

Hava – Su Isı Pompalarında Yoğuşturucu Su Debisinin Performans Üzerinde Etkisinin incelenmesi

Mesut Demir; Merve Karadaş; N.Uğur Kala;

Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Erzurum Teknik Üniversitesi

Özet:

Isı pompası, termal enerjisini bir ortamdan diğer bir ortama taşıma prensibine dayanan bir sistemdir. Gerekli şartlar sağlandığında yüksek miktarlarda enerji düşük maliyetlerle kullanıma sunulabilir. Çoğu insan için ısı pompası yeni bir terimdir. Oysa ki evlerimizde ısı pompası çalışma prensibi ile aynı mantığın ürünü olan buzdolabı, klima ve derin dondurucu gibi cihazlar kullanılmaktadır. Söz konusu cihazların çalışma mantığı ısıyı taşıma prensibine dayandığından bu cihazlar, ısı pompası başlığı altında toplanabilirler. Isı pompasının yakın bir gelecekte ülkemizde de yaygınlaşması kaçınılmaz bir hal alacaktır. Isı pompasının performansı çeşitli faktörlere bağlı olduğundan ısı pompasının seçimi yapılırken uygulamaya ait tüm karakteristiklerin göz önüne alınması gereklidir. Isı pompalarının seçilmesinde soğutucu akışkan tipi, basınç kaybı, verim, ve debileri, kaynak sıcaklığı, fiyat ve yerleşim gibi önemli parametreler dikkate alınmalıdır. Bu deneysel çalışmada, kondenser su debisinin sistem performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca, iş, basınç ve sıcaklık değişimleri gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Isı pompası; Yoğuşturucu; COP; Performans;

Investigation On the Effect of Condenser Water Flow Rate on the Performance of Air- Water Heat Pumps

Abstract:

Heat pumps are thermodynamic devices function based on the principle of transferring thermal energy from one medium to another. When the required conditions are prepared, high amounts of energy can be accessible at low cost. For most people the heat pump is a new unknown term. However, in our homes, devices such as refrigerators, air conditioners and freezers, which are products of the same logic as the heat pump operating principle, are used. These devices can be collected under the heading of the heat pump unites since the operating logic of the devices is based on the heat transfer principle. It is inevitable that the heat pump will spread in our country in the near future. Since the performance of the heat pump depends on various factors, it is necessary to consider all characteristics of the application while the heat pump is to be selected. Pressure loss, efficiency, refrigerant type, flow rates, source temperature, price and settlement etc. should be considered when the heat pumps are selected. In this experimental study, the effect of condenser water flow rate on system performance is investigated. In addition, analyzes were made on the change of work, pressure and temperature values. In addition, power consumption, pressure and temperature variations were observed.

Key words: Heat pump; Condenser; COP; Performance;

1. Giriş

Bir ısı pompasının teknik ve ekonomik performansı kullanılan ısı kaynağının nitelikleriyle yakından ilgilidir. Bu nedenle bir yapı için ısı pompası sistem tipinin seçimi büyük ölçüde kullanılacak ısı kaynağının ve ısı çukurunun türüne bağlıdır. Sistem tipinin seçiminde yerleşim yerinin konumu, çevre havası sıcaklığındaki değişiklik, toprak koşulları, yeraltı veya yerüstü sularının bulunabilirliği, mimari yapı, gürültü, yer darlığı ve ekonomik kısıtlamalar gibi pek çok faktör rol oynamaktadır. Bu faktörler göz önünde bulundurularak sistem için ısı kaynağı/ısı çukuru seçimi yapılır. Söz konusu faktörler büyük ölçüde yer ve konuma bağlı olduğundan, en uygun sistem tipine karar verilmesinde yerleşim alanının değerlendirilmesi ilk adım olacaktır [1]. Isı pompalarında kullanılan ısı kaynakları şunlardır:

Dış hava (çevre havası), Yeraltı suyu(kuyu suyu), Nehir suyu, Göl suyu, Deniz suyu, Toprak, Güneş, Jeotermal enerji, Atık su ve sıvı atıklar ve Atık hava [2].

