

## Delikli Hava Kesicilere Sahip Güneş Hava Isıtıcısının Nümerik Analizi

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

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

<sup>2</sup>Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

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

**Özet** – Nüfus artışı ve endüstriyel faaliyetlerin hızla artması enerjiye olan taleplerin de büyümesine neden olmaktadır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir bir gelecek için büyük önem arz etmekte ve güne geçtikçe popülerliği artmaktadır. Güneş enerjisi de bu enerji sistemlerinin en başında gelmektedir. Bu çalışmada da güneş enerjisinden faydalı enerji olan ısı enerjisi elde etmek için kullanılan güneş enerjili hava ısıtıcılarının performansının artırılması amaçlanmıştır. Başlangıçta standart düz plakalı güneş enerjili hava ısıtıcı tasarlanmış ve sayısal analizi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra sisteme delikli hava kesiciler entegre edilmiş ve 3 delikli hava kesicili güneş enerjili hava ısıtıcı ile 5 delikli hava kesicili güneş enerjili hava ısıtıcının sayısal analizleri tamamlanmıştır. Mevcut sistemlerin sayısal analizleri ANSYS Fluent yazılı aracılığı ile Hesaplama Akışkanlar Dinamiği (HAD) yaklaşımıyla yapılmıştır. Hava akış hızlarının 2 m/s olduğu bu sistemde hava akış hızları değişimi ve hava sıcaklık değişimleri analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda standart düz plakalı güneş enerjili hava ısıtıcının hava çıkış sıcaklığı 27.5 °C, 3 adet delikli hava kesicili güneş enerjili hava ısıtıcı hava çıkış sıcaklıkları 35.104 °C ve 5 adet delikli hava kesicili güneş enerjili hava ısıtıcı hava çıkış sıcaklığı 38.087 °C olarak elde edilmiştir. Bu anlamda hava kesicilerin sayısının artışı ile sistem performansındaki artış doğru orantılı bir karakteristik sergilemektedir. Geliştirilmiş olan hava kesiciler sistemdeki ısı transfer oranını önemli ölçüde iyileştirmektedir.

*Anahtar Kelimeler – Hesaplama Akışkanlar Dinamiği (Had), Güneş Enerjisi, Delikli Hava Kesici, Termal Sistemler*

### 1. GİRİŞ

Endüstriyel gelişmelerin hızla ilerlemesi sonucu enerji talebi artmakta ve mevcut enerji kaynakları yetersiz kalmaktadır. Bunun yanı sıra hali hazırda kullanılan yenilenemez enerji kaynaklarının hızla tükenmesi de önemli bir sorun haline gelmektedir. Yenilenemez enerji kaynaklarının aksine yenilenebilir enerji kaynakları temiz ve sürdürülebilir olması dünyanın geleceği için büyük önem arz etmekte ve yaşamın devamlılığı için temel bir varlık haline gelmektedir. Başlıca güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve biyokütle enerjisi gibi enerji kaynaklarını içeren bu sistemlerin en başında güneş enerjisi gelmektedir. Isı ve elektrik enerjisi eldesinde aktif olarak kullanılan bu türün enerji dönüşümleri için farklı sistemler geliştirilmiştir. Elektrik üretiminde kullanılan fotovoltaik

panellerin yanı sıra güneş enerjisinden ısı enerjisi elde etmek amacıyla kullanılan güneş hava ısıtıcıları için literatürde pek çok çalışma yer almakta ve bu sistemlerin performansının artırılması amaçlanmıştır.

