



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

YUTUCU PLAKA ÜZERİNE KONİK YAYLARIN YERLEŞTİRİLDİĞİ GÜNEŞ ENERJİLİ HAVA KOLLEKTÖRÜNÜN ISIL VERİM ANALİZİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MODELLENMESİ

**VOLKAN ALTINTAŞ
MEHMET BAHATTİN AKGÜL
MESUT ABUŞKA
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ**



YUTUCU PLAKA ÜZERİNE KONİK YAYLARIN YERLEŞTİRİLDİĞİ GÜNEŞ ENERJİLİ HAVA KOLLEKTÖRÜNÜN ISIL VERİM ANALİZİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MODELLENMESİ

Volkan ALTINTAŞ
Mehmet Bahattin AKGÜL
Mesut ABUŞKA

ÖZET

Bu çalışmada, güneş enerjili hava kollektörünün (GEHK) düz yutucu plakası üzerine konik yaylar yerleştirilerek performansı deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaçla konik yay monte edilmiş yutucu plaka imal edilerek test düzeneği kurulmuş, performansı deneysel olarak test edilmiştir. Deneyleerde havanın kollektöre giriş ve çıkış sıcaklıkları, global radyasyon, kollektörden havanın çıkış hızı, yutucu plaka sıcaklığı, kollektör kasası dış yüzey sıcaklığı ve saydam örtü sıcaklıkları ölçülmüştür. Yapılan ölçümlere dayalı olarak ısı verimi hesaplanmıştır. Elde edilen deneysel verilerle sistemin yapay sinir ağları (YSA) modülü oluşturularak ısı verim ve havanın kollektörden çıkış sıcaklığı, farklı giriş parametreleri için belirlenmiştir. Sonuç olarak yapay sinir ağları modelinin, yutucu plaka üzerine konik yayların yerleştirildiği GEHK'nün ısı verimini ve kollektör çıkış sıcaklığını başarıyla tahmin ettiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjili hava kollektörü, konik yay, ısı verim, yapay sinir ağları.

ABSTRACT

In this study, by placing conical springs on a flat plate of the Solar Air Collector (SAC), its performance was investigated experimentally. For this purpose, the test apparatus was founded by manufacturing conical springs-mounted absorber plate and its performance was tested experimentally. In the experiments, inlet and outlet temperatures of the air, global radiation, the exit velocity of the air from the collector, the absorber plate temperature, collector box-outside surface temperature and transparent cover temperature were measured. The thermal efficiency was calculated based on the measurements. By creating Artificial Neural Networks (ANN) module of the system with obtained experimental data, thermal efficiency and outlet temperature of the air from the collector were determined for different input parameters. As a result, it is determined that the ANN model successfully predicted the thermal efficiency and collector outlet temperature of the SAC which the conical springs placed on the absorber plate.

Key Words: Solar air collector, conical spring, thermal efficiency, artificial neural networks.

1. GİRİŞ

Dünya'da güneş enerjisinden faydalanma oranı ve talebi her geçen gün artmaktadır. Türkiye'de güneş enerjisinden faydalanma çoğunlukla sıcak su hazırlama şeklindedir. Güneş enerjisinin diğer bir faydalanma şekli olan hava ısıtma yönteminin kullanımı da önem kazanmaya başlamıştır. GEHK'leri genellikle mahal ısıtma ve tarımsal ürünlerin kurutulmasında kullanılmaktadır. Türkiye'nin; Ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7.2 saat), Ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3.6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Manisa için Eylül ayı 4.63 kWh/m² global radyasyon ve 9.26 saat güneşlenme süresi ortalama değerlerine sahiptir [1].

GEHK'leri uzun ömürlü, hafif, korozyon gibi problemleri olmayan düşük maliyetli basit cihazlardır. Konvansiyonel bir hava ısıtma kollektörü etrafı iyi yalıtılmış bir kasa, bu kasa içine yerleştirilen bir yutucu plaka ve en üste ise bir saydam örtüden meydana gelir. Hava akımının doğal veya cebri olması durumuna göre de sistemde bir fan yer alır. Güneş enerjili hava kollektörlerinde yutucu plaka ve hava arasındaki ısı transfer katsayısı düşüktür. Bu nedenle bu kollektörler istenilen ısı verim değerlerinde çalışmamaktadır.

