



ARAŞTIRMA MAKALESİ (Research Article)

**YATAY TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI SİSTEMİNİN SİVAS ŞARTLARINDA
PERFORMANS ANALİZİ**

Mustafa CANER^{1,*}, Netice DUMAN², Ertan BUYRUK³, Ferhat KILINÇ⁴

¹ Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, mustafacaner@cumhuriyet.edu.tr,
ORCID: 0000-0002-3674-7881

² Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Meslek Yüksekokulu, Sivas, nduman@cumhuriyet.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9926-8511

³ Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, buyruk@cumhuriyet.edu.tr,
ORCID: 0000-0002-6539-7614

⁴ Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, fkilinc@cumhuriyet.edu.tr,
ORCID: 0000-0003-2707-6438

Geliş Tarihi (Received Date):02.07.2018

Kabul Tarihi (Accepted Date):06.07.2018

ÖZ

Ülkemizde iklimlendirme için harcanan enerji toplam tüketimin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında iklimlendirme için daha verimli sistemlerin veya yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması son derece önemlidir. Kaynak olarak doğadaki enerjiyi kullanan ısı pompası sistemleri bu sistemlerden biridir. Bu çalışmada, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi kampüsünde bulunan enerji evine kurulan yatay toprak kaynaklı ısı pompası (TKIP) sisteminin performansı araştırılmıştır. 2,5 m derinliğe yerleştirilen toprak ısı değiştiricisi 4 hattan oluşturulmuş ve toplam uzunluğu 370 m'dir. Deneyler sonucunda farklı derinliklerde toprak sıcaklıklarının değişimi, iç ve dış ortam sıcaklıklarının değişimi ile ısı pompasının ve sistemin performans katsayılarının değişimi elde edilmiştir. Isı pompasının ve sistemin performans katsayıları (COP_{IP} ve COP_S) sırasıyla 1,96 – 2,3 ve 1,7 – 1,99 değerleri arasında elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Isı pompası, ısıtma, performans katsayısı*

**PERFORMANCE ANALYSIS OF HORIZONTAL GROUND SOURCE HEAT PUMP
SYSTEM IN SIVAS**

ABSTRACT

The energy consumed for air conditioning constitutes a significant part of total consumption in our country. Given this situation, it is crucial to use more efficient systems or renewable energy sources for air conditioning. Heat pump applications, which are one of these systems using natural energy as a source. In this study, the performance of the horizontal ground source heat pump system (GSHP) installed in the energy house at the Sivas Cumhuriyet University campus was investigated. The underground heat exchanger that was placed at a depth of 2,5 m had 4 lines and a total length of 370 m. As a result of the experiments, the variation of the soil temperature at different depths, the change of the indoor and outdoor temperatures and the change of the heat pump and system performance

coefficients were obtained. The performance coefficients of the heat pump and the system (COP_{HP} and COP_{SYS}) were obtained between 1,96 – 2,3 and 1,7 – 1,99 respectively.

Keywords: *Heat pump, heating, coefficient of performance*

1. GİRİŞ

2014 yılında Türkiye'nin enerji üretiminin ihtiyacını karşılama oranı %25 olarak gerçekleşmiştir [1]. Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynaklarının aktif olarak kullanılabilmesi için bir coğrafi bölgede bulunmaktadır. Kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılması ile birlikte enerjide dışa bağımlılığımız büyük ölçüde azalacaktır. Bu nedenle enerji tasarrufu sağlayacak sistemler önem kazanmaktadır.

