

FARKLI TİPLERDEKİ HAVALI GÜNEŞ KOLEKTÖRLERİNİN TASARIMI, İMALATI VE PERFORMANS DENEYLERİ

Hikmet DOĞAN
Seyfi SEVİK
Tuğba KÖSE

ÖZET

Bu çalışmada; sıcak hava üretim amacıyla, dört farklı tipte havalı güneş kolektörü tasarlanmış, imal edilmiş ve performansları araştırılmıştır. Bu kolektörlerde verim artırmak amacıyla, farklı geometrik hava akış kanalları tasarlanmış ve uygulanmıştır. Kanatçıklı ısı borulu kolektör, hava akışına dik ve delikli kanatçıklı kolektör, boyuna dalgalı kanatçıklı kolektör, boyuna düz kanatçıklı kolektör, boyuna dalgalı ve ortadan bölmeli dalgalı kanatçıklı kolektör olmak üzere dört farklı yapıda kolektör imal edilmiştir. Kolektörlerin yüzey alanları aynı olup 0.5 m^2 'dir. Bu kolektörlerden üçü tabii akımlı, birisi de cebri akımlıdır. Deneysel sonuçlara göre performans karşılaştırmaları yapılan havalı kolektörlerin ısı verimleri; % 19, % 21, % 25 ve % 66 olarak belirlenmiştir. Bu durumda görülüyor ki; bu sistemler biraz daha geliştirildiğinde; Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde, ihtiyaç duyulduğunda; hava ısıtma amaçlı olarak kullanılabilirler. Bunun yanında, özellikle; güneş potansiyelinin yüksek ve kış şartlarının hafif olduğu bölgelerdeki iklimlendirme sistemlerinde mahal ısıtma amaçlı ve yazın da ürün kurutma amaçlı olarak kullanılmaları da mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, Hava ısıtma, Havalı güneş kolektörü

ABSTRACT

In this study, for hot air production, four different types of solar air collectors were designed, manufactured and their performances were investigated. In these collectors, in order to increase efficiency, different geometrical air-flow channels were designed and applied. These collectors; finned heat pipe collector, perforated-finned collector of perpendicular to the flow of air, longitudinal wavy finned collector, longitudinal flat finned collector, divided and longitudinal waved collector were made in four different structures. Surface areas of the designed collectors are about 0.5 m^2 . Three of them are natural flowing while other two are forced flowing. According to experimental results, Thermal efficiencies of solar air collectors are 19%, 21%, 25% and 66%. If these systems develop; in various regions of Turkey, when needed, they can be used for heating purposes. Also, these collectors will be able to be used for space heating and air conditioning systems and the purpose of drying the product in particularly high solar potential areas and warm winter conditions.

Key words: Solar energy, Air heating, Solar air collector

1. GİRİŞ

Enerji, günümüzün en değerlisidir, verimli ve çevreye karşı duyarlı olarak tüketilmelidir. 1970'li yıllardaki petrol krizinden sonra önemi giderek artan enerji maliyetleri sebebiyle enerji ve enerji verimliliği yaşam kalitesinin artırılmasında ve milletlerin gelişmesinde öncü faktör olmuştur. Bu

nedenle; enerjide devamlılığın sağlanması, enerji ve enerji kaynaklarının verimli kullanılarak, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, dışa bağımlılığın azaltılması, iklim değişikliği ve çevre ile ilgili konularda çalışmalar yapılmaktadır. Dünya genelinde enerji üretimi için, büyük ölçüde fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Fosil yakıtların tükenebilir olmasından dolayı, dünyanın artan enerji talebini karşılayamayacak olması, bazı çevre problemlerine sebep olması gibi tehditler, insanoğlunu yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmektedir. Ancak; yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtların yerini alabilmesi için, bazı ekonomik ve teknik problemlerin çözülmesi gerekmektedir [1]. Dünyanın mevcut klasik enerji potansiyelleri azaldıkça, bilim adamları, farklı alternatif enerji kaynakları araştırmalarına yönelmişlerdir. Bu alternatif enerji kaynaklarının başında da güneş enerjisinden daha çok faydalanma fikri doğmuştur.

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Güneş enerjisi sistemleri dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak; Türkiye’de en yaygın kullanımı sıcak su hazırlama sistemleridir. Bu sistemler, özellikle güney bölgelerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Türkiye, güneş enerjisi sistemlerini kullanan ülkeler arasında ilk sıralarda yer almaktadır. 2001 yılı için Türkiye’de kurulu güneş kolektörü alanı 7,5 milyon m², 2007 yılında 10 milyon m² ve 2009 yılında ise 12 milyon m² civarındadır [1]. Avusturya Sürdürülebilir Teknolojiler Enstitüsü’ne göre; dünya çapında 2007 yılı sonunda operasyonda olan 209.7 milyon m²’ye karşılık gelen 146.8 GWth güneş enerjisi kolektörü kapasitesi mevcuttur. Bu kapasitenin 120.5 GWth’ini düz plaka ve vakum tüplü kolektörler, 25.1 GWth’ini camsız plastik kolektörler ve 1.2 GWth’ini ise hava toplayıcıları oluşturmaktadır. 2007 yılı sonunda dünyada işletmede olan düz kolektör ve vakumlu kolektör toplam kapasitesi içerisinde; Çin (79.9 GWth), Türkiye (7.1 GWth), Almanya (6.1 GWth), Japonya (4.9 GWth) ve İsrail (3.5 GWth) lider ülkelerdir. Bu rakamlardan da görüleceği gibi Çin, Dünya düz kolektör ve vakum tüplü pazarının % 66’sını temsil etmesiyle en büyük pazar payına sahiptir [1,2].

