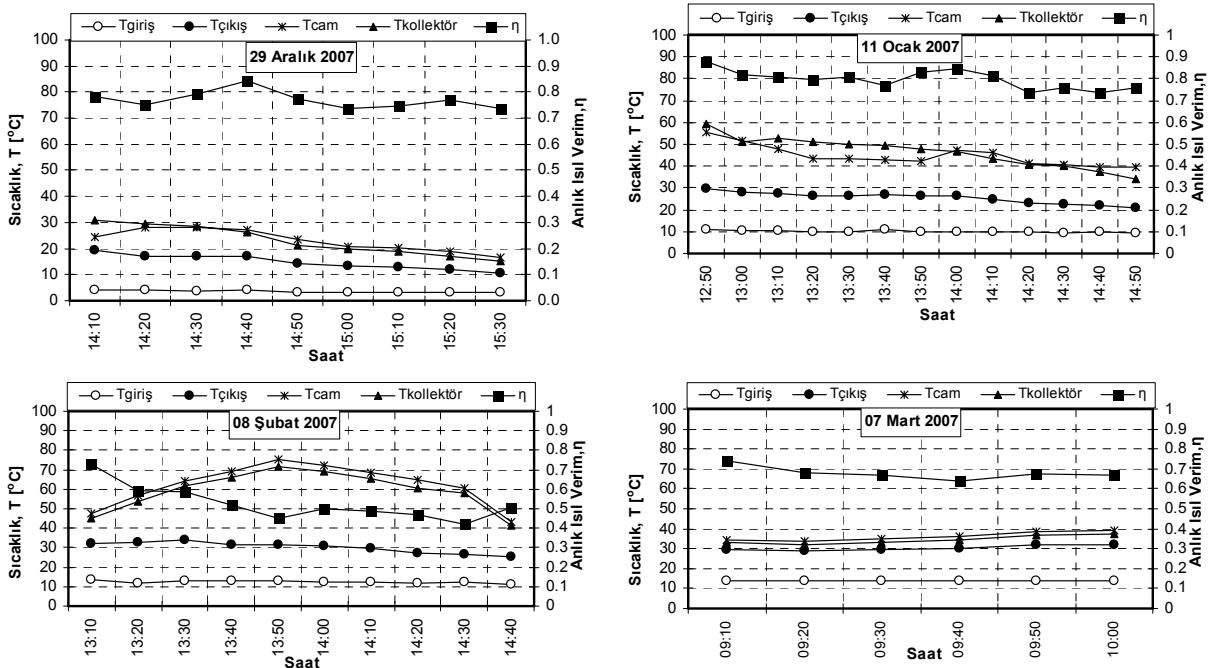


-b-

Şekil 4. a- Eğimi ayarlanabilen platform ve piranometre, b- Veri kaydedicisi ve bataryası

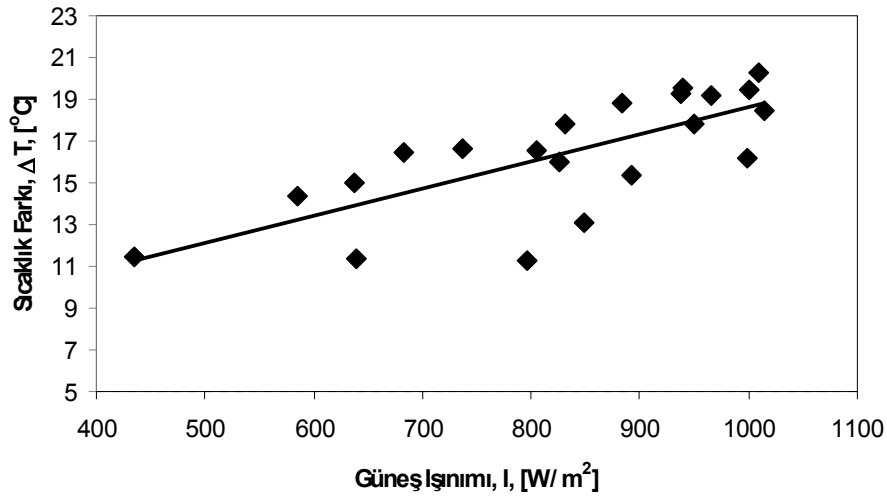
BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil 5'te ölçüm alınan aylar için, belli günlere ait tüm ölçüm değerlerinin ve anlık ısı veriminin değişimi verilmiştir. Şekillerden hava giriş ve çıkış sıcaklıklarında anlık aşırı değişimlerin olmadığı ve farkın sabit gittiği görülmüştür. Cam ve yutucu yüzey sıcaklıklarında meydana gelen anlık değişimlerin rüzgar hızındaki ve güneş ışınımındaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Kollektör yüzey sıcaklıklarının yüksek olmasına rağmen çıkış sıcaklığındaki düşüklük kollektörden çevreye olan ısı kayıplardandır.