Literatürde, yutucu plaka ve hava arasındaki ısı taşınım katsayısını iyileştirmek için birçok düzenleme önerilmiştir. Yutucu plaka formunun değiştirilmesi de performans iyileştirme metodlarından biridir. Naphon, çift geçişli bir havalı güneş kollektöründe absorber plaka üzerine boyuna doğrultuda kanatçıklar yerleştirilerek ısı veriminin değişimini nümerik olarak incelemiştir. Çalışmasının sonuçlarına göre kanatçık sayısının ve yüksekliğinin artması ile ısı veriminin arttığını belirtmiştir [2]. Hachemi, absorber plaka üzerine offset kanatçıklar yerleştirilerek ısı performansını deneysel olarak incelemiştir. Hava akışına paralel olarak yerleştirilen ofset tipteki kanatçıkların ısı verimi önemli ölçüde arttırdığını belirtmiştir [3]. ısı verimi iyileştirmenin diğer bir yolu ise kollektör içerisinde gözenekli yapılar kullanmaktır [4-6]. Aldabbah vd., tek ve çift geçişli güneş enerjili hava kollektörlerinde akışkan yatağı olarak tel örgü yapısını kullanmışlar ve bunun performansını deneysel olarak test etmişlerdir. Tel örgü yapısı ile ısı veriminin konvansiyonel yapıdaki düz absorber plakalı güneş kollektörlerine kıyasla önemli bir ölçüde arttığını gözlemlemişlerdir [7]. Hava akışına türbülans etkisi verecek engellerin absorber plaka üzerine yerleştirilmesi yoluyla da ısı veriminde önemli artışlar sağlanmaktadır [8-10]. Esen, güneş enerjili hava kollektöründe absorber plakanın her iki yüzeyine de farklı şekillerdeki engelleri yerleştirilerek enerji ve ekserji analizi yapmıştır. Çalışmasında engellerin şekline göre ısı performansının düz absorber plakalı duruma göre geliştiğini belirtmiştir [11]. Benli, farklı şekillerde absorber plaka yüzeylerine sahip güneş kollektörünün ısı verimlerini deneysel olarak incelemiştir. Yutucu plaka üzerinde bulunan engellerin artmasıyla ısı transferinin arttığını fakat bunun yanında basınç kayıplarının da önemli ölçüde büyüdüğünü tespit etmiştir [12]. Akpınar vd., çalışmasında dört farklı yutucu plaka tipinin ısı verimini deneysel olarak araştırmışlardır. Yutucu plaka tipi olarak üçgen, yaprak, dikdörtgen engelli ve düz tip yutucu plakalarda en yüksek ısı verim değerinin yaprak tip yutucu plakalı kolektörde tespit etmişlerdir [13]. Benli, iki farklı tip güneş enerjili hava kollektörünün ısı verimini deneysel olarak incelemiştir. Çalışmasında ısı veriminin tespiti için yapay sinir ağlarını kullanmıştır. Yapay sinir ağlarının güneş kollektörlerinin ısı verimini tespit etmede kullanılabileceğini vurgulamıştır [14]. Esen vd., güneş enerjili bir hava kollektörünün ısı verimini deneysel olarak incelemiş ve sistemin yapay sinir ağları modelini oluşturmuştur. Çalışmasında yapay sinir ağlarının ısı verimi yüksek bir hassasiyetle tahmin ettiğini belirtmişlerdir [15]. Abuşka vd., çalışmalarında deneysel olarak trapez yutucu plakalı kolektörün ısı verimini deneysel olarak belirlemişler ve YSA ile modelini kurarak karşılaştırma yapmışlardır [16].

Bu çalışmada ısı verim artışı sağlayacak yeni bir yutucu plaka tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan kollektörün ısı verimi hem deneysel olarak hem de YSA modeli ile bulunup karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, yutucu plakaya konik yayların monte edildiği havalı güneş kollektörünün deneysel incelemesi yapılmıştır. Bu amaçla düz yutucu plaka üzerine konik şeklinde yaylar monte edilmiş kollektörden ibaret deney düzeneği kurulmuştur. Kollektör, ana hatları ile kollektör kasası, yutucu

plaka, saydam örtü ve yardımcı elemanlardan oluşmaktadır. İmalatı yapılan kolektörün teknik özellikleri Tablo 1.'de verilmiştir. Kolektörler izolasyon ve montaj hatalarına karşı termal kamera yardımı ile test edilmiş ve gerekli iyileştirmeler yapılmıştır. Kurulan deney düzeneği Şekil 2.'de gösterilmiştir.