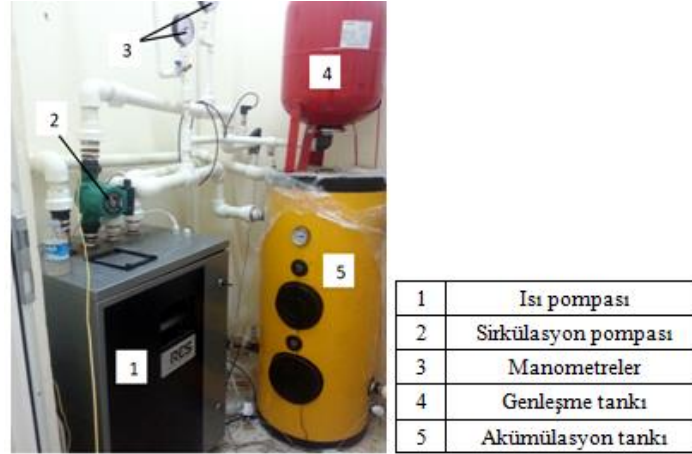
Son yıllarda kullanımı yaygınlaşan ve çevre dostu olan ısı pompası sistemleri enerji gereksinimine bir çözüm yöntemi olarak değerlendirilebilir [2]. Isı pompası sistemleri kaynak olarak toprakta, yer altı sularında ve havada depolanan enerjiyi kullanırlar [3]. Ülkemizin iklim özellikleri dikkate alındığında ısı pompasının kullanımının yaygınlaşması ülkemizin menfaatleri doğrultusunda olacaktır. Isı pompaları hakkında dünyada ve ülkemizde çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Naili vd. [4], Kuzey Tunus'un sıcak iklim koşullarında 1 m derinlikte gömülü 50 m uzunluktaki YTID'nin enerji ve ekserji analizini yapmışlardır. Mao ve Chen [5], 16,6 kW gücünde toprak kaynaklı bir ısı pompası sistemi kurmuşlardır. Sonuçlar altı gün süren deneylerde sistemdeki COP değerlerinin 1,56 – 2,01 aralığında olduğunu göstermektedir. Zhai vd. [6], 180 m² kapalı alana sahip bir toplantı salonunu iklimlendirmek amacıyla Shanghai Jiao Tong Üniversitesi yeşil enerji binasında küçük bir TKIP sistemi tasarlayıp kurmuşlardır. Hepbaşlı ve Akdemir [7], Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde bulunan 65 m²'lik bir odayı ısıtmak için 50 m derinliğinde kapalı devre dikey tip toprak kaynaklı ısı pompası sistemi kurmuşlardır. Bu sistemin performansını belirlemek ve ekserji analizini yapmak için deneyler yapmışlardır. Esen vd. [8], Elazığ'da yerden ısıtma için bir test odasına bağlanan yatay toprak kaynaklı ısı pompası sistemi tasarlamış ve kurmuşlardır. Deneyler sonucunda sistemin performansı belirlenmiş ve ekonomik analizi yapılmıştır. Sistemin doğalgaz için ekonomik bir alternatif olmadığı anlaşılmıştır. Pulat vd. [9], Bursa'nın kış mevsimi koşullarını dikkate alarak yatay toprak kaynaklı ısı pompasının performansını değerlendirmişlerdir. Isı pompası ve sistemin COP değerleri sırasıyla 2,46 – 2,58 ve 4,03 – 4,18 arasında bulunmuş ve TKIP sisteminin maliyetinin geleneksel sistemlere göre daha uygun olduğu gözlemlenmiştir. Benli [10], 30 m²'lik bir cam sera ısıtması için yatay bir TKIP sistemi ve dikey bir TKIP sisteminin performansı arasında deneysel bir karşılaştırma yapılmıştır. İki topraklı kaynaklı ısı pompasının ve genel sistemin performanslarının ısıtma katsayısı sırasıyla, yatay TKIP için 3,1 – 3,6 ve 2,7 – 3,3, dikey TKIP için 3,2 – 3,8 ve 2,9 – 3,5 olarak belirlenmiştir. Özdemir ve Özkaya [11], Ankara ilinde 40 m sondaj derinliğine sahip düşey tip TKIP kullanarak 27,3 m³ hacmindeki bir odanın ısıtmasını ve soğutmasını gerçekleştirmiştir. Isıtma mevsiminde COP_{IP} ve COP_S sırasıyla 3,85 ve 3,45 olarak bulunurken, soğutma mevsiminde 3,12 ve 2,81 olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada daha önce yapılan çalışmadan [12], farklı olarak toprak kaynaklı ısı pompası sisteminin Aralık ayının başındaki performansı araştırılmıştır. Bunun için sistem sekiz gün (03 – 10 Aralık) boyunca kesintisiz çalıştırılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda ısı pompasının bu tarihlere ait performansı elde edilmiştir.

