

HAVA KAYNAKLI BİR ISI POMPASININ FARKLI ÇALIŞMA ŞARTLARI ALTINDA TERMODİNAMİK PERFORMANS ANALİZİ

Uğur ÇAKIR
Kemal ÇOMAKLI

ÖZET

Hava kaynaklı ısı pompaları dünyanın birçok yerinde kullanılan ve her geçen gün daha da yaygınlaşan sistemlerdir. Erzurum şartlarında havadan havaya (hava ısıtmalı evaporatör, hava soğutmalı kondenser) çalışan bir ısı pompası sistemi farklı çalışma koşulları altında denenmiştir. Bu amaçla evaporatör/kondenser hava debisi ve evaporatör/kondenser hava sıcaklığı belirli aralıklarla değiştirilerek deneyler yapılmış ve gerekli veriler kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen verilerden hareketle sistemin birinci kanun ve ekserji analizi yapılmıştır. Sistemin ısıtma tesir katsayısı (COP) ve ekserji verimi farklı çalışma koşulları için belirlenerek görsel olarak sunulmuş ve aralarındaki ilişki incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Isı pompası, Hava kaynaklı ısı pompası, Termodinamik analiz, Ekserji

ABSTRACT

Air source heat pumps are the systems, which are used in many parts of the world and spreading over the world day by day. In this study an air source heat pump system (air to air) was tested under different operating conditions at the climate conditions of Erzurum, Türkiye. For this purpose the mass flow rate and temperature of air flows over the evaporator and condenser are changed (increased) with determined levels while the other parameters are constant. Then the first law and second law analysis of system are made and presented by graphically. Effect of condenser/evaporator air conditions on the performance and exergy efficiency of system is defined and presented visually.

Keywords: Heat pump, Air source heat pump, Thermodynamic analysis, Exergy

1. GİRİŞ

Isı pompaları, özellikle orta ölçekli ve domestik iklimlendirme (ısıtma-soğutma) işlemleri için klasik sistemlerin yerine çok daha tasarruflu ve verimli uygulamalar yapabilme imkânı sunmaktadır. Bilindiği gibi ısı pompaları konvansiyonel soğutma sistemleri gibi soğuk ortamdaki sıcak ortama ısı enerjisi aktarabilmek için elektrik enerjisi (çoğu zaman) kullanan sistemlerdir. Havanın sıcak olduğu sezonlarda, yani yaz aylarında ısı pompaları sıcak ortamdaki ısı enerjisi olarak soğuk ortama transfer etmektedir. Soğutma sezonunda ise bu olayın tam tersi gerçekleşmektedir. Isı pompalarını normaldeki konvansiyonel ısıtma soğutma sistemlerinden ayıran temel özellik, onlar gibi tam olarak enerji dönüşümü yapmaması, yani sadece ısı enerjisi üretmemesidir. Çünkü ısı pompaları tükettikleri enerjinin birkaç katını sıcak ortama (ısıtılan ortam) transfer etmektedir. Ortama aktarılan bu enerjinin

bir kısmı tüketilen elektrik enerjisine karşılık gelirken, kalan kısmı da soğuk ortamdan alınmış olan enerjidir.

Isı pompalarında genellikle ısı enerjisinin alındığı soğuk ortam kaynak, ısı enerjisinin aktarıldığı ortam kuyu olarak adlandırılmaktadır. Söz konusu sistemler çoğu zaman kaynak tiplerine göre ya da kaynak-kuyu tiplerine göre adlandırılmaktadır. Örneğin eğer ısı kaynağı olarak toprak kullanılıyor ise toprak kaynaklı ısı pompası olarak adlandırılabilir. Isı enerjisinin havadan alınıp da suya aktarıldığı bir ısı pompası sistemi de havadan suya ya da hava-su ısı pompası olarak adlandırılabilir.

Hava kaynaklı ısı pompaları mevcut sistemler içinde en çok tercih edilenidir. Bu sistemler genellikle dış ortam havasından ya da egzoz havasında ısı enerjisi olarak yaşam alanına aktarmaktadırlar. Hava kaynaklı bir ısı pompası elektrikle ısıtma uygulamalarına göre %70 - %50 daha az enerji tüketmektedirler. Yaz aylarında kullanılan bir ısı pompası, konvansiyonel sistemlere nazaran daha az enerji tüketerek daha konforlu verimli ve ekonomik soğutma yapabilme yeteneğine de sahip olabilmektedir. Hava kaynaklı ısı pompalarının en temel problemi ısı kaynağı olarak dış ortam havasını kullanmasıdır. Çünkü dış ortamın sıcaklığı çok değişken olduğu için sistemin tam kararlı ve optimum çalışma şartlarının yakalanması zorlaşmaktadır. Bunun yanında dış ortam havasının düştüğü zaman dilimlerinde, ısıtılan ortam için gerekli enerji miktarının artmasına rağmen, sistem performansı kaynak sıcaklığına bağlı olarak düşmektedir.