Hava her yerde bulunabildiği, ısı pompalarında kullanımı kolay ve ekonomik olduğu için en çok kullanılan ısı kaynağıdır. Ancak ısı kaynağı olarak havanın en büyük dezavantajı kararlı bir sıcaklığa sahip olmaması ve hava sıcaklığının kış aylarında özellikle karasal iklimlerde çok düşmesidir. Hatta hava sıcaklığı gün içinde bile değişkenlik gösterebilmektedir. Dış hava sıcaklığının düşmesi ısı pompasının kapasite ve performansını düşürmektedir. Çünkü ısı pompalarında ısı kaynağı ile ısısının performansı azalır. Bu nedenlerle hava kaynaklı ısı pompalarının karasal iklimlerde kullanımı yaygın değildir. Ayrıca hava kaynaklı ısı pompalarında 0°C ve daha düşük sıcaklıklarda buharlaştırıcı serpantini üzerinde buzlanma olmaktadır [3].

Ayrıca, yüzey suyu kaynaklı sistemler deniz, göl, gölet vb. büyük su kütlelerini ısı kaynağı olarak kullanırlar. Deniz ve göl suyu sıcaklıkları mevsimlere göre değişmesine rağmen hava ve toprağa kıyasla fazla bir değişiklik göstermez. Bazen drenaj amacıyla veya estetik açısından bir bölgeye, göl veya göletler eklenir. Bunlar ısı pompası sistemleri için olası ısı kaynakları ve çukurları olarak görülmelidir [2, 4]. Yeraltı suyu yeterli miktarda ve kalitede olması, ayrıca uygun derinlikte bulunması durumunda ısı kaynağı olarak kullanılabilir. Yer altı sularını ısı kaynağı olarak

oldukça çekici kılan, 10 metre ve daha fazla derinliklerde yeraltı suyunun sıcaklığının yüksek ve neredeyse sabit oluşudur. Yeraltı suları pek çok bölgede 4-10°C arasında kararlı sıcaklığa sahiptir [2, 5]. Yer altı suyu sistemlerinden farklı olarak toprak kaynaklı sistemler doğrudan yeraltı suyu kullanmazlar; bunun yerine toprak altına gömülü bir ısı değiştirici vasıtasıyla toprağın ısını alırlar. Yıl boyunca güneşin yeryüzüne sağladığı ve toprağın depoladığı enerji, ısı kaynağı olarak kullanılır [5, 6].

İkinci yöntem ise yeryüzünün derinliklerinde bulunan kayaçların jeotermal ısısından yararlanmaktır. Bu yöntem yer altı suyunun hiç bulunmadığı veya çok az miktarda bulunduğu yerlerde uygulanabilir. Tipik sondaj kuyusu derinliği 100 ile 200 m arasındadır. Yüksek ısı kapasite istendiğinde, açılan kuyular büyük bir kayaç hacmine ulaşıncaya kadar ilerletilir. Bu tür ısı pompaları daima polietilen borularla kayaçtan ısı çeken salamura sistemine bağlanırlar. Sondaj işleminin yüksek maliyetinden dolayı kayaçların küçük konutlarda ısı kaynağı olarak kullanılması ekonomik açıdan genellikle uygun değildir [2-17]. Güneş kaynaklı, jeotermal enerji kaynaklı, atık su ve sıvı atık kaynaklı sistemler üzerinde farklı çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, hava-su ısı pompalarında yoğunlaştırıcı su debisinin performans üzerinde deneyler yapılmış ve sonuçlar üzerine analizler yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Deneyler ETÜ makine mühendisliği bölümü ‘Isı Transferi’ laboratuvarında yapılmıştır. Yaklaşık olarak 1 hafta süren deneylerde $\dot{m}$ (kütlesel debi’yi) sırasıyla 40, 35, 30 ve 25 g/s olarak ayarlanmış ve farklı değerler için sistemin performansı hesaplanmıştır. Sonuçlar bilgisayar vasıtasıyla ve deney cihazı ‘Gunt’ programından ekran görüntüsünü alarak elde edilmiştir. Su kütlesel debisi arttırdıkça belli bir süre sonra makine hararlı hale gelir fakat bazı deneylerde sonuçlar hatalı olduğu için deneyler tekrardan yapılmıştır. Bu çalışmada, yapılan deneylerin amacı kütlesel debinin değişimi ile COP, basınç ve sıcaklık değerlerini hesaplama ve analiz etmektir. Deney düzeneğinin resmi ve özellikleri şekil 1 ve tablo 1de verilmiştir.



