



DESING OF AN AIR SOLAR COLLECTOR WITH AN ABSORBER PLATE MADE OF POROUS MATERIAL

Filiz Özgen^{*1} , Ayşe Dayan² 

¹Firat University, Faculty of Technology Department of Machine Engineering, Elazığ, Turkey

²Firat University, Faculty of Technology Department of Machine Engineering, Elazığ, Turkey

Abstract

Original scientific paper

In this study, an air solar collector has been designed, whose absorber surface consists of different obstacles. The absorber surface of the air solar collector is created using porous wire for dishes. Three different absorptive surfaces were used for the experimental study. The first type of absorbing surface is a complex surface (Type I), the second type is a less complex surface (Type II), and the third type is a flat surface (Type III). Dishwashers are placed on these surfaces, which are manufactured as three different absorbing surfaces, in a complex and less complex. One absorber surface is also left blank. After the dishwires were attached side by side and end to end and adhered as a solenoid, they were painted with black matte paint, and more benefit from sunlight. In the experiments, the mass flow rate of the air passing through the air passage channels was taken as 0.05 kg / s and 0.025 kg / s and the optimum flow rate value was found to be 0.05 kg / s. The outer side edges and bottom of the collector case are made of aluminum material, and these surfaces facing the outside air are tightly insulated with insulation material. This collector is placed at an angle of 37 °C horizontally and facing south on a coffee table without shadows falling on it. In order to make collector efficiency calculations, collector inlet temperature, outlet temperature, absorber surface temperature, ambient temperature and solar radiation values were measured. It has been determined that as the complexity ratio of the collector surface increases, the collector efficiency increases. Efficiency values for different absorber surfaces were found between 23% and 74%. In addition, it has been observed that the collector efficiency increases with the increase in the flow rate.

Keywords: Solar collector, absorber surface, barrier, energy, thermal efficiency.

YUTUCU PLAKASI GÖZENEKLİ MALZEMEDEN YAPILMIŞ BİR HAVALI GÜNEŞ KOLLEKTÖRÜNÜN TASARIMI

Özet

Orijinal Bilimsel Makale

Bu çalışmada yutucu yüzeyi farklı engellerden oluşmuş havalı bir güneş kollektörünün tasarımı yapılmıştır. Havalı güneş kollektörün yutucu yüzeyi, gözenekli bulaşık telleri kullanılarak oluşturulmuştur. Deneysel çalışma için üç farklı yutucu yüzey kullanılmıştır. Birinci tip yutucu yüzey olarak karmaşık yüzey (Tip I), ikinci tip yutucu yüzey olarak az karmaşık yüzey (Tip II), üçüncü tip yutucu yüzey olarak düz yüzey (Tip III) kullanılmıştır. Üç farklı yutucu yüzey olarak imal edilen bu yüzeylerin üzerine bulaşık telleri karmaşık ve az karmaşık olarak yerleştirilmiştir. Bir tane yutucu yüzey de boş bırakılmıştır. Bulaşık telleri yanyana ve uç uca eklenerek selenoid şekilde yapılandırıldıktan sonra siyah mat boya ile boyanarak güneş ışımından daha fazla yararlanılmıştır. Deneysel, hava geçiş kanallarından geçen havanın kütleli debisi 0,05 kg/s ve 0,025 kg/ s olarak alınmış ve en uygun debi değeri 0,05 kg/s olarak bulunmuştur. Kollektör kasasının dış yan kenarları ve altı alüminyum malzemedan yapılmış olup, dış havaya bakan bu yüzeyler yalıtım malzemesi ile sıkı bir şekilde izole edilmiştir. Bu kollektör yatayla 37 °C açı yapacak şekilde ve üzerine gölge düşmeyecek biçimde bir sehpa üzerine güneşe bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Kollektör verim hesaplamalarının yapılabilmesi için kollektör giriş sıcaklığı, çıkış sıcaklığı, yutucu yüzey sıcaklığı, çevre sıcaklığı ve güneş ışınım değerleri ölçülmüştür. Kollektör yüzeyinin karmaşıklık oranı arttıkça kollektör veriminin arttığı tespit edilmiştir. Farklı yutucu yüzeyler için verim değerleri % 23 ile %74 arasında bulunmuştur. Ayrıca debi değerinin artması ile kollektör veriminin arttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Güneş kollektörü, yutucu yüzey, engel, enerji, termal verim.

* Corresponding author.

E-mail address: filizozgen@gmail.com (F. Özgen)

Received 19 March 2021; Received in revised form 05 April 2021; Accepted 15 April 2021

2587-1943 | © 2021 IJIEA. All rights reserved.

Doi: <https://doi.org/10.46460/ijiea.899853>

1 Giriş

Enerji, termodinamikte bir iş yapabilme yeteneği olup sanayileşmiş toplumların ayrılmaz bir parçasıdır. Günümüzde enerji, büyük oranda birincil kaynaklardan elde edilmektedir. Petrol, tabii gaz, likit petrol gazı, kömür ve odun belli başlı enerji kaynaklarıdır. Bunlar sınırlıdır ve 35 ile 200 yıl arasında bitecekleri tahmin edilmektedir. Enerji kaynakları azalırken, dünya nüfusunun sürekli artması ve enerji bağımlılığı, enerji açığını sürekli büyütecektir. Temel enerji kaynakları tüketildiğinde insanlık daha uzun ömürlü enerji kaynaklarına dönmek zorunda kalacaktır. Bunların en önemlisi güneş enerjisidir. Güneş enerjisi güvenilir bir kaynak olup, yaygın kullanımında yüksek ve özel teknoloji gerektirmemektedir. Kullanımı sırasında hiçbir önemli çevre kirliliği de yaratmamaktadır [1].