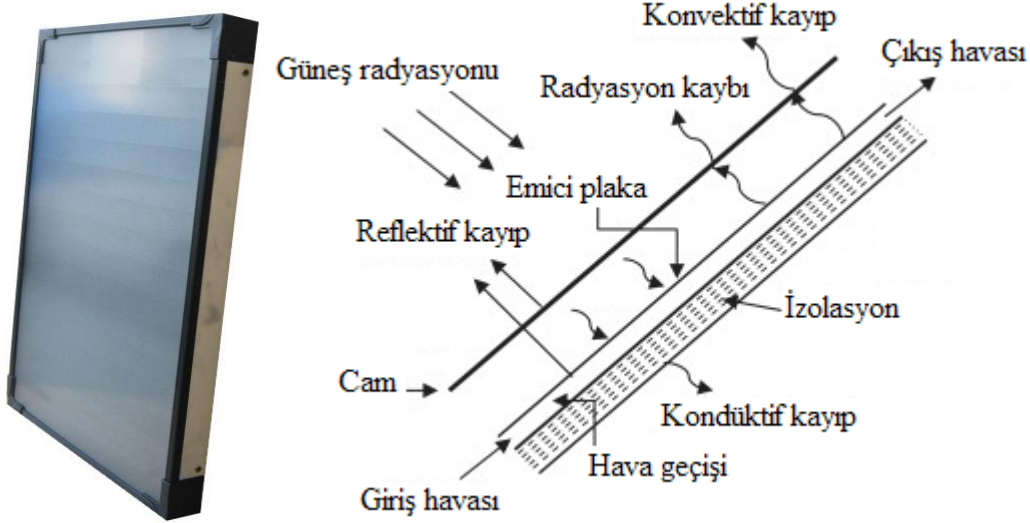
Görüldüğü üzere, güneş enerjili sistemler daha çok, kullanma sıcak suyu hazırlama amaçlı olarak düşünülmekte ve kullanılmaktadırlar. Havalı güneş kolektörleri yeni yeni kullanım alanları bulmaya başlamıştır. Havalı güneş kolektörleri iklimlendirme sistemlerine ön ısıtma, sera ısıtması, alan ısıtma ve ürün kurutma uygulamalarında kullanılmaktadır. Bu bağlamda; son yıllarda pek çok araştırmacı, güneş kolektörlerinin performanslarını geliştirmek için çalışmalar yapmaktadırlar. Bunlardan: Chen ve ark. (1982), havalı güneş kolektörlü 1.5 BG’lik ısı pompası destekli tam kapalı bir fırın imalatı yapmışlardır [3]. Çomaklı ve ark. (1990), Karadeniz Bölgesi için kurutma ve iklimlendirme amaçlı güneş kolektörlü enerji depolu, ısı pompası sistemi kurmuşlar ve depolama veriminin % 70’e kadar çıktığını belirtmişlerdir [4]. Düzlemsel güneş kolektörlerini teknik ve ekonomik yönden incelemiştir [5,6]. Alkoç (1996) ve Yenice (1998) ısı borulu, Deniz (2003) çift fazlı güneş kolektörünün farklı kolektör tipleri ile ısı verimlerini karşılaştırmışlardır [7,8,9]. Doğan (2001), ön hava kurutmalı olarak tasarlanan kolektörlerde hava kolektör girişinde soğuk yüzeyden (evaporatörden) geçirecek nemi alındığında, sistem havasının diğer kolektörlere göre daha çabuk ısındığını belirtmiştir [10]. Sugözü ve ark. (2006), güneş ışınım şiddetine bağlı olarak havalı güneş kolektörü ile iç ortam sıcaklığını 5 ila 25 °C arasında arttırılabileceğini belirtmişlerdir [11]. Bulut ve ark. (2006), yaptıkları farklı güneş kolektörleri ile farklı günde yapılan ölçümler sonucunda havalı güneş kolektörlerinin ortalama ısı verimini % 53 olarak hesaplamışlardır [12]. Doğan (2013), iki farklı havalı güneş kolektörünün tasarımını yaparak deneysel olarak karşılaştırmıştır [13].

Bütün bunlar göz önüne alınarak yapılan bu çalışmada; değişik amaçlar için kullanılan sıcak hava üretiminde klasik enerji kaynakları yerine, güneş enerjisinden faydalanmak için farklı tiplerde havalı güneş kolektörleri tasarlanmış, üretilmiş ve deneysel olarak performansları karşılaştırılmıştır.