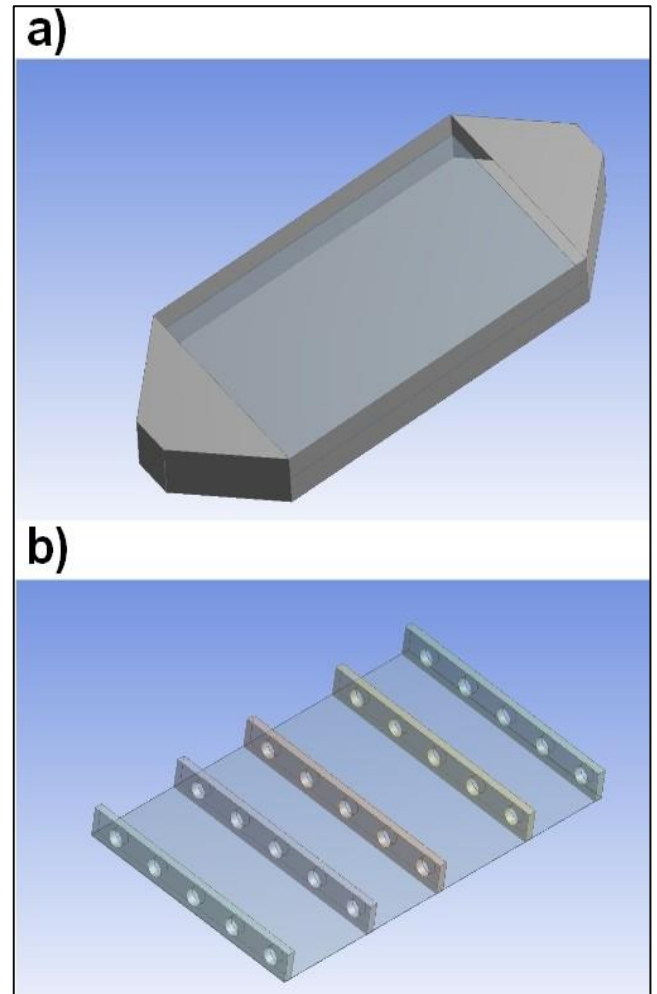
Güneş hava ısıtıcılarının performansının artırılması için uygulanmış en temel yöntemlerden biri emici plaka yüzeyine kanatçıklar entegre ederek ısı transfer oranını artırılmasıdır. Çiftçi ve ark. (2021), dikey eksenli bir fotovoltaik termal kolektör geliştirilmişler ve sistem performansını deneysel olarak analiz etmişlerdir. Ayrıca kolektör performansını arttırmak amacıyla emici plakaya kanatçıklar entegre etmişler ve entegre edilen kanatçıklar ile sistem performansının yaklaşık olarak %4 kadar arttırıldığını belirtmişlerdir [1]. Alta ve ark. (2010), cam örtünün yanı sıra kanatçıkların sistem performansına etkisi

araştırmak amacıyla iki kanatçıklı toplamda üç farklı güneş hava ısıtıcısının performansını analiz etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda cam örtünün kalınlaştırılması ile ısı kayıplarını minimize edildiği ve kanatçıkların artışı ile sistem performansında iyileşme meydana geldiğini belirtmişlerdir [2]. El-said ve ark. (2022), radyal ve eksenel kanatçıklara sahip girdap akışlı güneş hava ısıtıcısını deneysel olarak analiz etmişlerdir. Analizlerin sonucunda 5 radyal kanatçıga sahip sistemden maksimum verimi elde etmişler ve bu değerin %76.79 olduğunu belirtmişlerdir [3]. Tuncer ve ark. (2023), nano geliştirilmiş, kızılötesi ısıtıcı ve bölmeli delikli güneş enerjili kurutucu için bir çalışma yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda bölmeli deliklerin kullanılması ile hava çıkış sıcaklığında artış elde edildiği ve nano kaplama ile sistem performansında artış elde edildiği belirtilmiştir [4]. Khanlari ve ark. (2023), atık alüminyum içecek kutularını dikey olarak dizayn edilmiş güneş enerjili hava ısıtıcıya kanatçık olarak entegre etmiş hem deneysel hem de sayısal olarak analizlerini yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda atık kutuların entegre edilmesi ile güneş enerjili hava ısıtıcısının performansında artış gözlemlediklerini belirtmişlerdir [5]. Gürbüz ve ark. (2023), farklı modifikasyonlara sahip 4 farklı fotovoltaiik termal kolektör geliştirmişler ve deneysel analizlerini yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada 6 kanatlı termal enerji depolama ünitesine sahip sistemin termal verimliliğini %76.79 olarak bulduklarını belirtmişlerdir [6]. Ek olarak güneş enerjili hava ısıtıcılarının performansını arttırmak için farklı uygulamalar yapılmış ve pek çok yeni sistem literatürde önerilmiştir [7,8,9].