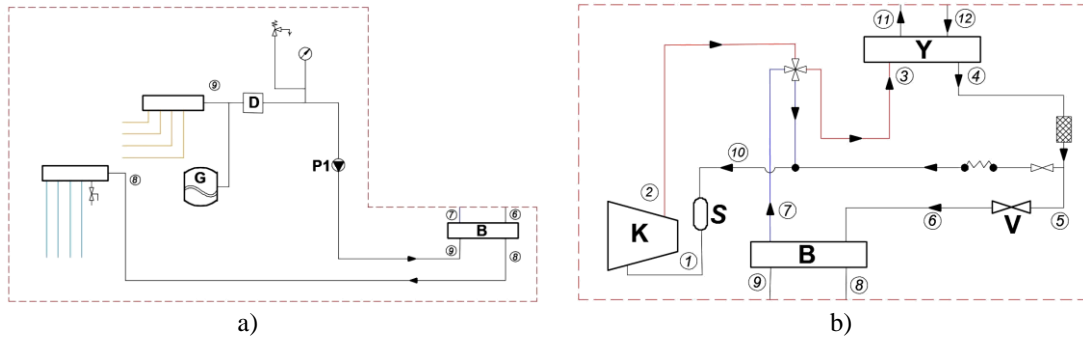
2. DENEYSEL ÇALIŞMA

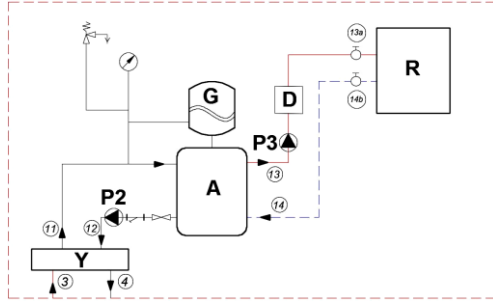
Bu çalışmada, yatay tip toprak ısı değiştiricili bir ısı pompasının Sivas şartlarında ısıtma performansı araştırılmıştır. Bu amaçla Sivas Cumhuriyet Üniversitesi yerleşkesinde bulunan yaklaşık 30 m² taban alanına sahip enerji evine yatay tip toprak kaynaklı ısı pompası sistemi kurulmuştur. Bu sistemin bir fotoğrafı şekil 1’de gösterilmiştir.



şekil 1. Cumhuriyet Üniversitesine kurulan toprak kaynaklı ısı pompasının fotoğrafı.

Sistem toprak altı devresi, ısı pompası devresi ve ısıtma devresi olmak üzere üç kapalı devreden oluşmaktadır. şekil 2’de bu devrelere ait tesisat şemaları verilmiştir.





A	Akümülayon tankı
B	Buharlaştırıcı
D	Debimetre
G	Genleşme tankı
K	Kompresör
P	Sirkülayon pompası
R	Radyatör
S	Seperatör
V	Kısılma vanası
Y	Yoğuşturucu

c)

Şekil 2. a) Toprak devresi b) ısı pompası devresi c) ısıtma devresi.

Toprak altı ısı değiştiricisinin 2,5 m derinliğe yerleştirilme aşamaları Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Toprak altı ısı değiştiricisinin 2,5 m derinliğe yerleştirilme aşamaları.

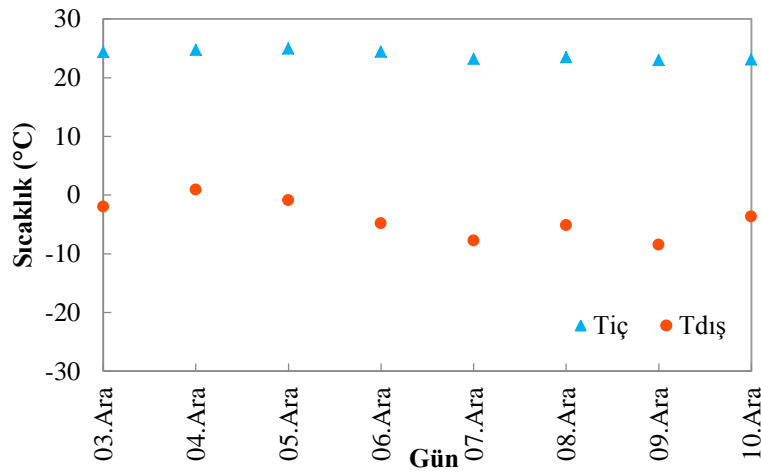
Toprak altı ısı değiştiricisinde dolaştırılan su-antifriz karışımı topraktan ısı çekerek buharlaştırıcıya girer. Burada ısınıyı soğutucu akışkan R410a’ya aktarır. Bu işlem sırasında tamamen buharlaşan R410a kızgın buhar fazından kompresöre girer. Burada basıncı ve sıcaklığı artar. Buradan yoğuşturucuya girer ve sıvı faza gezerken ısınıyı suya aktarır. Isınan su akümülayon tankına gönderilir. Akümülayon tankı ile radyatörler arasında dolaştırılan ısıtma suyu yardımı ile ortam ısıtması sağlanır.

