

## Hava Kanallı Dikdörtgen Oluk Tipi Kanatçıkların Güneş Hava Kolektörleri Performansına Etkisinin Sayısal Analizi

Murat ÖZTÜRK<sup>1,2</sup>, Erdem ÇİFTÇİ<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Makine Mühendisliği Bölümü, Milli Savunma Üniversitesi, Ankara

<sup>2</sup>Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara

<sup>3</sup>Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Ankara

\*([erdemciftci@gazi.edu.tr](mailto:erdemciftci@gazi.edu.tr))

**Özet** – Nüfus yoğunluğunun artışı ile ortaya çıkan enerji krizi farklı enerji kaynakları arayışlarına neden olmaktadır. Güneş enerjisi de alternatif olarak başvurulan en önemli kaynaklardan biridir. Çok farklı uygulama alanlarına sahip güneş enerjisinin en önemli sistemlerinden biri de güneş hava kolektörleridir. Bu anlamda güneş hava kolektörlerinin performansı da büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada tek geçişli düz plakalı güneş hava kolektörünün analizi ANSYS Fluent yazılımı ile yapılmıştır. Her bir kolektör performansı Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yöntemi ile analiz edilmiştir. Başlangıçta düz plakalı standart tip güneş hava kolektörü modeli yapılmış, daha sonra hava kanallı dikdörtgen oluk tipi kanatçıklar sisteme entegre edilmiştir. 3, 5 ve 9 adet kanatçık sayılarının kolektör performansına etkisi ve hava akış hızları analiz edilmiştir. Her bir emici yüzey siyah mat boya ile kaplanmış ve alüminyum malzemeden oluşmuştur. Ek olarak kolektöre hava giriş hızı da 3 m/s olarak belirlenmiştir. Farklı kanatçık sayıları altında yapılan bu çalışmada kolektör performansının kanatçık sayıları ile doğru oranda artış gösterdiği görülmüştür. Kanatsız tip kolektörde hava çıkış sıcaklığı 44.5°C olarak elde edilmiştir. 3 Kanatlı güneş hava kolektörünün hava çıkış sıcaklığı 47.54°C, 5 kanatlı güneş hava kolektörünün 50.60°C ve 9 kanatlı güneş hava kolektörünün ise 68.89°C olarak elde edilmiştir.

*Anahtar Kelimeler – Güneş Enerjisi, Güneş Hava Kolektörleri, HAD, Oluk Tipi Kanatçık, Performans*

### I. GİRİŞ

Enerji krizlerinin hızla arttığı günümüz koşullarında enerji talebi gün geçtikçe artış göstermektedir. Fosil yakıtların dünyanın ömrünün kısılması üzerinde büyük etkiler yaratması ve tükenme tehlikesi ile karşı karşıya kalması yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi arttırmıştır. Bu açıdan güneş enerjisi en temel yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Birçok alanda kullanılan güneş enerjisinin başlıca kullanım araçlarından biri de güneş enerjili hava ısıtıcılarıdır. Popülaritesi ilerleyerek artan bu sistemlerin performans faktörü büyük önem taşımaktadır. Farklı modifikasyonlar ile yüksek performans elde etmenin mümkün oluşu bu sistemlerin üzerine yapılmış pek çok çalışma literatürde yer almaktadır.

El-said ve ark. (2022), yarı silindirik emici plaka kullanan boru şeklindeki bir sisteme sahip güneş hava kolektörü için bir çalışma yapmışlardır. Ek olarak bu sisteme radyal ve eksenel tipteki kanatçıklar entegre edilerek performans değerlendirmesi deneysel olarak incelenmiştir. Maksimum verime 5 radyal kanatlı sistemde ulaşılmış ve %76.19 olarak kaydedilmiştir [1]. Moghadasi ve ark. (2022), sekizgen geometrik şekle sahip bir güneş hava kolektörü için deneysel ve matematiksel modelleme yapmışlardır. Mevcut sistemin emici yüzeyini alüminyum plakadan yapmışlar ve kolektör yüzeyini ultra şeffaf cam örtü ile kaplamışlardır. Yapılan incelemeler sonucunda maksimum termal verim %78.73 olarak paylaşılmıştır [2]. Çiftçi ve ark. (2021), güneş hava kolektörleri üzerinde kanatçık etkisini incelemek