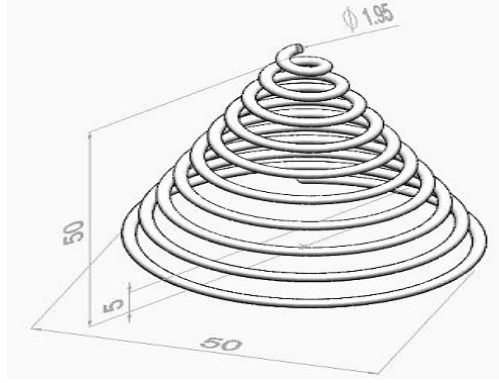
Tablo 1. Kolektör teknik özellikleri

Sistem Elemanları	Teknik Özellikleri
Kolektör kasası	1000x2000x200 mm ölçülerinde 0.8 mm kalınlığında çelik sacdan mamuldür.
İzolasyon	Kolektör taban ve yanlarında 50 mm'lik cam yünü kullanılmıştır.
Yutucu Plaka	900x1900x0.5 mm ölçülerinde alüminyum, plakadır.
Saydam Örtü	900x1900x3.2 mm ölçülerinde Durasol P ⁺ marka prizma desenli düşük demirli temperli buzlu cam kullanılmıştır. Kullanılan cam <0.002 %Fe ₂ O ₃ , Gün ışığı geçirgenlik T _{d65} : %92 ve Güneş enerjisi geçirgenlik T _{sol} : %90.7 değerlerine sahiptir.
Sızdırmazlık	Kolektör birleşim yerlerinde epdm fitil ve silikon ile sızdırmazlık sağlanmıştır.
Yutucu plaka boyası	Yutucu plaka Selpa-1A marka selektif solar boya ile boyanmıştır. Kullanılan boyanın emissivitesi 0.20-0.49, absorpsivitesi 0.88-0.94 arasındadır. Kullanılan boya %100 silikon polimer bağlayıcılı ve xylene solventlidir.
Fanlar	2x35 W, 225 m ³ /h, AC 220V, d: 60 mm, l: 300 mm çapraz akışlı fan

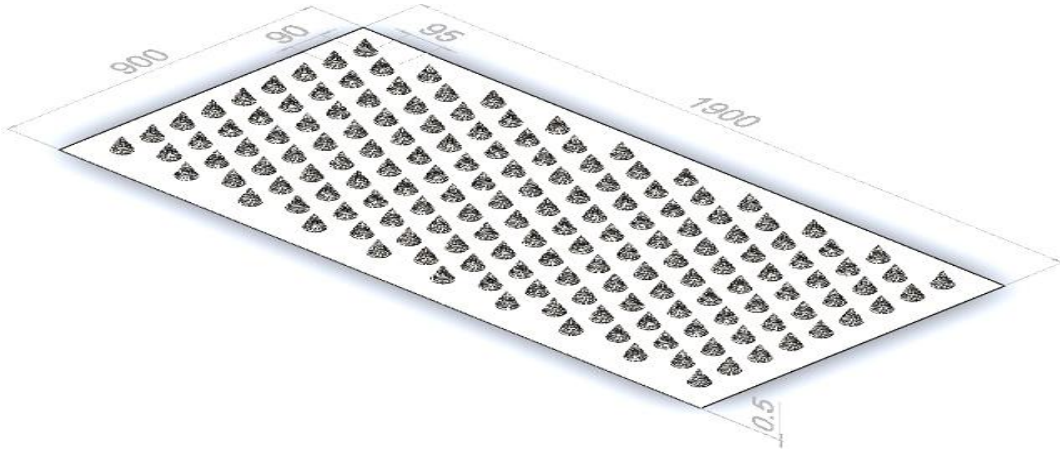


Şekil 2. Deney seti

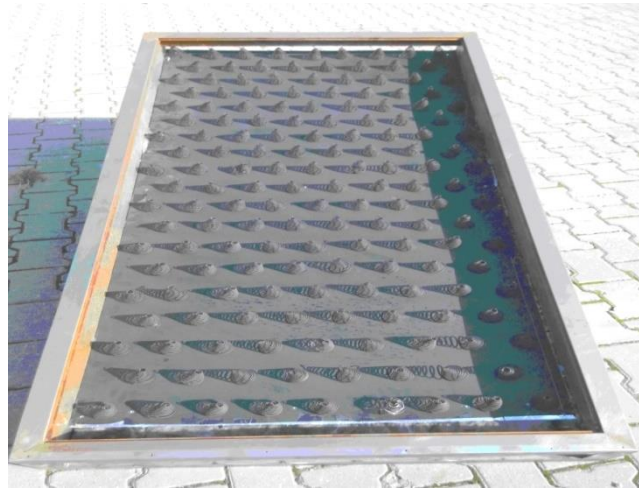
Yutucu plaka, kolektör performansını etkileyen en önemli bileşenlerden biridir. Yutucu plaka üzerindeki ısıl direnci düşürmek için alüminyum telden imal edilen konik yay şekilli engeller yerleştirilmiştir. Şekil 3.'de gösterilen bu engeller, 1000 mm uzunluğunda ve 2 mm çapındaki alüminyum telden torna tezgâhında çekilerek imal edilmiştir. Yutucu plaka üzerinde toplam 162 adet konik yay engel Şekil 4.'de gösterildiği gibi yerleştirilmiştir. Şekil 5.'de ise kolektör içindeki görünümü verilmiştir.



