

Su Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Deneysel İncelenmesi

Kadir BAKIRCI

ÖZET

Enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, dünyada baş gösteren ekonomik kriz, artık enerjinin çok daha verimli kullanılmasını gündeme getirmiştir. Daha az enerjiyle daha çok iş yapabilmeyen yolları aranmaya başlanmıştır. Başlangıçta kullanılmayan düşük sıcaklıktaki enerji kaynakları, ısı pompası ile daha yüksek sıcaklıklara daha ekonomik olarak ulaştırılıp, kullanılabilir hale getirilebilmektedir. Günümüzde çok farklı amaçlarla ısı pompalarının kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada kullanılabilir sıcak su elde etmek için, düşük sıcaklıktaki su kaynağından ısı çeken ısı pompasının performansı deneysel olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Isı Pompası, Performans Katsayısı.

1. GİRİŞ

Günümüzde kullanılan enerji kaynaklarının azalması ve bununla beraber enerji faturalarının artışı, insanları daha ekonomik yollarla enerji üretimini gerçekleştirme arayışına itmiştir. Bu amaçla, ısı pompaları üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış ve çok farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde önemli bir enerji krizi olmasına rağmen, henüz ülkemizde ısı pompası yaygın olarak kullanılmamaktadır. Oysa ısı pompalarıyla, başlangıçta kullanılmayan düşük sıcaklıktaki enerji kaynakları değerlendirilerek, diğer sistemlere göre daha ekonomik kullanılabilir enerji üretilmektedir.

Literatürde, çeşitli kaynaklar kullanılarak ısı pompalarına ısı kaynağı sağlanmış ve bu şekilde ısınma veya sıcak su ihtiyacı karşılanmıştır. Büyükalaca ve arkadaşları Adana'da ısıtma ve soğutma sezonlarında avantajlı olabilecek çevre havasının yerine, Seyhan ırmağı ve baraj gölünü, hem hava hem de su kaynaklı olan ısı pompası sistemine ısı kaynağı olarak kullanıp deneysel bir çalışma yapmışlardır [1]. Lam ve arkadaşı, otel uygulamaları için hava-su ve su-su kaynaklı ısı pompalarının enerji performansını belirlemek için bir çalışma yapmışlardır [2]. Rajapaksha ve arkadaşları çalışmalarında, tersinir su-su kaynaklı bir ısı pompasının kararlı haldeki performansını bir bilgisayar simülasyonu kullanarak incelemişlerdir [3]. Othman ve arkadaşları, bir laboratuvar ortamında kurdukları su-su kaynaklı ısı pompasını, bir

Abstract:

Rapidly depletion of energy sources and economic crisis in the world put on the agenda of using energy recourses effectively. The ways of doing more work with less energy have been investigated. The energy sources at low temperatures are not being used previously, but now they can be made useful by bringing them up to higher temperatures by using heat pumps in an economic way. At the present time, the use of heat pumps by different aims has gradually become widespread. In this study, performance of a heat pump taking heat from a water source at a low temperature to obtain useful hot water is investigated experimentally.

Key Words:

Heat Pump, Coefficient Of Performance.

tanktaki suyu ısıtmak için kullanmışlar ve ısı pompası sistemini deneysel olarak analiz etmişlerdir [4]. El-Meniawy ve arkadaşları, R-22 soğutucu akışkanı kullanılarak özel olarak tasarlanmış su-su kaynaklı bir ısı pompası sistemi üzerine bir çalışma yapmışlar ve ısı pompası sisteminin performansını değerlendirmişlerdir [5]. Bakırcı ve Yüksel [6], Erzurum ilinde kurdukları güneş enerjisi kaynaklı ve duyulur enerji depolamalı bir ısı pompası sisteminin performansını deneysel olarak incelemişlerdir. Bakırcı [7] tarafından yapılan bir çalışmada, soğuk iklim bölgesinde toprak kaynaklı bir ısı pompası sisteminin performansı deneysel olarak incelenmiş ve sistemin soğuk iklim bölgelerinde ısıtma amacıyla kullanılabileceği ifade edilmiştir. Schibuola ve Scarpa [8] tarafından İtalya'nın Venice yerleşkesinde su kaynaklı bir ısı pompası sistemi kurulmuş ve sistemin performansı deneysel olarak incelenmiştir. Liu ve arkadaşları [9] çok amaçlı kullanılabilen bir su kaynaklı ısı pompasında deneysel bir çalışma yapmışlardır. Zhu ve arkadaşları [10] bir otel binasını iyileştirme amacıyla, yeraltı suyu kaynaklı ısı pompasının performans analizini yapmışlardır. Kindaichi ve arkadaşları [11] ısı pompalarına kaynak olarak su rezervlerinin kullanımı potansiyeli üzerine bir çalışma yapmışlar ve hava şartlarının potansiyel üzerine önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada, su kaynaklı ısı pompası sisteminin performans katsayıları, buharlaşma ve yoğunlaşma sıcaklıkları gibi bazı değerlerin, kondenserden geçen ısı taşıyıcı akışkanın