İmal edilen güneş hava kolektörleri güneş enerjisini transfer eden ısı değiştiricisinin bir türüdür. Kolektörlerin avantajı, akışkanda donma ya da kaynamanın meydana gelmemesidir. Tipik bir güneş hava kolektörünün en önemli kısmı saydam örtü ve yutucu yüzeydir. Güneş hava kolektörlerinin termal performansı, kolektörün malzemesine, şekline, boyutlarına ve planına bağlıdır. Performans gelişimi, farklı malzemeler, çeşitli şekiller, farklı boyutlar ve planlar kullanılarak elde edilebilir. Yutucu yüzey ve hava arasındaki ısı transfer katsayısını geliştirmek için bazı yenilikler kullanılmış ve farklı şekiller literatürde yer almıştır [2-6]. Plakalı tip güneş hava kolektörlerinde hava akış geçişinin farklı şekil ve boyutlarına sahip çeşitli tasarımlar test edilmiştir. Çift akışlı tip güneş hava kolektörleri, ısı transfer alanını artırmak için piyasaya sürülmüş ve bu da iyileştirilmiş termal performansa yol açmıştır. Hava kanalına yerleştirilen engellerle güneş kolektörlerinin ısı performansları artırılmış ve bu engeller sıvı akışının iyi bir şekilde dağılmasına izin vermiştir [7-10].

Literatürde güneş hava kolektörlerinin çeşitli konfigürasyonları geliştirilmiştir. Moosavian vd. [11], parabolik bir güneş kolektörünün enerji, ekserji ve ekonomik analizini farklı iklim koşulları için yapmışlardır. Parabolik güneş enerjisi sistemi için sayısal bir model geliştirerek MATLAB programında analiz etmişlerdir. Farklı iklim koşullarında elde ettikleri sonuçları kıyaslayarak grafikler halinde sunmuşlardır. Esen [12], yutucu yüzeyi farklı engellerden oluşan bir güneş hava kolektörünün enerji ve ekserji analizini yapmıştır. Yutucu yüzeyler kolektör kasası içerisine farklı konumlarda yerleştirilmiş ve her konum için gerekli analizler yapılmıştır. Akpınar ve Koçyiğit [13], 4 farklı yutucu yüzey ve 2 farklı kütle hava akış oranı için tasarladıkları güneş hava kolektörünü deneysel olarak incelemişlerdir. Çift hava girişli bu güneş kolektörünün enerji ve ekserji analizlerini yaparak sonuçları grafik ve tablolar halinde sunmuşlardır. Ozgen vd. [14], yutucu plakası silindirik teneke kutulardan yapılmış bir havalı güneş kolektörünün ısı performansını deneysel olarak araştırmışlardır. Deneysel çalışma için üç farklı tipte yutucu plaka tasarlanmış ve test edilmiştir. İlk tipte (Tip I), silindirik teneke kutular yutucu plaka üzerinde zikzaklı olarak kaydırılmış, ikinci tipte (Tip II) ise sıralı olarak dizilmiştir. Tip III ise, üzerinde kutuların olmadığı bir

düzlem plaka şeklindedir. En yüksek verim Tip I için elde edilmiştir.

Arabhosseini vd. [15], gözenekli ve geri dönüşüm sistemi ile donatılmış bir güneş hava kolektörün performansını, üç hava akış hızı (0,009, 0,018 ve 0,036 kg /s) için sayısal ve deneysel olarak incelemişlerdir. Maksimum enerji ve ekserji verimliliği 0.009 kg / s kütle akış hızı için sırasıyla % 63.4 ve % 22.3 olarak bulunmuşlardır. Ayrıca bu düzende kurutma işlemi de yaparak kolektörün kurutma üzerindeki etkilerini de çalışmalarında sunmuşlardır. Uçar ve İnallı [16], yaptıkları deneysel çalışmada, yutucu yüzeyin farklı biçim ve düzenlenmesinin, ısı transferini artırma teknikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Yutucu yüzey üzerindeki dereceli levhaların ve kanatların, güneş hava kolektörü performansına etkisini test etmişlerdir. Geleneksel güneş hava kolektörlerinde, kolektör veriminin en düşük olduğunu görmüşlerdir. Dong vd. [17], çift hava akışlı bir güneş kolektörünün termal ekonomik analizini yapmışlardır. Düz yüzeye sahip güneş hava kolektörleri yıllardır çalışılmış ancak ekonomik analizleri yeterince yapılmamıştır. Bu çalışmada net ısı üretimi, ekonomik kriterler ve hava kütle akış hızının kolektör sistemi üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Kolektörlerin verimi, güneş hava kolektörünün yapısına ve güneş ışınım değerine bağlıdır. Kolektörün malzemesi, şekli, boyutları performans gelişimini etkiler. Yutucu yüzey üzerine yerleştirilen kanatlar, engeller, kıvrımlı yüzeyler ve literatürde verilen farklı şekiller, ısı transfer alanını arttırdığı için verimi arttırmışlardır. Kolektörlerin termal performansını arttırmak için çeşitli modellerde güneş hava ısıtıcıları geliştirilebilir. Bu nedenle yapılan bu çalışmada kolektörlerin veriminin artırılması amaçlanmış ve farklı yutucu yüzeyler tasarlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada yutucu yüzeyi gözenekli malzemeden yapılmış bir güneş hava kolektörünün tasarımı yapılmış ve ısı performansını deneysel olarak incelenmiştir. Yutucu yüzeyler, üzerine gözenekli malzemelerin karmaşık olarak yerleştirildiği Tip I, düzgün sıra olacak şekilde yerleştirildiği Tip II ve düz yutucu yüzeye sahip Tip III şeklinde belirtilmiştir. Bu üç kolektörün 0.025 kg/s ve 0.05 kg/s lik hava debileri için ısı performansları deneysel olarak incelenmiştir. Sonuçlar Tip I'in termal performansının daha iyi olduğunu göstermiştir.