Şekil 3. Konik yay

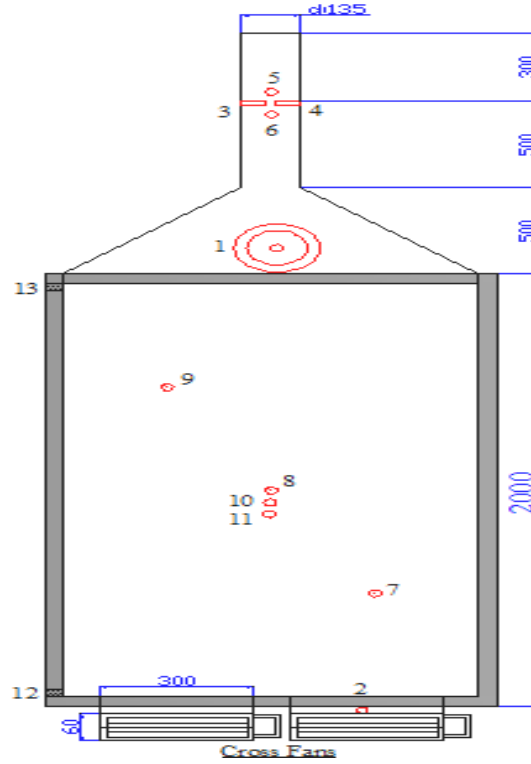


Şekil 4. Konik yay yerleştirilmiş yutucu plaka



Şekil 5. Konik yay yerleştirilmiş yutucu plakalı kollektör

Deney düzeneğinin kurulumundan sonra sistem açık hava koşulları altında çalıştırılarak gerekli ölçümler yapılmıştır. Deney setindeki ölçüm noktaları Şekil 6.'da verilmiştir. Bu amaçla kollektör girişinden, çıkışından, absorber plaka yüzeyinden, cam örtüden ve kollektör kasasının arka yüzeyinden sıcaklık ölçümü yapılmıştır. Kollektör çıkışında hava hızı ölçümü yapılmıştır. Güneş ışınım değeri kollektör üst bölümünden ölçülmüştür. Veri kaydetme aralığı beş dakika olarak ayarlanmıştır.



Şekil 6. Ölçüm noktaları

Deney setinde aşağıdaki noktalardan:

1. Global ışıınım değeri
2. Kollektör giriş havası sıcaklığı
- 3-4. Havanın Kollektörden ortalama çıkış hızı $((V_3 + V_4) / 2)$
- 5-6. Havanın Kollektörden ortalama çıkış sıcaklığı $((T_5 + T_6) / 2)$
- 7-8-9. Yutucu plaka ortalama yüzey sıcaklığı $((T_7 + T_8 + T_9) / 3)$
10. Cam örtü yüzey sıcaklığı (T_g)
11. Kollektör kasası arka yüzey sıcaklığı (T_{box})

değerleri ölçülmüştür. Testler 9:00'da başlamış ve 17:00'de sonlandırılmıştır.

Deneylerde kullanılan test cihazlarının kontrolü uygulamalı olarak kapalı ortamda yapılmıştır. Hava hızı ölçümü için $\pm 0,2$ m/s hassasiyetli hotwire tip anemometre kullanılmıştır. Çıkış hava kanalına iki adet hotwire tip anemometre yerleştirilerek ortalaması hava hızı olarak alınmıştır. Çıkış hava sıcaklığı ölçümü için çıkış kanalına iki adet T tipi ısıl çift monte edilerek ölçümlerin ortalaması alınmıştır. Kullanılan ısıl çiftler $\pm 0,5^\circ\text{C}$ hassasiyetlidir. Global radyasyon miktarı ölçümü için ± 10 W/m² hassasiyetli piranometre kullanılmıştır. Cam, kollektör kasası yüzey sıcaklığı ve yutucu plaka sıcaklıkları için $\pm 0,15$ °C hassasiyetli PT1000 tip yüzey sıcaklık probu kullanılmıştır. Kollektör ısıl tetkikleri ise $\pm 2\%$ ölçüm hassasiyetli termal kamera ile yapılmıştır. Deneylerde hava sıcaklığı, hava hızı, yüzey sıcaklığı ve güneş ışıınımları değerleri ölçülmüştür. Bu ölçümler yardımıyla kütleli debi ve ısıl verim hesaplamaları yapılmıştır.

