

PARABOLİK OLUK TİPİ GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNİN ISIL ANALİZİ VE PARAMETRİK İNCELENMESİ

*Abdulvahap YİĞİT** 
*Nurullah ARSLANOĞLU** 

Alınma: 11.11.2020; düzeltme: 09.11.2021; kabul: 10.11.2021

Öz: Güneş enerjisi ısı uygulamaları içinde önemli bir yer tutan parabolik oluk tipi güneş toplayıcısı kullanılarak 800 K sıcaklıklara çıkmak mümkün olmaktadır. Bu toplayıcılarla elde edilen yüksek sıcaklıklı ısı enerjisi ile buhar üretmek, elektrik üretmek mümkün olabilmektedir. Ayrıca yüksek etki değerli absorpsiyonlu soğutma sistemleri de çalıştırılabilmektedir. Dünya üzerinde bu tür çok sayıda uygulama bulunmaktadır. Ülkemizde de az sayıda da olsa uygulamalar bulunmaktadır. Bu çalışmada, örnek olarak seçilen bir toplayıcı için termodinamiğin birinci kanuna göre, sürekli rejim halinde, enerji dengesi yazılarak denklemler çıkarılmıştır. Elde edilen denklemler kullanılarak toplayıcının ısı analizi yapılmıştır. Toplayıcı faydalı ısı değerini ve ısı verimini etkileyen ana parametrelerden; ışıma değeri, çevre sıcaklığı, rüzgar hızı, akışkan debisi ve akışkan giriş sıcaklığının etkisi yazılan bir program vasıtasıyla incelenmiştir. Yüksek akışkan debisi ve düşük akışkan giriş sıcaklığının verimi artırdığı bulunmuştur. Ayrıca, güneş ışıma şiddetinin büyük, çevre sıcaklığının yüksek ve rüzgar hızının düşük olduğu durumlarda daha yüksek ısı performans elde edilebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Parabolik oluk tipi güneş kollektörü, rüzgar hızı, çevre sıcaklığı

Thermal Analysis and Parametric Investigation of Parabolic trough Solar Collectors

Abstract: It is possible to reach temperatures of 800 K by using parabolic trough solar collector, which has an important place in solar thermal applications. It is possible to produce steam and generate electricity with high temperature heat energy obtained with these collectors. Also, highly efficient absorption cooling systems can be operated. There are many such applications in the world. There are a few applications in our country, though. In this study, for a collector selected as an example, according to the first law of thermodynamics, equations were obtained by writing the energy balance in a steady state. The thermal analysis of the collector was made using the equations obtained. Main parameters that affect useful heat value and thermal efficiency of collector; The effect of radiation value, ambient temperature, wind speed, fluid flow and fluid inlet temperature were examined through a program. It has been found that high fluid flow rate and low fluid inlet temperature increase efficiency. In addition, it has been observed that higher thermal performance can be obtained in cases where the intensity of solar radiation is high, the ambient temperature is high and the wind speed is low.

Keywords: Parabolic trough solar collector, wind speed, ambient temperature

* Bursa Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, TR-16059, Bursa, TÜRKİYE

İletişim yazarı: Nurullah Arslanoğlu (narslanoglu@uludag.edu.tr)

1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlilerinden birisi olan güneş enerjisi, günümüzde birçok uygulaması ile öne çıkmaktadır. Son yıllarda büyük gelişme gösteren fotovoltaik uygulamaların yanı sıra yüksek sıcaklık ısı uygulamaları da önem kazanmaktadır. Bunların en başında ise parabolik oluk toplayıcı (POT) uygulamaları gelmektedir. Bu toplayıcılarla ilgili, değişik yönleri ile araştırmalar devam etmektedir. Bu toplayıcıların en önemli özelliği, 800 K sıcaklığa kadar çıkılabilmesi ve buhar üretilebilmesidir. Buharın çok geniş bir kullanım alanı olduğu düşünüldüğünde, POT üzerinde yapılan çalışmaların yaygın etkisi anlaşılabilir. Diğer taraftan POT, absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde enerji kaynağı olarak başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Bu sayede absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin en büyük dezavantajı olan küçük COP değerlerini yükseltmek mümkün olabilmektedir. Yüksek kaynak sıcaklıkları ile, çift kademeli sistemler kullanılarak COP değerinin 1'in üzerine çıkartılması mümkün olmaktadır. Yazın soğutma ihtiyacımızın fazla olduğu dönemde, güneş enerjisinin de fazla olduğu düşünüldüğünde, oldukça önemli ve etkin bir ısı uygulama alanı olduğu görülmektedir.

