



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Ev Tipi Soğutucuda Yağ Hazneli Kondenserin Sistem Performansı Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Erdoğan KILIÇASLAN^{a,*} Bahadır ACAR^b Mehmet ARICIOĞLU^c

^a*Makine Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Karabük Üniversitesi, Karabük, TÜRKİYE*

^b*Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Karabük Üniversitesi, Karabük, TÜRKİYE*

^c*Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük Üniversitesi, Karabük, TÜRKİYE*

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: ekilicaslan@karabuk.edu.tr

ÖZET

Soğutma ve soğutma teknolojisine olan ihtiyacın hızla arttığı günümüzde soğutma sistemlerinden birçok alanda yararlanılmaktadır. Bununla birlikte günümüzde artan enerji ihtiyacına bağlı olarak soğutma sistemlerinden verimli bir şekilde yararlanma ve enerji tasarrufu sağlamak oldukça önem kazanmaktadır. Ev tipi soğutucularda sistemin verimini artırmanın bir yolu da kondenser kapasitesinin artırılmasıdır. Bu çalışmada ilk olarak doğal taşınımlı telli-boru tip kondenserin performans testi yapılmıştır. Daha sonra kondenser bir tankının içine yerleştirilerek tankın içeresine sırasıyla 2.5, 5, 7.5 ve 10 lt miktarlarında nebati yağ eritilip doldurulmuş ve sistemin performans testleri yapılmıştır. Bu çalışmada ev tipi soğutucu on-off olarak 2 saat boyunca çalıştırılmıştır ve ölçümler 5'er dakika aralıklarla alınmıştır. Yağ soğutmalı kondenserde yağ miktarı artıkça kondenser performansının arttığı ve enerji tüketiminin azaldığı tespit edilmiştir. Hava soğutmalı kondenser kullanarak yüksüz çalıştırıldığında STK değeri 2.38 ve enerji tüketimi 110 Wh iken, yağ soğutmalı kondenser 10 lt yağ doluyken STK değeri 2.72'ye çıkmış ve enerji tüketimi ise 50 Wh'e inmiştir. Hava soğutmalı kondenser kullanarak yüklü çalıştırıldığında STK değeri 2.13 ve enerji tüketimi 120 Wh iken, yağ soğutmalı kondenser 10 lt yağ doluyken STK değeri 2.58'e çıkmış ve enerji tüketimi ise 60 Wh'e inmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava soğutmalı kondenser, Yağ soğutmalı kondenser, STK, Enerji tüketimi

Investigation of The Effect of A Household Refrigerator Condenser With Oil Tank On The System Performance

ABSTRACT

Today, the need for cooling and cooling technologies are growing fast and they are used in many areas. In this study, first the performance test of a natural circulation wire-tube condenser was tested. Then the condenser was placed into a tank and 2.5, 5, 7.5 and 10 liters of melted vegetable oil was filled into the tank. Performance tests of the system were performed at both loaded and unloaded conditions and also under both continuous and on/off operation. Experimental results showed that as the amount of oil in the oil-cooled condenser increases, the condenser capacity and cooling capacity also increase, and also the energy consumption decreases. The energy consumption in unloaded operation of air-cooled condenser for 1 hour was measured as 110 Wh, and it decreased to 50 Wh for oil-cooled condenser filled with 10 liters of oil. The energy consumption in loaded

operation of air-cooled condenser for 1 hour was measured as 120 Wh, and it decreased to 60 Wh for oil-cooled condenser filled with 10 liters of oil. On the other hand the COP of the system in unloaded operation of air-cooled condenser was calculated as 2.38, and it increased to 2.72 for oil-cooled condenser filled with 10 liters of oil. For loaded operation of air-cooled condenser was calculated as 2.13, and it increased to 2.58 for oil-cooled condenser filled with 10 liters of oil.