3. ISIL VERİM ANALİZİ

Güneş enerjili hava kolektöründe faydalı enerji, kolektörden geçen akışkanın giriş ve çıkış sıcaklığına bağlı olarak,

$$Q_u = \dot{m}c_p(T_o - T_i) \quad (3.1)$$

şeklinde hesaplanır. Burada \dot{m} , kolektörden geçen havanın kütleli debisi (kg/s), c_p havanın özgül ısıdır (J/kgK), T_i ve T_o sırasıyla kolektör hava giriş ve çıkış sıcaklıklarıdır (°C).

Kolektörden geçen havanın kütleli debisi ise,

$$\dot{m} = \rho V A_k \quad (3.2)$$

şeklinde hesaplanır. Burada ρ havanın yoğunluğu (kg/m³), V hava akış hızı (m/s), A_k ise kolektörün çıkış kesit alanı (m²)'dir.

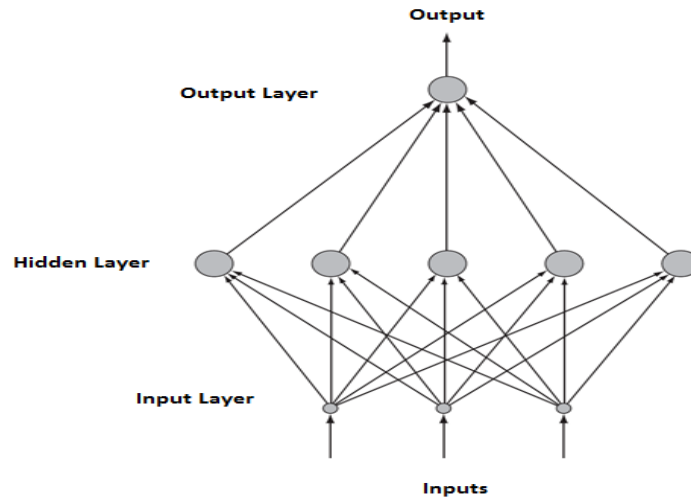
Termodinamiğin I. kanunundan faydalanarak kolektörün ısı verimi

$$\eta = \frac{\dot{m}c_p(T_o - T_i)}{I A_c} \quad (3.3)$$

şeklinde belirlenir. Burada, η ısı verimi, I kolektör yüzeyine gelen güneş ışınımı (W/m²), A_c ise güneş ışınımının direkt olarak vurduğu yutucu plaka yüzey alanıdır (m²).

4. GÜNEŞ ENERJİLİ HAVA KOLLEKTÖRÜNÜN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MODELLENMESİ

Yapay sinir ağları, insan beyninin çalışmasını modelleyen bir yapı olarak tanımlanabilir. YSA, yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile farklı şekillerde bağlanmasından oluşur ve katmanlar şeklinde düzenlenir [17]. Yapay sinir ağları, örüntü tanıma, tahmin etme, sınıflandırma vb. geniş uygulama alanına sahiptir. Yapay sinir ağları, insanlara benzer olarak örnekler ile öğrenirler. Bu nedenle veri seti, eğitim ve test kümesi olarak iki kısma ayrılır [18]. Eğitimin amacı, ağırlıkların değerlerini ayarlayarak ağın kendisinden istenen tahminlerde hataları en aza indirmektir. Eğitim kümesi, girdi ve çıktı bilgilerinden oluşmaktadır. Test kümesini ise eğitimde kullanılmayan farklı girdi bilgileri oluşturmaktadır. Yapay sinir ağları giriş katmanı, gizli katmanlar ve çıkış katmanından oluşmaktadır. Yapay sinir ağlarının yapısı Şekil 7.'de gösterilmektedir.



Şekil 7. Yapay Sinir Ağları Yapısı

Sistemde, yapay sinir ağları beş giriş ve iki çıkış olarak modellenmiştir. Havanın kollektöre giriş sıcaklığı (T_i), yutucu plaka yüzey sıcaklıkları (T_1 , T_2 ve T_3), global radyasyon (I) değeri giriş bilgisi olarak alınmıştır. Çıkış bilgisi olarak kollektör havası çıkış sıcaklığı (T_o) ve ısı verim (η) kullanılmıştır.