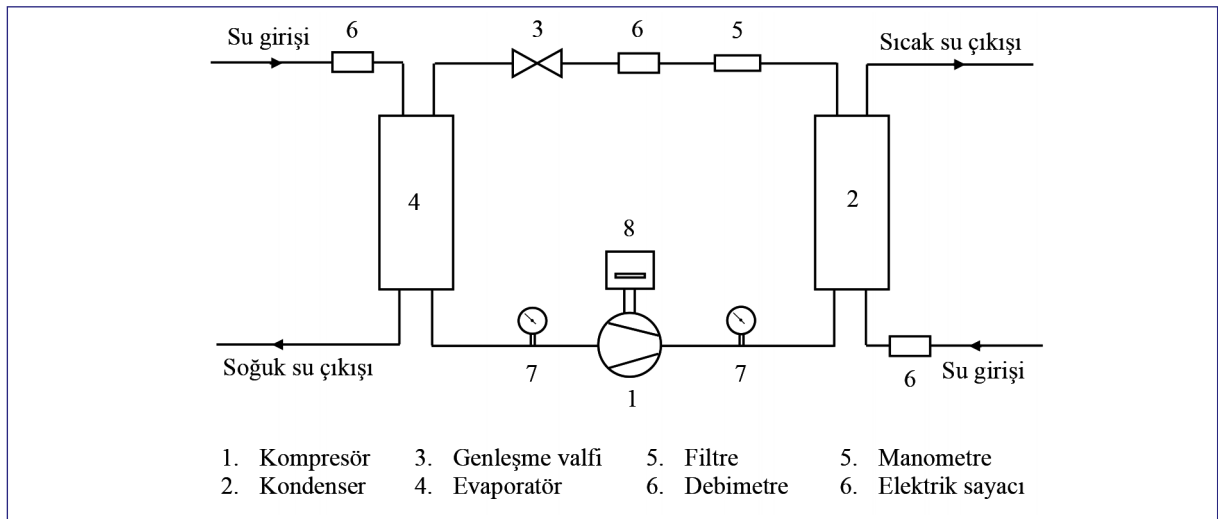
(suyun) debisine göre değişimi deneysel olarak incelenmiştir.

2. ISI POMPASI SİSTEMİ

Buhar sıkıştırımlı soğutma sistemleri, sistemdeki ısı değiştiricilerin (evaporatör ve kondenserin) kullanımına göre adlandırılır. Sistem, soğutma amacıyla kullanılıyorsa soğutma makinesi, ısıtma amacıyla kullanılıyorsa ısı pompası olarak isimlendirilir. Başlangıçta kullanılmayan düşük sıcaklıktaki enerji kaynakları, ısı pompası sistemleri vasıtasıyla daha nitelikli ve kullanılabilir hale getirilebilmektedir. Isı pompası sistemleri, ısının çekildiği kaynaklara göre su, hava ve güneş kaynaklı gibi değişik isimler ile anılırlar. Bu çalışmada, buharlaştırıcının ısı çektiği ve yoğunlaştırıcunun ısı attığı ortam su olduğu için, üzerinde çalışma yapılan sistem su-su kaynaklı ısı pompası olarak adlandırılmıştır.

Isı pompalarının satın alınması ve kurulması maliyetleri, diğer ısıtma sistemlerine oranla genellikle daha yüksektir, fakat uzun dönemde ısıtma faturalarının daha düşük olması, bu sistemlerin bazı bölgelerde kazançlı olmasını sağlar. Yüksek yatırım giderlerine karşın ısı pompalarının değişik alanlarda kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır [6].