2 Deneysel Ölçümler Ve Hesap Metodu

Deneysel, Fırat Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Atelye alanında 01.07.2020-30.07.2020 tarihleri arasında yapılmıştır. 9:00 ile 16:00 saatleri arasında yapılan deneylerde verimin en iyi çıktığı günler bu çalışmaya konulmuştur. Yapılan çalışmada üç farklı yutucu yüzey geometrisi ve iki farklı hava debisi (0.025 ve 0.05 kg/s) için deneyler yapılmıştır.

Kolektörün girişindeki ve çıkışındaki hava sıcaklıkları sırasıyla $T_{h,g}$ ve $T_{h,\zeta}$ olmak üzere sıcaklık farkı,

$$\Delta T = T_{h,\zeta} - T_{h,g} \quad (1)$$

şeklinde hesaplanmıştır. Havanın fiziksel özellikleri,

$$\Delta T_m = (T_{h,c} + T_{h,g})/2 \quad (2)$$

olarak verilen ortalama hava sıcaklığı esas alınarak seçilmiştir. Kolektörün anlık verimi ise,

$$\eta = \frac{Q_f}{A_k I} = \frac{\dot{m} c_p (T_{h,c} - T_{h,g})}{A_k I} \quad (3)$$

ifadesi ile hesaplanmıştır.

Bu eşitlikte \dot{m} (kg/s) havanın kütsel debisini, c_p (J/kgK) sabit basınçta havanın özgül ısısını, I (W/m²) kolektör yüzeyine düşen anlık güneş ışınımını, A_k (m²) ise kolektör alanını göstermektedir. Kolektör yutucu yüzey alanı 0.96 m²'dir.

3 Deney Düzenine Tasarımı

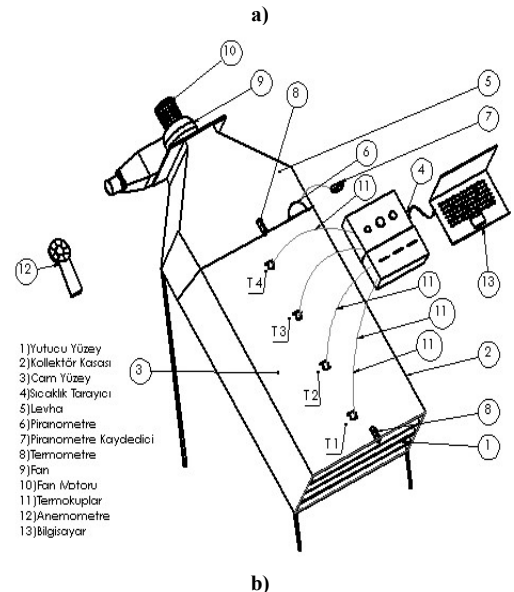
3.1 Kolektörlerin Dizayını

Bu çalışmada, yutucu plakası gözenekli malzemeden yapılmış bir havalı güneş kolektörünün ısı performansını deneysel olarak araştırılmıştır. Güneş enerjisinden en iyi şekilde faydalanmak için deneyler Temmuz ayında yapılmış ve en yüksek verim değerleri elde edilmeye çalışılmıştır. Kolektöre giriş, çıkış sıcaklıkları ve kolektör yüzey sıcaklıkları deney sırasında okunmuş, çevre sıcaklığı ve kullanılabilir diğer bilgiler Elazığ Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınmıştır. Deneysel ölçümler 9:00-12:00 saatleri arasında yapılmıştır. Deney düzenine fotoğrafı Şekil 1.a'da şematik görünüşü de Şekil 1.b'de verilmiştir.

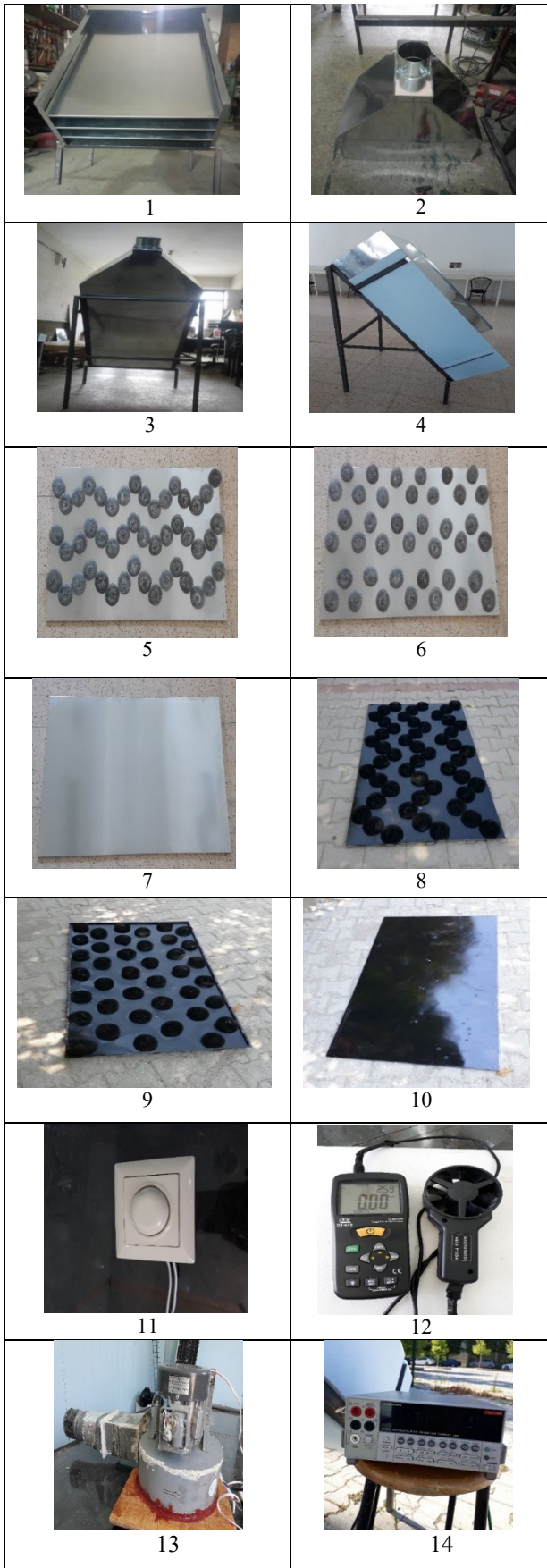
Deney düzenine oluşturulan ana elemanların ve kullanılan cihazların fotoğrafları Şekil 2'de görülmektedir. Bu elemanların, cihazların özellikleri ve tasarımı aşağıda anlatılmıştır.