Şekil 1. Deney düzeneğinin resmi

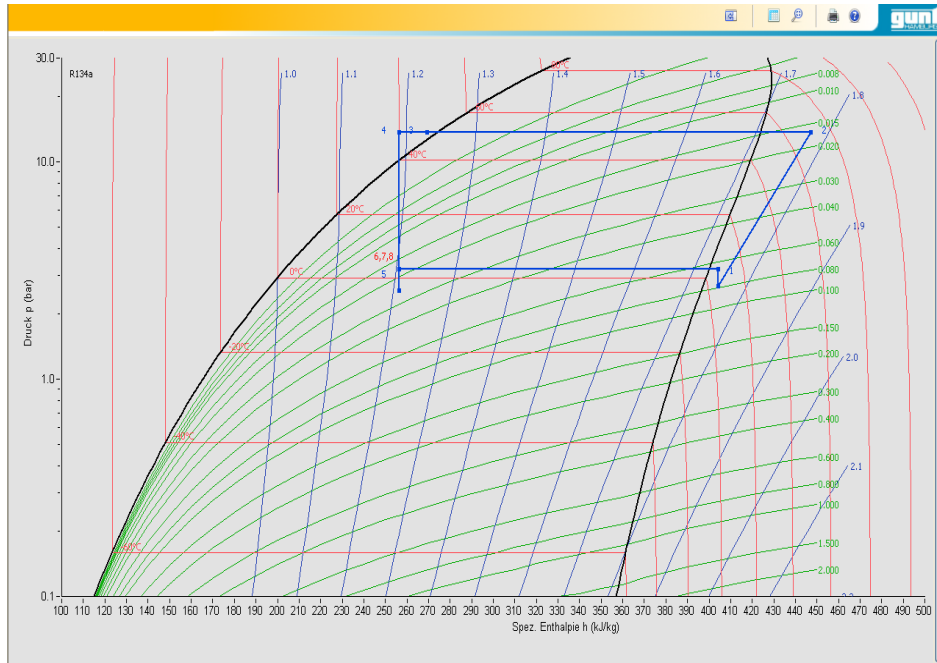
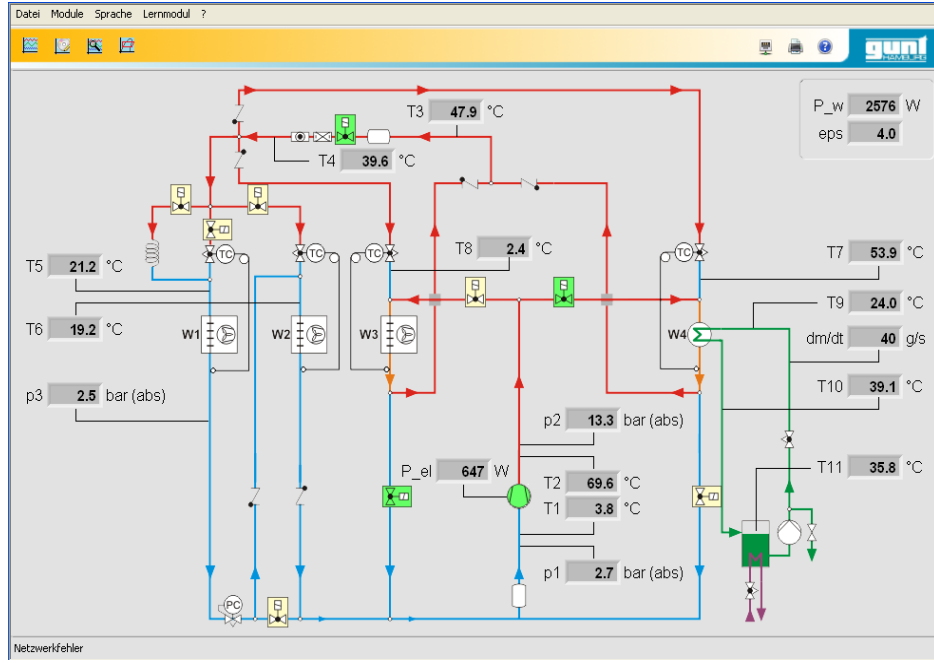
1-Evaporatör 2-Genleşme vanası 3-Kılcal boru 4-Dondurma evaporatörü 5- Basıncı kontrolörü 6-Kompresör 7-Collector 8-Fanlı ısı eşanjörü 9-Pompa 10-Gösterge ve kontrol elemanları 11-Glikol-su karışımı tankı 12-Debimetre 13-Selenoid vana 14-Koaksiyel ısı eşanjörü