Yapay sinir ağlarının modellenmesinde MATLAB 2013a yazılımı kullanılmıştır. Bilgi kümesinde 27 adet giriş ve çıkış bilgisi bulunmaktadır. Bu bilgilerden 18'i eğitim işleminde kullanılmıştır. 9'u ise test işleminde kullanılmıştır. Öğrenme algoritması olarak Feed Forward Back Propagation algoritması kullanılmıştır. Farklı algoritmalarda ve katman sayılarında ağ modellenmiştir. Farklı modeller sonucunda elde edilen grafikler Tablo 2.'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Eğitim Parametreleri ve YSA Yapısı

	Yapay Sinir Ağları (YSA)
Katman Sayısı	3
Katmanlardaki Nöron Sayısı	8-8,10-2
Ağırlık Değerleri	Random
Aktivasyon Fonksiyonu	Logsig
Öğrenme Fonksiyonu	Backpropagation
Öğrenme Oranı	0.8
Mean-Squared Error	1e-06

YSA ile GEHK'nün modellenmesinden elde edilen sonuçların doğruluk oranlarını root mean square error (RMSE) ve eğitim the coefficient of multiple determinations (R^2) yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir.

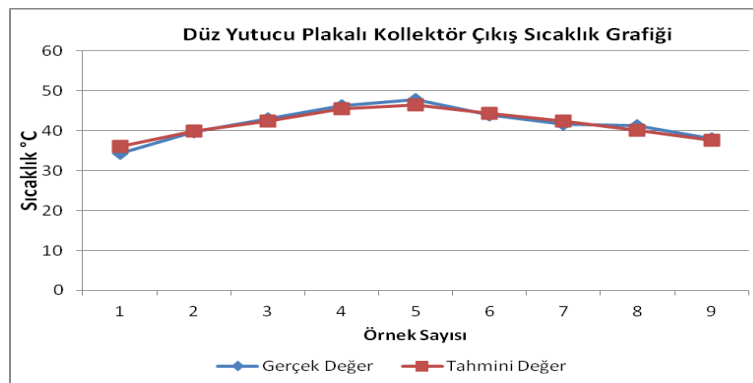
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^n (y_{pr,m} - t_{me,m})^2}{n}} \quad (4.1)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{m=1}^n (y_{pr,m} - t_{me,m})^2}{\sum_{m=1}^n (y_{me,m})^2} \quad (4.2)$$

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

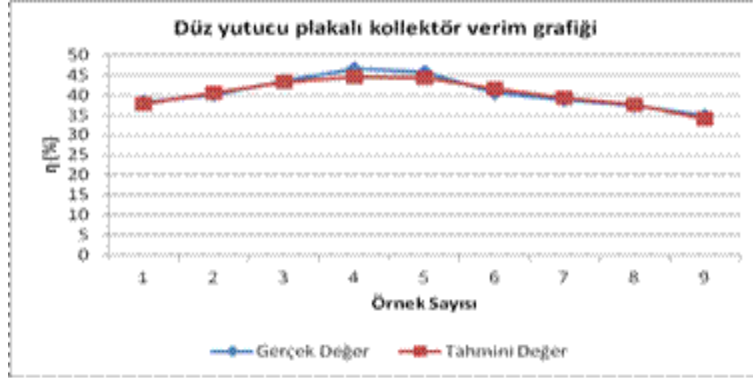
Bu çalışmada, düz yutucu plakalı ve yutucu plaka üzerine konik yayların yerleştirildiği hava kollektörlerinin ısı performansını deneysel olarak incelenerek ısı verimi ve kollektör çıkış havası sıcaklığı YSA ile tahmin edilmiştir.

Şekil 8.'de düz yutucu plakalı kollektörün çıkış sıcaklık değeri ve tahmin edilen sıcaklık değeri gösterilmiştir.



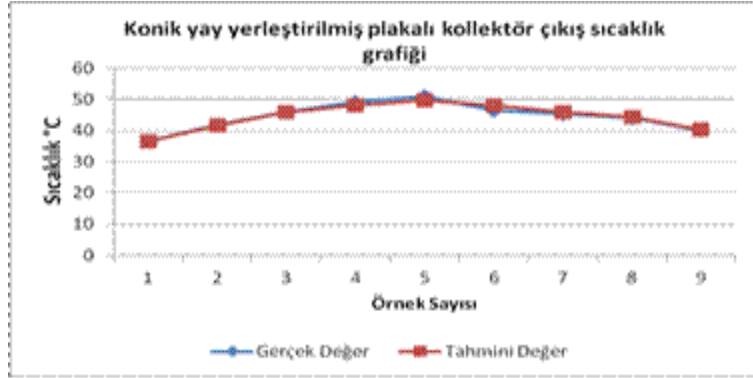
Şekil 8. Düz yutucu plakalı kollektör çıkış sıcaklık grafiği

Şekil 9.'da düz yutucu plakalı kolektörün ısı verim değeri ve tahmin edilen ısı verim değerleri gösterilmiştir.