Tasarlanan güneş kolektörünün kurulum aşamaları, yutucu yüzey şekilleri ve deney sırasında kullanılan ölçüm aletleri Şekil 2'de görülmektedir. Kolektör kasası 120 cm boyunda, 80 cm genişliğinde ve 40 cm yüksekliğindedir. Kolektörde saydam örtü olarak 4 mm kalınlığında pencere camı, kasa malzemesi olarak sunta tahta, yalıtım malzemesi olarak 3 cm kalınlığında stropor kullanılmıştır. Kolektör yatayla eğimi 37° olacak şekilde güneşe yönlendirilmiştir (Şekil 2.1-4). Güneş hava kolektörünün en önemli kısmı yutucu yüzeydir. Çalışmamızda üç farklı yutucu yüzey kullanılmıştır. Yutucu yüzeyin her iki tarafından hava akışı sağlanacak şekilde yüzeyler imal edilmiştir. Bu tür yutucu yüzeylerin seçilmesinin nedeni, literatürde her iki kanaldan geçen hava debisinin kolektör verimlerini iyileştirdiğindedir [18-22]. Yutucu yüzeyleri oluşturmak için, 180 tane gözenekli yapıya sahip bulaşık teli toplanmış, bu teller silikon tutkalının bir çeşidi kullanılarak, 1,5 mm kalınlığında galvanizli sacın hem üzerine hem de altına yapıştırılmıştır (Şekil 2.5-7). Yapıştırma işleminden sonra siyah mat boya ile bu sac boyanarak yutucu yüzey oluşturulmuştur. Oluşturulan bu yutucu yüzeylerin birincisinde toplam 102 adet bulaşık teli, Şekil 2.8.'de görüldüğü gibi karmaşık (Tip I) yerleştirilmiş, Şekil 2.9'da ise 78 adet bulaşık teli düzgün sıra (Tip II) olacak biçimde yerleştirilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız üçüncü yutucu yüzeyde teller kullanılmamıştır, düz (Tip III) tip olarak belirttiğimiz yutucu yüzey Şekil 2.10'da gösterilmiştir. Bu

yutucu yüzeyler kullanılarak kolektör verimi ve yüzey sıcaklıkları belirlenmiştir. Yutucu yüzeyler kolektör kasası içerisine 10 ar cm aralıklarla yerleştirilerek deneyler yapılmıştır. Birim yatay yüzeye gelen toplam ışınım şiddetini ölçmek için Kipp δ Zonen CM3 Piranometre'si kullanılmıştır. Kolektör, bir boru ile 800 m³/h debisindeki hava sirkülasyon fanının emme ağzına bağlanmıştır (Şekil 2.13). Fanın ağzına ise debiyi ölçmek için baş kısmı metal fanlı olan hava akışı + hava hızını ölçen bir dijital anemometre (AM-4206M) cihazı bağlanmıştır (Şekil 2.12). Kolektörün giriş ve çıkışındaki havanın sıcaklığı civalı termometre (0-100 C°) kullanılarak ölçülmüştür. Yutucu yüzeylerin belirli noktalarının sıcaklıklarını ölçmek için 24 cm'lik eşit aralıklarla dört noktaya T tipi Cu-Constantan ısı çiftler bağlanmıştır. Isıl çiftlerin diğer uçları ise CR 510 Data Logger veri kaydediciye bağlanarak değerler okunmuştur (Şekil 2.14). Kullanılan tüm ısı çiftler, veri derleyici adı verilen cihaza bağlanarak, ölçümler bir bilgisayar yardımıyla kaydedilmiştir. Veri derleyici, belirli zaman aralıkları ile yapılan sıcaklık, nem, akım gibi değerlerin ölçümlerini kaydeden bir cihazdır. Bu cihaz, ortamın sıcaklığını ölçerek tarih, saat ve ölçüm değerini kaydeder ve bu kayıt işlemini belirlenen zaman aralıkları ile tekrarlar.



Şekil 1. Deney düzenine fotoğrafı (a) ve şematik görüntüsü (b)



Şekil 2. Deney Düzenliğini Oluşturan Ana Elemanlar; 1. Kollektör kasası, 2. Hava emiş kısmı, 3. Kollektör kasası alt görünüşü, 4. Yalıtım malzemesi, 5. Boyanmamış Tip I yutucu yüzeyi, 6. Boyanmamış Tip II yutucu yüzeyi, 7. Boyanmamış Tip III yutucu yüzeyi, 8. Boyanmış Tip I yutucu yüzeyi, 9. Boyanmış Tip II yutucu yüzeyi, 10. Boyanmış Tip III yutucu yüzeyi, 11. Dimmer, 12. Anemometre, 13. Fan, 14. Data Logger veri kaydedici

KEITHLEY marka veri derleyici, yüksek voltaj (7751V) ve düşük akım kaynağına (0-50 mA) sahiptir. Sıcaklık ölçüm aralığı ise -200 ile 630 °C arasındadır. Kollektörün hava giriş ve çıkış tarafları arasındaki basınç kayıplarını tespit etmek için sulu U manometresi kullanılmıştır. Kollektör hava çıkış tarafında kollektörden geçirilecek havanın emişini sağlayan fanın çıkışına hava debisini belirlemek için rotametre ve debiyi değiştirmek için dimmer konulmuştur (Şekil 2.11).