Tablo 1. Cihazın teknik özellikleri [7]

Kompresör:	Güç tüketimi: 620W (-6 / 55 °C) Hacimsel akışı hızı: 650 m ³ / saat, kapasite: 1148W
Ölçüm aralıkları	Sıcaklık: 11× -50...150°C Basınç: 2× -1...15bar, 1×-1...24bar Debimetre (soğutucu gaz için): 1× 4...40 L/h Debimetre (Glycol-su):1× 2,5...65g/s Güç: 0...1150W (230V, 50Hz, 1 faz L×W×H: 2210×800×1900mm Ağırlık: 330kg / kullanılan gaz R134a

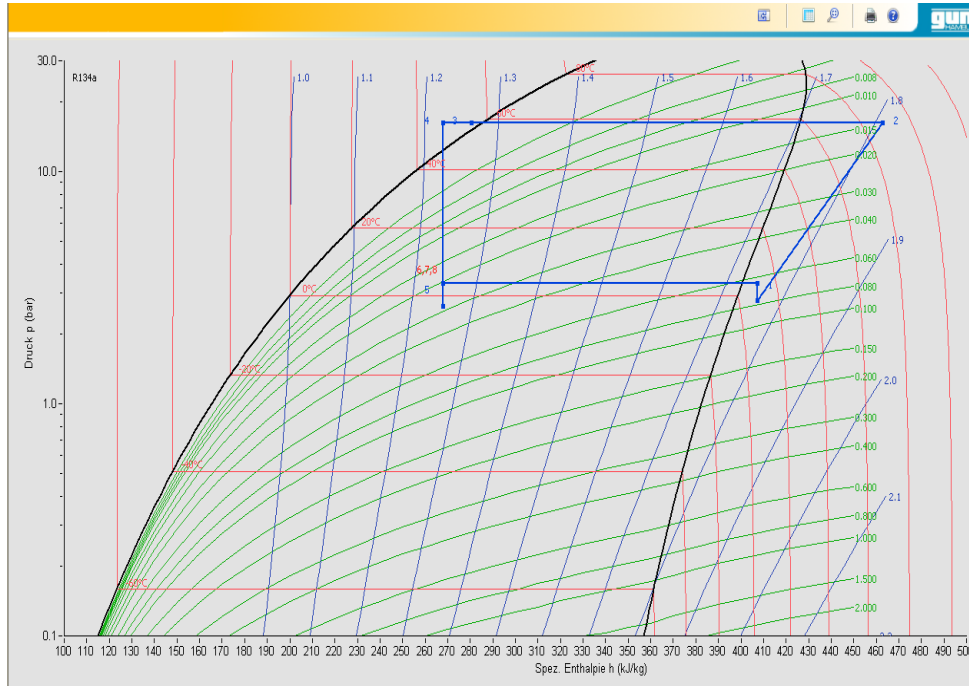
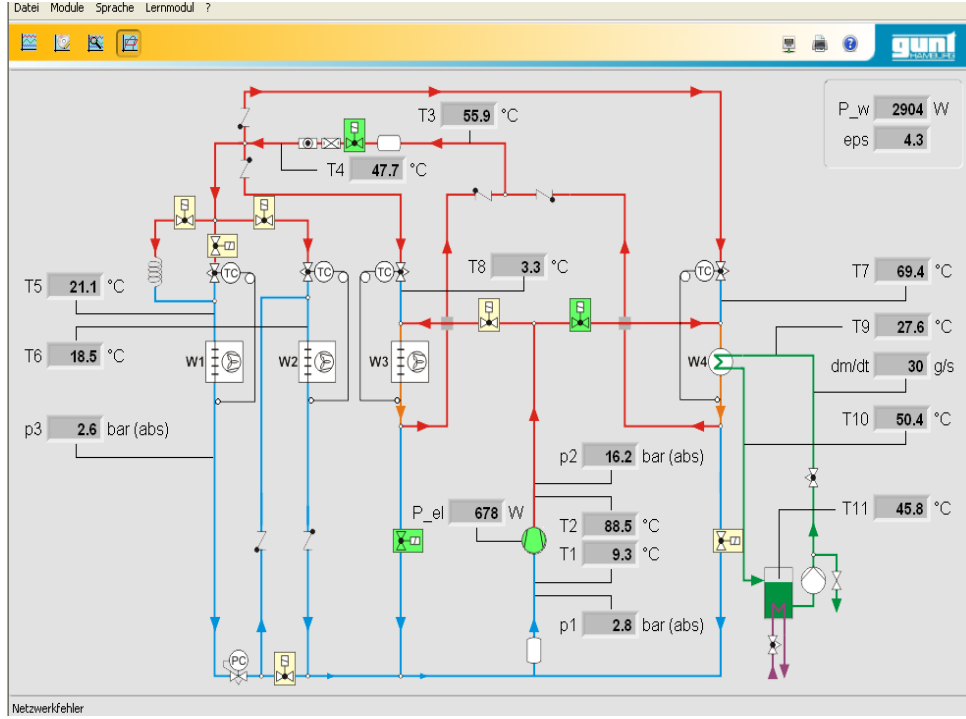
3. Araştırma bulguları