Parabolik oluk tipi güneş toplayıcılar ile ilgili çalışmalar günümüzde oldukça güncel çalışmalardır. POT üzerinde yapılan yeni çalışmaları özetlemiştir (Yılmaz ve Mwesigye, 2018). Bir başka çalışmada POT'un 2 boyutlu ısı modellemesini yaparak, ısı ve ekserji veriminin çeşitli parametrelere bağlı değişimini incelemiştir (Mansour ve diğ., 2018). Diğer bir çalışmada POT üzerine ısı modelleme ve simülasyon çalışması yapılmıştır (Quezada-Garcia ve diğ., 2019). Oluşturdukları POT modeli üzerinden simülasyon çalışmaları yapmışlar ve farklı akışkanların ısı verim değerlerinin değişimini elde ederek karşılaştırmalar yapmışlardır. POT merkezinde yer alan cam çerçeve ile toplayıcı boru yüzeyi arasında vakum veya hava bulunması durumunda toplayıcı ısı analiz denklemleri değişmektedir. Hava bulunması halinde arada taşınım veya iletimle ısı transferi de oluşur. Başka bir çalışmada aradaki akışkanın verim üzerinde etkisi ısı analiz ile incelenmiştir (Kalogirou, 2012). Yapılan modelleme çalışmasında, bu tür toplayıcıların; verim, kayıp ısı ve ısı taşınım katsayısının değişimini incelemişler ve sonlu elman yöntemi ile boru içindeki sıcaklık dağılımları da bulunarak ısı analize dahil edilmiştir (Tzivanidis ve diğ., 2015). Nusselt sayısının ısı verim üzerinde etkisi de literatürde detaylı olarak incelenmiştir (Bellos ve Tzivanidis, 2018).

Bu çalışmada, seçilen bir POT için ısı analiz yapılmıştır. POT modeli oluşturularak gerekli denklemler çıkarılmış ve bu denklemler enerji dengesinde yerine konularak ısı analiz yapılmıştır. Öncelikle, aynı giriş parametreleri kullanılarak, ısı verim ve faydalı ısı değerleri, benzer çalışmalarla karşılaştırılarak modelin doğruluğu ortaya konulmuştur. MATLAB programlama dilinde yazılan bir program ile parabolik oluk tipi toplayıcılarda; akışkan giriş sıcaklığı, çevre sıcaklığı, direk ışınım şiddeti, akışkan debisi ve rüzgar hızı gibi parametrelerin ısı verim üzerinde etkileri ortaya konulmuştur.

2. MODELLEME VE ISIL ANALİZ

2.1. Modellenen Parabolik Oluk Toplayıcı Özellik ve Boyutları

Öncelikle bir parabolik oluk tipi toplayıcı seçiminin yapılması gerekmektedir. Aynı giriş parametreleri kullanılarak yapılan modellemenin doğrulanabilmesi için verilen kaynaklarda ısı modellemelerde kullanılan bir toplayıcı seçimi yapılmıştır. Tablo 1'de seçilen LS-2 parabolik toplayıcının özellik ve boyutları verilmiştir (Bellos ve Tzivanidis, 2018). Toplayıcının absorberi paslanmaz çeliktendir. Absorber ile cam silindir arasında vakum oluşturulmuştur ve dolayısıyla absorber ile cam yüzey arasında taşınım ile ısı transferi olmadığı kabul edilmektedir (Tzivanidis ve diğ., 2015).

Tablo 1. Seçilen parabolik kollektör özellik ve boyutları.

Parametre	Sembol	Büyükölük
Genişlik	W	5 m
Uzunluk	L	7,8 m
Odak Uzunluđu	f	1,71 m
Açıklık alanı	A _a	39 m ²
Yoğunlaştırma Oranı	C	22,74
Alıcı boru iç çapı	D _{ri}	66.10 ⁻³ m
Alıcı boru dış çapı	D _{ro}	70.10 ⁻³ m
Cam silindir iç çapı	D _{ci}	109.10 ⁻³ m
Cam silindir dış çapı	D _{co}	115.10 ⁻³ m
Cam ışınım yayma oranı	ε _c	0,9
Cam ışınım geçirme oranı	τ	0,95
Absorber ışınım yutma oranı	α	0,96
Açıklık alanı yansıtma oranı	ρ _c	0,83
Absorber ışınım yayma kat.	ε _r	0,2
Maksimum optik verim	η _{opt}	0,75