3.2 Deney sonuçları

Yutucu yüzeyden ısının maksimum değerini çıkarmak için uygun çözümlerden biri hava akımının önünde engeller oluşturmaktır. Bu engeller, yutucu yüzeyin üzerine yerleştirilebilir. Bu geometriler sayesinde kollektör içerisinde türbülanslı akış artabilir. Böylece verim minimum kayıpla daha yüksek olur. Bu nedenle yüksek bir verim elde etmek için kollektör Tip I ve Tip II' de bulaşık telleri yutucu yüzeyin üzerine ve altına yerleştirilmiştir. Bu durumda çift hava akışı da sağlanmıştır. Tek geçişli hava akışı yerine çift geçişli hava akışının oluşturulması, ısı transfer alanını ve türbülanslı akışını arttıracığı için, kollektör verimi daha da iyileşecektir. Literatürde tek geçişli hava akışı yerine çift geçişli hava akışının oluşturulması ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Yapılan bu çalışmanın literatür ile uyumlu olduğunu belirtmek için bazı kıyaslamalar yapılmış ve Tablo 1'de gösterilmiştir.

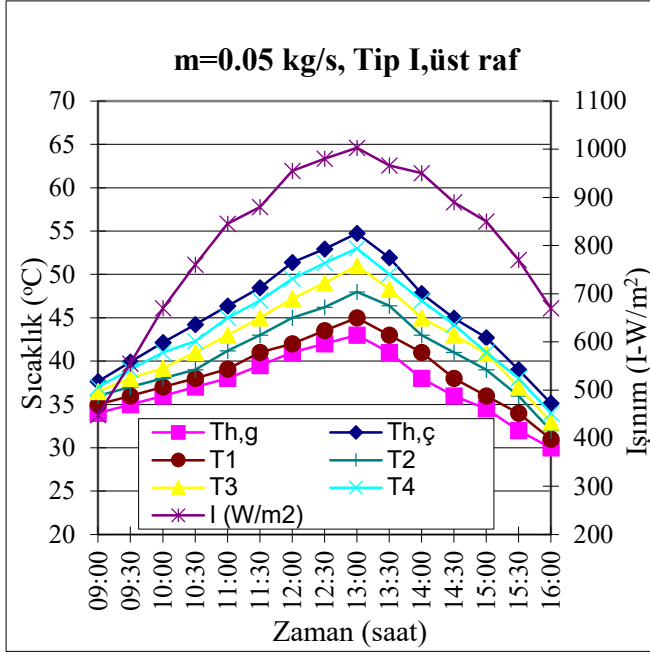
Tablo 1. Yapılan çalışmanın verim değerlerinin literatür ile kıyaslanması

	\dot{m} (kg/s)	Verim
Özgen [8]	0.03	0.50
Esen [12]	0.025	0.67
Akpinar ve Koçyiğit [13]	0.025	0.61
Mevcut Çalışma	0.025	0.62

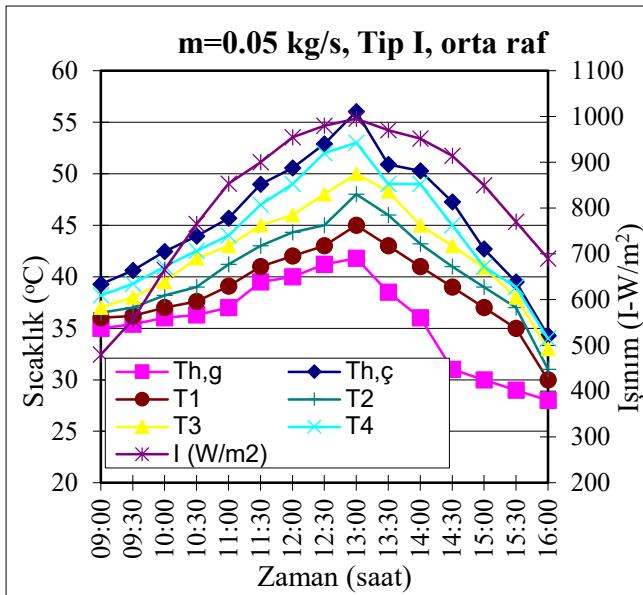
Deneylerin yapıldığı günler için hesaplanan değerler ve alınan veriler grafikler halinde verilmiştir. Bu grafiklerde 0.025 ve 0.05 kg/s'lik debiler için kollektöre giren ve çıkan havanın sıcaklık değişimi, verim değişimi ve yutucu yüzey üzerine eşit aralıklarla yerleştirilen ısı çiftleri yardımıyla ölçülen sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi görülmektedir. Tip I, Tip II, ve Tip III kollektörleri için yutucu yüzey sıcaklıklarının zamanla değişimi, güneş ışınım değerlerinin zamanla değişimine paraleldir. Bu değişim gün ortasına kadar artmakta, daha sonra ışınım şiddetinin düşmesiyle birlikte azalmaktadır. Sıcaklık değişimi incelendiğinde giriş sıcaklığının çıkış sıcaklığından az olduğu görülmektedir. Yutucu yüzey üzerinde ısı çiftleri yardımıyla eşit aralıklarda ölçülen sıcaklık değerlerinin de giriş ve çıkış sıcaklıkları arasında olduğu görülmektedir.

Tip I kollektörü için yutucu yüzey sıcaklıklarının ve güneş ışınım değerlerinin zamanla değişimi 0.05 kg/s'lik hava debisi için Şekil 3-5'de verilmiştir. Tip I yutucu yüzeyi bulaşık tellerinin karmaşık olarak yerleştirildiği yutucu yüzeydir ve bu yüzey kollektör kasası içerisine farklı konumlarda (üst raf, orta raf, alt raf) yerleştirilmiş ve yapılan deney sonuçları herbir durum için grafikler halinde verilmiştir. Grafiklerden de açıkça görülmektedir ki sıcaklığın değişimi, yutucu yüzey üzerine gelen ışınım

şiddetinin değişimine paralel olarak saat 13:00'e kadar artmakta, daha sonra ışınım şiddetinin düşmesiyle birlikte azalmaktadır. Saatlik ölçülen en yüksek güneş ışınım şiddeti değeri üst raf konumunda 1003 W/m^2 , orta raf konumunda 995 W/m^2 , alt raf konumunda ise 1000 W/m^2 olmuştur.