Keywords: Air cooled condenser, Oil cooled condenser, COP, Energy consumption

I. GİRİŞ

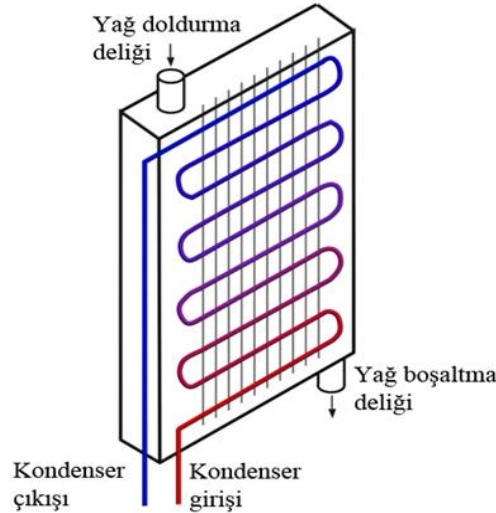
SON yıllarda soğutma teknolojisinin hızlı bir şekilde geliştiği ve birçok alanda soğutma teknolojisine duyulan ihtiyacın arttığı günümüzde soğutma sistemlerinden verimli bir şekilde yararlanmak ve enerji tasarrufu sağlamak büyük ölçüde önem kazanmaktadır. Esas olarak bir soğutma sistemi düşük sıcaklıktaki bir ortamdan yüksek sıcaklıktakine ısı geçişi sağlamaktadır. Soğutma teknolojisinde birçok sistem çeşitli amaçlar için çok farklı boyutlarda ve işletme şartları göz önüne alınarak dizayn edilirler. Bu dizayn sonunda sistemin verimli çalışmasının yanında minimum enerji tüketmesi de göz önüne alınmalıdır. Enerji ihtiyacının arttığı ve enerjiye olan ihtiyacın birçok alanda olması enerji tasarrufunu ve enerjiyi etkin bir şekilde kullanmayı zorunlu kılmakta ve enerji kaynaklarını dikkatli kullanmaya zorlamaktadır. Bu sebeple üretilen soğutma cihazlarında sistemin performansını artırıp enerji tüketiminin azaltılması ve ayrıca bu sistemlerden atılan enerjinin başka bir sistem tarafından enerji kaynağı olarak kullanılması önemli enerji tasarrufu konusudur. Literatürde; soğutma, iklimlendirme sistemleri ve ısı pompalarından atılan ısının başka bir sistemin giriş enerjisi olarak kullanılabilirdiği birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların birçoğu ısı pompaları ve iklimlendirme sistemleriyle ilgilidir. Kadayıfçı yapmış olduğu çalışmada doğal taşınım bir soğutucunun kondenserini farklı boylarda baca ile çalıştırdığında enerji tüketimi esas alındığında sistem yük altında çalışırken bacalı doğal taşınım doğal taşınımından % 5, yüksüz çalışırken % 10 daha az enerji tükettiğini bildirmiştir [1]. Clark ev tipi bir buzdolabında hava ve su soğutmalı kondenser kullanarak yaptıkları deneysel çalışma sonucunda buzdolabı performansını bozmaksızın su sıcaklığında 35 °C yükselme ve % 18-20 ısı geri kazanımı sağlamışlardır [2]. Wen-Long bir soğutma sisteminin kondenser borularını faz değiştiren bir malzeme içerisine yerleştirerek yaptığı çalışmada soğutma tesir katsayısı % 19 artarken soğutucunun tükettiği enerji % 12 azaldığını belirtmiştir [3]. Akdoğan A. yaptığı çalışmada özel olarak tasarlanıp imal edilen, üç farklı kapasitede su soğutmalı kondenseri bulunan buhar sıkıştırımlı bir soğutma çevrimi için enerji ve ekserji analizlerini yapmış, kondenser kapasitesi düşürüldükçe tersinmezliklere bağlı olarak sistemde ekserji kaybı arttığını ve enerji analizlerinde en fazla kaybın kondenserde olduğunu tespit etmiştir [4]. Stinson vd. bir buzdolabının kondenserinden ısı geri kazanımı sağlamak için su soğutmalı kondenser kullanarak yaptıkları deneysel çalışmada; sistem COP değerinin % 10-18 yükseldiğini, kondenser basıncı yükseldiğinde COP değerinin azaldığını ve su soğutmalı kondenser kullanıldığında ısı kayıplarının düştüğünü belirtmişlerdir [5]. Alex vd. bir buhar sıkıştırımlı soğutucu için analitik bir model sunmuşlardır. Çalışmalarında su ısıtmak için deneyler yapmışlar ve bir ısı geri kazanım ünitesi geliştirmişlerdir. Çalışma sonucunda çiller kapasitesinin %30 COP değerinin de %20 arttığını tespit etmişlerdir [6]. Goto vd. yaptıkları çalışmada duyulur ısı geri kazanım ünitesi geliştirmişler, bu üniteyi su ısıtmak için kullanmışlar ve deneyler yapmışlardır. Deneyler sonucunda genel enerji verimliliği % 34 artmasına rağmen COP değeri kompresörün yaptığı işin artmasından dolayı % 15 azalmıştır [7]. Sapali vd. bir süt soğutma tesisinin kondenserinden ısı geri kazanımı üzerine yaptıkları çalışmada; aşırı kızdırmanın tamamının gizli ısının ise % 35'nin geri kazanıldığı tespit edilmiştir ve önemli

iyileştirmelerin yanı sıra COP değerinin 3 ten 4.8'e yükseldiği belirtilmiştir [8]. Patil, P.A yaptığı çalışmada soğutma performansını artırmak için iki farklı tip kondenser ile değişik çalışmalar yapmıştır. Mikro telli kondenser kullanıldığında U tip kondensere göre soğutma kapasitesinin % 10 STK'sının ise % 17 arttığı görülmüştür [9]. Tissot vd. tarafından yapılan çalışmada bir buzdolabının kondenserine su spreyi uygulaması yapılarak enerji performansının iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonunda sprey uygulanan kondenserde soğutucunun STK değeri % 2.89 yükselmiştir [10]. Hajidavilioo vd. tarafından yapılan bir çalışmada bir iklimlendirme cihazında kondenser kapasitesini artırmak için hava soğutmalı kondenser yerine evaporatif kondenser kullanılmıştır. Enerji tüketiminde % 20 ye kadar azalma STK da ise % 50 civarında bir iyileşme gerçekleşmiştir [11].