2.2. Modellemede Kullanılan Eşitlikler

Modellemede kullanılan eşitlikler bu kısımda verilecektir. Öncelikle parabolik güneş toplayıcıları tek eksenli güneşi takip eden sistemlerle kullanılır. Eksen doğrultusu genel olarak güney-kuzey doğrultusudur. Bu doğrultu bazı bölgelerde değişiklik gösterebilir. Yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımının sadece direkt ışınım kısmı toplayıcı üzerine gelen ışınımdır. Bu durumda toplayıcı üzerine gelen ışınım miktarı(W/m²) (Kalogirou, 2014),

$$Q_s = I_b A_a \quad (1)$$

eşitliği ile bulunur. Burada I_b (W/m²) olarak yatay düzleme düşen anlık direkt güneş ışınım değeridir. Toplayıcı açıklık alanı tarafından yutulan ısı, toplayıcı üzerine düşen ışınım ile maksimum optik verim (η_{opt}) ile çarpılarak bulunur (Kalogirou, 2014) .

$$Q_{yut} = Q_s \eta_{opt} \quad (2)$$

Maksimum optimum verim; açıklık alanı ve yüzey özelliklerine bağlı olarak řu şekilde hesaplanır (Kalogirou, 2014) ;

$$\eta_{opt} = \alpha \tau \rho \gamma K(\theta) \quad (3)$$

Bu eşitlikte ρ açıklık alanının yansıtma oranıdır. Düşüş açısı düzeltme değerı (K(θ)) ile intercept faktör (γ) değerı gene olarak 1.0 olarak alınmaktadır. Bu çalışmada da 1.0 olarak kabul edilmiştir.

Toplayıcı faydalı ısı (W/m²); akışkan giriş ve çıkış sıcaklıklarına bağlı olarak (Kalogirou, 2014) ;

$$Q_u = \dot{m} c_p (T_c - T_g) \quad (4)$$

şeklinde yazılabilir. Bu eşitlikte, alıcı (receiver) borusu içinden akan akışkan debisi m (kg/s), çıkış sıcaklığı ve giriş sıcaklıkları sırasıyla T_c (K) ve T_g (K) ve c_p (J/kgK) akışkanın özgül ısıdır. Buradaki faydalı ısı, yutucu yüzeyden akışkana taşınım ile transfer olan ısıya eşittir. Dolayısıyla faydalı ısı miktarı, ortalama ısı taşınım katsayısı kullanılarak, şu şekilde de yazılabilir:

$$Q_u = h_m A_{ri} (T_r - T_{ort}) \quad (5)$$

Burada h_m (W/m²K) boru içinde ortalama ısı taşınım katsayısı, T_{ort} ise akışkan giriş ve çıkış sıcaklıklarının aritmetik ortalaması ve T_r ise yutucu yüzey ortalama sıcaklığıdır. Bu sıcaklık diğer parametrelere bağlı olarak eşitliklerin çözümü ile bulunur. Açıklık alanı tarafından yutulan ısı, faydalı ısı ile kayıp ısı (Q_{kay}) toplamına eşittir.

$$Q_{yut} = Q_u + Q_{kay} \quad (6)$$

Alıcı boru içinden akışkanın akışının genelde türbülanslı olması istenir. Boru içinden türbülanslı akışta Nusselt Sayısı (Nu) için şu eşitlik kullanılmıştır (Kılıç ve Yiğit, 2019):

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} \quad (7)$$

Buradaki boyutsuz sayılar şu şekilde tanımlanır:

$$Nu = \frac{h D_{ri}}{k} \quad (8)$$

$$Re = \frac{4 m}{\pi D_{ri} \mu} \quad (9)$$

$$Pr = \frac{\mu c_p}{k} \quad (10)$$

Burada μ (Pa s) akışkanın dinamik viskozitesi ve k (W/mK) ısı iletim katsayısıdır. Akışkana ait termofiziksel özellikler, Syltherm 800 sentetik yağ için, şu eşitliklerle hesaplanır (Peiro ve diğ., 2017):

$$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)} = -1,671 \cdot 10^{-6} T^3 + 4,216 \cdot 10^{-4} T^2 - 0,917 T + 953,17 \quad (11)$$

$$v \text{ (m}^2\text{/s)} = -2,106 \cdot 10^{-18} T^5 + 3,322 \cdot 10^{-15} T^4 - 2,125 \cdot 10^{-12} T^3 + 7,061 \cdot 10^2 - 1,274 \cdot 10^{-7} T + 1,095 \cdot 10^{-5} \quad (12)$$

$$c_p \text{ (kJ/kg K)} = 1,706 \cdot 10^{-3} T + 1,574 \quad (13)$$

$$k \text{ (W/mK)} = -1,881 \cdot 10^{-4} + 0,139 \quad (14)$$

Burada T(°C) akışkan sıcaklığıdır. Bu çalışmada akışkan özellikleri bulunurken T_{ort} sıcaklığı kullanılmıştır.