2. DENEY DÜZENEGİ

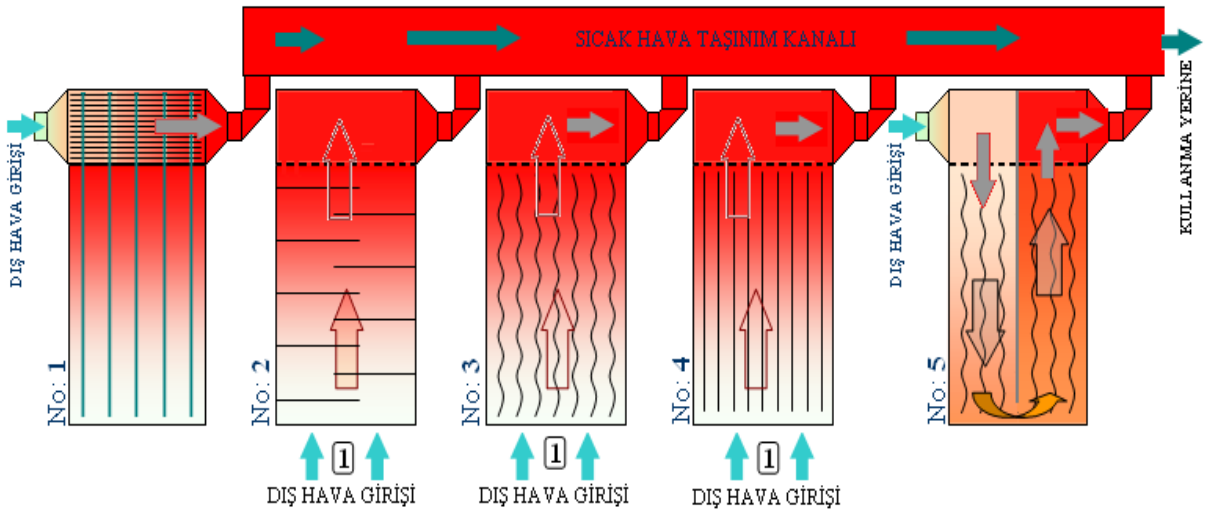
Güneş kolektörleri, güneş enerjisini toplayarak bir ısıtıcı akışkana ısı enerjisi olarak aktarmaya yarayan çeşitli yapı ve özelliklerdeki elemanlardır. Güneş enerjili sistemlerin inşasında güneş kolektörlerinin tasarımları, yerleştirilmesi, verimleri ve en önemlisi maliyetleri oldukça önem kazanmaktadır. Düzlemsel güneş kolektörleri, yapılmaları ve sistemlerinin kolay olması bakımından en

yaygın olarak kullanılan güneş ışınımı toplama araçlarıdır. Şekil 1'de bir düzlemsel havalı güneş kolektörü ve prensip detayı görülmektedir. Kolektör sıcaklığının, yüksek sıcaklıklara çıkabilmesi; kolektörün yapım malzemesi ve sisteminin durumuna bağlıdır. Bu yüzden genel olarak araştırmacılar; yüksek verimli kolektörleri daha düşük maliyetli olarak yapabilmek için çalışmaktadırlar.



Şekil 1. Havalı Güneş Kolektörü.

İmalatı tarafımızdan yapılan kolektörlerin boyu 1.0 m, eni 0.5 m olmak üzere toplam 0.5 m² yüzey alanına sahiptir. Kolektörlerin derinliği 10 cm olup, kasaları 0.5 mm kalınlığındaki galvanizli sacdan yapılarak, iç yüzeyleri 2.0 cm kalınlığındaki straforla yalıtılmıştır. Kolektörlerin üstleri de dış havanın etkisinden korumak amacıyla 0.5 mm kalınlığındaki adi şeffaf camla örtülmüştür. Hazırlanan deney düzeneği Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi; kolektörlerin içine, ısı taşınım yüzeyini arttırmak ve hava akımında türbülansı sağlayarak, havanın daha iyi ısınabilmesi amacı ile (kolektör boyunca), değişik geometrik yapıda kanallar oluşturulmuştur.



Şekil 2. Havalı Güneş Kolektörlerin Kanatçık Ve Yerleşim Şekilleri

Zorunlu bir açıklama olarak Şekil 2'de çizimi ve Şekil 3'de de fotoğrafı görülen, cebri akımlı "1" nolu kolektör ısı borulu ve kanatçıklı olarak düşünülmüş, ancak, ısı boruları çalışmadığı için; devre dışı bırakılarak değerlendirilmeye alınmamıştır.

Yapılan kolektörler Şekil 2’de verilen sırasıyla;

1. Kanatçıklı ısı borulu kolektör (Değerlendirmeye alınmadı),
2. Hava akışına dik, delikli kanatçıklı kolektör,
3. Boyuna dalgalı kanatçıklı kolektör,
4. Boyuna düz kanatçıklı kolektör,
5. Boyuna dalgalı ve ortadan bölmeli dalgalı kanatçıklı kolektör,

olmak üzere beş farklı kolektör tipi imal edilmiştir. Deney düzeneğinin görünümü Şekil 3’te verilmektedir.







Şekil 3. Deney Düzeneğinin Görünüşü

Şekil 2 ve 3’te görülen kolektörlerden "2, 3 ve 4" nolu kolektörler tabii akımlı ve "5" nolu kolektör ise cebri akımlı olarak tasarlanmıştır.

Tabii akımlı havalı güneş kolektörlerinde (2, 3 ve 4 nolu), "ısıyan hava yükselir" esasına bağlı olarak, altta bırakılan açıklıklardan (Şekil 2’de "1" noktaları) giren hava ısındığında yukarıya doğru ilerleyerek toplama kanalına ("2" noktasından) akmaktadır. Diğer cebri dolaşımli olarak tasarlanan 5 nolu kolektörün hava giriş ve çıkışları ("1" ve "2" noktaları) üstte olduğu için, normal şartlarda hava akımı olamayacağından, kolektörün sol taraftaki girişine ("1" noktası) küçük kapasitede bir aktarma fanı konularak havanın cebri olarak akması sağlanmıştır. Resimlerden de anlaşılacağı üzere; tabii akımlı sistemin alt kısmında hava giriş açıklıkları (delikleri) bulunurken, cebri akımlı sistemin alt kısmı tamamen kapalıdır. Cebri akımlı olarak düşünülen kolektörde kullanılan ve Çizelge 1’de özellikleri verilen fanın, hava debisini ayarlayabilmek için, enerji kaynağı olarak yine Çizelge 1’de verilen transformatör kullanılmıştır. Fan, kolektörün dış hava giriş ağzına yerleştirilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan Ölçüm Cihazları