Yer kaynaklı olarak adlandırılan ısı kaynağı olarak toprağı ya da yeraltı sularını (genellikle jeotermal sular) kullanan sistemler de yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu sistemler toprak kaynaklı ise uygun jeolojik yapıya ait her yerde kurulabilirken, su kaynaklı olanların kullanımı uygun suların yakınlara kurulması mümkün olmaktadır. Bu sistemlerin ilk yatırım maliyetleri hava kaynaklı sistemlere göre daha fazladır ve sistemin büyüklüğüne göre aradaki fark daha da fazla olabilmektedir. Uygun sıcaklıkta kaynağın bulunması durumunda, verimli ve performanslı çalışma şartlarının oluşmasına bağlı olarak bu tip sistemlerin işletme maliyetleri diğeri tiplerinkine göre daha uygun olmaktadır. Toprak ya da su kaynaklı ısı pompaları hava kaynaklı ısı pompalarına göre daha ağır ve fazla kapasite gerektiren iklimlendirme şartlarında çalışabilmektedirler [1].

Isı pompası sistemleri yapı itibarıyla çevreyle arkadaş bir sistemdir. Isı pompaları mevcut ısıtma sistemlerine göre daha az birincil enerji harcadıkları için karbondioksit, azot oksit, karbon monoksit gibi çevreye zararlı gaz emisyonlarının azaltılması açısından da üstün özelliklere sahiptirler. Isı pompaları birincil enerji olarak çoğunlukla elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Sistemin kullandığı elektriğin üretilme yöntemine göre (güneş pilleri yardımıyla) bu sistemler tamamen yenilenebilir enerji dönüşüm sistemleri gibi de çalışabilmektedirler. Bu durumda ısı pompalarını yeni ve yenilenebilir enerji sistemleri arasında göstermek de mümkün olabilmektedir [2].

Isı pompalarının tarihine bakıldığında soğutma çevrimlerinin tarihi ile aynı olduğu anlaşılmaktadır. Isı pompası fikrinin ilk olarak Sadi Carnot tarafından ortaya atıldığı bilinmektedir. Carnot, buharlı güç çevrimlerinin ters yönde çalıştırılması ile ısının çevreden alınıp, daha yüksek sıcaklıktaki bir ortama verilebileceğini ileri sürmüştür. Ancak bu düşünce ilk olarak 1852 yılında William Thompson (Lord Kelvin) tarafından hayata geçirilmiştir [3]. Bu tarihten sonra 1912 yılında toprak kaynaklı olacak şekilde tasarlanmış bir ısı pompası için yapılan patent başvurusu İsveç'te kabul edilmiş ve ilgili araştırmacılara patent verilmiştir. Ancak ısı pompalarının tam olarak kullanılmaya ve yaygınlaşmaya başlaması ikinci dünya savaşı sonrası 1950'li yıllarda olmuştur. Bu senelerde daha çok villalarda tercih edilen ısı pompası sistemleri, yüksek verimli ve pahalı olması nedeniyle sadece özel müşteriler tarafından kullanılabiliştir.

Söz konusu sistemlerin zaman içinde geliştirilmesi ve kullanımının her alanda yaygınlaşmasına bağlı olarak fiyatları ucuzlamış ve sunduğu avantajlar artmıştır [4]. Birincil enerji kaynaklarının rezervlerinin son derece hızlı azalması ve enerji fiyatlarının da aynı hızla artmasına bağlı olarak günümüzde ısı pompalarına olan ilgi her geçen gün daha da artmaktadır. Isı pompaları, hem yenilenebilir enerji kaynaklarının yetersiz kaldığı hem de mevcut fosil kökenli enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmak istendiği uygulamalar için çok uygun sistemlerdir. Çünkü ısı pompalarının temel mantığı az enerji harcayarak ekonomik değeri ve kalitesi düşük ısı enerjisi kaynaklarından faydalanabilme amacına dayanmaktadır.

2. ISI POMPALARININ TERMODİNAMİĞİ

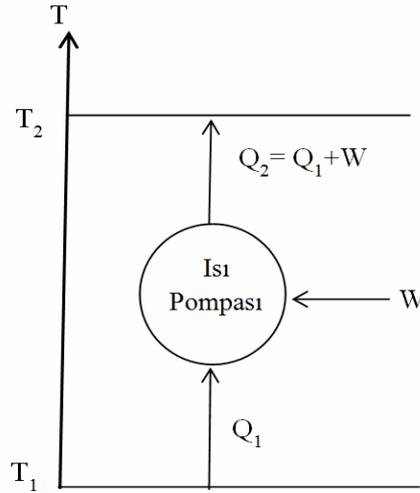
Bütün termodinamiksel süreçler ve prosesler gibi ısı pompası sistemlerinin çalışma koşulları da termodinamiğin birinci ve ikinci kanununa göre değerlendirilmektedir. Birinci kanun olarak bilinen enerjinin korunumu yasası şöyle ifade edilebilmektedir.