Isı pompaları, bir mahallin ısıtılması veya sıcak su üretimi amaçlarıyla kullanılabilir. Konut ve işyeri ısıtmalarında, yerden ısıtma sistemlerinde, klima sis-



Şekil 1. Deney Düzeninin Şematik Çizimi

Tablo 1. Isı Pompası Sisteminde Bulunan Elemanlar ve Özellikleri

Isı Pompası Elemanları	Özellikleri
Kompresör	Hermetik, pistonlu, süpürme hacmi 15 cm ³ /dev, 50 Hz için kompresör hızı 2800 dev/dak.
Evaporatör ve Kondenser	Eş merkezli boru demeti, iç borudan soğutucu akışkan, dış borudan ısı taşıyıcı akışkan (su) dalaşımı sağlanır.
Genişleme valfi	Termostatik kontrollü ve dıştan dengeli.
Elektrik sayacı	Kompresör gücünü tespit için kullanılır.
Debimetreler	Evaporatör ve kondenserden geçen su debileri ile sistemden geçen soğutucu akışkan debisini g/s olarak ölçülür.
Manometreler	Soğutucu akışkanın, evaporatör ve kondenser basınçları kPa olarak ölçülür.

temlerinde ve yüzme havuzu tesislerinin ısıtılmasında kullanılır.

Çeşitli kurutma, buharlaştırma, damıtma sistemleri ve süt pastörizasyon işlemleri gibi endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Ayrıca kombine uygulamalarda ısı pompası, kışın ısıtma yazın ise soğutma yapılan tesislerde kullanılabilir. Kombine uygulamalı sistemlerde, buharlaştırıcı ve yoğuşurucu ısıtma ve soğutma sezonlarında yer değiştirmektedir.

2.1. Deney Düzeneği

Şekil 1’de şematik çizimi verilen deney düzeneği, ısıtma ve soğutma amacıyla kurulmuş olan bir su kaynaklı ısı pompası sistemidir. Kurulan ısı pompası, sıcak ve soğuk su ihtiyacını karşılamak için de kullanılabilir. Isı pompasının evaporatörü sudan ısı çekilerek soğuk su ihtiyacını, kondenseri ise suya ısını atarak sıcak su ihtiyacını karşılayabilmektedir. Yukarıda şematik resmi verilen ısı pompası sisteminde, su kaynaklı evaporatör ve kondenser, hermetik kompresör ve termostatik genişleme valfi kullanılmıştır. Sıcaklıklar basit tip sıcaklık ölçerler, evaporatör çıkış ve kondenser giriş basınçları Bourdon tip manometre ve kompresörün çektiği güç ise bir elektrik sayacı ile ölçülmüştür. Deney düzeneğinde bulunan elemanlar ve özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

3. PERFORMANS HESABI

Soğutma makinalarının performansı, ısıtma ve soğutma etkinlik katsayılarına göre değerlendirilir. Bir ısı pompası sisteminde performans katsayısının hesaplanabilmesi için, kompresörün birim zamanda harcamış olduğu elektrik enerjisi, buharlaştırıcının (evaporatörün) ortamdan çektiği ve yoğuşurucunun (kondenserin) ortama bıraktığı ısı enerjisi miktarla-

rının bilinmesi gerekir. Bu çalışmada, kompresörün çektiği güç (\dot{W}_{kom}), sisteme bağlanan bir elektrik sayacı yardımıyla tespit edilmiştir. Evaporatörün çektiği ısı, \dot{m}_e evaporatörden geçen su debisi, c_{ps} suyun özgül ısı, T_{eg} ve $T_{eç}$ sırasıyla suyun evaporatöre giriş ve çıkış sıcaklıkları olmak üzere;

$$\dot{Q}_e = \dot{m}_e c_{ps} (T_{eg} - T_{eç}) \quad (1)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Kondenserden atılan ısı ise, \dot{m}_k kondenserden geçen su debisi, T_{kg} ve $T_{kç}$ sırasıyla suyun kondensere giriş ve çıkış sıcaklıkları olmak üzere;

$$\dot{Q}_k = \dot{m}_k c_{ps} (T_{kç} - T_{kg}) \quad (2)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Buradan soğutma makinesinin soğutma tesir katsayısı (STK) ve ısı pompasının ısıtma tesir katsayısı (ITK) veya literatürdeki diğer yaygın kullanım adlarıyla COP_{SM} ve COP_{IP} sırasıyla aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