Cihazın adı	Özelliği	Görünüşleri
Hava aktarım fanı	Bilgisayar soğutma fanı DC 12 V, 0.15 A	
Transformatör	Giriş: 220 V AC Çıkış: 0-14V DC, 1.1 A	
Solarmetre (Güneş ışınım ölçer)	DAYSTAR 0-1200 W/m ² Hassasiyet: ± 0.03	
Sıcaklık ve hava hızı ölçüm cihazı	TESTO 435 Sıcaklık -20~+70, Hız: 0~20 m Hassasiyet: Hız: ± 0.01 m/s, sıcaklık: ± 0.5 °C	

Şekil 2 ve 3'ten de anlaşılacağı üzere; kolektörlerin yüzey alanı aynı, ancak; kanatçık geometrilerinin farklı oluşlarından, ışın toplama yüzey alanları farklıdır. Ayrıca; tabii akımlı kolektörlerdeki hava akım kanalı boyu 1.0 m iken, cebri dolaşımli olanında havanın kanallar içindeki akma boyu 2.0 m olmaktadır.

Kanatçık yapımında 0.35 mm kalınlığında galvanizli sac kullanılmıştır. Kolektör kasaları klasik, bilinen malzemelerden ve basit şeffaf cam örtüden yapıldığından, burada detayına girme ihtiyacı duyulmamıştır. Kolektör içi, ışın toplama yüzeyleri, daha iyi ısı emdirmek ve yansımadan ısı kaybını azaltmak amacıyla; mat siyah boya ile boyanmıştır.

Dünya enerji potansiyelinin azalması sebebiyle bu tür araştırmalar yapılmaya başlanıldığından, bu çalışmada da güneş enerjisinden daha çok nasıl faydalanılacağı düşünülmüştür. Buna bağlı olarak da; kolektör yüzeyine gelen ışınım enerjisinin, daha az maliyetle, yüzde kaçını kullanım enerjisine dönüştürebildiğinin araştırılması esas alınmıştır.

3. SİSTEMİN ENERJİ ANALİZİ

Sistemlerin güneş ışınımından kazandıkları enerji yükleri, sisteme giren havanın sıcaklığı, yoğunluğu ve akan hava debisi ile çıkan havanın sıcaklığı, yoğunluğu ve akan hava debisi üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre kolektör tarafından kazanılan enerji için:

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c \cdot (\Delta t) \quad (1)$$

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot (\Delta t) \quad (2)$$

$$\Delta t = t_g - t_c$$

$$\dot{m} = \dot{V} \cdot \rho$$

eşitlikleri kullanılmıştır.

Bu eşitlikteki “ \dot{V} ” sistem havasının hacimsel debisi olup,

$$\dot{V} = A \cdot v \quad (3)$$

eşitliği ile belirlenmiştir. Havanın yoğunluk ve özgül ısı değerleri, havanın sıcaklıklarına göre “Isı transferi” kitaplarında verilen, “Islak hava” çizelgelerinden alınmıştır [13,14].

Eşitlikte “A” kanalın kesit alanı ve “v” ise kanaldan akan havanın hızı olarak verilmiştir. Ankara 30°-42° kuzey enlemlerinde olduğu için kolektörlerin yönü güneye dönük ve yataya 40° olacak şekilde ayarlanmıştır. Işınım ölçüm cihazı (solarmetre) kolektör cam yüzeyine konularak, ölçümler “W/m²” cinsinden alınmıştır. Belirtilen noktalardan hava sıcaklıkları “°C” ve havanın hızı da “m/s” cinsinden ölçülerek kaydedilmiştir.

Ölçüm noktalarındaki kanal, kare kesitli olup, 5 cm x 5 cm boyutlarındadır. Tespit edilen kanal kesit alanı (A) ve hız (v) ortalama değerleri Eşitlik 3’te yerleştirilerek hava debisi (\dot{V}) bulunmuştur. Hız ölçümünde kolektör giriş-çıkışında, kanalın duvarına yakın kısım ve kanal ortasında farklılık gösterdiğinden hava hızları ortalama değer alınmıştır. Alınan ve tespit edilen veriler Eşitlik 1’de yerli koyularak, giren ve çıkan havaların taşımış oldukları enerji yükleri “W, J/s” cinsinden belirlenmiştir.

Sisteme giren ve çıkan havanın taşımış olduğu enerji farkı ile kolektör yüzeyine gelen güneş ışınım yükü verileri kullanılarak;

$$\eta = \frac{\dot{Q}}{I \cdot A} \quad (4)$$

eşitliği ile kolektörlerin ayrı ayrı verimleri bulunmuştur.

Eşitlikte “ \dot{Q} ” havaya birim zamanda aktarılan ısı yükü (W), “I·A” ise kolektör yüzeyine gelen güneş ışınım yükü (W/m²) miktarı olarak alınmıştır.