$$\sum Q + W = 0 \quad (1)$$

Bu eşitlik sisteme giren enerjinin pozitif, sistemden çıkan enerjinin ise negatif olduğu kabulü göz önüne alınarak yazılmıştır. Burada Q ifadesi farklı sıcaklıklardaki ortamlar arasında oluşan toplam enerji geçişini, W ifadesi de işlemin gerçekleşmesi için gerekli olan işi temsil etmektedir. Termodinamiğin ikinci kanunu da dışarıdan ekstra bir enerji girişi olmadan ısı enerjisinin düşük sıcaklıktaki ortamdan yüksek sıcaklıktaki ortama geçmesinin mümkün olmayacağını ifade etmektedir. Bu olayın sadece tersinir süreçler için mümkün olacağı aşağıdaki 2 numaralı eşitlik ile ifade edilebilmektedir.

$$\sum \frac{Q_i}{T_i} = 0 \quad (\text{tersinir süreçler için}) \quad (2)$$

Şekil 1'de bir ısı pompasının çalışma biçimi özetle anlatılmaya çalışılmıştır. Dikey eksen sıcaklık eksenini temsil etmekte olup, ısı pompasının T_1 sıcaklığındaki ortamdan aldığı ısı enerjisini T_2 sıcaklığındaki ortama verdiğini ifade etmektedir. Sistemin bu işi gerçekleştirebilmesi için W işine ihtiyaç duyduğu şekil üzerinden anlaşılmaktadır.



Şekil 1. Düşük Sıcaklıktaki Ortamdan Yüksek Sıcaklıktaki Ortama Isı Transferi

Şekilden 1'den de anlaşılacağı üzere, ısı pompası Q_1 ısını T_1 sıcaklığındaki ortamdan alıp T_2 sıcaklığındaki ortama verebilmek için W işini harcamakta ve T_2 ortamına Q_2 ısını vermektedir. Bu durum birinci kanuna göre analiz edilince 1 Eşitliğinden yararlanılarak aşağıdaki eşitlik elde edilmektedir.

$$Q_1 + W = Q_2 \quad (3)$$

İkinci kanun analizinin yapılabilmesi içinde 2 eşitliğinden yararlanılmakta ve aşağıdaki eşitlik elde edilmektedir.

$$\frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = \frac{Q_1}{T_1} - \frac{(Q_1 + W)}{T_2} = 0 \quad (4)$$

Buradan hareketle;

$$\frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} - \frac{W}{T_2} = 0 \quad (5)$$

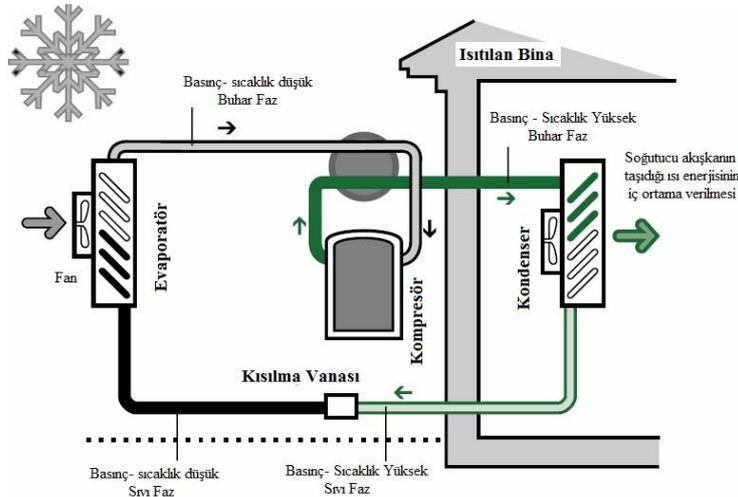
Yukarıdaki eşitlikler incelendiği zaman T_1 değeri T_2 değerinden küçük olduğu için ilk iki terimin farkı sıfırdan büyük olmaktadır. Bu durumda eşitliğin sağlanabilmesi için W işinin yeteri kadar büyük olması gerektiği anlaşılmaktadır [5]. Sonuç olarak gerekli en az işin sisteme sağlanması durumunda ısı enerjisinin düşük sıcaklıktan yüksek sıcaklığa transfer edilebileceğinin mümkün olduğu termodinamik kanunlarıyla ispatlanmış olmaktadır. Burada bahsi geçen minimum iş miktarı sistemin tersinir olarak çalışması için gerekli olan orandır. Zaten termodinamik sistemlerin ikinci kanuna göre mantıklı olup olmadığının anlaşılabilmesi için sistemin tersinir olarak çalıştığı kabulünün yapılması gerektiği bilinmektedir [6]. W işi sistemin tersinir koşullarda çalışması durumunda minimum olmaktadır ancak gerçek şartlar için sistemde oluşabilecek tersinmezliklerin oranına göre sisteme iş olarak verilmesi gereken enerji miktarı da artmaktadır.