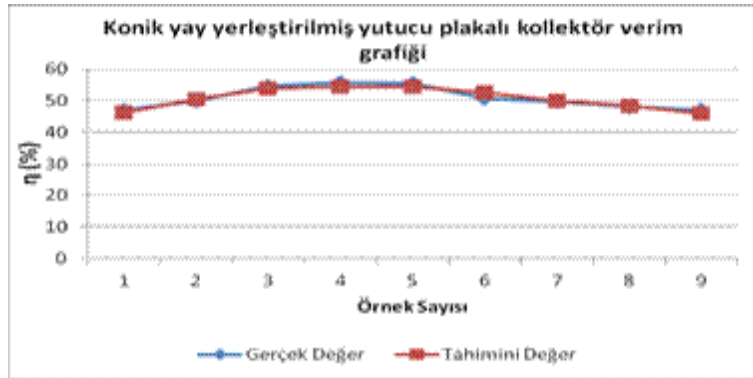
Şekil 9. Düz yutucu plakalı kolektör verim grafiği

Şekil 10.'da konik yay yerleştirilmiş yutucu plakalı kolektörün çıkış sıcaklık değeri ve tahmin edilen sıcaklık değerleri gösterilmiştir.



Şekil 10. Konik yay yerleştirilmiş yutucu plakalı kolektör çıkış sıcaklık grafiği

Şekil 11'de konik yay yerleştirilmiş yutucu plakalı kolektörün ısı verim değeri ve tahmin edilen ısı verim değerleri gösterilmiştir.



Şekil 11. Konik yay yerleştirilmiş yutucu plakalı kolektör verim grafiği

SONUÇ

Bu çalışmada üzerine konik yay şekilli engeller yerleştirilmiş yutucu plakalı GEHK'nün performansı deneysel olarak test edilmiştir. Deneylelerden toplanan veriler ile kollektörün ısı verimi elde edilmiştir.

Yapay Sinir Ağlarının tahmin yeteneğini geliştirmek için farklı parametreler eğitim zamanında denenmiştir. En uygun sonucu veren yapay sinir ağı yapısı eğitim parametresi olarak kabul edilmiştir. Şekil 8. ve Şekil 10.'da örnek sayısına göre ölçülen sıcaklık değeri ve tahmin edilen sıcaklık değerine ait düz yutuculu plakalı ve konik yay yerleştirilmiş yutucu plakalı kollektör sıcaklık grafiği gösterilmiştir. Şekil 9. ve Şekil 11.'de örnek sayısına göre hesaplanan verim değeri ve tahmin edilen verim değerine ait düz yutuculu plakalı ve konik yay yerleştirilmiş yutucu plakalı kollektör verim grafiği gösterilmiştir.

Oluşturulan yapay sinir ağı modeli ile tahmin edilen çıkış sıcaklığı ile gerçekte ölçülen çıkış sıcaklık eğrileri ve gerçekte ölçülen verim ile tahmin edilen verim eğrileri birbirine benzerlik göstermektedir. R^2 yöntemine göre 0.97 oranında doğruluk oranına sahiptir. Yutucu plaka üzerine konik yay yerleştirilmiş GEHK'nün çıkış havası sıcaklığı ve ısı verimini YSA'nın %97 oranındaki tahminlemesi ile oldukça başarılı modellediği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 2013-024 numaralı proje kapsamında Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir