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen çalışmalardan esinlenerek ev tipi bir soğutucuda kondenser kapasitesi ile açık literatürde pek fazla çalışmaya rastlanılmamış olup konunun özgün bir nitelik kazanması adına nebati yağ ile donatılmış bir kondenserin kapasitesinin sistem performansına etkisinin incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneysel çalışmada; içerisine kondenser yerleştirilmiş yağ haznesine değişen miktarlarda nebati yağ eritilerek doldurulmuş ve sistem performansı incelenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda yağ haznesinin doluluk oranı arttıkça soğutma sisteminin performansının arttığı ve enerji tüketiminin azaldığı görülmüştür.

II. YÖNTEM

Deneysel çalışmada AEG marka ev tipi bir soğutucu kullanılmıştır. Başlangıçta doğal taşınımlı hava soğutmalı kondensere sahip bir buzdolabının kondenseri, siyah sac malzemedan imal edilen bir hazne içine konularak yağ soğutmalı kondensere dönüştürülmüştür



Şekil 1. Yağ soğutmalı kondenser ve kondenserin yağ haznesi içindeki konumu.

Şekil 1'de görülen bu yağ haznesi 10 lt yağ alma kapasitesinde sahip olup 8 mm çapında yağ boşaltma ve doldurma delikleri bulunmaktadır. Nebati yağ bu hazneye farklı miktarlarda eritilerek konulmuştur. Burada kondenser ısısını hazne içinde bulunan nebati yağa aktarmaktadır. Ev tipi soğutucunun özellikleri çizelge 1'de verilmiş olup deneysel çalışmalarda bu özellikler dikkate alınmıştır.

Tablo 1. Ev tipi soğutucunun özellikleri

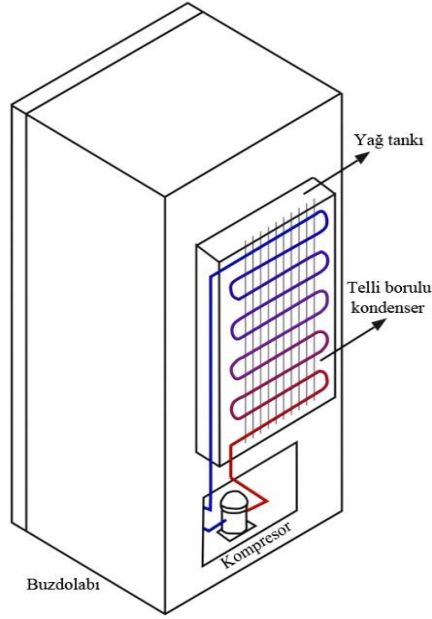
KOMPRESÖR	KONDENSER	EVAPORATÖR
HUAYI C.O. 190/220 V AC 50 Hz Wkomp=123W Piston sayısı: 1	AEG C.O Ebatlar: 0.55 X 0.87 m Boru dış çapı: 0,0048 m Boru iç çapı: 0,0038 m Boru boyu: 10,8 m	AEG C.O. Ölçüler: 0,22 X 0,5 m Tipi: Kabartma Tip

Soğutma sisteminin alçak basınç ve yüksek basınç tarafına manometreler yerleştirildikten sonra sıcaklık değerlerini okumak için K tipi termokupl yerleştirilmiştir. Gerekli bağlantılar ve kontroller yapıldıktan sonra sistem bir gün boyunca yüksüz çalıştırılarak test edilmiştir. Deney setinin enerji tüketimini ölçmek üzere bir elektrik sayacı kullanılmıştır. Deneyler sürekli rejimde 5 dakika aralıklarla toplam 1 saat boyunca, yüksüz ve yüklü olarak yapılmıştır. Yüklü yapılan deneylerde yük olarak 15 W gücünde bir ampul kullanılmıştır.

Tablo 2. Yüklü ve yüksüz çalışmada doğal taşınimli hava soğutmalı ve yağ soğutmalı deney setinin termodinamik özellikleri

	Durum	T₂=T₃ (°C)	T₅ (°C)	T₁=T₆ (°C)	P₂=P₃ (kPa)	P₁=P₅=P₆ (kPa)	h₂=h₃ (kJ/kg)	h₅ (kJ/kg)	h₁=h₆ (kJ/kg)
DT	Yüklü	91.5	69.5	3.5	2250	70	455.86	303.43	407.18
2.5 lt		85.5	56	3	1690	50	457.98	280.90	407.25
5 lt		79.5	51.5	2	1600	50	455.38	274.44	406.44
7.5 lt		78.5	49	2	1190	40	458.48	269.80	406.68
10 lt		75	48.5	0	9800	20	458.41	269.08	405.56
DT	Yüksüz	90.5	69	5	2350	80	452.55	302.44	408.17
2.5 lt		83.5	53.5	2	1665	50	456.05	276.91	406.44
5 lt		80	50.5	2	1460	40	455.38	272.19	407.15
7.5 lt		71.5	50	2	1125	20	451.44	271.52	407.15
10 lt		73.5	47.5	0	9300	10	456.55	267.54	405.80