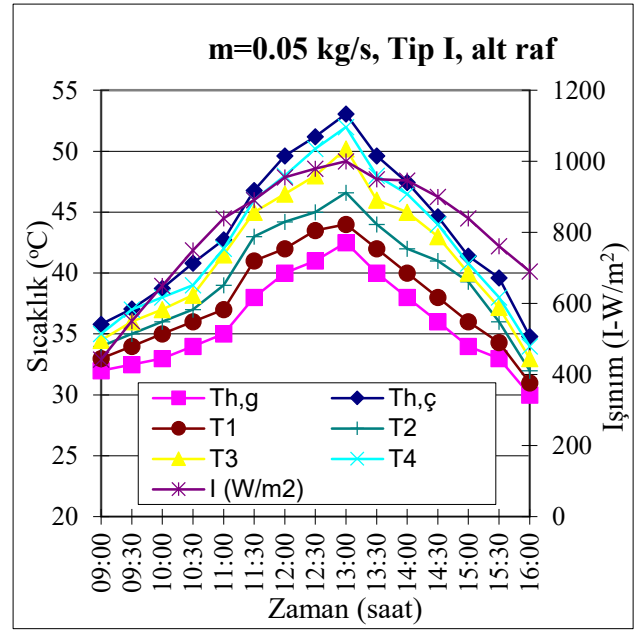


Şekil 3. Kolektörün $m=0,05 \text{ kg/s}$ için zamanla yüzey sıcaklıkları ve ışınım değeri değişimi (üst raf)



Şekil 4. Kolektörün $m=0,05 \text{ kg/s}$ için zamanla yüzey sıcaklıkları ve ışınım değeri değişimi (orta raf)

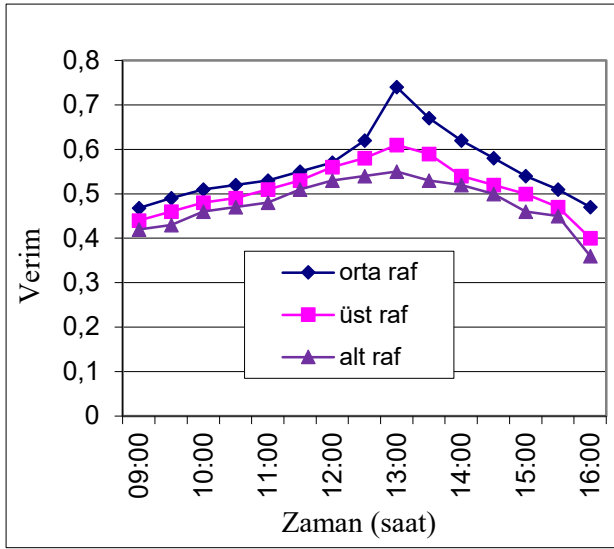
Sıcaklık değişimi incelendiğinde giriş sıcaklığının en düşük, çıkış sıcaklığının ise en yüksek olduğu görülmektedir. Çıkış sıcaklığı, kolektör Tip I'de diğer kolektörlere göre daha yüksektir. Çünkü tellerin karmaşık olarak yerleştirilmesi ısı transfer alanını ve haliyle de yüzey sıcaklığını artırmaktadır. Yutucu yüzey üzerinde ısı çiftler yardımıyla eşit aralıklarda ölçülen T_1, T_2, T_3, T_4 sıcaklık değerlerinin de giriş ve çıkış sıcaklıkları arasında kaldığı görülmektedir.



Şekil 5. Kolektörün $m=0,05 \text{ kg/s}$ için zamanla yüzey sıcaklıkları ve ışınım değeri değişimi (alt raf)

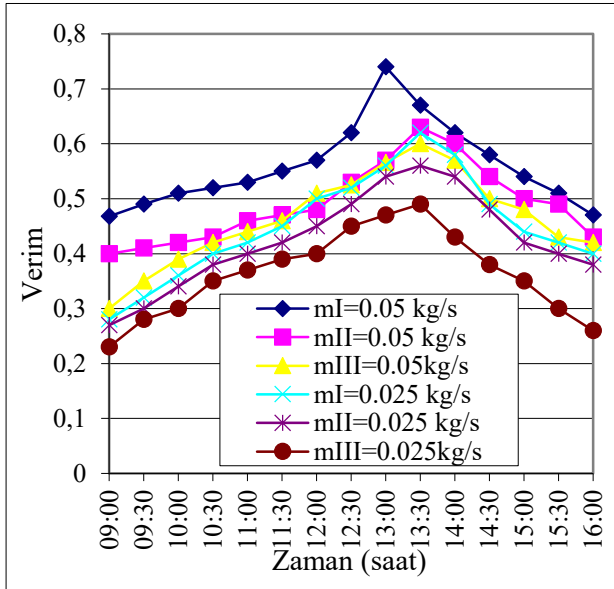
Kolektöre giriş sıcaklığı tüm konumlar için $28-43 \text{ }^\circ\text{C}$ arasında değişirken, kolektör çıkış sıcaklığı ise $34,26-52,94 \text{ }^\circ\text{C}$ arasında kalmıştır. Tip I yutucu yüzeyinin kolektörün farklı konumlardaki verimlerinin zamanla değişimi $m=0,05 \text{ kg/s}$ kütleli debi için Şekil 6'da verilmiştir. Kolektörün verim performansını incelemek amacıyla farklı yutucu yüzeyler kullanılmış ve en yüksek verim Tip I için elde edilmiştir. Tip I yutucu yüzeyinin kolektör içerisindeki farklı konumlarının verim performansları ayrıca incelenmiş ve her konum için gün boyu deneyler yapılarak verim değerleri hesaplanmıştır. Bu deneyler yutucu yüzey kolektör kasesinin alt, orta ve üst rafına yerleştirilerek yapılmış ve maksimum verim üst raf için % 61, orta raf için % 74, alt raf için % 55 bulunmuştur. Optimum verimlilik değerinin tüm çalışma koşulları için yutucu yüzeyin orta rafta olması gerektiğini göstermiştir. Yutucu yüzeyin üst raf ve alt raf konumunda olması verimin azalmasına sebep olmuştur. Kanallardan geçen akış hızının farklı olması verim değerlerini etkilemiştir. Orta raf konumunda olması durumunda oluşan eşit hava akışı verimin de artmasına neden olmuştur. Kolektörlerin çift hava akışlı olması ve ısı transfer alanının artması verim üzerinde etkili olmuştur. Bu durumdan anlaşılmıştır ki, çift akışlı güneş hava kolektörleri için yutucu yüzeyin üst ve alt kanallarından akan akışkanın akış hızları aynı olmalıdır.