3. HAVA KAYNAKLI ISI POMPALARI

3.1. Çevre havasının ısı kaynağı olarak kullanılması

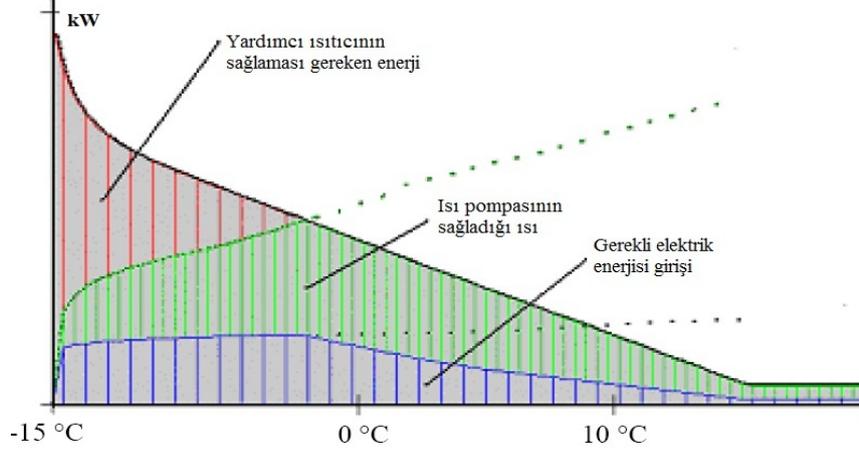
Çevre havası ısı pompalarında en çok kullanılan ısı kaynaklarından biridir. Bunun temel sebebi sınırsız olması ve hava kaynaklı ısı pompalarının muadillerine göre daha ekonomik ve kolay kurulabilir olmasıdır. Isı pompalarının performansları üzerinde en etkili parametrelerden biri kaynak sıcaklığıdır. Kaynak sıcaklığının düşmesi sistem performansını olumsuz etkilemektedir. Hava sıcaklığının yıl içinde aylara göre ve gün içinde saatlere göre değişmesi herhangi bir hava kaynaklı ısı pompasının performansının da sürekli olarak değişim göstermesine sebep olmaktadır. Hava kaynaklı ısı pompalarının diğer bir dezavantajı da genellikle dış ortama kurulan havalı evaporatör üzerinde donma ya da karlanma olması ihtimalidir. Bu olaya genellikle hava sıcaklığının çok düşük olduğu ($-15/ -20$ °C) ve nemli bölgelerde rastlanmaktadır. Karlanma oluşması sonucunda ısı transferi de zayıflamakta ve sistem performansı olumsuz etkilenmektedir. Bu gibi durumlarda defrost uygulamasına gerek duyulmaktadır [4].

Şekil 2 örnek bir hava kaynaklı ısı pompası sistemini ifade etmektedir. Şekilde ısı pompası sistemi evin dışına kurulmuş olsa da farklı uygulamalar yapılabilmektedir.



Şekil 2. Hava Kaynaklı Isı Pompalarının Uygulanması

Hava kaynaklı ısı pompalarının kullanımı yaygın olmasına rağmen ısıtma kapasiteleri çoğu zaman yetersiz kalmakta ya da hava sıcaklığının düşük olduğu zamanlarda yeterli ısıtma sağlanamamaktadır. Bu gibi durumlarda yardımcı ısıtıcı kullanılmaktadır. Şekil 3 hava kaynaklı ısı pompalarının genel olarak karakteristiklerini ifade etmektedir [7].



Şekil 3. Hava Kaynaklı Isı Pompasının Karakteristiği

3.2. Egzoz Gazları ve Egzoz Havaasının Isı Kaynağı Olarak Kullanılması

Enerji dönüşüm sistemlerinde ya da enerji üretim sistemlerinde oluşan atık ısı enerjisinden faydalanma uygulamalarının gelecek yıllarda çok popüler olacağı tahmin edilmektedir. Bu gibi uygulamalar daha şimdiden enerji tasarruflu evlerde hayata geçirilmeye başlamıştır. Buna benzer şekilde ısı pompası sistemleri havalandırma sistemleri ile birleştirilerek egzoz havası ısı kaynağı olarak kullanılmaktadır. Böyle bir sistemde binanın havalandırılmasına bağlı olarak ortaya çıkan atık ısı enerjisi sistemin buharlaştırıcı kısmında değerlendirilmektedir. Bu tip ısı pompaları daha çok kullanım suyunun ya da ortama alınan temiz havanın ısıtılması amacıyla kullanılmaktadırlar [4].