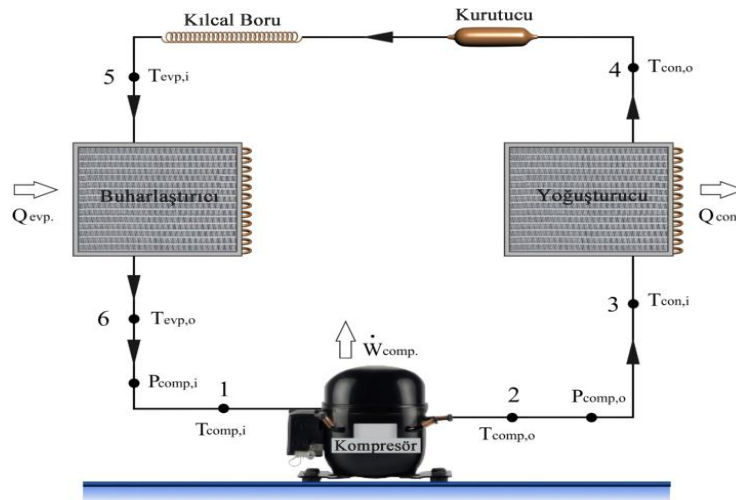
Ev tipi soğutucuda kondenser kapasitesinin sistem performansına etkisinin incelenmesine yönelik yapılan deneysel çalışmada tasarlanan ve imalatı gerçekleştirilen deney düzeneği Şekil.2’de görülmektedir. Yağ soğutmalı kondensere farklı miktarlarda eritilen nebati yağ doldurularak donması sağlandıktan sonra deneylere başlanmıştır.



Şekil 2. Yağ soğutmalı kondenser ve soğutucu üzerine takılmış hali

III. BULGULAR ve TARTIŞMA

Soğutucu akışkanın düşük basınçta çevreden ısı alarak buharlaşmasını sağlayan eleman evaporatördür. Evaporatörden alınan buharı yüksek basınçlı kondensere basan eleman kompresördür. Kompresörden gelen sıcak kızgın gazın ısını alarak onun yoğunlaşmasını sağlayan eleman kondenserdir. Sıvı soğutucu akışkanın geçişini çeşitli metotlarla kısıtlayarak evaporatörde düşük basınç oluşmasını, dolayısıyla soğutucu akışkanın buharlaşacak hale gelmesini sağlayan eleman genişleme valfidir. Şekil 3’de ev tipi soğutucunun temel elemanları ve çalışma şeması gösterilmiştir. İdeal buhar sıkıştırma soğutma çevriminde Şekil 3’de belirtilen noktalara göre kondenser kapasitesi, soğutma kapasitesi ve kompresörde yapılan işi veren denklemler yazılmıştır. Bu sistemdeki buharlaştırıcının hava akımından çektiği ısı, denklem 1’de evaporatör giriş ve çıkışındaki entalpi farklarının soğutucu akışkanın kütleli debisi ile çarpılmasıyla bulunmuştur.



Şekil 3. Ev tipi soğutucunun temel elemanları ve çalışma şeması

$$Q_{evp} = m (h_6 - h_5) \quad (1)$$

Kondenser çevre havasına veya yağa atılan ısı ise, denklem 2’de kondenser giriş ve çıkışındaki entalpi farklarının soğutucu akışkanın kütleli debisi ile çarpılmasıyla bulunmuştur.

$$Q_{com} = m (h_3 - h_4) \quad (2)$$

Kompresörün yaptığı iş veya kompresör gücü, denklem 3’de olduğu gibi kompresör çıkış ve girişindeki entalpi farklarının soğutucu akışkan kütleli debisiyle çarpılmasıyla bulunur.

$$W_{com} = m(h_2 - h_1) \quad (3)$$

Bir soğutucunun performansı soğutma tesir katsayısı ile ifade edilir. Soğutucunun performansını denklem 4’de olduğu gibi evaporatör kapasitesinin kompresörün yaptığı işe bölünmesiyle bulunur.

$$STK = \frac{Q_{evp}}{W_{com}} = \frac{h_6 - h_5}{h_2 - h_1} \quad (4)$$

1 nolu ölçüm noktasında gösterilen kompresör çıkış sıcaklığı ve basınç değerleri, 3 nolu ölçüm noktasında gösterilen kondenser çıkış sıcaklığı ve basınç değerleri, 6 nolu ölçüm noktasında gösterilen kompresör giriş sıcaklığı ve emme basıncı değerleri gösterilmiştir. Buna göre STK değerleri denklem 5 ‘e göre bulunur.

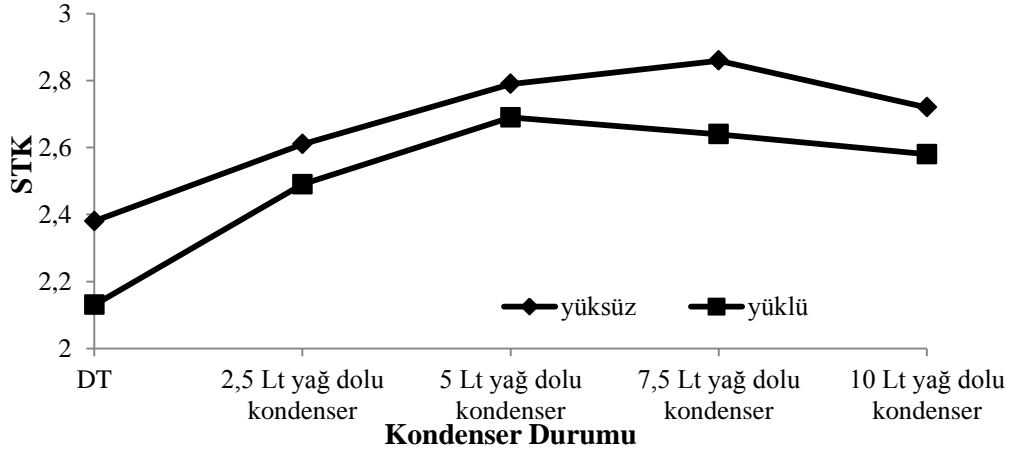
$$STK = \frac{Q_{evp}}{W_{com}} = \frac{m(h_6 - h_5)}{m(h_2 - h_1)} \quad (5)$$