Bu üç tip kolektörün verimlerinin zamanla değişimleri $m=0,025$ ve $m=0,05 \text{ kg/s}$ kütleli debi için Şekil 7'de verilmiştir. Umulduğu gibi Tip III diğer kolektörlerden daha az verime sahiptir. Çünkü bu kolektör düz bir yutucu yüzeyden oluşmuştur, yutucu yüzey üzerinde kanatlar, engeller ya da türbülans artırıcı hiçbir şey yoktur. Tip I'in verimi, Tip II'nin veriminden daha yüksektir. Yutucu yüzey üzerine ve altına yerleştirilen tellerin karmaşık olması türbülanslı akış yaratır. Bu durum en yüksek ısı transfer katsayısı, en yüksek yutucu sıcaklık ve azalan termal ısı kaybını sağlar. Bundan dolayı en yüksek verim elde edilir.



Şekil 6. Tip I yutucu yüzeyinin farklı konumlardaki verim değerlerinin zamanla değişimi

Yüksek debide verim, Tip I için %46 ve %74 arasında, Tip II için %40 ve %63 arasında, Tip III için %30 ve %62 arasında değişmektedir. Yüksek debi için maksimum verim üç kollektör için sırasıyla %74, %63 ve %62 dir. Düşük debi için verim, Tip I için %28 ve %62, Tip II için %27 ve %56, Tip III için %23 ve %49 arasında değişmektedir. Düşük debide maksimum verim üç kollektör için sırasıyla %62, %56 ve %49'dur. Debinin artmasıyla kollektör içindeki sıcaklık artışı azalır. Bu durum kollektör yüzey sıcaklığının düşmesi ile sonuçlanır, çevreye olan kayıplar azalır ve verim artar.



Şekil 7. Verimin zamanla değişimi

4 Sonuçlar

Bu çalışmada yutucu yüzeyi gözenekli malzemeden yapılmış havalı bir güneş kollektörünün tasarımı yapılmıştır. Yutucu yüzeyden ısının maksimum değerini çıkarmak için uygun çözümlerden biri hava akımının önünde engeller oluşturmaktır. Bu engeller, yutucu yüzeyin üzerine yerleştirilebilir. Bu geometriler sayesinde kollektör içerisinde türbülanslı akış artabilir. Böylece

verim minimum kayıpla daha yüksek olur. Bu nedenle yüksek bir verim elde etmek için kollektör Tip I ve Tip II' de gözenekli bulaşık telleri yutucu yüzeyin üzerine ve altına yerleştirilmiştir. Bu durumda çift hava akışı da sağlanmıştır. Tek geçişli hava akışı yerine çift geçişli hava akışının oluşturulması, ısı transfer alanını ve türbülanslı akışını arttıracaktır. Bu çalışmada üç tip güneş hava kollektörü incelenmiştir. Yutucu yüzeyler, üzerine tellerin karmaşık olarak yerleştirildiği Tip I, düzgün sıra olacak şekilde yerleştirildiği Tip II ve düz yutucu yüzeye sahip Tip III şeklinde belirtilmiştir. Bu üç kollektörün 0.025 kg/s ve 0.05 kg/s lik hava debileri için ısı performansları deneysel olarak incelenmiştir. Tip I'in verimi, Tip II'in veriminden daha yüksektir. Yutucu yüzey üzerine ve altına yerleştirilen tellerin karmaşık olması türbülanslı akış yaratır. Bu durum en yüksek ısı transfer katsayısı, en yüksek yutucu sıcaklık ve azalan termal ısı kaybını sağlar. Bundan dolayı en yüksek verim elde edilir. Tip III diğer kollektörlerden daha az verime sahiptir. Çünkü bu kollektör düz bir yutucu yüzeye sahiptir ve ısı transfer alanı diğerlerine göre daha azdır. Tip I yutucu yüzeyi kollektör kasası içerisine farklı konumlarda yerleştirilerek kollektörün verimi hesaplanmış bu sonuçlar ölçülen sıcaklık ve ısıtım değerleri ile birlikte grafikler halinde sunulmuştur. Maksimum verim üst raf için % 61, orta raf için % 74, alt raf için % 55 bulunmuştur. Çift akışlı güneş hava kollektörleri için yutucu yüzeyin üst ve alt kanallarından akan akışkanın akış hızlarının aynı olması durumunda maksimum verim elde edileceği görülmüştür. Yüksek debide verim, Tip I için %46 ve %74 arasında, Tip II için %40 ve %63 arasında, Tip III için %30 ve %62 arasında değişmektedir. Yüksek debi için maksimum verim üç kollektör için sırasıyla %74, %63 ve %62 dir. Düşük debi için verim, Tip I için %28 ve %62, Tip II için %27 ve %56, Tip III için %23 ve %49 arasında değişmiştir. Tüm çalışma koşulları için optimum verim orta raf için elde edilmiştir. Yutucu yüzey üzerine tellerin karmaşık olarak yerleştirildiği kollektör Tip I, çift hava akışlı olacak şekilde dizayn edilmiştir. Çift hava akışlı olması kollektör performansı üzerine olumlu etki yapmaktadır. Sonuçlar göstermiştir ki uygun dizaynlar yapıldığında, çalışmamızda kullanılan kollektör Tip I iyi bir verim sağlayabilir. Bu kollektörden elde edilen verim %74'lere kadar uzanır ki bu sonuç bir güneş hava kollektörü için memnun edicidir.