Deneylerde ısı pompası sisteminin su debisi sırasıyla 40, 35, 30 ve 25 g/s olarak ayarlanmış ve deneyler yapıldıktan sonra sonuçlar ayrı ayrı elde edilmiştir. İlk olarak şekil ikide (Şekil 2) birinci deney için su debisi $\dot{m}= 40$ g/s olarak ayarlanmış ve sistem kararlı hale geldikten sonra bilgisayardan alınan veriler ve Ph diyagramı elde edilmiştir.

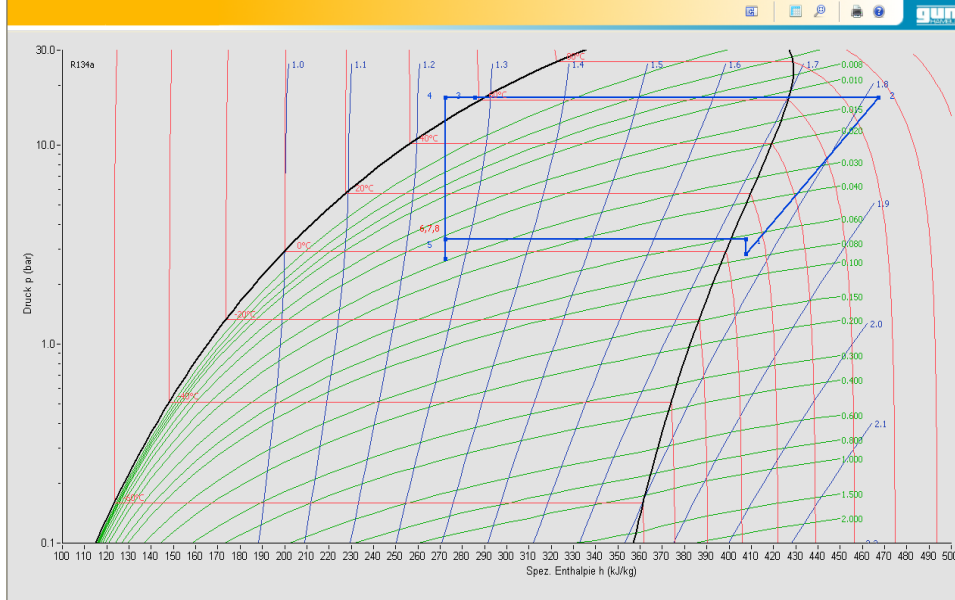
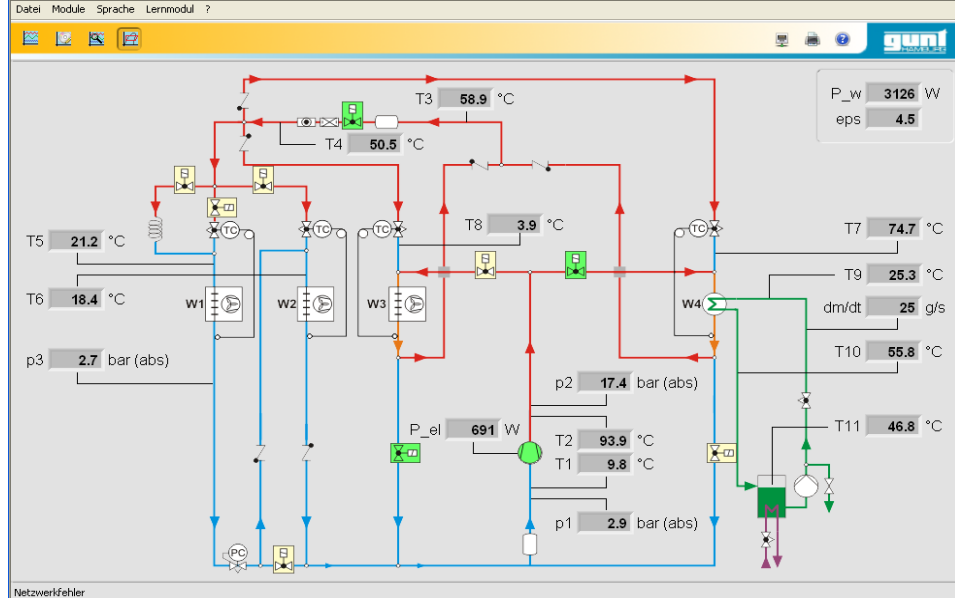