Tasarlanan ve imalatı yapılan deney düzeneği üzerinde Ocak ayı ve Karabük iklim şartlarında bir dizi deneyler yapılmıştır. Deneylerden elde edilen dotalar buzdolabının içine 15 W’lık yük yerleştirilerek yüklü-yüksüz olarak sürekli çalışma şartları için alınmıştır. Her bir deney bittikten sonra sistemin normal çalışma şartlarına gelmesi için 2 saat boyunca soğutucu çalıştırılmamıştır.

Deneylerin birinci kısmında STK değerleri eşitlik 5’den yararlanılarak hesaplanmıştır. Deney verileri ilk önce hava soğutmalı kondenser ile yüklü ve yüksüz olarak sürekli çalıştırılarak alınmıştır. Daha sonra yağ haznesine nebati yağ eritilerek 2.5, 5, 7.5 ve 10 litre doldurularak aynı ölçümler alınarak kaydedilmiştir. Nebati yağ ile yapılan deneylerde yağın donması için 2 saat beklenmiştir. Hazne içindeki nebati yağın sıcaklığı K tipi bir termokupl ile ölçülmüştür. 1, 3 ve 6 noktalarından ölçülen basınç ve sıcaklıklara karşılık gelen entalpi değerleri bulunduktan sonra 5 nolu eşitlik kullanılarak sürekli yüklü ve yüksüz çalışma şartlarına ait STK değerleri hesaplanmış ve Şekil.4’de verilmiştir.

Şekil.4’den de görülebileceği gibi hem sürekli yüksüz hem de sürekli yüklü çalışmada en düşük STK doğal taşınımlı kondenserde sırasıyla 2.13 ve 2.38 olarak gerçekleşmiştir. Kondenser 2.5 lt ile doldurulduktan sonra soğutucunun performansı artarak sürekli yüksüz çalışmada 2.61’e sürekli yüklü çalışmada 2.49’a ulaşmıştır. Kondenserdeki yağ doluluk oranı arttıkça soğutucunun performansı da artmıştır. En yüksek STK kondenser 7.5 lt yağ ile doluyken sürekli yüksüz çalışmada 2.86 olarak, sürekli yüklü çalışmada ise kondenser 5 lt yağ doluyken 2.69 olarak gerçekleşmiştir. Sürekli yüksüz

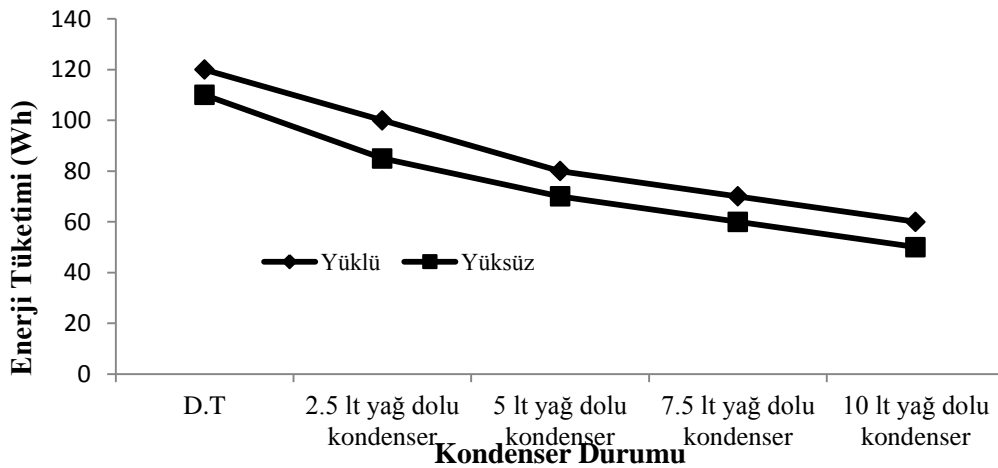
çalışmada STK hazne 10 lt yağ dolu iken biraz azalarak 2.72 olmuştur. Bu azalmanın sebebi haznedeki yağ miktarının 7.5 lt olduğu durumda yeterli ısı transferi olduğunu göstermektedir. Yağ haznesi 7.5 lt yağ doluyken yüksüz çalışırken STK doğal taşınımına göre %17 yüklü çalışırken %20 artmıştır.



Şekil 4. Sürekli yüklü ve yüksüz çalışmaya ait STK değişimi

Soğutma sisteminin elektrik tüketimi ölçülürken tek fazlı elektrik sayacı kullanılmıştır. Tüketilen enerji Watt-saat (Wh) olarak ölçülmüştür. Yüklü yapılan deneylerde 15 W'lık yük elektrik sayacına bağlı olmayan ayrı bir kaynaktan alınmıştır. Elektrik tüketimi Şekil.5'de verilmiştir.