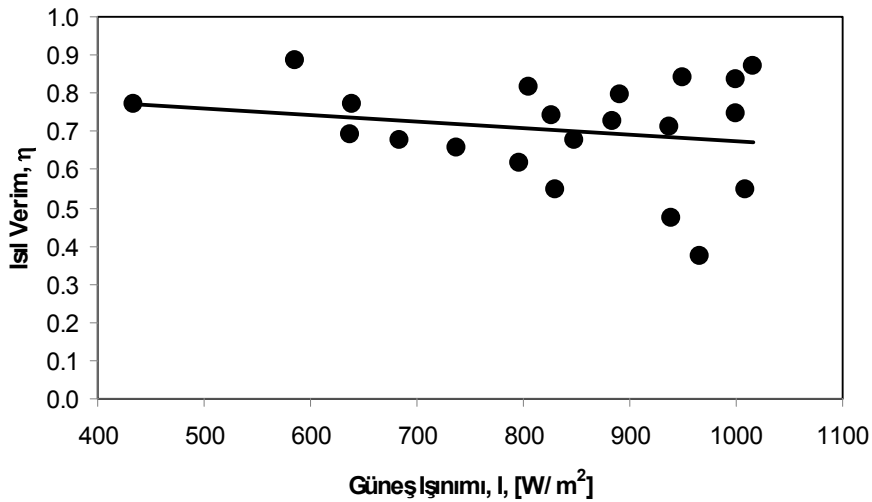


Şekil 5. Havalı güneş kollektöründe sıcaklıkların ve anlık ısı veriminin değişimi

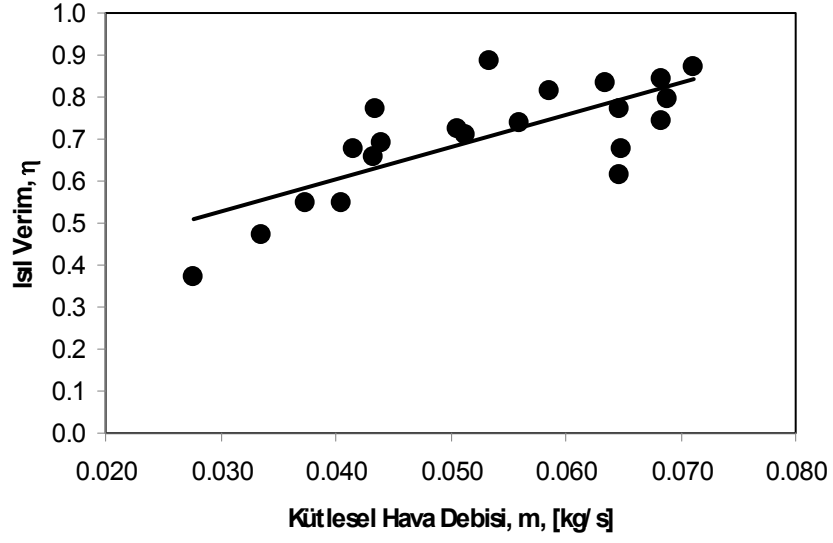
Şekil 6’da kollektör yüzeyine gelen güneş ışınımının havanın çıkış ve giriş sıcaklığı arasındaki fark üzerindeki etkisi görülmektedir. Genel olarak güneş ışınımı arttıkça sıcaklık farkının da arttığı gözlenmiştir. Güneş ışınımının ısı verim üzerindeki etkisi ise şekil 7’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi güneş ışınımı arttıkça ısı verim de az da olsa düşüş olmaktadır. Eşitlik 1’deki ısı verim ve güneş ışınımı arasındaki ters orantı bu beklenen durumu desteklemektedir. Şekil 8’de ise ısı verimin hava debisi ile olan değişimi görülmektedir. Şekilden hava debisi ile ısı verimin arttığı, ancak belli bir değerden sonra artışın azaldığı gözlenmiştir. Şekil 9’da ise ölçüm alınan tarihlere göre ortalama ısı veriminin değişimi verilmektedir. Şekilden ısı verimin Ocak ayı hariç fazla salınım yapmadığı ve ortalamasının %71 olduğu görülmektedir.