Şekil 2. Birinci deney için ($\dot{m}=40$ g/s) elde edilen Ph diyagramı ve bilgisayardan alınan veriler.

Diğer deneyler için ($\dot{m}=35, 30$ ve 25 g/s) aynı şekilde alınan veriler ve Ph diyagramı sırasıyla şekil 3, 4 ve 5de gösterilmiştir.



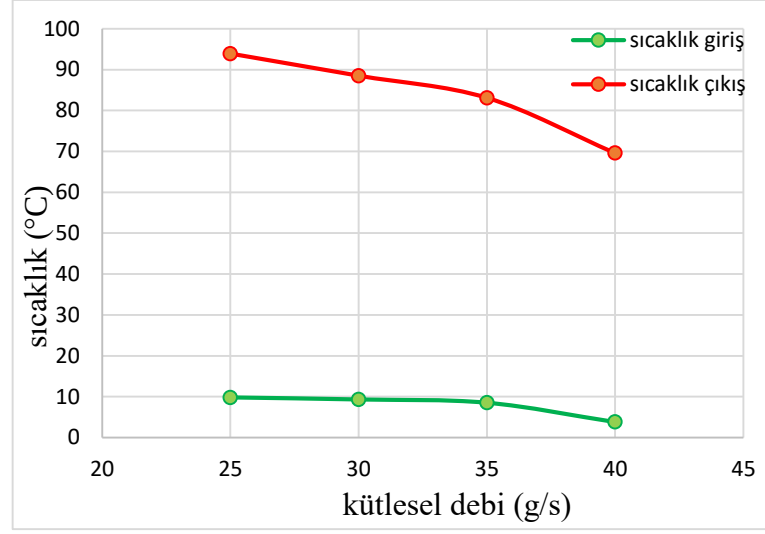
Şekil 4. Üçüncü deney için ($\dot{m} = 30 \text{ g/s}$) elde edilen Ph diyagramı ve bilgisayardan alınan veriler.