amacıyla dikey bir güneş hava kolektörü üretmişlerdir. Sayısal ve deneysel olarak yapılan bu çalışmada kanatçık eklenmesi ile sistem performansında artış gözlemlendiği vurgulanmıştır [3]. Öztürk ve Çiftçi (2023), çift akışlı esnek alüminyum hava kanallarına sahip bir güneş hava kolektörü için deneysel çalışma yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada nano malzemelerin sisteme olan etkisini de incelemişlerdir. Nano malzeme kullanımı ile kolektör veriminin büyük ölçüde arttığını vurgulamışlardır [4]. Sözen ve ark. (2021), tüp tipi bir emici yüzeye sahip güneş enerjili kurutucunun kolektörlerine alüminyum yünler entegre etmişlerdir. Yapılan deneysel ve sayısal analizlerin sonucunda alüminyum yünlerin eklenmesi ile sistem performansının arttığı belirtilmiştir [5]. Karwa (2023), bir güneş hava kolektöründe emici yüzeyin alt bölmesine hava akış kanalları eklemiş ve ısı transfer performansını karşılaştırmak için yönetici denklemler kullanmıştır. Kanatların eklenmesi ile ısı transferinde artış olduğu ve geleneksel güneş enerjisi ısıtıcısından %28-31 arasında daha iyi bir performans sergilediğini belirtmiştir [6].

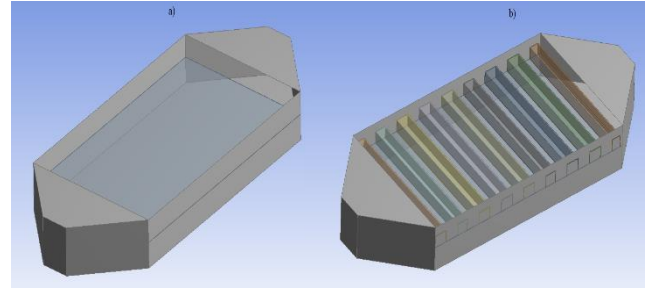
Ek olarak, Chand ve ark. (2022), panjurlu kanatlı bir güneş hava kolektörü üretmişler ve performans analizi yapmışlardır. Farklı debiler altında yapılan bu çalışmada, maksimum termal verim %70 olarak, 2 cm aralıklar halinde konumlandırılmış kanatçıklarda elde edilmiştir [7]. Saravanan ve ark. C şeklinde üretilmiş olan kanatçıkların eklenmesi ile güneş hava kolektörünün performansındaki değişimi incelemişlerdir. Kanatçıklara sahip olan sistemin performansının standart sisteme göre 2.64 katı daha yüksek olduğu belirtilmiştir [8]. Hosseini ve ark. (2019), doğal taşınımli güneş hava kolektöründe kanat gölgesinin etkilerini incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Dikdörtgen, eliptik ve üçgen şeklindeki kanat modellerinin 45° ve 90° eğim açısında sisteme etkisi incelenmiştir. Emici yüzeyin bir kısmının ısı transferinde doğrudan rol oynamasını engelleyen kanatçıkların oluşturduğu gölgenin, sisteme eklenecek olan kanatçık sayısının ve boyutlarının en iyi varyasyonunu bulmada önemli bir etkiye sahip olacağı vurgulanmıştır [9].

Bu çalışmada tek geçişli bir güneş hava kolektörünün performansının artırılması amacıyla ANSYS Fluent yazılımı aracılığıyla kanatçık sayılarının sistem performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Düz saç plakadan oluşan emici plakanın üst yüzeyine farklı sayılarda dikdörtgen

oluk şeklindeki kanatçık modelleri eklenmiştir. Elde edilen sıcaklık ve hava akış hızları değerlendirilmiş, kanatçıkların güneş hava kolektörü üzerinde etkileri ortaya konulmuştur.