4. DENEYLERİN YAPILIŞI

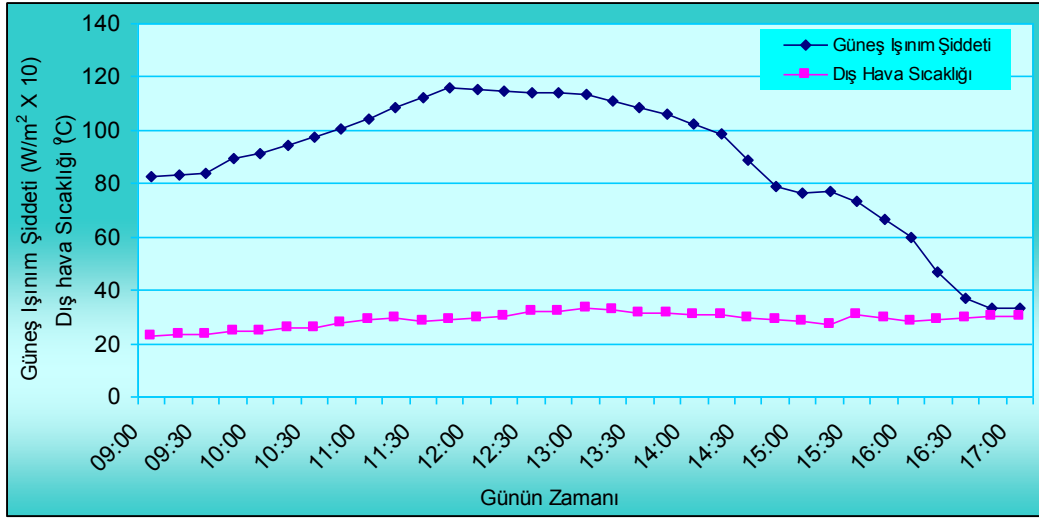
Deneyler; Ankara Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü bahçesinde yapılmış ve ölçümler; sabah saat 9.00’da başlayarak, akşam saat 17.00’ye kadar her 15 dakikada bir alınmıştır.

Sistem % 100 dış hava kaynaklı ve 5 nolu kolektörde kullanılan fanın çalışması için harcanan enerji dışında hiç bir enerji kullanılmamıştır. Performans hesaplarında; cebri akımlı sistemde kullanılan fanın hava ile sürtünmesinden oluşacak enerji, çok düşük olduğu için dikkate alınmamıştır. Kolektörlerin verimlerini hesaplamak için sisteme giren hava ile çıkan hava arasındaki enerji farkından gidilerek bulunmuştur. Bunun için de sisteme giren havanın sıcaklıkları Şekil 2’de gösterilen “1” noktalarından ve çıkış havasının sıcaklık ve hızları ise “2” noktalarından ölçülmüştür. Bütün ölçümler (hava sıcaklıkları, hava hızları ve kolektör yüzeyine gelen güneş ışınimleri) için, Çizelge 1’de verilen ölçüm cihazları kullanılmıştır.

5. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Beş gün boyunca saat 9⁰⁰’dan saat 17⁰⁰’ye kadar ölçülen güneş ışınımı ve sıcaklık verileri birbirine yakın olduğu için herhangi bir günün deney verileri esas alınarak hesaplar yapılmıştır. Hesapı yapılan

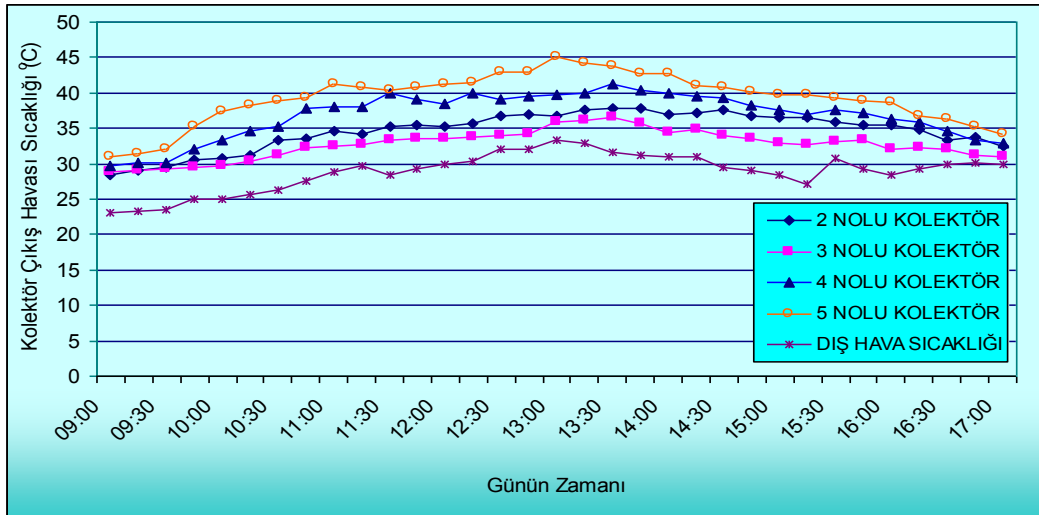
gündeki verilerin zamana göre dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımı değerlerinin değişim grafiği Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Zamana Göre Dış Hava Sıcaklığı Ve Güneş Işınımı Değerleri

Şekil 4'teki grafikte güneş ışınımının zamana göre değişim hareketindeki farka rağmen, dış hava sıcaklığı fazla zik-zak yapmak yerine seri bir halde seyretmektedir. Güneş ışınımının hızlı değişimleri havanın bulut durumuna bağlı iken, dış hava sıcaklığının, güneş ışınımına bağlı olarak dalgalanmasını havanın nem miktarı etkilemektedir. Çünkü; fazla nemli havalarda, hava içindeki nem ısıyı tuttuğu için, çabuk bir şekilde sıcaklık değişimine uğramamaktadır. Ancak kurak bölgelerde bu değişim daha hızlıdır.