Yutucu yüzeyden dış cam yüzeye, arada vakum olduğundan, sadece ışınlama ısı transferi gerçekleşir. Sürekli rejim halinde ışınlama olan ısı transferi için,

$$Q_{kay} = \frac{A_{ro} \sigma (T_r^4 - T_c^4)}{\frac{1}{\varepsilon_r} + \frac{1 - \varepsilon_c A_{ro}}{\varepsilon_c A_{ci}}} \quad (15)$$

eşitliği yazılır (Bellos ve ark, 2017). Cam yüzey ile çevre havası arasında taşınım ve ışınlama ısı transferi olmaktadır. Cam yüzeyden ışınlama ve taşınım olan ısı transferinin toplamı sürekli rejimde yutucu yüzeyden cam yüzeye olan ışınlama ısı transferine eşit alınır. Çünkü arada vakum bulunmaktadır ve taşınım ısı transferi oluşmaz. Dolayısıyla şu eşitlik yazılabilir (Bellos ve diğ., 2017).

$$Q_{kay} = A_{co} h_{dış} (T_c - T_{çev}) + A_{co} \sigma \varepsilon_c (T_c^4 - T_{çev}^4) \quad (16)$$

Burada T_{çev} (K) çevre sıcaklığıdır ve toplayıcının bulunduğu ortamın ortalama çevre sıcaklığı olarak alınır. σ (W/m² K⁴) Stefan-Boltzmann katsayısıdır ve değeri 5,67.10⁻⁸ dir. T_c (K) cam yüzey sıcaklığı ve h_{dış} (W/m² K) cam dış yüzeyindeki ısı taşınım katsayısıdır ve rüzgar hızına, V(m/s), bağlı olarak şu eşitlikten hesaplanır (Bellos ve diğ., 2018) :

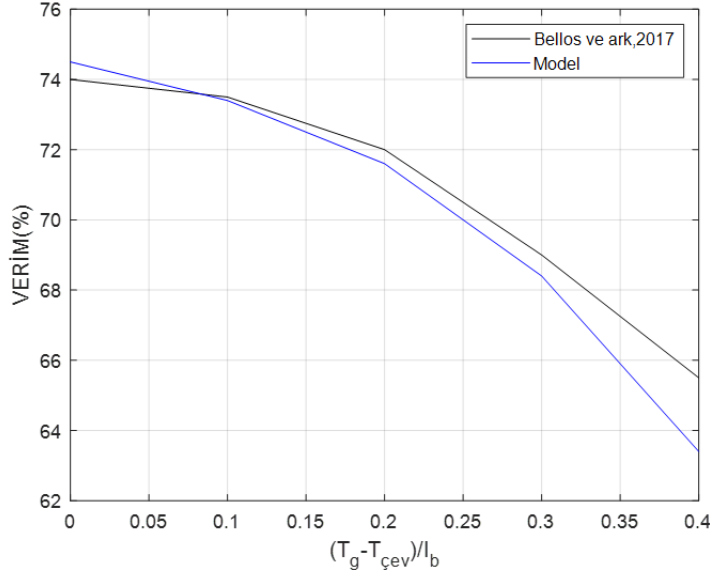
$$h_{dış} = 4 V^{0.58} D_{co}^{-0.42} \quad (17)$$

Bütün bu denklemler kullanılarak yutucu yüzey sıcaklığı, cam yüzey sıcaklığı ve akışkan çıkış sıcaklığı hesaplandıktan sonra faydalı ısı ve kayıp ısı hesaplanır. Isıl verimin tanımı, faydalı ısının yutulan ısıya oranıdır ve şu şekilde ifade edilir (Bellos ve diğ., 2017):

$$\eta_{th} = \frac{Q_u}{Q_s} \quad (18)$$

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu kısımda öncelikle yapılan modellemenin doğruluğu, MATLAB programlama dilinde yazılan program ile ortaya konulmuştur. Bunun için aynı POT özellikleri ve giriş ve çevre parametreleri kullanılarak, benzer modelleme çalışmaları ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Daha sonra yapılan hesaplamalar ile POT parametrelerinin ısıl verim üzerindeki etkileri elde edilmiş ve şekiller yardımı ile tartışması yapılmıştır. Bu tür toplayıcıların ısıl analiz çalışmalarında en önemli çıktı, toplayıcının ısıl verimidir. Farklı parametrelere göre ısıl verimin değişimini veren şekiller elde edilmiştir. Bu çalışmada, en fazla kullanılan parametrelere göre karşılaştırmalar yapılmıştır.