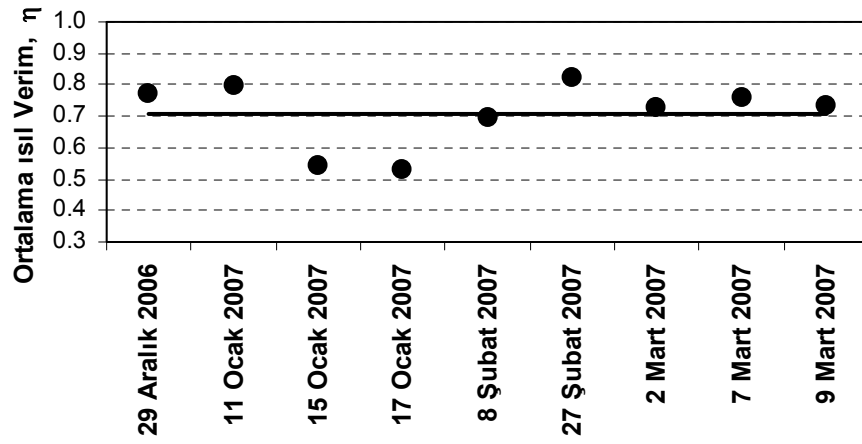
Şekil 6. Havanın giriş ve çıkış sıcaklığı arasındaki farkın güneş ışınımına göre değişimi



Şekil 7. Isı verimin kollektöre gelen güneş ışınımına göre değişimi



Şekil 8. Isıl verimin hava debisine göre değişimi



Şekil 9. Ortalama ısı verimin ölçüm tarihlerine göre değişimi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tasarımı ve imalatı yapılan bir trapez kanatçıklı havalı güneş kolektörünün ısı performansını, Şanlıurfa kış iklim şartlarında deneysel olarak incelenmiştir. Havalı güneş kolektörünün çevre havası sıcaklığını önemli bir derecede artırdığı ve çıkış havası sıcaklığının ortalama olarak 31 °C olduğu görülmüştür. Kolektörün giriş hava sıcaklığını ortalama 16.4 °C artırdığı tespit edilmiştir. Havalı Güneş kolektörlerinin havalandırma için gerekli dış havanın ısıtılmasında kullanılabilirliği görülmüştür. Farklı günlerde yapılan ölçümler sonucunda havalı güneş kolektörünün ortalama ısı verimi %71 olarak hesaplanmıştır. Kolektörün hava geçişinin olduğu kısımda yeni düzenlemeler yapılarak, ısı iletimi yüksek malzemeler kullanılarak ve kolektör yutucu plakası seçici yüzey yapılarak ısı verim daha da artırılabilir.

Havalı güneş kolektörlerinin piyasada mevcut teknolojik imkanlarla rahatlıkla imalatının yapılabileceği ve maliyetlerinin, sıvılı güneş kolektörlere göre fazla olmadığı belirlenmiştir.

Havalı güneş kolektörleri 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. İklimlendirme santralleri ile havalı güneş kolektörleri bütünleştirilerek ısıtıcı batarya güçleri önemli ölçüde azaltılabilir. Örnek uygulamalarla bu tür havalı güneş kolektörlerin bina ısıtılmasında kullanılabileceği gösterilmelidir. Ayrıca, havalı güneş kolektörleri kurutma sistemleri ile birlikte rahatlıkla kullanılabilir.