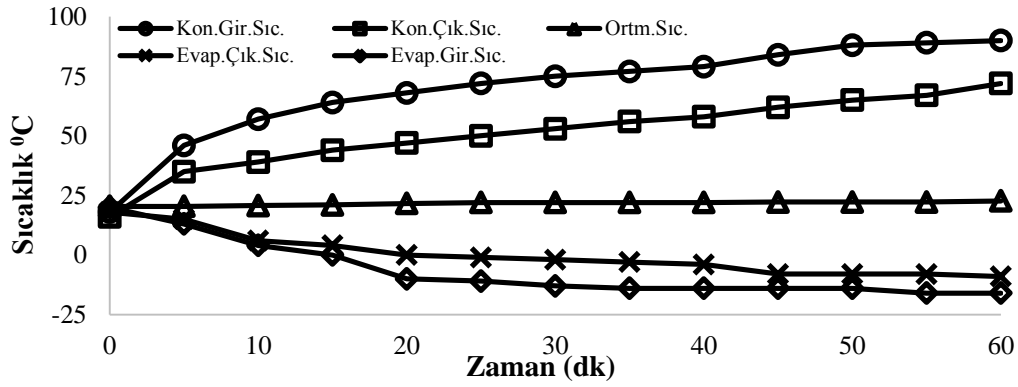
Şekil 5'de görüldüğü gibi en yüksek enerji tüketimi, soğutma sistemi sürekli doğal taşınımlı kondenser ile yüklü çalıştırıldığında 120 Wh olarak gerçekleşmiştir. En az enerji tüketimi ise soğutma sisteminin kondenseri 10 lt yağ ile dolu iken yüksüz çalıştırıldığında 50 Wh olmuştur. Şekilde görüldüğü gibi hem yüklü hem yüksüz durumda, soğutma sisteminin kondenslerinde yağ doluluk oranı arttıkça enerji tüketimi azalmıştır. Bu durumda şu söylenebilir. Yağ soğutmalı kondenser yoğunlaşma basıncını düşürerek kompresörün enerji tüketiminin azalmasına sebep olmuştur.



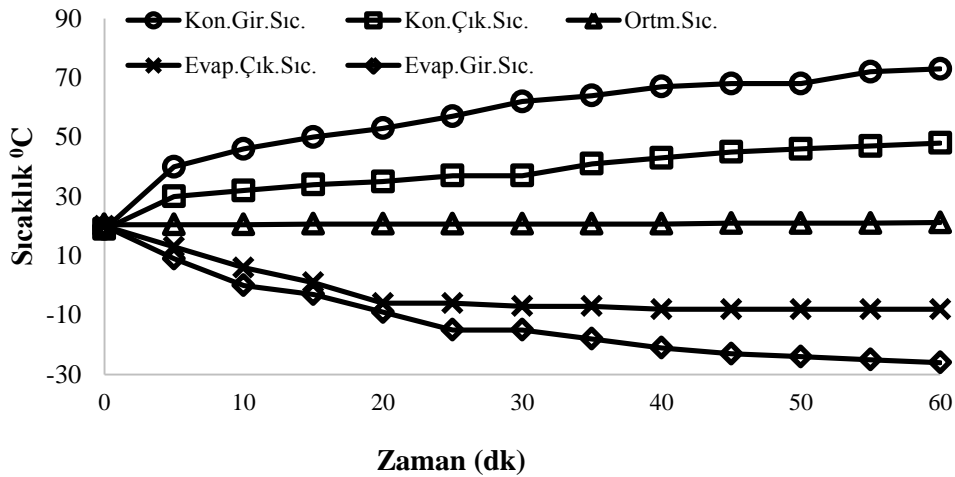
Şekil 5. Ev tipi soğutucunun sürekli çalışmada enerji tüketimi

Şekil 6 ve Şekil 7 birlikte incelendiğinde şekillerden görüleceği gibi en yüksek kondenser giriş-çıkış sıcaklığı doğal taşınimli kondenserle çalışan deneyde gerçekleşmiştir. Bunun sebebi doğal taşınimli kondenserin ortama ısıyı atmada zorlanmasıdır. Bu nedenle kondenserdeki yoğuşma basıncı artar dolayısıyla kompresörün enerji tüketimi de artar. Bu da soğutucunun performansının azalmasına sebep olur. En düşük kondenser giriş-çıkış sıcaklığı ise kondenseri 10 lt yağ ile dolu sürekli yüksüz çalışan deneyde gerçekleşmiş olduğu görülmektedir. Bunun sebebi kondenserin ısıyı hızlı bir şekilde yağa transfer etmesidir.

Evaporatör sıcaklık dağılımı incelendiğinde en düşük evaporatör sıcaklığı kondenseri 10 lt yağ ile dolu sürekli yüksüz çalışan deneyde gerçekleşmiş olduğu görülmektedir. Bunun sebebi evaporatör tarafından alınan ısının süratlice kondensere atılmasıdır. En yüksek evaporatör sıcaklığı ise kondenseri doğal taşınimli çalışan deneyde gerçekleşmiştir. Bunun sebebi ise evaporatörden alınan ısının kondensere atılırken zorlanmasıdır.