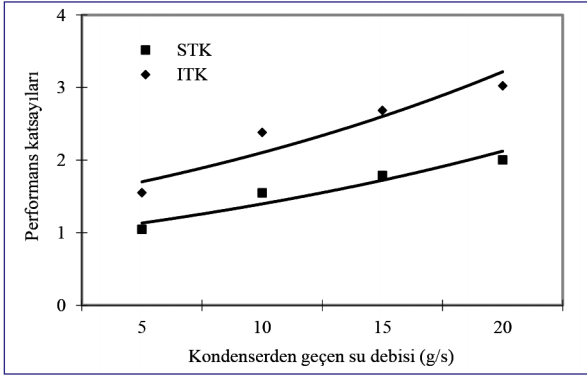
$$COP_{SM} = \frac{\dot{Q}_e}{\dot{W}_{kom}} \quad (3)$$

$$COP_{IP} = \frac{\dot{Q}_k}{\dot{W}_{kom}} \quad (4)$$

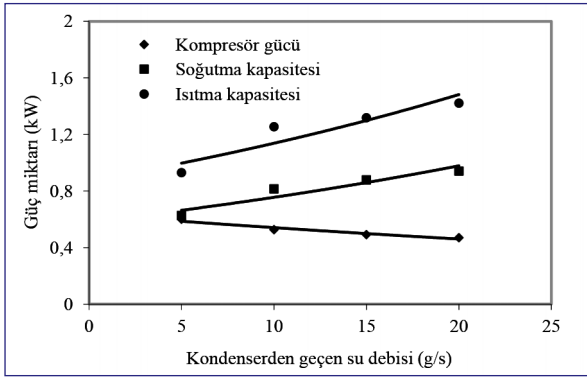
4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Yapılan deneysel çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 2’de kondenserden geçen su debisinin, ısı pompasının soğutma tesir katsayısına (STK) ve ısıtma tesir katsayısına (ITK) etkisi verilmiştir. Artan kondenser su debisiyle STK ve ITK değerleri de artmıştır. Şekil 3’de kondenserden geçen

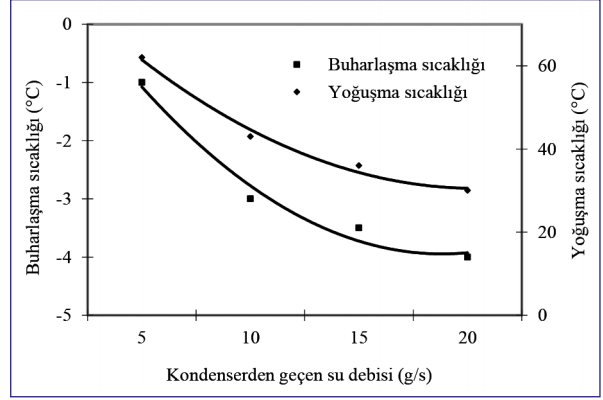
su debisinin, kompresör gücüne, soğutma (evaporatörün) kapasitesine ve ısıtma (kondenserin) kapasitesine etkisi incelenmiştir. Burada, artan kondenser debisiyle, kompresör gücünün azaldığı, soğutma kapasitesi ve ısıtma kapasitesinin ise arttığı görülmüştür. Şekil 4’de Kondenslerden geçen su debisinin, buharlaşma ve yoğuşma sıcaklığına etkisi verilmiştir. Kondenser debisinin artmasıyla, buharlaşma sıcaklığı ve yoğuşma sıcaklığında önemli derecede düşüş olduğu görülmüştür. Şekil 5’de ise kondenser devresindeki su debisi ile ısı pompası sisteminde dolaşan soğutucu akışkan debisinin değişimi verilmiştir. Burada ise, kondenser su debisinin artması durumunda ısı pompası devresindeki soğutucu akışkanın debisinin de arttığı gözlemlenmiştir.



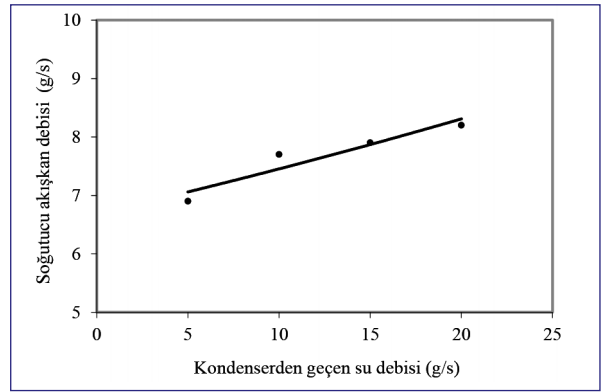
Şekil 2. Kondenslerden Geçen Su Debisinin, STK ve ITK Değerine Etkisi



Şekil 3. Kondenslerden Geçen Su Debisinin, Kompresör Gücü, Soğutma Kapasitesi ve Isıtma Kapasitesine Etkisi



Şekil 4. Kondenslerden Geçen Su Debisinin, Buharlaşma ve Yoğuşma Sıcaklığına Etkisi