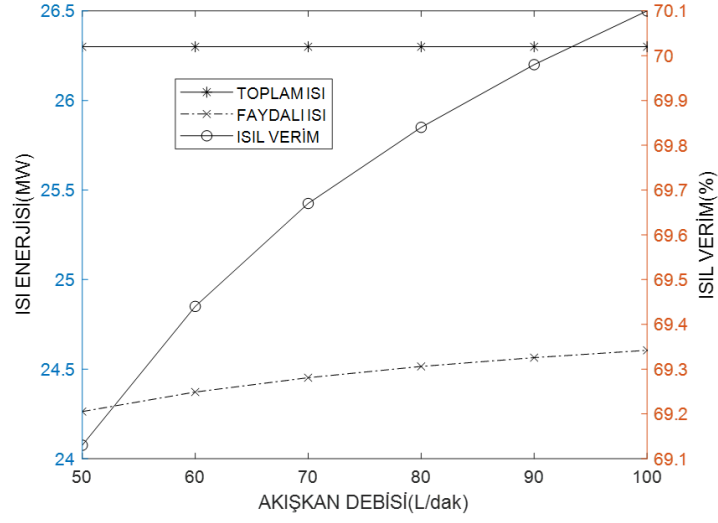
Şekil 1:

POT ısı veriminin değişimi ve deneysel çalışma ile karşılaştırılması.

Diğer parametreler aynı kalmak şartıyla, ısı veriminin, akışkan giriş sıcaklığı ile çevre sıcaklığı farkının direk ısıtım değerine bölümüne göre, değişimi Şekil 1'de görülmektedir. (Bellos ve Tzivanidis, 2017) tarafından yapılan deneysel çalışma ile karşılaştırıldığında oldukça iyi bir uyum olduğu görülmektedir. Akışkan giriş sıcaklığı arttıkça verim düşmektedir. Akışkan giriş sıcaklığının çok yüksek seçilmesi durumunda akışkan özelliklerinin hesaplanmasında kullanılan eşitlikler doğru sonuç vermemektedir. Bunun sebebi ise, bu eşitliklerin pratikte karşılaşılan akışkan sıcaklık aralıkları için çıkarılmış olmasıdır. Dolayısıyla, $(T_g - T_{\text{cev}})/I_b$ değerinin 0.4 den büyük olduğu bölgeler incelenmemiştir. Literatürde verilen benzer çalışmalarda da, bu oran için bu aralıkların kullanıldığı görülmektedir.

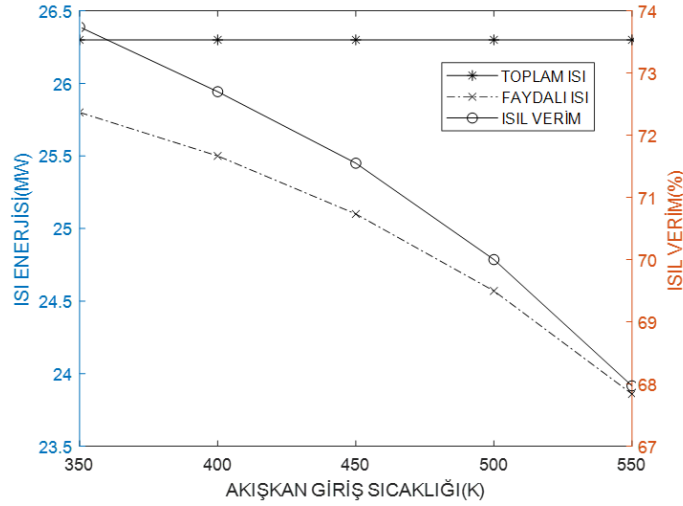
Yazılan program kullanılarak, POT için çeşitli parametrelere göre verim, toplayıcıya gelen toplam ısı ve faydalı ısı değerleri bulunmuş ve şekillerde verilmiştir. Şekil 2 incelendiğinde, artan akışkan debisi ile verimin ve faydalı ısının arttığı görülmektedir. Artan akışkan debisi alıcı boru içindeki akışın ısı taşınım katsayısını artırmakta bu da akışkana geçen faydalı ısıyı artırmaktadır. Bu artış verimin artmasına sebep olmaktadır. Bu sonuç, 4 ve 5 nolu eşitlikler incelendiğinde açık olarak görülmektedir. Burada toplam ısı hemen hemen sabit kalırken faydalı ısı çok az artmakta, bu da ısı veriminin çok az bir artmasına sebep olmaktadır. Toplam ısı yaklaşık sabit kalırken, faydalı ısı ve ısı veriminin artmasının sebebi ise; boru içinde artan ısı taşınımının boru yüzey sıcaklığının azalmasına sebep olmasıdır. Azalan yutucu yüzey sıcaklığı, kayıp ısının azalmasına sebep olmaktadır. Bu hesaplamada çevre parametrelerinden; rüzgar hızı 3 m/s, çevre sıcaklığı 300 K ve direk ısıtım miktarı 1000 W/m^2 olarak alınmıştır.