TEŞEKKÜR

Havalı güneş kolektörün imalatında ve bazı deneylerin yapılmasında gösterdikleri katkılardan dolayı Makina Mühendisliği Bölümü Lisans Öğrencileri Korel Külahçı, Ramazan Yaman ve Onur Söz'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] KARSLI; S. Performance analysis of new-design solar air collectors for drying applications, *Renewable Energy*, 32, 1645–1660, 2007.
- [2] MOHAMAD; A. A. High efficiency solar air heater, *Solar Energy*, 60(2), 71-76, 1997.
- [3] BULUT; H., DURMAZ; A.F. Bir havalı güneş kolektörünün tasarımı, imalatı ve deneysel analizi, UGHEK'2006: I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, 168-175, Eskişehir, 2006.
- [4] HACHEMI; A. Comparative study on the thermal performances of solar air heater collectors with selective and nonselective absorber-plate, *Renewable Energy*, 17, 103-112, 1999.
- [5] HEGAZY; A.A. Performance of flat plate solar air heaters with optimum channel geometry for constant/variable flow operation, *Energy Conversion and Management*, 41, 401-417, 2000.
- [6] KARIM; M.A., HAWLADER; M.N.A. Development of solar air collectors for drying applications, *Energy Conversion and Management*, 45, 329–344, 2004.
- [7] KOLB; A., WINTER; E.R.F., VISKANTA; R. Experimental studies on a solar air collector with metal matrix absorber, *Solar Energy*, 65(2), 91–98, 1999.
- [8] KABEEL; A.E., MECARIK; K. Shape optimization for absorber plates of solar air collectors, *Renewable Energy*, 13(1), 121-131, 1998.
- [9] BİNARK; A.K., YAVUZ; H. Hava ısıtılmalı güneş kolektörleri, *Isı Bilimi ve Tekniği 8. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı*, 126-132, 1991.
- [10] TÜRKOĞLU; İ., PEHLİVAN; D., AKOSMAN; C. Development and testing of a solar air-heater with conical concentrator, *Renewable Energy*, 29, 263-275, 2004.
- [11] KURTBAS; İ., DURMUŞ; A. Efficiency and exergy analysis of a new solar air heater, *Renewable Energy*, 29, 1489-1501, 2004.
- [12] SUGÖZÜ; İ., SARSILMAZ; C. Hava kolektörlü güneş duvarının (Solarwall) Elazığ şartlarında kullanılabilirliği, *Termodinamik*, 161, 70-78, 2006.
- [13] BIÇAKÇI; M. Doğu Karadeniz bölgesinde havalı güneş kolektörleri ile prototip fındık kurutma tesisatı tasarımı, *KTÜ Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi*, 1989.
- [14] TURGUT; O., ONUR; N. 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.
- [15] DURMUŞ; A., KURTBAS; İ. Yeni tasarlanan havalı kolektör yardımı ile Elazığ yöresi kayısılarının kurutulmasında, kayısı yüzey sıcaklığının tespiti, *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 21(1), 9-17, 2001.
- [16] KOYUNCU; T. Performance of various design of solar air heaters for crop drying applications, *Renewable Energy*, 31, 1073-1088, 2006.
- [17] BENLİ; H., DURMUŞ; A. Cam Seraların Havalı Güneş Kolektörleri Yardımıyla Isıtılması, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 1(4), 104-120, 2006.
- [18] GAO; W., LIN; W., LIU; T., XIA; C. Analytical and experimental studies on the thermal performance of cross-corrugated and flat-plate solar air heaters, *Applied Energy*, 84, 425–441, 2007.
- [19] FIRATOĞLU; Z., YESİLATA; B. New approaches on the optimization of directly coupled PV pumping systems, *Solar Energy*, 77, 81-93, 2004.
- [20] TAMER, Ş. *Klima ve Havalandırma*, Cilt 1, Meteksan A.Ş., Ankara, 1990.