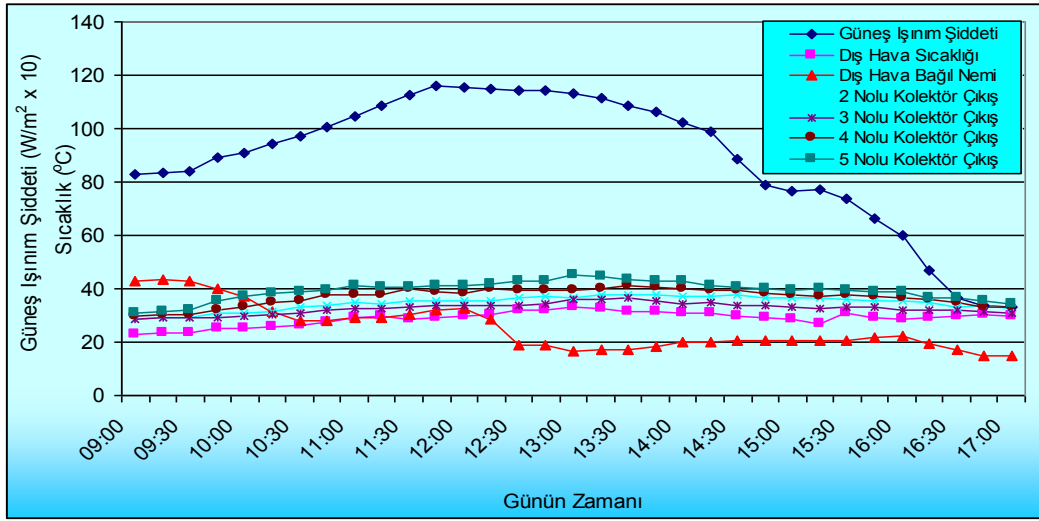
Şekil 5'de zamana ve güneş ışınımına bağlı olarak kolektörlerin çıkış havası sıcaklıklarının değişim eğrileri verilmiştir. Şekil 5'de görüleceği üzere; kolektör çıkış havası sıcaklıkları dış hava sıcaklığından daima yüksektir. Çünkü; kolektör ışın toplama yüzeyleri, hatta havanın temas ettiği bütün yüzeyler, akan hava ile ısı alışverişinde bulunmaktadır. Ayrıca, ısınan havanın rüzgar etkisinden korunduğu için, kolektör çıkış havası sıcaklıkları daima dış havadan yüksek çıkmaktadır.



Şekil 5. Zamana Göre Kolektör Çıkış Havası Sıcaklıkları

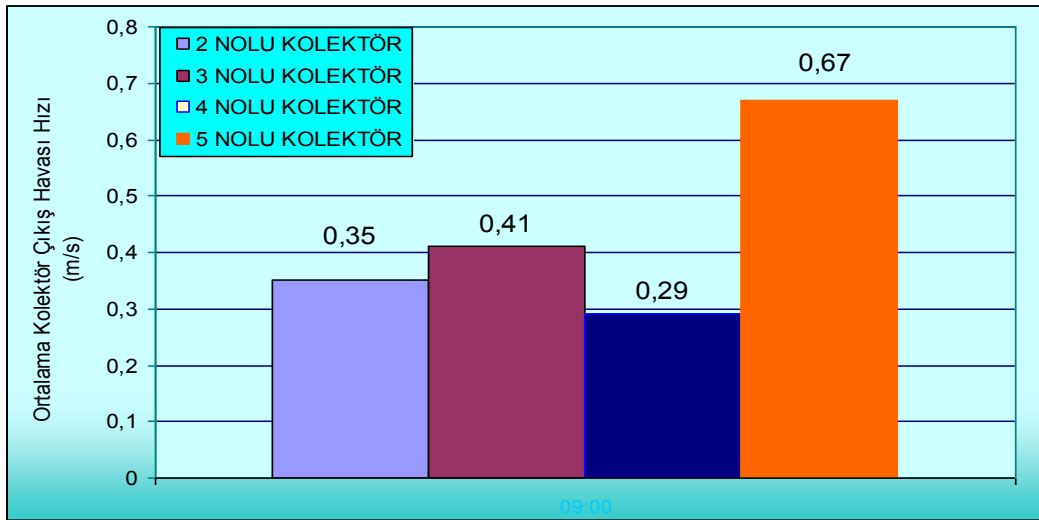
Şekil 6'da güneş ışınım şiddeti, dış hava şartları ve kolektörlerin çıkış havası sıcaklıklarının günün

zamanına göre değişimleri verilmiştir. Her iki şekilde de (Şekil 5 ve 6) 5 nolu kolektörün çıkış havası sıcaklığı diğerlerinden yüksek çıkmıştır. Bu da; havanın sistem içinde takip ettiği yol diğerlerinin iki katı olduğu için ısınma yüzeyi ve süresi arttığından dolayı gerçekleşmiştir.



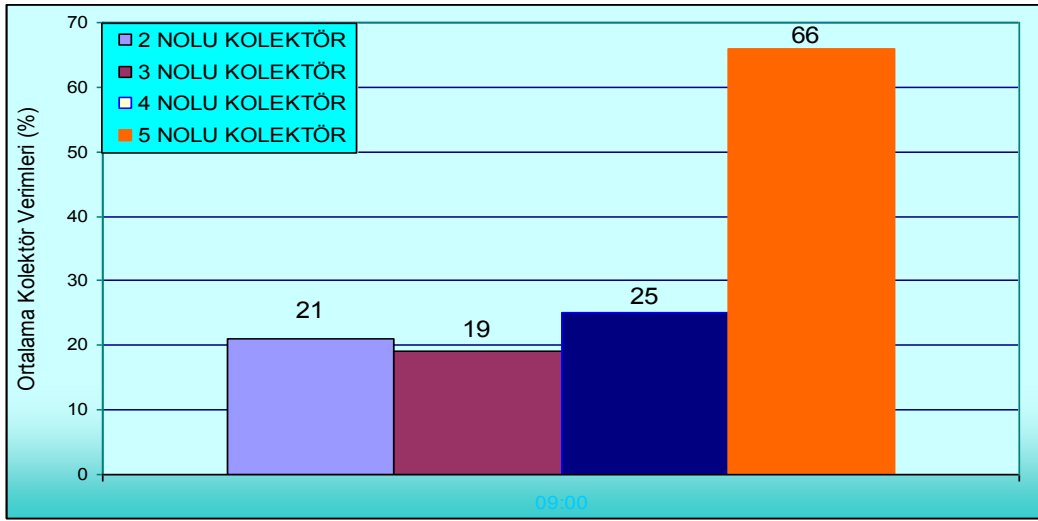
Şekil 6. Zamana Göre Sıcaklık, Nem Ve Işınım Değerleri