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında Atatürk Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde kurulmuş olan, hava kaynaklı olan, havadan havaya çalışan ve soğutucu gaz olarak R 134a kullanan bir ısı pompası analiz edilmiştir. Üzerinde çalışılan ısı pompası sisteminin evaporatör ve kondenser kısmındaki ısı transferi, devri ayarlanabilen fanlar yardımıyla cebri olarak sağlanmaktadır. Kondenser ve evaporatör çok iyi yalıtılmış bir hava kanının içine yerleştirilmiştir. Kanallara giren havanın sıcaklığı ısı değiştirici kısmına ulaşmadan önce yerleştirilmiş olan ve her biri 1 kW gücünde olan beşer adet ısıtıcı yardımıyla ayarlanabilmektedir. Bu sayede ısı pompasının termodinamik performansı farklı debiler ve farklı sıcaklıklar için ya da farklı sıcaklıklardaki havanın farklı debileri için incelenebilmektedir.

Isı pompası düzeneğinde kullanılmış olan kompresör, scroll kompresördür. Kompresörün gücü 2.8 HP; çalışma sıcaklık değerleri +12/-20 °C arasında; devir sayısı 3500 d/d; çalışma gerilimi 380 V'dir. Ayrıca R22, R407C, R134a gazlarıyla çalışabilen kompresör, üç fazlı scroll bir kompresördür. Sistem üzerinde kullanılan ısı değiştiricileri dış akışkan olarak hava kullanılmaktadır.

Bahsi geçen deney sisteminde yapılan deneylerle kondenser hava debisinin ve sıcaklığının, evaporatör hava debisi ve sıcaklığının ısı pompası performansı (COP) ve ekserjetik verimi (η_{ek}) üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla yapılan ilk deneylerde kondenser hava debisi ve sıcaklığı sırası ile 220C ce 0,73 kg/sn; ve evaporatör hava debisi 0,74 kg/sn değerlerinde sabitlenmiş ve beş farklı evaporatör hava sıcaklığı için (24, 26, 28, 30 °C) deneyler yapılmıştır. Evaporatör debisinin

etkilerinin araştırılması içinse aynı kondenser havası değerlerinde, evaporatör hava sıcaklığı 26 °C olmak üzere beş farklı hava debisi için (0.58, 0.62, 0.66, 0.70, 0.74 kg/sn) ilgili deneyler yapılmıştır. Çalışma dâhilinde kondenser hava şartlarının ısı pompası etkilerinin incelenmesi için evaporatör havası 22°C sıcaklı ve 0,74 kg/sn debi de sabit tutulmuştur. Kondenser havası sıcaklığı 0,73 kg/sn sabit debide ve beş farklı giriş sıcaklığında (22, 24, 28, 32 ve 34 °C) sisteme verilerek gerekli ölçümler alınmıştır. Kondenser hava debisi ise beş farklı debi değerinde (0.56, 0.62, 0.65, 0.68, 0.73 kg/sn) ve sabit 22°C sıcaklıkta sisteme verilmiştir. Bahsi geçen deneylerin her biri en az üçer kere tekrarlanmış ve her bir deney en az 2 saat süreli olarak uygulanmıştır.

4.1. Deneysel Verilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Bağlıntılar

Deneylerde kullanılan saf ve çeşitli oranlardan meydana gelen soğutkan karışımların termodinamik özellikleri NIST paket programından elde edilerek aşağıdaki eşitlikler yardımıyla sistemin COP değerleri için gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Çevrimde dolaşan akışkanın kütleli debisi \dot{m}_r olmak üzere ideal ısı pompası çevriminde giren ve çıkan enerjiler şu şekilde açıklanmaktadır;

Kompresör gücü;

$$\dot{W}_{komp} = \dot{m}_r (h_\psi - h_g), \quad ya \ da \quad \dot{W}_{komp} = I.V.Cos(\phi).\sqrt{3} \quad (6)$$

Burada r alt indisi soğutkanı, I kompresörün çektiği akımı, V kompresörün kullandığı elektrik gerilimi ifade etmektedir. Çevre ile olan etkileşimler ihmal edilmiştir. Bu şartlar altında sistemin ve bileşenlerinin termodinamik performans değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanabilir.

Kondenser kapasitesi;

$$\dot{Q}_{kond.} = \dot{m}_r (h_g - h_\psi) \quad (7)$$

Evaporatör kapasitesi;

$$\dot{Q}_{evap.} = \dot{m}_r (h_\psi - h_g) \quad (8)$$

Olmak üzere bu ifadelerden ısı pompasının COP değeri;

$$COP_{Isi \ Pompa} = \frac{\dot{Q}_{Kond.}}{\dot{W}_{Komp.elektrik}} \quad (9)$$

Ve ısı pompasının ekserji verimi ise;

$$\eta_{ek} = \frac{Cikan \ Ekserji}{Giren \ Ekserji} \quad ya \ da \quad \eta_{ek} = \frac{COP_{IP}}{COP_{Carnot}} = \frac{\dot{Q}_{kond.} / \dot{W}_{komp.elekt.}}{T_H / (T_H - T_L)} \quad (10)$$

olarak yazılabilmektedir [8].