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada düz plakalı emici yüzeye sahip bir tek geçişli güneş hava kolektörünün performansını arttırmak amacıyla sisteme dikdörtgen oluk tipi hava kanallarına sahip kanatçıklar eklenmiştir. Yapılan bu çalışmada sonuçlar ANSYS Fluent yazılımı aracılığıyla elde edilmiştir. Başlangıçta düz plakalı bir güneş hava kolektörü tasarlanmıştır. Dikdörtgen oluk modelindeki farklı sayıdaki kanatçıklar sisteme entegre edilmiştir. Çalışmada sırasıyla 0, 3, 5 ve 9 kanatçık sayıları altında sistem performansı incelenmiştir. Şekil 1 mevcut güneş hava kolektörünün kanatçıklı ve kanatçiksiz modellerini göstermektedir.

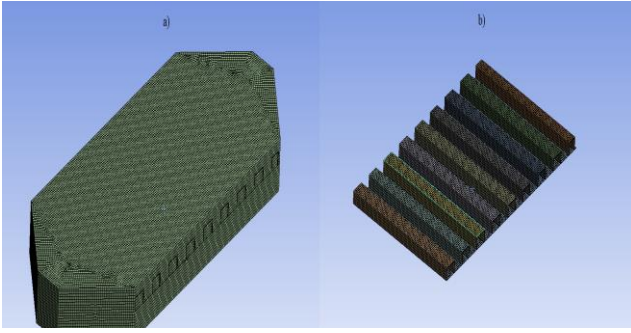


Şekil 1. a) Düz plakalı güneş hava kolektörü b) 9 kanatçık entegre edilmiş düz plakalı güneş hava kolektörü

Geliştirilmiş olan güneş hava kolektöründe emici yüzeyler 300x500 mm boyutlarındadır. Sistem kolektör kasası 70 mm boyunda tasarlanmış ve tek geçişli olarak modellenmiştir. Ayrıca kolektör kasasının boyu 740 mm genişliği de yine 300 mm'dir. Kolektör kasasının üst yüzeyi de standart cam yüzey ile kapatılmıştır. Sistemde kullanılan oluk tipi hava kanalına sahip kanatların boyu 30x30 mm'dir. Bunun yanı sıra kolektör kasasının malzemesi çelik seçilmiştir. Emici plaka ise siyah mat boya ile kaplanmış olan alüminyum plaka belirlenmiştir. Ayrıca kanatçıklar için de siyah mat boya ile kaplı olan alüminyum malzemeler tercih edilmiştir.

Şekil 2, geliştirilmiş olan güneş hava kolektörlerinin ve emici plakanın mesh yapısını göstermektedir. Mesh uygulaması için sistem üzerinde tetrahedrons mesh yapısı kullanılmıştır. Bunun yanı sıra düz plakalı kanatçiksiz sistemde 1999130 mesh kullanılmıştır. 3 kanatlı 5 kanatlı ve

9 kanatlı sistemde kullanılan mesh sayısı sırasıyla 2003330, 2006180 ve 2011805 şeklinde bulunmuştur.