Bilgilendirme

Gerçekleştirilen bu çalışmada Etik Kurul Onay belgesine gerek yoktur.

Semboller

- η Kollektör verimi
- Q_f Kollektörden alınan kullanılabilir enerji (W)
- \dot{m} Kollektörden geçen havanın kütleli debisi(kg/s)
- c_p Havanın sabit basınçta özgül ısısı (kJ/kgK)
- I Kollektör yüzeyine gelen ısıtım miktarı (W/ m^2)
- A_k Kollektör alanı (m^2)
- $h_{ç}$ Kollektör çıkış sıcaklığı ($^{\circ}C$)
- h_{g} Kollektör giriş sıcaklığı ($^{\circ}C$)

Kaynaklar

- [1] Kaygusuz, K., & Kaygusuz, A. (2002). Renewable energy and sustainable development in Turkey. *Renewable Energy*, 25(3), 431-453.
- [2] Manikandan, G. K., Iniyan, S., & Goic, R. (2019). Enhancing the optical and thermal efficiency of a parabolic trough collector—A review. *Applied energy*, 235, 1524-1540.
- [3] Kongkaiptaiboon, V., Nanan, K., & Eiamsa-Ard, S. (2010). Experimental investigation of heat transfer and turbulent flow friction in a tube fitted with perforated conical-rings. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 37(5), 560-567.
- [4] Reddy, K. S., Kumar, K. R., & Ajay, C. S. (2015). Experimental investigation of porous disc enhanced receiver for solar parabolic trough collector. *Renewable Energy*, 77, 308-319.
- [5] Hegazy, A. A. (2000). Performance of flat plate solar air heaters with optimum channel geometry for constant/variable flow operation. *Energy Conversion and Management*, 41(4), 401-417.
- [6] Alvarez, G., Arce, J., Lira, L., & Heras, M. R. (2004). Thermal performance of an air solar collector with an absorber plate made of recyclable aluminum cans. *Solar Energy*, 77(1), 107-113.
- [7] Esen, H., Ozgen, F., Esen, M., & Sengur, A. (2009). Artificial neural network and wavelet neural network approaches for modelling of a solar air heater. *Expert systems with applications*, 36(8), 11240-11248.
- [8] Özgen F. (2007). Yutucu plakası silindirik teneke kutulardan yapılmış bir havalı güneş kolektörünün ısı performansının deneysel olarak araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi.
- [9] Layek, A., Saini, J. S., & Solanki, S. C. (2007). Second law optimization of a solar air heater having chamfered rib-groove roughness on absorber plate. *Renewable Energy*, 32(12), 1967-1980.
- [10] Karsli, S. (2007). Performance analysis of new-design solar air collectors for drying applications. *Renewable Energy*, 32(10), 1645-1660.
- [11] Moosavian, S. F., Borzuei, D., & Ahmadi, A. (2021). Energy, exergy, environmental and economic analysis of the parabolic solar collector with life cycle assessment for different climate conditions. *Renewable Energy*, 165, 301-320.
- [12] Esen, H. (2008). Experimental energy and exergy analysis of a double-flow solar air heater having different obstacles on absorber plates. *Building and Environment*, 43(6), 1046-1054.
- [13] Akpınar, E. K., & Koçyiğit, F. (2010). Energy and exergy analysis of a new flat-plate solar air heater having different obstacles on absorber plates. *Applied energy*, 87(11), 3438-3450.
- [14] Ozgen, F., Esen, M., & Esen, H. (2009). Experimental investigation of thermal performance of a double-flow solar air heater having aluminium cans. *Renewable Energy*, 34(11), 2391-2398.
- [15] Arabhosseini, A., Samimi-Akhijahani, H., & Motahayer, M. (2019). Increasing the energy and exergy efficiencies of a collector using porous and recycling system. *Renewable energy*, 132, 308-325.
- [16] Ucar, A., & Inalli, M. (2006). Thermal and exergy analysis of solar air collectors with passive augmentation techniques. *International communications in heat and mass transfer*, 33(10), 1281-1290.
- [17] Dong, Z., Chang, L., Jianjun, Z., Jinlong, J., Zhoujian, A., & Linjun, W. (2021). Thermal economic analysis of a double-channel solar air collector coupled with draught fan: Based on energy grade. *Renewable Energy*, 170, 936-947.
- [18] Yeh, H. M., Ho, C. D., & Hou, J. Z. (1999). The improvement of collector efficiency in solar air heaters by simultaneously air flow over and under the absorbing plate. *Energy*, 24(10), 857-871.
- [19] Ekramian, E., Etemad, S. G., & Haghshenasfard, M. (2014). Numerical analysis of heat transfer performance of flat plate solar collectors. *Journal of Fluid Flow, Heat and Mass Transfer (JFFHMT)*, 1, 38-42.
- [20] Pathak, P. K., Chandra, P., & Raj, G. (2021). Energy and exergy analysis of corrugated plate solar collector by forced convection using two different absorber plate material. *Heat and Mass Transfer*, 57(4), 565-581.
- [21] Darici, S., & Kilic, A. (2020). Comparative study on the performances of solar air collectors with trapezoidal corrugated and flat absorber plates. *Heat and Mass Transfer*, 56(6), 1833-1843.
- [22] Facão, J. (2015). Optimization of flow distribution in flat plate solar thermal collectors with riser and header arrangements. *Solar Energy*, 120, 104-112