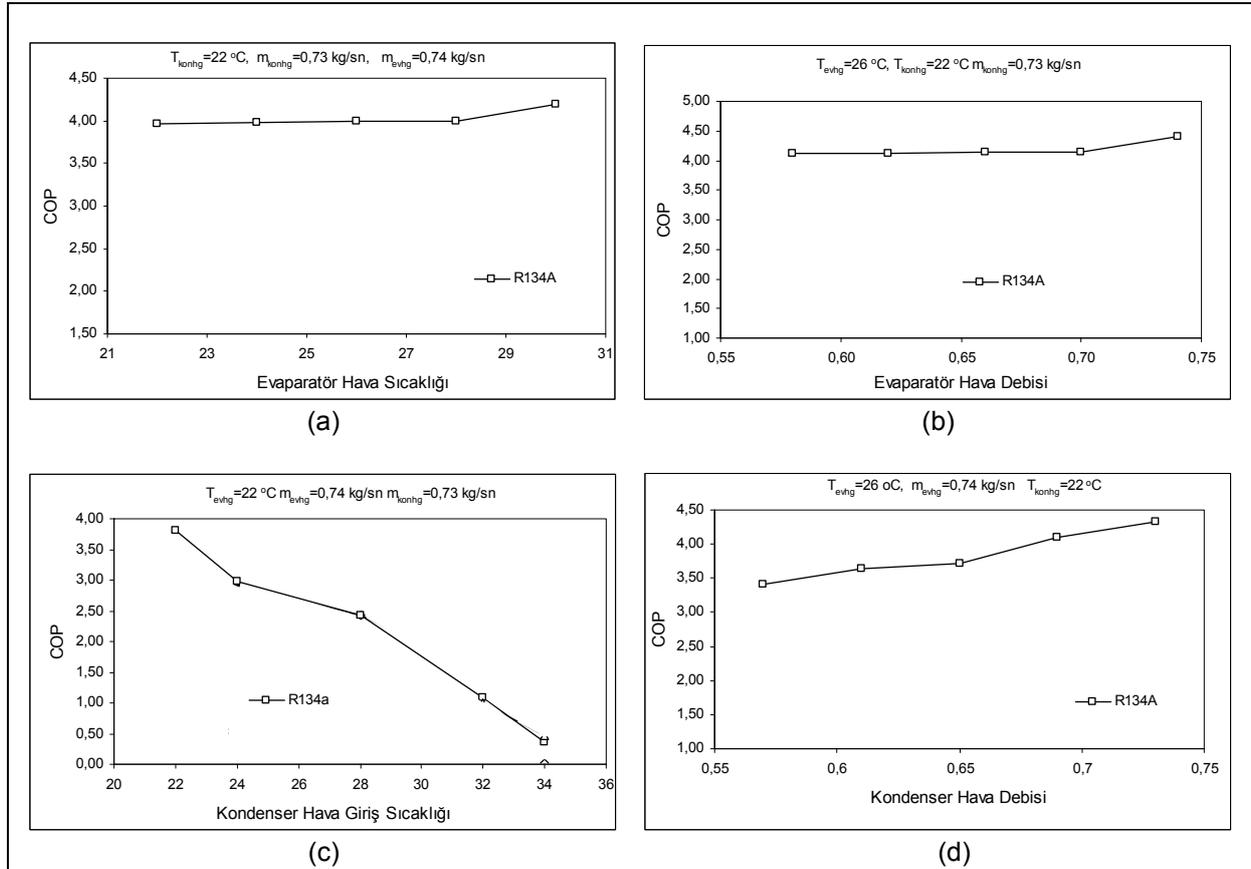
5. SONUÇ

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara dayanılarak yukarıda verilen eşitlikler yardımıyla hava kaynaklı ısı pompasının COP değeri her bir durum için hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlardan

hareketle ısı pompasının performansının evaporatör/kondenser hava debisi ve sıcaklığına göre değişimleri Şekil 4'te grafikler şeklinde sunulmuştur.

Evaporatör hava sıcaklığının artması durumunda sistemin performansının çok ciddi oranlarda değişmediği görülmüştür. Sistem performansında çok fazla artış olmamasının temelinde, kompresör de daha yüksek sıcaklıklardaki akışkanın yeterli derecede sıkıştırılması için daha fazla elektrik harcamasının yattığı düşünülmektedir. Bilindiği gibi soğutucu akışkanın kompresöre giriş sıcaklığının artması durumunda özgül hacim değerindeki değişime bağlı olarak sıkıştırma işlemi zorlaşmaktadır.