KAYNAKLAR

- [1] Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası, (2007). www.eiei.gov.tr
- [2] NAPHON P., "On the performance and entropy generation of the double-pass solar air heater with longitudinal fins", *Renewable Energy*, 30:1345–57, 2005.
- [3] HACHEMI A., "Experimental study of thermal performance of offset rectangular plate fin absorber-plates", *Renewable Energy*, 17(3):371–84, 1999.
- [4] OMOJARO A.P., ALDABBAGH L.B.Y., "Experimental performance of single and double pass solar air heater with fins and steel wire mesh as absorber", *Applied Energy*, 87:3759–65, 2010.
- [5] RAMADAN M.R.I., EL-SEBAIL A.A., ABOUL-ENEIN S., EL-BIALY E., "Thermal performance of a packed bed double-pass solar air heater", *Energy*, 32:1524–35, 2007.
- [6] EL-SEBAIL A.A., ABOUL-ENEIN S., RAMADAN M.R.I., EL-BIALY E., "Year round performance of double pass solar air heater with packed bed", *Energy Conversion and Management*, 48:990–1003, 2007.
- [7] ALDABBAGH L.B.Y., EGELIOĞLU F., İKAN M., "Single and double pass solar air heaters with wire mesh as packing bed", *Energy*, 35, 3783–3787, 2010b.
- [8] ZAİD A.A., MESSAOUDI H., ABENNE A., RAY M.L., DESMONS J.Y., ABED B., "Experimental study of thermal performance improvement of a solar air flat plate collector through the use of obstacles: application for the drying of yellow onion". *Int. Journal of Energy Research*, 23(12):1083–99, 1999.
- [9] OZGEN F., ESEN M., ESEN H., "Experimental investigation of thermal performance of a double-flow solar air heater having aluminium cans", *Renewable Energy*, 34 (11), 2391–2398, 2009.
- [10] ABENE A., DUBOIS V., LE RAY M., OUAGUED A., "Study of a solar air flat plate collector use of obstacles and application for the drying of grape", *Journal of Food Engineering*, 65:15–22, 2004.
- [11] ESEN H., "Experimental energy and exergy analysis of a double-flow solar air heater having different obstacles on absorber plates", *Building and Environment*, 43, 1046–1054, 2008.
- [12] BENLİ H., "Experimentally derived efficiency and exergy analysis of a new solar air heater having different surface shapes", *Renewable Energy*, 50, 58–67, 2013.



- [13] AKPINAR, E.K., KOÇYIĞIT F., “Experimental investigation of thermal performance of solar air heater having different obstacles on absorber plates”, *Int. Com. In Heat and Mass Transfer*, 37, 416-421, 2013.
- [14] BENLİ, H., “Determination of thermal performance calculation of two different types solar air collectors with the use of ANN”, *Int. Jo. of Heat and Mass Transfer*, 60, 1-7, 2013.
- [15] ESEN H., ÖZGEN F., ESEN M., SENGUR A., “Artificial neural network and wavelet neural network approaches for modelling of a solar air heater”, *Expert System with Applications*, 36, 11240-11248, 2009.
- [16] ABUŞKA M., ALTINTAŞ V., AKGÜL M. B., “The modelling of solar air collector with thermal efficiency analysis and artificial neural networks” Thermam 2014 and 3rd Rostocker Symposium on Thermophysical Properties for Technical Thermodynamics, p. 59-66, 12-15 June 2014, İzmir.
- [17] ÖZDEMİR, V., “Determination of Turkey's carbonization index based on basic energy indicators by Artificial Neural Networks”, *Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 26, 1, 9-15, 2011.
- [18] FINDIK T., TAŞDEMİR Ş. and ŞAHİN, İ., “The use of artificial neural network for prediction of grain size of 17-4 pH stainless steel powders”, *Sci. Research and Essays*, 5, 11, 1274-1283, 2010.

ÖZGEÇMİŞ

Volkan ALTINTAŞ

1983 yılı Aydın doğumludur. 2005 yılında SDÜ Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik Bilgisayar Eğitimi Bölümü Bilgisayar Sistemleri Öğretmenliği Anabilim Dalında lisans, 2014 yılında SDÜ Elektronik Bilgisayar Eğitimi Bölümünde yüksek lisansını tamamlamıştır. 2005-2009 yılları arasında MEB’de Teknik Öğretmen olarak görev yapmıştır. 2009 yılından beri CBÜ Akhisar MYO Bilgisayar Programcılığı Bölümünde Öğretim Görevlisi Olarak görev yapmaktadır. Yapay Sinir Ağları ve Genetik Algoritmalar konularında çalışmaktadır.

Mehmet Bahattin AKGÜL

1984 yılı Manisa doğumludur. 2006 yılında SDÜ Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. CBÜ Makine Mühendisliği Bölümünde 2008 yılında Yüksek Mühendis, 2013 yılında Doktor unvanını almıştır. 2014 yılından beri CBÜ Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Enerji Anabilim Dalı’nda Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Isı transferi ve akışkanlar mekaniği konularında çalışmaktadır.

Mesut ABUŞKA

1978 yılı Elazığ doğumludur. 1999 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Tesisat Öğretmenliği Anabilim Dalında lisans, 2002 yılında Marmara Üniversitesi Makine Eğitimi Bölümünde yüksek lisans ve 2010 yılında Gazi Üniversitesi Makine Eğitimi Bölümünde doktora eğitimini tamamlamıştır. 1999-2011 yılları arasında MEB’de Teknik Öğretmen olarak görev yapmıştır. 2011 yılından beri CBÜ Akhisar MYO Makine Bölümünde Yrd. Doç. Dr. Olarak görev yapmaktadır. Güneş enerjisi ve kurutma konularında çalışmaktadır.