Şekil 7'de zamana göre ortalama kolektör çıkış havası hız değerleri verilmiştir. Kolektörlerin ortalama hava hızları, 2 nolu kolektörden başlamak üzere; sırasıyla; 0,35 m/s; 0,41 m/s; 0,29 m/s ve 0,67 m/s olarak ölçülmüştür.



Şekil 7. Zamana Göre Ortalama Kolektör Çıkış Havası Hızı Değerleri

Şekil 8'de zamana göre ortalama kolektör verim değerleri verilmiştir. Eşitlikler (1- 4) kullanılarak yapılan işlemler sonucunda, tabii akımlı kolektörlerin (2, 3 ve 4 nolu kolektörler) verimleri sırasıyla; % 21, % 19 ve % 25 olarak hesaplanmıştır. Tabii akımlı kolektörlerin verimleri karşılaştırıldığında; benzer sonuçlar çıkmasına rağmen en iyi verim 4 nolu kolektörde elde edilmiştir. Cebri akımlı kolektörün (5 nolu kolektör) verimi ise % 66 olarak hesaplanmıştır. 5 nolu kolektörün verimi, diğerlerine göre çok yüksek değerinde olması; hava hızından dolayı debisinin yüksek olması ve ayrıca kolektör içinde ısınma süresi ve kat ettiği yolun diğerlerinden fazla olmasıdır.



Şekil 8. Zamana Göre Ortalama Kolektör Verim Değerleri

SONUÇ

Tasarlanan havalı kolektörlerin en büyük üstünlüğü; yapıları basit, yerleşimleri kolay, maliyetleri düşük ve yerleştirildikleri dam ya da çatılara fazla yük getirmemeleridir. Bunun yanında, sistem verimleri de oldukça iyidir. Tabii akımlı kolektörlerin (2, 3 ve 4 nolu kolektörler) verimleri sırasıyla; % 21, % 19 ve % 25 olarak hesaplanmıştır. Tabii akımlı kolektörlerin verimleri karşılaştırıldığında; benzer sonuçlar çıkmasına rağmen en iyi verim 4 nolu kolektörde elde edilmiştir. Cebri akımlı kolektörün (5 nolu kolektör) verimi ise % 66 olarak hesaplanmıştır. 5 nolu kolektörün verimi, diğerlerine göre çok yüksek değerde olması; hava hızından dolayı debisinin yüksek olması ve ayrıca kolektör içinde ısınma süresi ve kat ettiği yolun diğerlerinden fazla olmasıdır. Bu ve benzeri şekillerde tasarlanan havalı güneş kolektörleri, daha iyi bir yalıtım ve emici yüzeylerin geliştirilmesi durumunda; vakum tüplü ve maliyeti oldukça yüksek kolektörlerin verimlerine erişilemese dahi, sistem verimlerinin daha da artacağı muhakkaktır.

Enerji fiyatlarının gün geçtikçe yükselmeleri ve klasik fosil yakıtlarının da çevreye verdikleri kalıcı etki ve zararların söz konusu olduğu günümüzde; tükenmeyen kaynak olan ve çevreye hiçbir zararı dokunmayan güneş enerjisinden havalı güneş kolektörleri gibi basit düzeneklerle %19-66 oranlarında faydalanmak, ekonomi ve gelecek açısından önemlidir.

Bu basit sistemlerle alınan ısının suya aktarılması durumunda, konut kullanım sıcak suyu hazırlamak mümkün olduğu gibi, bina duvarlarına yerleştirilmeleri durumunda, mahalleri ısıtmak da mümkün olacaktır. Ayrıca, çatı arasına konulacak bir iklimlendirme sisteminin güneşten alınan enerji ile doğrudan desteklenmesi veya ürün kurutmada kullanılması mümkündür.

SEMBOLLER

- A Yüzey alanı (m^2)
- \dot{Q} Isı gücü (kJ/h)
- \dot{V} Hava debisi (m^3/h)
- t Sıcaklık ($^{\circ}C$)
- t_g Giriş havası sıcaklığı ($^{\circ}C$)

t_c	Çıkış havası sıcaklığı (°C)
c	Özgül ısı (kJ/kgK)
ρ	Yoğunluk (kg/m ³)
\dot{m}	Kütleli debi (kg/h)
η	Verim (%)
I	Güneş ışınımı (W/m ²)