Diğer bir parametrik inceleme de, artan akışkan giriş sıcaklığı ile verim ve faydalı ısının azaldığı görülmektedir (Şekil 3). Bunun sebebi artan giriş sıcaklığı alıcı boru yüzey sıcaklığını artıracaktır. Bu yüzey ile cam yüzey arasında, arada vakum olduğundan, sadece ışımla ısı transferi olmaktadır. Işımla ısı transferi ise sıcaklığın dördüncü kuvveti ile arttığından, cam yüzeye olan ısı transferi artacaktır. Sürekli rejim halinde ışımla cam yüzeye gelen ısı, bu yüzeyden de taşınım ve ışımla kayıp ısı olarak çevreye atılacaktır. Artan kayıp ısı ise ısı verimi azaltacaktır.



Şekil 2:

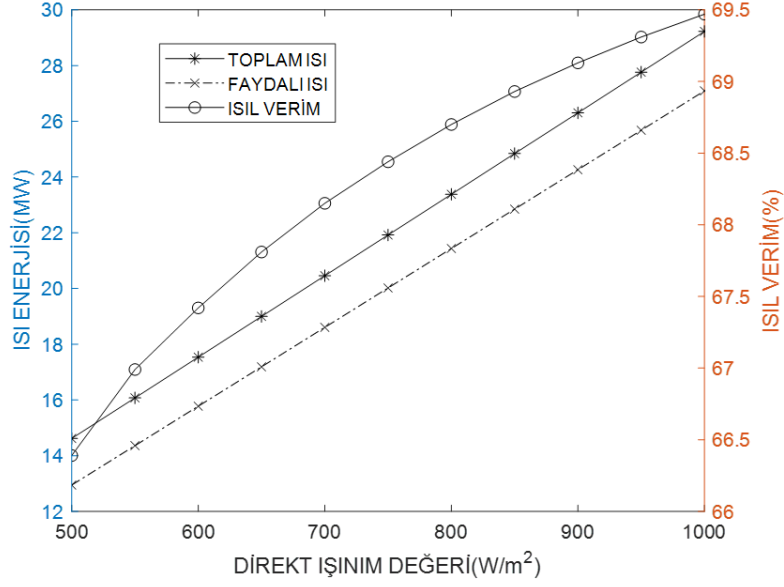
Akışkan debisinin değişimine göre ısı verim, toplam ısı ve faydalı ısının değişimi.



Şekil 3:

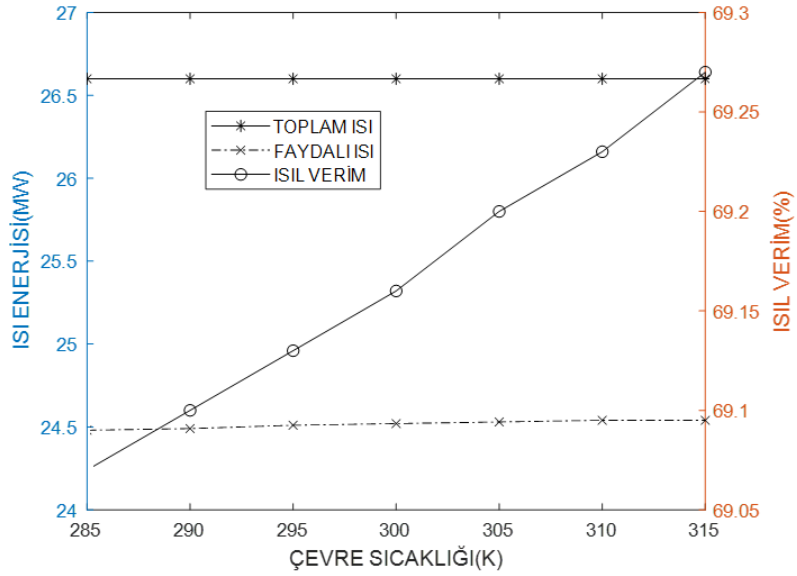
Akışkan giriş sıcaklığına göre POT ısı performans değerlerinin değişimi.