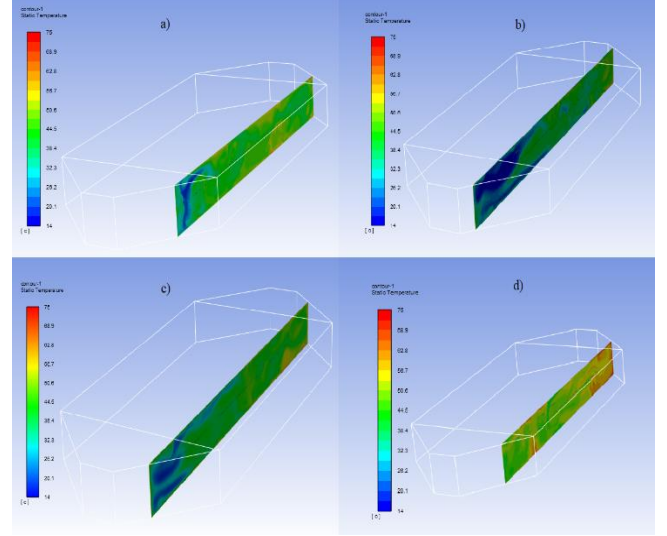


Şekil 2. a) Kolektör kasası mesh yapısı b) Emici plaka ve dikdörtgen oluk tipi kanatçıklar mesh yapısı

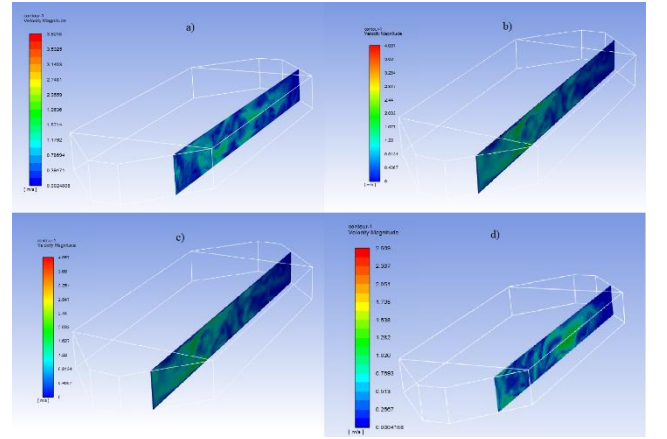
Yapılan çalışmada laminer akış modeli kullanılmış olup, p1 radyasyon modeli altında 1100 W/m<sup>2</sup> güneş radyasyonu ile sistem simülasyonu yapılmıştır. Seçilmiş olan bölgenin boyları 32.8, enlemi ise 39.9 olarak belirlenmiştir. Hava giriş sıcaklıkları 16.85°C seçilmiş olup, 3 m/s hava akış hızı tercih edilmiştir. Son olarak farklı kanat sayıları altında yapılan bu çalışmada emici yüzeyin malzemesi alüminyum plaka seçilmiş ve siyah mat boya ile kaplanmıştır.

### III. BULGULAR

Sıcaklık faktörü güneş hava kolektörleri için en temel parametredir. Güneş hava kolektörlerinin performans değerlendirmesinde kullanılan değişkenlerden biri giriş ve çıkış noktasında hava sıcaklıkları arasındaki farklardır. Bu bağlamda hava çıkış sıcaklıklarının yükselmesi istenen en temel durumdur. Şekil 3, geliştirilmiş olan bu modelin sıcaklık değişimlerini göstermektedir. Kanatsız, 3 kanatlı, 5 kanatlı ve 9 kanatlı güneş hava kolektörleri için hava çıkış sıcaklıkları yaklaşık olarak 44.5°C, 47.54°C, 50.60°C ve 68.89°C olarak elde edilmiştir. Şekil 3'te de görülebileceği kanat sayısı ile hava çıkış sıcaklıkları doğru oranda artmaktadır. Bunun yanı sıra kanatçık türbülanslı bir hava akışı sağladığı için hava sıcaklıkları daha eşit dağılmıştır. Ayrıca ısı transfer oranı üzerinde de büyük etki oluşturmaktadır. Kanat sayısı artışı ile ısı transfer oranında da artış yaşanmaktadır. Bunun yanı sıra şekil 4'te de güneş hava kolektörleri içerisinde meydana gelen hava akış hızı değişimleri paylaşılmaktadır.