KAYNAKÇA

- [1] ŞEVİK, S., Isı Pompası ve Güneş Kolektörünün Birlikte Kullanıldığı, Isıtma ve Kurutma Amaçlı Sıcak Hava Üretim Sisteminin Tasarımı, İmalatı ve Deneysel İncelenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s.1, 70-71, Kasım 2011. CHEN, P., Y. S., HELWER. W.A., ROEN H.N., and BARTON, D.J., “Experimental Solar Dehumidifier Kiln For Lumber Drying”, Forest Products J., Southern Illinois University, Usa, 32(9): 35-41, 1982.
- [2] Weiss, W., Bergmann, I. and Stelzer, R., “IEA-SHC solar heat worldwide, markets and contribution to the energy supply 2007, edition 2009”, IEA Solar Heating&Cooling Programme 2007, p11, AEE-Institute for Sustainable Technologies, Gleisdorf, Austria, 2009.
- [3] ÇOMAKLI, Ö., AYHAN, T., KAYGUSUZ, K., “Karadeniz Bölgesi İçin İklimlendirme Amaçlı Güneş Kolektörlü Enerji Depolu Isı Pompası Sistemi”, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Trabzon, s.1-4, 1990.
- [4] TEZCAN, M., “Düzensel Güneş Kolektörleri ve Verim Hesaplamaları”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.
- [5] KOYUNCU, T., ULTANIR, M. Ö., “Türkiye’de Sıcak Su Üretiminde Kullanılan Düz Yüzeyle Güneş Kolektörlerinin Ekonomik Yönden İrdelenmesi”, Tarımsal Mekanzasyon 17. Ulusal kongresi, Tokat, s.17-19 Eylül 1997.
- [6] ALKAÇ, O., “Isı Borusu Prensibinin Güneşli Su Isıtıcılarına Uygulanması”, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak, s.20-48, 1996.
- [7] YENİCE, O.T., “Isı Borulu Su Isıtıcı Güneş Kolektörü Geliştirilmesi”, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1998.
- [8] DENİZ, E., “Çift Fazlı Korunmuş Bölge Güneşli Su Isıtıcı ile Endirekt Isıtımlı Güneş Su Isıtıcı Verimlerinin Karşılaştırılması”, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak, s.5-42, 2003.
- [9] DOĞAN, H., “Kurutmada Kullanılan Hava Isıtma Kolektörlerinin Deneysel Karşılaştırılması”, Karabük Üniversitesi Teknoloji Dergisi Cilt: 4, Sayı: 1-2, s.75, Karabük, 2001.
- [10] SUGÖZÜ, İ., SARSILMAZ, C., “Havalı Güneş Kolektörü ile İç Ortam Isıtılmasının Deneysel Olarak Araştırılması”, Fırat Üniversitesi Fen ve Müh. Bil. Der. C.18(2), s.257-265, Elazığ, 2006.
- [11] BULUT, H., DURMAZ, A. F., “Bir Havalı Güneş Kolektörünün Tasarımı, imalatı ve Deneysel Analizi”, UGHEK’2006: I. Ulusal Güneş Ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, s.168, 21-23 Haziran 2006, ESOGÜ-Eskişehir.
- [12] DOĞAN, H., “Designing, Manufacturing and Performance Experiments of Corrugated-Duct and Air Heating-Purpose Solar Energy Collectors”, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, Nisan 2013, (Basımda).
- [13] Yüncü, H., Kakaç, S., “Temel Isı Transferi” Bilim Kitabevi, s.440, Ankara, 1999.
- [14] Çengel, Y. A., “Isı ve Kütle Transferi”, s.860, Çeviri 3. Baskı, İzmir, 2011.

ÖZGEÇMİŞ

Hikmet DOĞAN

1954 yılında Malatya’da doğdu. 1979 yılında Ankara Yük. Tek Öğret. Okulu’ndan mezun oldu. 1985 yılında G. Ü. Tek. Eğt. Fak. Mak. Bölümünde Arş. Gör. olarak göreve başladı. 1987 yılında, aynı üniversiteye bağlı Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Yüksek Lisans’ını, 1995 ‘de de doktora çalışmasını

tamamlandıktan sonra 1996 ‘da “Yrd. Doç. Dr.”, 1997 ‘de “Doçent Dr.” ve 2003 tarihinde de Prof. Dr. unvanını aldı. Halen aynı Üniversite’ye bağlı olarak görev yapmakta olan Doğan’ın, değişik konuları ihtiva eden bilimsel makaleleri, üç yardımcı ders kitabı, “Siyün-Bike” adlı bir tarihi araştırma romanı ve “Hesaplaşma” adlı bir de tiyatro eseri bulunmaktadır.

Seyfi ŞEVİK

1978 yılında Çanakkale’de doğdu. Lisans eğitimini 2000 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Tesisat Eğitimi Anabilim Dalı’nda tamamladı. 2003 yılında Yüksek Lisans eğitimini Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Makine Eğitimi Bölümü’nde tamamlayarak Bilim Uzmanı unvanı aldı. Aynı zamanda özel sektörde çalıştı. Bir dönem İlköğretim’de öğretmenlik yaptı. ZKÜ Teknik Eğt. Fak., ZKÜ Karabük MYO ve Gazi Üniv. Teknik Eğt. Fak.’nde dışarıdan Öğretim Görevlisi olarak derslere girdi. 2011 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde doktora çalışmasını tamamlayarak “Doktor” unvanını aldı. Halen Ayen Ostim Enerji Üretim A.Ş.’nde görevini sürdürmektedir.

Tuğba KÖSE

Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Bölümü Tesisat Eğitimi Anabilim Dalı’ndan 2009 yılında mezun oldu. Mezuniyetin ardından mekanik tesisat bürolarında proje sorumlusu olarak çalıştı. Çalışma alanları arasında güneş enerjisi ile ısıtma–soğutma, kalorifer tesisatı ve iklimlendirme yer almaktadır. Halen Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tez çalışmasına devam etmektedir.