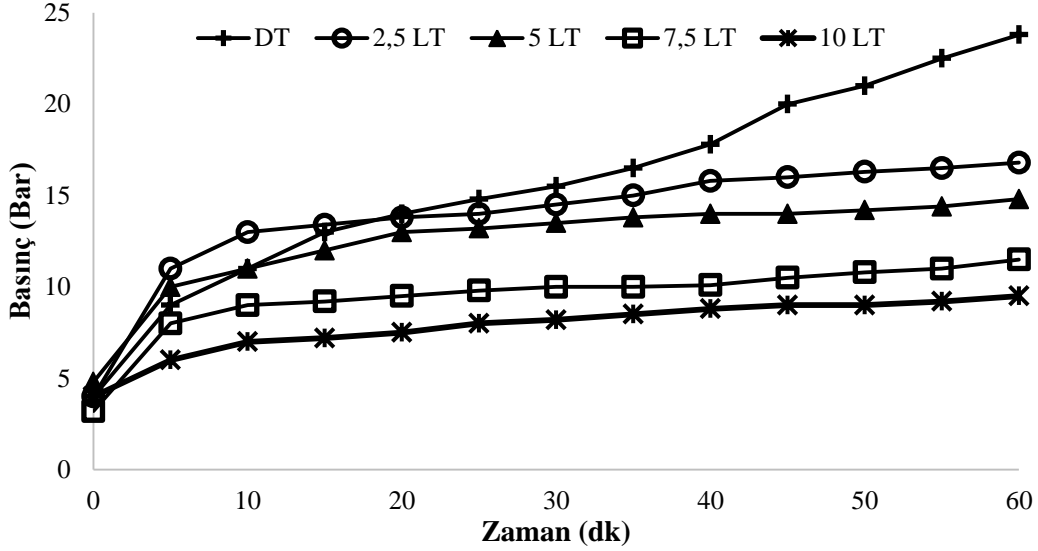
Şekil 6. Doğal taşınimli yüksüz çalışan deney setinin kondenser ve evaporatör sıcaklık değişimi.



Şekil 7. Kondenseri 10 lt yağ ile dolu yüksüz çalışan deney setinin kondenser ve evaporatör sıcaklık değişimi

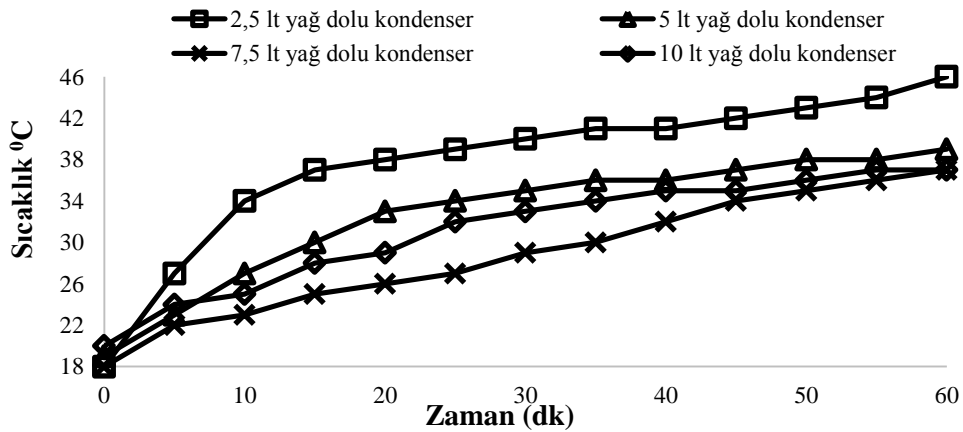
Şekil 8'de deney setinin değişik kondenser durumlarında basınç dağılımı görülmektedir. Şekilden de görüleceği gibi en yüksek kondenser basıncı doğal taşınimda meydana gelmiştir. Bunun sebebi kondenserin ısı atması esnasında zorlanmasıdır. Kondenser haznesi nebati yağ ile doldurulduktan sonra kondenser basıncı düşmeye başlamış doluluk oranı arttıkça basınç düşmeye devam etmiştir. En

düşük kondenser basıncı ise kondenser 10 lt yağ ile doluyken çalışan deneyde gerçekleşmiştir. Bunun sebebi kondenser ısısının hızlı bir şekilde nebati yağ tarafından tutulmasıdır. Kondenser basıncının düşmesiyle birlikte kompresörün enerji tüketimi Şekil. 5'te görüldüğü gibi azalmıştır.



Şekil 8. Sürekli yüksüz çalışan deney setinin kondenser basınç dağılımı

Şekil 9.'da sürekli yüksüz çalışmada hazne içindeki yağın miktarı arttıkça sıcaklığının azaldığı görülmektedir. Sürekli yüksüz çalışmada yağ haznesi 2.5 litre yağ ile doluyken başlangıçta yağ sıcaklığı 18°C iken 60 dakikalık çalışma periyodunun sonunda 46 °C'ye yükselmiştir. Yağ haznesi doluluk oranı arttıkça nebati yağın sıcaklığı azalmaya devam etmiş, hazne 10 litre yağ ile doluyken başlangıç sıcaklığı 20 °C'de olmasına rağmen 60 dakika sonra 37 °C olarak ölçülmüştür. Haznenin 10 litre yağ ile dolu olması durumunda nebati yağın ergime derecesi 35°C olduğundan kondenserden atılan ısının büyük bir kısmı nebati yağ tarafından tutulmuştur denilebilir.