Evaporatör hava debisinin artması durumunda ise evaporatör kısmında akışkana birim zamanda verilen ısı enerjisinin artmasına bağlı olarak soğutucu akışkan sıcaklığındaki değişim daha hızlı olmakta bu da sistemin elektrik tüketimine olumsuz yansımaktadır. Sistem performansının evaporatör havasının sıcaklık c-ve debisinin artmasına karşılık olarak benzer tepki verdiği şekil üzerinden de anlaşılmaktadır. Bu durum daha çok evaporatörde soğutucu akışkanın ısı kazanması ile alakalıdır.

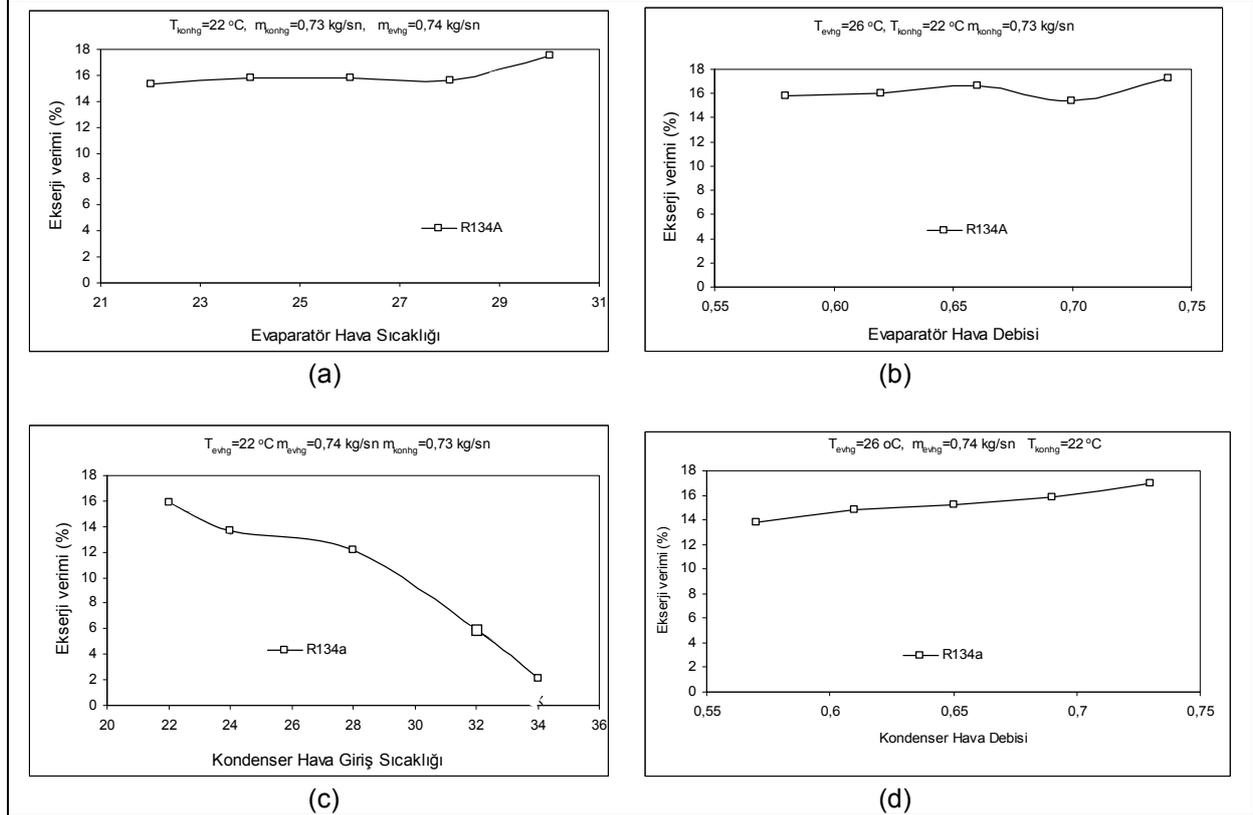


Şekil 4. Isı Pompası Performansının; a) Evaporatör Hava Sıcaklığına, b) Evaporatör Hava Debisine, c) Kondenser Hava Sıcaklığına, d) Kondenser Hava Debisine Göre Değişimi

Isı pompalarının performansının belirlenmesinde kondenserden atılan ya da ortama verilen ısı enerjisi oranının büyük önemi vardır. Buna bağlı olarak kondenser havası sıcaklığının artmasına bağlı olarak sistem performansında belirgin bir düşüş olduğu Şekil 4-c üzerinde görülmektedir. Bu durum beklenen bir durumdur. Söz konusu sıcaklık artışı sistemin çalışma parametreleri üzerinde olumsuz etki yapsa da bu düşüşün ana sebebi ortama gerekli oranda ısı aktarılamamasıdır. Şekil 4-d incelendiğinde kondenser hava debisinin artması neticesinde kondenserden ortama olan ısı transferinin iyileşmesine bağlı olarak sistem performansının arttığı anlaşılmaktadır.