POT ısı veriminin çevresel parametrelere göre değişimi de, bu çalışmada, incelenmiştir. Bunlardan en önemlisi güneşten gelen direkt ışınım miktarına göre değişimdir. Işınım miktarı arttıkça; toplam ısı, faydalı ısı ve ısı verim artmaktadır. Ancak artış hızı, diğer bir ifadeyle eğrinin eğimi, direkt ışınım değerinin 800 W/m^2 değerinden itibaren azalmaktadır. Bunun sebebi ise bu noktadan itibaren ısı kayıplardaki artışın daha baskın olmasıdır (Şekil 4). Gelen ışınım şiddetinin artmasıyla akışkana geçen faydalı ısı artacak dolayısıyla ısı verim artacaktır. Ancak ışınım şiddetinin artması alıcı yüzey sıcaklığının da artmasına dolayısıyla ısı kayıpların artmasına da sebep olacaktır. Be etki ışınım şiddetinin belli bir değerinden (800 W/m^2) sonra daha etkili hale geldiğinden, ısı verimdeki artış hızının azalmasına sebep olmaktadır.

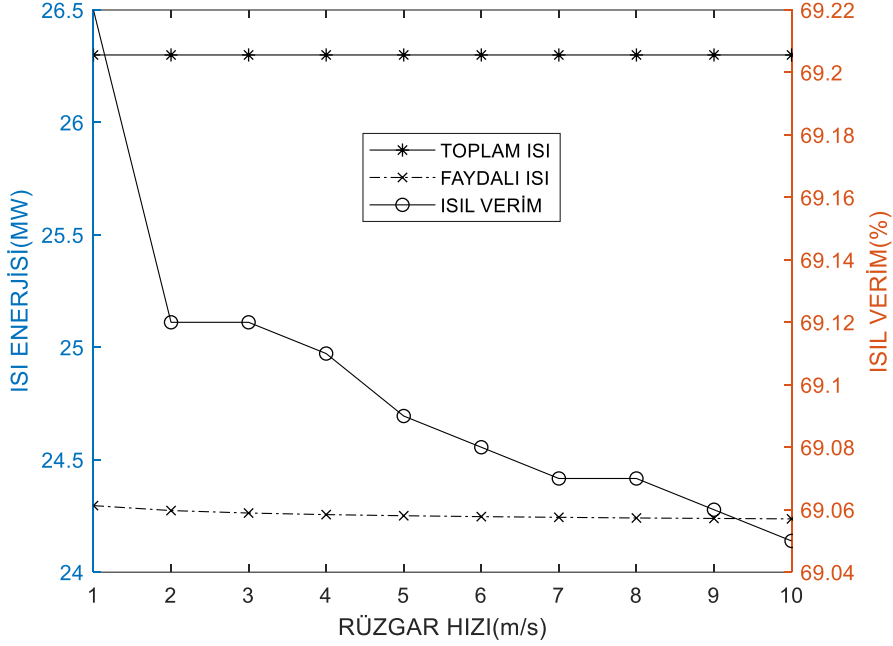


Şekil 4:
Direk güneş ışınımına göre POT ısı performansının değişimi.

Şekil 5 ve Şekil 6 ise, POT ısı performans değerlerinin çevre parametrelerinden olan çevre sıcaklığı ve rüzgâr hızına göre değişimini göstermektedir. Çevre sıcaklığının artmasıyla ısı verim artmaktadır. Bunun sebebi ise ısı kayıpların azalması ve faydalı ısının artmasıdır. Rüzgâr hızının artmasıyla ise ısı verim düşmekte ve faydalı ısı azalmaktadır. Bun artan rüzgâr hızının, cam borunun dış yüzeylerinden taşınım ile olan ısı kaybını artırması sebep olmaktadır. Böylece faydalı ısıyı azalmakta ve ısı verim düşmektedir.



Şekil 5:
POT ısı değerlerinin çevre sıcaklığına göre değişimi.



Şekil 6:
POT ısı değerlerinin rüzgar hızına göre değişimi.