Deneyler sırasında bütün sistem bilgisayar tarafından kontrol edilmiş ve otomatik çalıştırılmıştır. Deneyler sırasında farklı noktalarda sıcaklık, basınç, debi ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca sirkülayon pompasının ve sistemin elektrik tüketimi ölçülmüştür. Sıcaklık ölçümlerinin kaydedilmesinde 20 kanallı datalogger (hassasiyet ± 1 °C) kullanılmıştır. ısıtma suyunun debisi ultrasonik termal enerji

sayacı ile ölçülmüştür (hassasiyet yaklaşık $\pm\%2-3$ °C). Güç ölçümleri ise şebeke analizörü (hassasiyeti yaklaşık $\pm\%1$) ölçülmüştür. Tüm bu ölçümler dakika da bir olarak kayıt edilmiştir.

3. SİSTEMİN PERFORMANSI

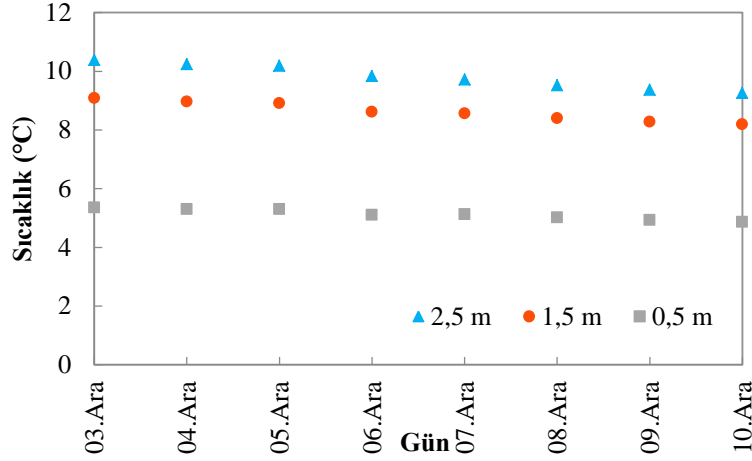
Sistemin performansını göstermek için 03 – 10 Aralık 2016 tarihleri arasında elde edilen sekiz günlük deneysel sonuçlar kullanılmıştır. Yapılan ölçümlerde dış ortam sıcaklığının genellikle 0 °C değerinin altında seyrettiği görülmüştür. Ortalama dış ortam sıcaklığı -3,97 °C, ortalama iç ortam sıcaklığı ise 23,91 °C olarak bulunmuştur. İç ve dış ortam sıcaklıklarının günlük ortalamaları Şekil 4'te verilmiştir.



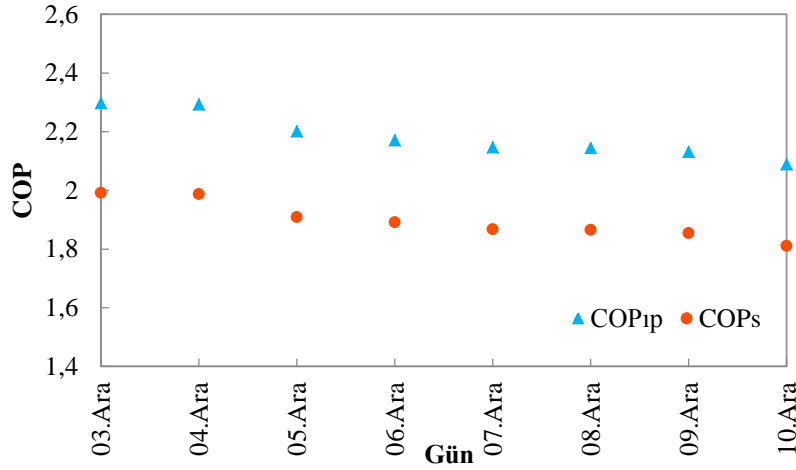
Şekil 4. İç ve dış ortam sıcaklık değerlerinin günlük ortalamaları.

Şekil 5'de farklı derinliklerde ortalama toprak sıcaklıkları verilmiştir. Dış ortamın soğuması ve ısı pompasının topraktan ısı çekmesi nedeniyle toprak sıcaklıklarında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Toprak ısı değiştiricilerinin bulunduğu 2,5 m derinliğinde toprak 10,38 °C değerinden 9,25 °C değerine düşmüştür. 1,5 m ve 0,5 m derinliklerinde ise sırasıyla 0,90 °C ve 0,49 °C düşüş meydana gelmiştir.