Şekil 5. Sistemin ekserji veriminin önceki kısımlarda zikredilmiş olan parametrelere göre değişimini görsel olarak sunmaktadır. Evaporatör hava debisi ve sıcaklığı değişiminin ekserji verimi üzerindeki etkisinin COP üzerindeki etkisi ile benzerlik taşıdığı görülmektedir.

Evaporatör ısı değiştiricisinin çok iyi yalıtıldığı dikkate alınır, bu kısımdaki ısı kaybının çok az olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Buradan hareketle ekserji verimleri incelenirse havadan alınan ekserjinin dışında kalan ekserji miktarının yok olan ekserji olduğu anlaşılmaktadır. Kondenser havasının ısı pompası ekserji verimi üzerine olan etkileri de Şekil 5'in c ve d kısımlarında resmedilmiştir. Kondenser hava sıcaklığının artması neticesinde havaya ısı enerjisi aktarım oranı azalacağından, ekserji de aktarılamamaktadır. Kondenser hava debisinin de ekserji veriminde beklenen etkileri yaptığı görölmektedir.



Şekil 5. Isı Pompası Ekserji Veriminin; a) Evaporatör Hava Sıcaklığına, b) Evaporatör Hava Debisine, c) Kondenser Hava Sıcaklığına, d) Kondenser Hava Debisine Göre Değişimi

Çalışma kapsamında elde edilen veriler ve hesaplamalardan yararlanılarak elde edilen sonuçlar ışığında, ısı pompalarının enerjinin verimli kullanılması ve sürdürülebilir sistemlerin geliştirilmesi adına çok önemli sistemler olduğu anlaşılmaktadır. Bunların içinde en yaygın olan ve kurulum maliyeti en az olan hava kaynaklı ısı pompalarının önemi de ayrıca vurgulanmalıdır. Farklı ısıtma-soğutma yükleri için ya da ısıtma-soğutma ihtiyacı değişken olan mahaller için ısı pompasının kullanılmasının mantıklı bir yaklaşım olacağı anlaşılmaktadır. Çünkü sonuçlardan da anlaşılacağı üzere hava kaynaklı ısı pompalarının performans ve kapasiteleri evaporatör/kondenser hava akış ve sıcaklıklarının değiştirilmesi yolu ile kolayca değiştirilebilmektedir. Kaynak olarak kullanılan ortamın sıcaklık değerleri ve değişimleri dikkate alınmak kaydı ile bu sistemlerin kullanımının özendirilmesi ve yaygınlaştırılması özellikle ölkemiz gibi birincil enerji kaynakları açısından zayıf olan ölkeler için son derece önemlidir [9].

KAYNAKLAR

[1] http://www.energysavers.gov/your_home/space_heating_cooling/index.cfm/mytopic=12620

- [2] Nowak, T., 2009. Heat pumps renewable, Are they not? – A European perspective. IEA Heat pump centre letter, Volume 27, no: 3/2009
- [3] Summer, A.J., 1976. Domestic heat pumps. Prism Press, Unwin Brothers Ltd., Surrey
- [4] Viessmann vitocal ısı pompası katalogu, Viessmann mesleki yayınları, Isı pompaları, http://www.viessmann.com.tr/etc/medialib/internet/tr/prospekte.Par.67273.File.File.tmp/Mesleki_pompasi.pdf
- [5] Radermacher, R., Hwang, Y., 2005. Vapor compression heat pumps with refrigerant mixtures. Taylor&Francis Group LLC, 298p, London, England
- [6] Büyüktür, R., 1995. Termodinamik uygulama ve esasları, Cilt 2. Birsen Yayın Evi, İstanbul
- [7] Forsen, M., 2005. Heat pumps technology and environmental impact, Swedish Heat Pump Association, Mid Sweden University, Sweden
- [8] Şimşek, F., 2009. Zeotropik gaz karışımları kullanan ısı pompalarının enerji ve ekserji verimlerinin araştırılması. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [9] Efe Ş., Erzurumda kullanılan ısıtma sistemlerinin ekonomik analizi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007

ÖZGEÇMİŞ

Uğur ÇAKIR

1981 yılında ülkemizin güzel şehri Ordu'da doğmuştur. 2003 yılında Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 2007 yılında Yüksek Mühendis unvanını almış olup aynı yıl doktora eğitimine başlamıştır. 2005–2009 Yılları arasında Atatürk Üniversitesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmış olup 2009 yılından bu yana bu görevine Bayburt Üniversitesinde devam etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji verimliliği üzerine çalışmaktadır.

Kemal ÇOMAKLI

19872 yılı Erzurum doğumludur. 1994 yılında Karadeniz teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 2003 yılında Atatürk Üniversitesinde Doktor Mühendis unvanını almış olup aynı yıl yardımcı doçentliğe atanmıştır.2010 yılında doçentlik unvanını alan Dr. Çomaklı, Yenilenebilir enerji kaynaklar, enerji verimliliği, ısıtma soğutma sistemler ve ekserji konuları üzerine çalışmaktadır.