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Parabolik oluk tipi güneş toplayıcıları, güneş enerjisinin ısı uygulamalarında en güncel konulardan birisidir. Yüksek kaliteli ısı enerjisi üretilebildiğinden önem kazanmıştır. Sanayide çok kullanılan buhar, bu tür toplayıcılarla üretilebilmektedir. Ayrıca bu toplayıcılar, absorpsiyonlu soğutma sistemleri ve elektrik üretiminde kullanılabilir. Bu çalışmada bu sistemlerin ısı analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar şekiller yardımıyla açıklanmıştır. Bu sistemlerde çok sayıda akışkan kullanılmaktadır. Direkt olarak su kullanılması da mümkündür ve 200°C üzerinde direk buhar üreten toplayıcılar bulunmaktadır. Bu tür toplayıcılarda daha yaygın olarak sentetik ısı yağlar akışkan olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada yapılan ısı analiz ile birçok parametrenin toplayıcının ısı performansı üzerinde etkisi incelenmiştir. Toplayıcılarda kullanılacak akışkan debisinin yüksek seçilmesi faydalı ısı ve ısı verimi artırmaktadır. Toplayıcıya akışkan giriş sıcaklığının artması ısı verimi düşürmektedir. Dolayısıyla bu tür toplayıcıların yüksek sıcaklık uygulamalarında düşük verimle çalışacağı görülmektedir. Absorpsiyonlu soğutma sistemleri gibi, izafi olarak, daha düşük sıcaklık uygulamaları için kullanılmaları uygun olacaktır. Çevresel parametrelerin etkisi incelendiğinde, bu toplayıcıların ışınım şiddetinin büyük olduğu bölgelerde kullanılması halinde, yüksek ısı verim elde edilebileceği görülmüştür. Ülkemizin güney bölgelerinde kullanılmaları daha uygun olacaktır. Bu bölgelerde yazın güneş ışınımının yüksek olduğu ve soğutma ihtiyacının da fazla olduğu bilinmektedir. Bu bölgelerde, soğutma ihtiyacını karşılamak için, absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin kullanılması faydalı olacaktır. Diğer çevresel parametrelerden çevre havası sıcaklığının yüksek olması ısı verimi artırdığından, çevre sıcaklığının yüksek olduğu bölgelerde kullanılmaları önerilmektedir. Rüzgâr hızı ile ısı performans değişimi incelendiğinde artan rüzgâr hızının ısı verimi ve faydalı enerjiyi düşürdüğü görülmektedir. Dolayısıyla rüzgâr hızının yüksek olduğu rüzgârlı bölgelerde bu tür toplayıcıların kullanılmasının pek uygun olmayacağı görülmüştür.

Sonuç olarak bu tür toplayıcılar; yüksek akışkan debisinde, düşük akışkan giriş sıcaklığında çalıştırıldığında, diğer taraftan, güneş ışınım şiddetinin büyük, çevre sıcaklığının yüksek ve rüzgar hızının düşük olduğu durumlarda daha yüksek ısı performans vermektedirler. Bir sonraki çalışmada, sürekli rejimde yapılan bu analizin geçici rejim için yapılması faydalı olacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadırlar.

YAZAR KATKISI

Abdulvahap Yiğit çalışmanın kavramsal ve/veya tasarım süreçlerinin belirlenmesi, makale taslağının oluşturulması, son onay ve tam sorumluluk, Nurullah Arslanoğlu çalışmanın kavramsal ve/veya tasarım süreçlerinin yönetimi, fikirselleştirme içeriğinin eleştirel incelemesi, son onay ve tam sorumluluk.

KAYNAKLAR

1. Bellos, E., Tzivanidis, C. (2017) Parametric investigation of nanofluids utilization in parabolic trough collectors, *Thermal Science and Engineering Progress*, 2, 71-79. doi.org/10.1016/j.tsep.2017.05.001
2. Bellos, E., Tzivanidis, C. (2018) Assessment of the thermal enhancement methods in parabolic trough collectors, *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 9, 59-70. doi.org/10.1007/s40095-017-0255-3
3. Kalogirou, S. A. (2012) A detailed thermal model of a parabolic trough collector receiver, *Energy*, 48(1), 298-306. doi.org/10.1016/j.energy.2012.06.023
4. Kalogirou, S. A. (2014) *Solar energy engineering: processes and systems*, Academic Press.
5. Kılıç, M., Yiğit, A. (2010) *Isı transferi*, Alfa Aktüel Yayın, Türkiye.
6. Mansour, K., Boudries, R., Dizene, R. (2018) Optical, 2D thermal modeling and exergy analysis applied for performance prediction of a solar PTC, *Solar Energy*, 174, 1169-1184. doi.org/10.1016/j.solener.2018.09.040
7. Peiró, G., Gasia, J., Miró, L., Prieto, C., Cabeza, L. F. (2017) Influence of the heat transfer fluid in a CSP plant molten salts charging process, *Renewable Energy*, 113, 148-158. doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.083
8. Quezada-García, S., Sánchez-Mora, H., Polo-Labarríos, M. A., Cázares-Ramírez, R. I. (2019) Modeling and simulation to determine the thermal efficiency of a parabolic solar trough collector system, *Case Studies in Thermal Engineering*, 16, 100523. doi.org/10.1016/j.csite.2019.100523
9. Tzivanidis, C., Bellos, E., Korres, D., Antonopoulos, K. A., Mitsopoulos, G. (2015) Thermal and optical efficiency investigation of a parabolic trough collector, *Case Studies in Thermal Engineering*, 6, 226-237. doi.org/10.1016/j.csite.2015.10.005
10. Yılmaz, İ. H., Mwesigye, A. (2018) Modeling, simulation and performance analysis of parabolic trough solar collectors: A comprehensive review, *Applied energy*, 225, 135-174. doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.05.014