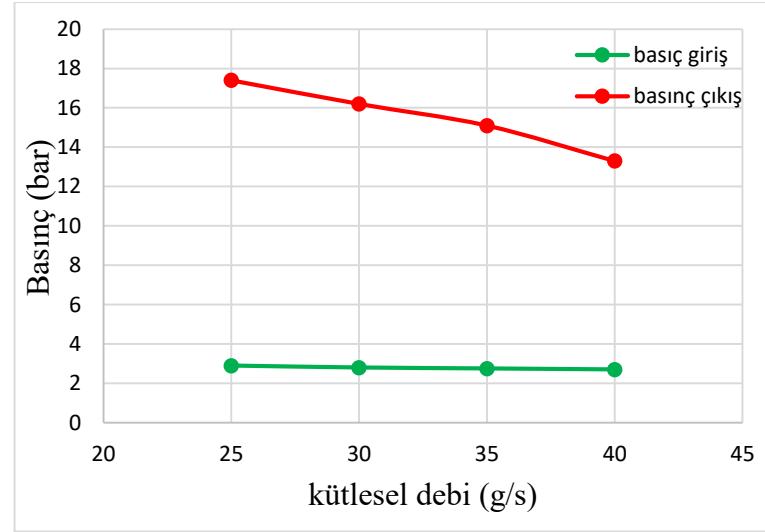
Şekil 5. Dördüncü deney için ($\dot{m}= 25$ g/s) elde edilen Ph diyagramı ve bilgisayardan alınan veriler.

Elde edilmiş sonuçlar farklı diyagramlar üzerinde karşılaştırılmıştır. Su kütleli debisinin değişimi ile kompresör giriş ve çıkış sıcaklık ve basınç değişimi Şekil 6 ve 7de gösterilmiştir. Şekil 6da görüldüğü gibi debinin artışı ile birlikte ısı pompasının

kompresör giriş ve çıkış sıcaklıkları azalmaktadır. Aynı şekilde su debisinin artışı ile kompresör giriş ve çıkış basınçları şekil 7de karşılaştırılmıştır.



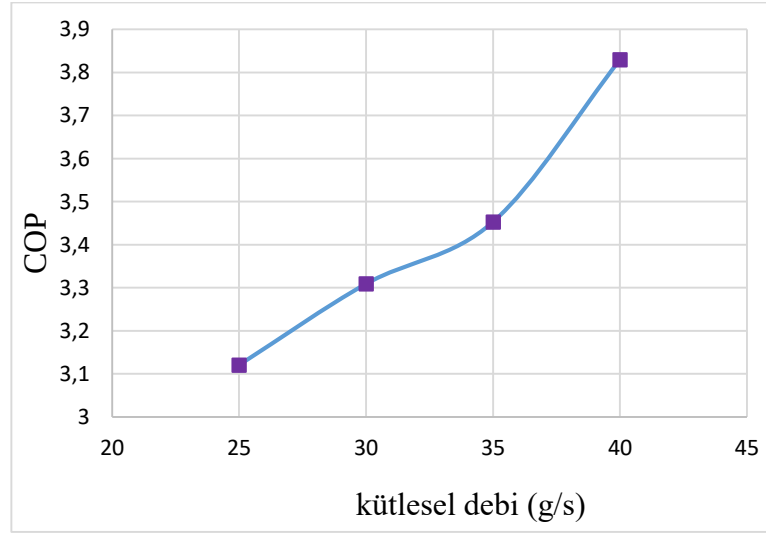
Şekil 6. Su debisinin artışı ile kompresör giriş ve çıkış sıcaklıklarının değişimi