Şekil 5. Kondenslerden Geçen Su Debisi İle Soğutucu Akışkan Debisinin Değişimi

5. SONUÇLAR

Isı pompası sistemleri, uzun süre kullanımları durumunda direkt elektrikli ısıtma ve sıcak su temini için kullanılan sistemlere göre daha avantajlıdır. Özellikle günümüzde, enerjinin verimli ve ekonomik kullanımı üzerinde yapılan çalışmalar dikkate alındığında, ısı pompası sistemlerinin bu avantajlı durumu değerlendirilmeli ve birçok alanda kullanımı için gerekli teşvikler sağlanmalıdır. Bu sistemler ile düşük sıcaklıktaki bir ortamdan ısı çekilerek, daha yüksek sıcaklıktaki bir ortama ısı atılabilmektedir. Dolayısıyla sistem hem ısıtma hem de soğutma amacıyla kullanılabilir. Bu çalışmada, ısı pompası sis-

teminin performans katsayıları, kompresörün gücü, soğutma ve ısıtma kapasiteleri, buharlaşma ve yoğuşma sıcaklıkları ile soğutucu akışkan debisinin, kondenser su devresindeki ısı taşıyıcı akışkanın debisine göre değişimleri deneysel olarak incelenmiştir. Deneysel çalışmadan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. I) Kondenser su debisi artırıldığında kompresörün çektiği güç azalırken, soğutma ve ısıtma kapasitesi artmıştır. II) Artan kondenser suyu debisi, sistemin ısıtma ve soğutma etkinlik katsayılarında artışa sebep olmuştur. III) Artan kondenser suyu debisi ile buharlaşma ve yoğuşma sıcaklıkları düşmüştür. IV) Bu durum, yüksek kondenser suyu debilerinde daha düşük nitelikli kullanım sıcak suyu ve çok düşük sıcaklıklarda olmayan kullanım soğuk suyu eldesini desteklemiştir. V) Artan kondenser suyu debisi ile soğutucu akışkan debisi de artmıştır.

KAYNAKLAR

1. Büyükalaca, O., Ekinci, F., Yılmaz, T., Experimental Investigation Of Seyhan River And Dam Lake As Heat Source-Sink For A Heat Pump, *Energy*, 28(2), 157-169, 2003.
2. Lam, J. C., Chan, W. W., Energy Performance Of Air-To-Water And Water-To-Water Heat Pumps In Hotel Applications, *Energy Conversion And Management*, 44(10), 1625-1631, 2003.
3. Rajapaksha, L., Suen, K. O., Influence Of Reversing Methods On The Performance Of A Reversible Water-To-Water Heat Pump, *Applied Thermal Engineering*, 23(1), 49-64, 2003.
4. Othman, M. Y. H., Pearce, C. G., Performance Analysis Of A Water-To-Water Heat Pump System, *Solar & Wind Technology*, 3(4), 247-257, 1986.
5. El-Meniawy S. A. K., Watson F. A., Holland, F. A., A Study Of The Operating Characteristics Of A Water-To-Water Heat Pump System Using R22, *Journal Of Heat Recovery Systems*, 1(3), 209-217, 1981.
6. Bakirci, K., Yuksel B., Experimental Thermal Performance Of A Solar Source Heat Pump System For Residential Heating In Cold Climate Region, *Applied Thermal Engineering*, 31(8-9), 1508-1518, 2011.
7. Bakirci, K., Evaluation Of The Performance Of A Ground-Source Heat-Pump System With Series (Ghe) Ground Heat Exchanger In The Cold Climate Region. *Energy*, 35(7), 3088-3096, 2010.
8. Schibuola, L., Scarpa, M., Experimental Analysis Of The Performances Of A Surface Water Source Heat Pump, *Energy And Buildings*, 113, 182-188, 2016.
9. Liu, X., Hui, F., Guo, Q., Zhang, Y., Sun, T., Experimental Study Of A New Multifunctional Water Source Heat Pump System, *Energy And Buildings*, 111, 408-423, 2016.
10. Zhu, N., Hu, P., Wang, W., Yu, J., Lei, F., Performance Analysis Of Ground Water-Source Heat Pump System With Improved Control Strategies For Building Retrofit, *Renewable Energy*, 80, 324-330, 2015.
11. Kindaichi, S., Nishina, D., Wen, L., Kannaka, T., Potential For Using Water Reservoirs As Heat Sources In Heat Pump Systems, *Applied Thermal Engineering*, 76, 47-53, 2015.
12. Çengel, Y. A., Boles, M. A., *Thermodynamics An Engineering Approach*, Mcgraw-Hill, Usa, 1989.