Şekil 9. Ev tipi soğutucuda sürekli yüksüz çalışmada yağ haznesindeki nebati yağın zamana göre sıcaklık değişimi

IV. SONUÇ

Ev tipi soğutucularda farklı kondenser kapasitelerinin uygulanabilirliği ve maliyetinin uygun olup olmadığı, nebati yağ soğutmalı kondenserin yeni imalatlarda nasıl kullanılacağı ve projelendirme esasları, halen kullanılmakta olan milyonlarca ev tipi ve küçük ticari soğutucularda nebati yağ soğutmalı kondenserin uygulanabilirliği araştırılmalıdır. Ev tipi soğutucuda nebati yağ soğutmalı kondenserin imalat zorluğu ve ağırlığı en büyük problemlerden birisidir, yeni üretimlerde soğutucularda kondenser kapasitesinin artırıp soğutucudan maksimum verim alınmak istenmektedir. Nebati yağ soğutmalı kondenserde yağ haznesinin imalatı ve montajı projelendirme esasında incelenmelidir.

Yapılan deneylerde ev tipi soğutucunun kondenseri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kondenser metal bir hazne içerisine yerleştirilip, metal hazne içerisine nebati yağ eritilip yağ haznesine farklı miktarlarda konularak farklı kondenser kapasitelerinde sistem performansı ve enerji tüketimi üzerine etkisi incelenmiştir. İnceleme sonunda nebati yağ kondenserde atılan ısıyı hızlı bir şekilde tutmuştur. Nebati yağ erime noktası olan 35 °C’de kondenser ısıyla erimiştir. Yağ haznesine konulan nebati yağın miktarı arttıkça kondenserin ısısı düşmüş ve evaporatörün soğutma kapasitesi artmıştır. Kondenserin yoğuşma basıncı azalmasıyla birlikte soğutucularda kompresörden kaynaklanan arızalar en aza inecektir. Ayrıca kondenser basıncı düştüğü için kompresörün çektiği akım azalacak ve aşırı gürültü, ısınma gibi problemlerin önüne geçilecektir. Bu tip çalışmalar değişik türden ev tipi soğutucularda denenerek buradaki sonuçlarla karşılaştırılabilir. Kondenser haznesi farklı faz değiştiren maddelerle denenerek performans testleri yapılabilir. Bu çalışmada kondenser haznesi siyah sac malzemeden üretilmiştir. Hazne yapımında farklı metaller denenerek performans testleri yapılabilir. Bu çalışmada tüm testler doğal taşınımlı kondenser kullanılarak yapılmıştır. Kondenser bir fan yardımıyla zorlanmış taşınımına dönüştürülüp benzer performans testleri yapılabilir.

Yapılan çalışmalarda soğutucularda performansın iyileştirilmesi ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmada soğutucuların performansını iyileştirmek için farklı bir kondenser tasarımı yapılarak faz değiştiren materyal olarak nebati yağ kullanılmış ve soğutucunun enerji tüketiminde önemli ölçüde bir azalma sağlanmıştır.

V. KAYNAKLAR

- [1] M. Kadayıfçı, *Bacalı doğal taşınımlı yoğuşturucunun ev tipi soğutucuların performansına etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük-Türkiye, (2011).
- [2] R.A. Clark, R.N. Smith, M.K. Jensen, *An experimental study of waste heat recovery from a residential refrigerator*, **Energy Conversion Engineering Conference Proceedings of the 31st Intersociety**, Washington-ABD, (1996) 1887.
- [3] C. Wen-Long, M. Bao-Jun, L. Yi-Ning, H. Yong-Hua, Y.A. Xu-Dong *Energy* **36(10)** (2011) 579.
- [4] A. Akdoğan, *Bir soğutma sistemindeki kondenser kapasitesinin değiştirilmesinin enerji ve ekserji analizleri ile incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak-Türkiye (2007).
- [5] G. E. Stinson, C.J. Stuman, D.J. Warburton, *Journal of Agriculture Engineering* **36(4)** (1987) 275.
- [6] H.W. Alex, J.W. Jones *Applied Energy* **57(4)** (1997) 271.

- [7] M. Goto, S. Ohuchinda, T. Agata, *A energy saving methodology for arge air-conditioning systems-performance of an additional condenser and its application to a hot water supply*, **In procedin4gs of international symposium on ecotopic science**, Kopenhag-Danimarka, (2007) 189.
- [8] S.N. Sapali, S.M. Pise, A.T. Pise, D.V. Ghewade (2014) **DOI: 10.1016/j.csite.2014.09.003**.
- [9] Patil, P. A. *Experimental Heat Transfer* **25(2)** (2012) 77.
- [10] J.Tissot , P. Boulet, F. Trinquet, L. Fournaison, M. Lejeune, F. Liaudet *Int. Jour. of ref.* **38(2)** (2014) 93.
- [11] E. Hajidavalloo, H.Eghtedari *Int. Jour. of Ref.* **33(5)** (2010) 982.