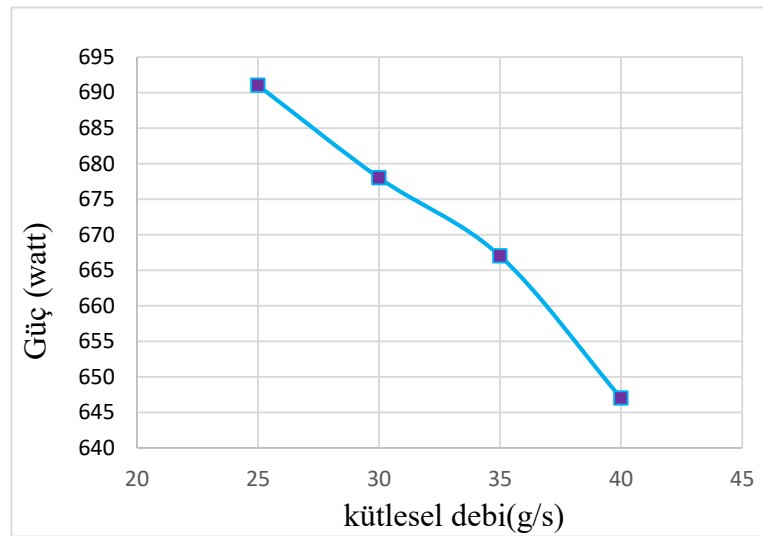
Şekil 7. Su debisinin artışı ile kompresör giriş ve çıkış basınçlarının değişimi

Gennellikle, COP değeri “Coefficient of Performance” kelimelerinin baş harflerinden oluşan ve bir ısı pompası veya soğutma makinesinin performans katsayısı demektir.

Isıtmada kullanılan klimaların verdiği kapasiteye karşılık şebekeden çektiği elektrik gücün oranlanmasıyla hesaplanır. Aslında performans katsayısı bize klimanın 1 birim enerjiyle kaç birim ısı değeri ürettiğini ifade eder. Şekil 8 ve şekil 9da su debisinin kompresör güç tüketimi ve COP değeri üzerine etkisi gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, debi arttıkça COP değeri artmış kompresörün güç tüketimi ise azalmıştır.



Şekil 8. Su debisinin COP değeri üzerine etkisi



Şekil 9. Su debisinin kompresör güç tüketimi üzerine etkisi

Sonuçlar

Bu çalışmada ısı pompaları için literatür taraması yapılmış farklı araştırmaların sonuçları özetlenmiştir. Ayrıca, hava – su ısı pompalarında yoğuşturucu su debisinin performans üzerinde etkisinin incelenmiştir. Deney düzeneğinde yapılan deneyler sonucunda, su kütleli debisinin artışı ile COP değerin artması gözlenmiştir. Ancak, kompresörün güç tüketimi, giriş- çıkış sıcaklık ve basınçla beraber azalmıştır. Dört farklı su debisi deneylerinden elde edilen sonuçlar diyagramlar üzerinde karşılaştırılmıştır.

Teşekkür

Tez çalışmamız sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bize yol gösterici ve destek olan değerli hocalarımıza sonsuz teşekkür ve saygılarımızı sunarız. Çalışmalarımız boyunca maddi manevi destekleriyle bizi hiçbir zaman yalnız bırakmayan ailelerimize de sonsuz teşekkürler ederiz.

Kaynaklar

- [1] Cane, D. and Garnet, J., Learning from Experiences with Commercial/Institutional Heat Pump Systems in Cold Climates, CADDET Analyses Series No. 27, CADDET ENERGY Efficiency, ISBN-90-72647-46-7, 2000
- [2] International Energy Agency(IEA)Heat Pump Centre, www.heatpumpcentre.org,2006
- [3] Yılmaz, V., Toprak kaynaklı ısı pompasının klasik sistemlerle tekno-ekonomik karşılaştırılması, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2000
- [4] Hep başlı A. , Isı pompası sistemleri ve konut 48 Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı 92,2006 ısıtılması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1985
- [5] Yüksel, C., Yurdumuz şartlarında ısı pompası imalatının araştırılması, piyasa tetkiki ve sistem parametrelerinin bilgisayar programı ile analiz edilmesi, Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1987
- [6] Sauer, H.J. , Howell, R.H. , 1983. Heat Pump Systems. John Wiley& Sons.
- [7] Makine Laboratuvarı-II Hava ve Su Kaynaklı Isı Pompası Deney foyü