Bu çalışmada düz plakalı bir güneş enerjili hava ısıtıcı tasarlanmış ve performansının artırılması amaçlanmıştır. Başlangıçta standart modelde incelenmiş olan bu sisteme sırasıyla 3 ve 5 adet delikli hava kesiciler eklenmiş ve sayısal olarak analizleri yapılmıştır. Yapılmış olan bu çalışmada sayısal analizler için Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yaklaşımından yararlanılmış ve Ansys Fluent yazılımı aracılığı ile sayısal analizler gerçekleştirilmiştir. Eşit koşullar altında yapılan bu analizlerde hava akış hızları ve kolektörde meydana gelen hava sıcaklık değişimleri incelenmiş, mevcut çalışmada sunulmuştur.

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

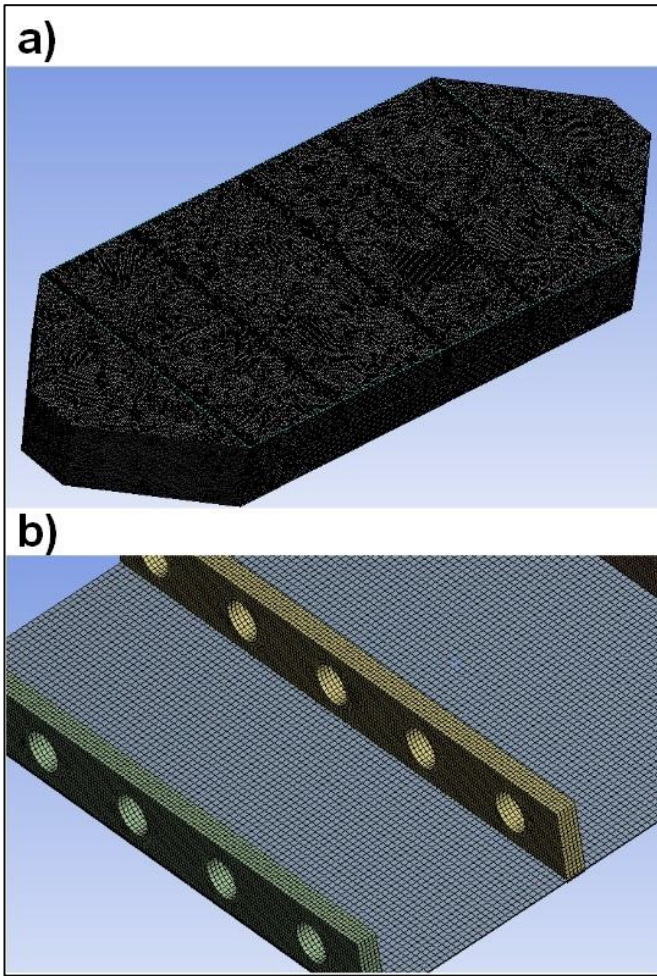
Bu çalışmada standart düz plakalı güneş enerjili hava ısıtıcısının performansının artırılması amaçlanmış ve geliştirilmiş olan yeni bir sistem sayısal olarak analizleri yapılmıştır. Başlangıçta düz plakalı güneş enerjili hava ısıtıcı modellenmiş ve analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra delikli hava kesicilere sahip olan yeni bir güneş enerjili hava ısıtıcı geliştirilmiştir. Delikli hava kesicilerinin sistem performansına etkisini araştırmak için ise sırasıyla 3 ve 5 hava kesicisine sahip sistem modellenmiş ve sayısal analizleri yapılmıştır. Şekil 1, geliştirilmiş olan kolektör, emici plaka ve delikli hava kesicilerin modellerini göstermektedir.



Şekil 1. a) Kolektör kasası modeli b) Emici plaka ve delikli hava kesicilerinin modeli

Bu çalışmada geliştirilmiş olan güneş enerjili hava ısıtıcıların performansının analizi için Ansys Fluent yazılımı kullanılmıştır. Bunun yanı sıra sistem simülasyonu için de Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yaklaşımından yararlanılmıştır.

Geliştirilmiş olan güneş enerjili hava ısıtıcıların boyutları 740x300x75 mm olarak tasarlanmıştır. Bunun yanı sıra kolektör içerisinde yer alan emici plaka da 500x300 mm boyutlarındadır. Sisteme entegre edilmiş delikli hava kesici plakaların boyu 36 mm, genişliği 300 mm ve kalınlığı 10 mm olarak belirlenmiştir. Her bir plakaya 5 adet yerleştirilmiş olan hava delik çapı 20 mm'dir. Buna ek olarak her bir delik arası mesafe 60.044 mm olup plakaların tam orta noktasına konumlandırılmıştır. Standart emici plakalı, 3 adet delikli hava kesicili emici plakalı ve 5 adet delikli hava kesicili emici plakalı güneş enerjili hava ısıtıcısı olmak üzere toplamda 3 farklı sistem analizi yapılmıştır.