Şekil 3. a) Kanatsız tip için sıcaklık değişimi b) 3 kanatlı tip için sıcaklık değişimi c) 5 kanatlı tip için sıcaklık değişimi d) 9 kanatlı tip için sıcaklık değişimi



Şekil 4. a) Kanatsız tip için hava akış hızı değişimi b) 3 kanatlı tip için hava akış hızı değişimi c) 5 kanatlı tip için hava akış hızı değişimi d) 9 kanatlı tip için hava akış hızı değişimi

### IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada düz plakalı tek akışlı bir güneş hava kolektörünün performansının artırılması amacıyla dikdörtgen oluk tipi kanatçıklar eklenmiş ve sayısal olarak analizleri yapılmıştır. Bu bağlamda elde edilen en temel sonuçlar şunlardır;

- Kanatsız tip tek akışlı plakalı güneş hava kolektöründe oluşan sıcaklık farkı 27.65°C olarak elde edilmiştir.
- Benzer şekilde 3 kanatlı sistem için 30.69°C, 5 kanatlı sistem için 33.75°C ve son olarak 9 kanatlı sistemde 52.04°C derece olarak bulunmuştur.

- Kanatçık sayılarındaki artış ile ısı transfer oranı artmıştır. Bunun yanı sıra hava sıcaklıklarındaki artış ile kolektör veriminde de artış olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının popüler şekilde kullanıldığı şu dönemlerde güneş enerjisi uygulamalarının önemi artmaktadır. Güneş hava kolektörlerinin de performansının artırılması konusunda farklı modifikasyonların uygulanabileceği bu çalışmada doğrulanmıştır.

## KAYNAKLAR

- [1] E. M. El-Said, M. M. Abou Al-Sood, E. A. Elsharkawy and G. B. Abdelaziz, "Tubular solar air heater using finned semi-cylindrical absorber plate with swirl flow: Experimental investigation," *Solar Energy*, vol. 236, pp. 879-897, 2022.
- [2] M. Moghadasi, H. Ghadamian, M. Khodsiani, and M. Pourbafrani, "A comprehensive experimental investigation and dynamic energy modeling of a highly efficient solar air heater with octagonal geometry," *Solar Energy*, vol. 242, pp. 298-311, 2022.
- [3] E. Çiftçi, A. Khanlari, A. Sözen, İ. Aytaç and A. D. Tuncer, "Energy and exergy analysis of a photovoltaic thermal (PVT) system used in solar dryer: A numerical and experimental investigation," *Renewable Energy*, vol. 180, pp. 410-423, 2021.
- [4] M. Öztürk, and E. Çiftçi, "Upgrading the performance of a solar air collector with flexible aluminum air ducts and graphene nanoplatelet-enhanced absorber coating," *Thermal Science and Engineering Progress*, vol. 40, 101760, 2023.
- [5] A. Sözen, F. S. Kazancıoğlu, A. D. Tuncer, A. Khanlari, Y. C. Bilge, and A. Gungor, "Thermal performance improvement of an indirect solar dryer with tube-type absorber packed with aluminum wool," *Solar Energy*, vol. 217, pp. 328-341, 2021.
- [6] R. Karwa, "Thermo-hydraulic performance of solar air heater with finned absorber plate forming multiple rectangular air flow passages in parallel under laminar flow conditions", *Applied Thermal Engineering*, vol. 221, 119673, 2023.
- [7] S. Chand, P. Chand, and H. K. Ghritlahre, "Thermal performance enhancement of solar air heater using louvered fins collector," *Solar Energy*, vol. 239, pp. 10-24, 2022.
- [8] A. Saravanan, M. Murugan, M. S. Reddy, P. S. Ranjit, P. V. Elumalai, P. Kumar, and S. R. Sree, "Thermo-hydraulic performance of a solar air heater with staggered C-shape finned absorber plate," *International Journal of Thermal Sciences*, vol. 168, 107068, 2021.
- [9] S. S. Hosseini, A. Ramiar and A. A. Ranjbar, "The effect of fins shadow on natural convection solar air heater," *International Journal of Thermal Sciences*, vol. 142, pp. 280-294, 2019.