Dış ortam ve toprak sıcaklıklarının düşmesi sebebiyle COP_{IP} ve COP_S değerlerinde de düşme meydana gelmiştir. Bu değerlerin haftalık ortalamaları 2,18 ve 1,91 olarak belirlenmiştir. Sistem çalıştıkça toprak sıcaklığının düştüğü ve bu düşüşün topraktan çekilen ısı dolayısıyla COP_{IP} ve COP_S değerlerini de etkilediği görülmüştür. Şekil 6'da ise ısı pompasının ve sistemin performans katsayılarının hafta boyunca hesaplanan ortalama değerleri görülmektedir.



Şekil 5. Toprak sıcaklık değerlerinin günlük ortalamaları.



Şekil 6. Isı pompası ve sistemin performans katsayılarının günlük ortalamaları.

4. SONUÇLAR

Topraktan çekilen ısının en yüksek değeri 4,90 kW ve en düşük değeri ise 4,25 kW olarak belirlenmiştir. Su-antifriz karışımının topraktan çektiği ısı arttıkça ısı pompasının performans katsayısının da arttığı gözlenmiştir. Sistem çalıştırıldığı sürece ısı pompasının ortalama performans katsayısı 2,18, sistemin ortalama performans katsayısı 1,91 olarak hesaplanmıştır. Bulunan bu değerler soğuk iklim bölgeleri için yapılmış çalışmalarda elde edilen değerlere yakındır. Elde edilen sonuçlara göre yatay tip toprak kaynaklı ısı pompası sistemi Sivas ili için uzun süreli kullanımda tek başına yeterli değildir. Sistemin performansı yükseltmek için dikey ısı değiştirici kullanılabilir veya sisteme takviye olarak güneş enerjisi düşünülebilir. Belirtilen işlemleri uygulamak için yapılan çalışmalar devam etmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Makina Mühendisleri Odası, (2016). Türkiye'nin Enerji Görünümü (oda raporu). MMO/659
- [2] İnan, İ. (2014). Derece-saat metodu yaklaşımıyla sera ısıtmasında toprak kaynaklı ısı pompası uygulaması. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 94s, Isparta.
- [3] Dumlu, S. (2012). Toprak kaynaklı ısı pompası sisteminin ekonomik analizi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 66s, Erzurum.
- [4] Naili, N., Hazami, M., Kooli, S., Farhat, A. (2015). Energy and exergy analysis of horizontal ground heat exchanger for hot climatic condition of northern Tunisia. *Geothermics*, 53, 270–280.
- [5] Mao, Q., Chen, Y. (2017). Experimental investigation of thermal performance of a ground source heat pump system for spring season. *Energy and Buildings*, 152, 336–340.
- [6] Zhai, X. Q., Cheng, X. W., Wang, R. Z. (2017). Heating and cooling performance of a minitype ground source heat pump system. *Applied Thermal Engineering*, 111, 1366–1370.
- [7] Hepbasli, A., Akdemir, O. (2004). Energy and exergy analysis of a ground source (geothermal) heat pump system. *Energy Conversion and Management*, 45(5), 737–753.
- [8] Esen, H., Inalli, M., Esen, M. (2006). Technoeconomic appraisal of a ground source heat pump system for a heating season in eastern Turkey. *Energy Conversion and Management*, 47(9–10), 1281–1297.
- [9] Pulat, E., Coskun, S., Unlu, K., Yamankaradeniz, N. (2009). Experimental study of horizontal ground source heat pump performance for mild climate in Turkey. *Energy*, 34(9), 1284–1295.
- [10] Benli, H. (2013). A performance comparison between a horizontal source and a vertical source heat pump systems for a greenhouse heating in the mild climate Elaziğ, Turkey. *Applied Thermal Engineering*, 50(1), 197–206.
- [11] Özdemir, M., Özkaya, M. (2015). Ankara İli Şartlarında Düşey Tip Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Enerji ve Ekserji Analizi. *Politeknik Dergisi*, 18 (4), 269-280.
- [12] Caner, M., Duman, N., Buyruk, E., Kılınç, F. (2018). Experimental investigation of the performance of a horizontal ground source heat pump. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 9 (6), 1606-1609.