Şekil 2. a) Kolektör kasası mesh yapısı b) Emici plaka ve delikli hava kesicilerinin mesh yapısı

Sayısal analizlerin gerçekleştirilmesi için kolektöre, delikli hava kesicilere ve kolektör kasasına tetrahedrons mesh yapısı uygulanmıştır. Her birini eşit boyutlarda uygulanan bu mesh yapılarının sayısı, standart tip güneş enerjili hava ısıtıcı da 9066728, 3 delikli hava kesicili güneş enerjili hava

ısıtıcı da 9118570 ve 5 delikli hava kesicili güneş enerjili hava ısıtıcı da 9127867'dir. Şekil 2, kolektör kasasında, emici plakada ve delikli hava kesicilerinde kullanılan mesh yapılarını göstermektedir.

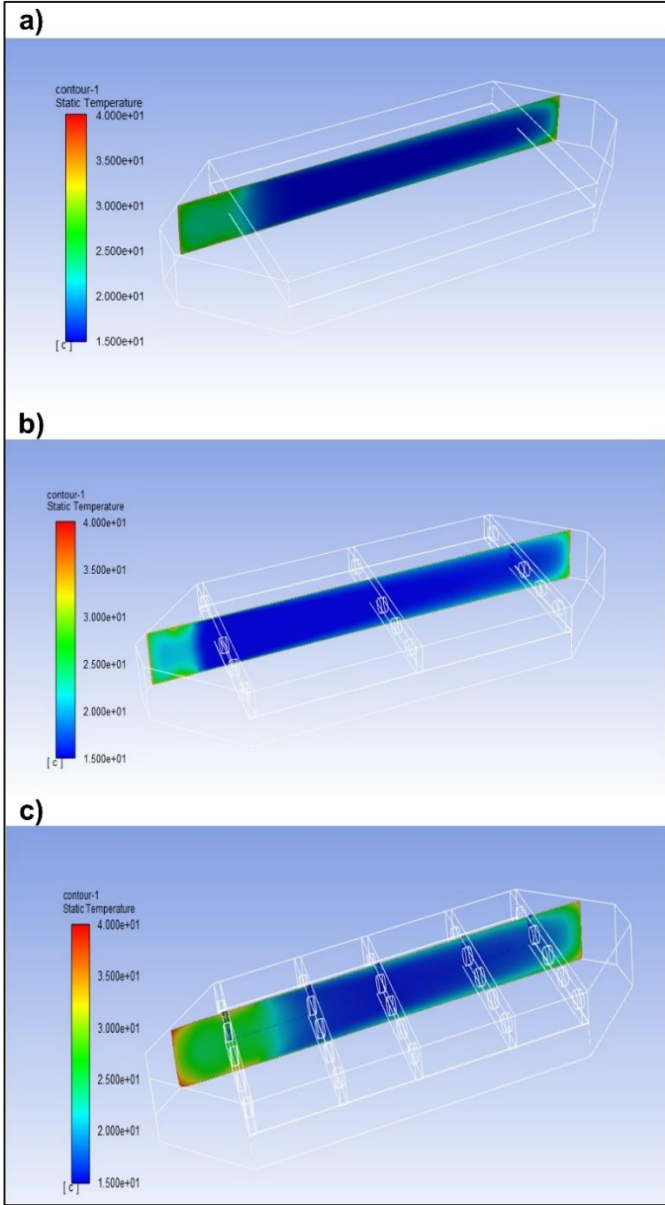
Geliştirilmiş olan modelin sayısal analizi için P-1 güneş ışınım modeli kullanılmıştır. Tercih edilen enlem-boylam ise 32.82-39.93'tür. Ayrıca akış için k-ε türbülans modeli tercih edilmiş olup, realizable koşulları altında inceleme yapılmıştır.

Akışkan maddesi olarak hava kullanılan bu çalışmada emici plaka ve hava kesici plakaların malzemesi için çelik metal kullanılmıştır. Ayrıca kolektör malzemesi için de alüminyum tercih edilmiştir. Hava giriş koşulları için hava sıcaklığı 15 °C olarak tercih edilir iken, hava akış hızı da 2 m/s olarak belirlenmiştir. Eşit koşullar altında yapılan bu analizlerde hava sıcaklığı ve hava akış hızları incelenmiştir.

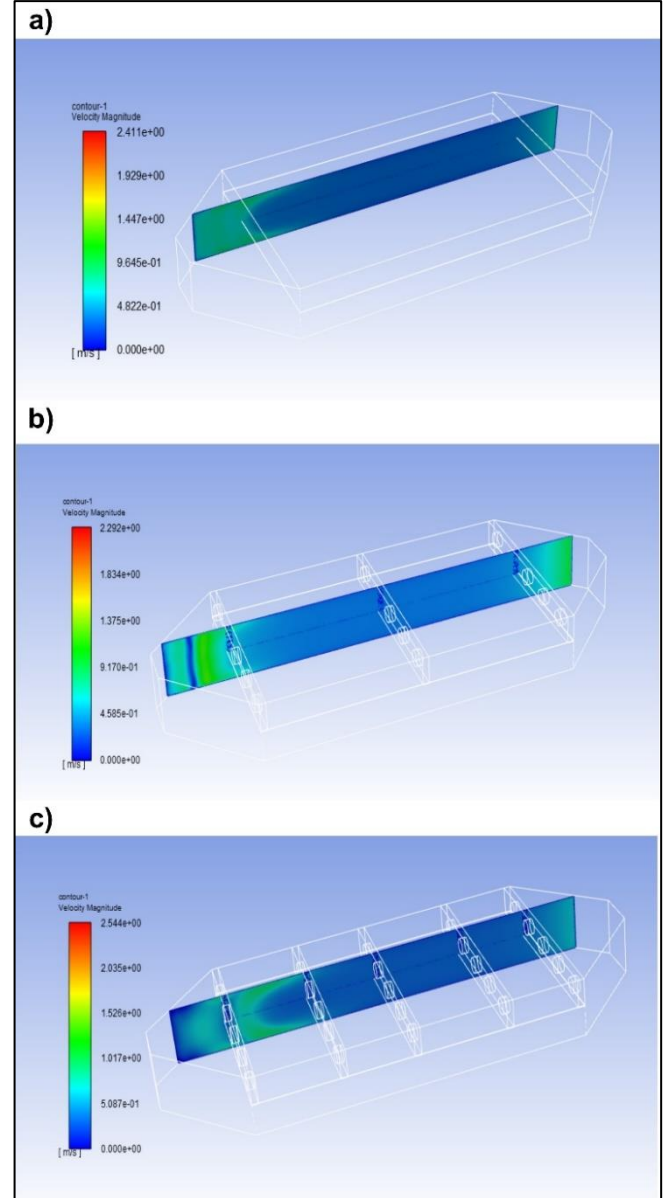
### III. TARTIŞMA

Bu bölümde sayısal olarak analizleri yapılan güneş enerjili hava ısıtıcısının sonuçları paylaşılmış ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Her bir kolektörde meydana gelen hava sıcaklık değişimleri ve kolektör içerisinde oluşan hava akış hızı değişimleri paylaşılmıştır.

Hava giriş ve çıkış noktası arasındaki sıcaklık farkları güneş enerjili hava ısıtıcılarının performansının en önemli ölçüsüdür. Temel amacı güneş enerjisini, içerisinde dolaşan havaya aktarmak olan bu sistemlerde maksimum hava çıkış sıcaklığı almak temel amaçtır. Bu bağlamda geliştirilmiş olan standart düz emici plakalı güneş enerjili hava ısıtıcıdan elde edilen hava çıkış sıcaklığı 27.5 °C, 3 ve 5 adet delikli hava kesiciye sahip olan güneş enerjili hava ısıtıcıdan elde edilen hava çıkış sıcaklığı sırasıyla 35.104 °C ve 38.087 °C'dir. Kanatçık etkisi yaratan hava kesicilerin sayısı ile hava çıkış sıcaklığı doğru orantılı olarak artmaktadır. Burada hava kesiciler, emici plakadan akışkana ısı transferini önemli ölçüde iyileştirmekte ve kolektör performansını arttırmaktadır. Şekil 3 güneş enerjili hava ısıtıcılarda meydana gelen sıcaklık değişimlerini göstermektedir. Bunun yanı sıra hava akış hızları da performans değerlendirmesi için önemli bir parametredir. Şekil 4, güneş hava ısıtıcılarında meydana gelen hava akış hızı değişimlerini göstermektedir. Delik sayısındaki artış hava akış hızlarına etki etmekte ve hava çıkış noktasında hız artışı görülmektedir.



Şekil 3. a) Standart emici plakalı güneş enerjili hava ısıtıcı sıcaklık değişimi b) 3 delikli kesicili emici plakalı güneş enerjili hava ısıtıcı sıcaklık değişimi c) 5 delikli kesicili emici plakalı güneş enerjili hava ısıtıcı sıcaklık değişimi



Şekil 4. a) Standart emici plakalı güneş enerjili hava ısıtıcı hava akış hızı değişimi b) 3 delikli kesicili emici plakalı güneş enerjili hava ısıtıcı hava akış hızı değişimi c) 5 delikli kesicili emici plakalı güneş enerjili hava ısıtıcı hava akış hızı değişimi

#### IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada düz plakalı güneş enerjili hava ısıtıcının performansının artırılması amaçlanmıştır ve sisteme farklı modifikasyonlar uygulanmıştır. Geliştirilmiş olan yeni sistemin emici plakasına delikli hava kanalları entegre edilmiş ve sayısal olarak sistem performansı analiz edilmiştir. Yapılan sayısal analizler Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği yaklaşımı ile yapılmış olup şu sonuçlar elde edilmiştir:

- Hava kesiciler sistem performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Standart düz plakalı, 3 adet delikli hava kesicili ve 5 adet delikli hava kesicili güneş enerjili hava ısıtıcı hava çıkış sıcaklıkları 27.5 °C, 35.104 °C ve 38.087 °C’dir.
- Hava kesiciler bir kanatçık etkisi yaratmış olup sistemde meydana gelen ısı transfer oranını arttırmıştır. Böylece sistem performansında iyileşme meydana gelmiştir.
- Hava akış hızları incelendiğinde delikli hava kesiciler doğrudan bir etkiye sahiptir. Bunun yanı sıra delik çapları da hava akış hızlarında etkiye sahiptir.

Yapılmış olan bu çalışmada güneş enerjili hava ısıtıcıların performansını arttırmak amaçlanmış ve yeni geliştirilmiş sistem sayısal olarak analiz edilmiştir. Bu bağlamda geliştirilmiş olan sistemin performansı başarılı olarak artırılmış olup, sistem performansı önemli ölçüde iyileştirilmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] 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.
- [2] D. Alta, E. Bilgili, C. Ertekin and O. Yaldiz, “Experimental investigation of three different solar air heaters: Energy and exergy analyses.” *Applied Energy*, vol. 87(10), pp. 2953-2973, 2010.
- [3] E. M. El-Said, M. M. Abou Al-Sood, E. 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.
- [4] A. D. Tuncer, A. Amini, and A. Khanlari, “Developing an infrared-assisted solar drying system using a vertical solar air heater with perforated baffles and nano-enhanced black paint.” *Solar Energy*, vol. 263, 111958, 2023.
- [5] A. Khanlari, A. D. Tuncer, F. Afshari, and G. Sözen, “Utilization of recyclable aluminum cans as fins in a vertical solar air heating system: An experimental and numerical study.” *Journal of Building Engineering*, vol. 63, 105446, 2023.
- [6] E. Y. Gürbüz, İ. Şahinkesen, A. D. Tuncer and A. Keçebaş, “Design and experimental analysis of a parallel-flow photovoltaic-thermal air collector with finned latent heat thermal energy storage unit.” *Renewable Energy*, vol. 217, 119154, 2023.
- [7] 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.
- [8] A. Sözen, C. Şirin, A. Khanlari, A. D. Tuncer and E. Y. Gürbüz, “Thermal performance enhancement of tube-type alternative indirect solar dryer with iron mesh modification.” *Solar Energy*, vol. 207, pp. 1269-1281, 2020.
- [9] A. Priyam and P. Chand, “Thermal and thermohydraulic performance of wavy finned absorber solar air heater.” *Solar Energy*, vol. 130, pp. 250-259, 2016.