

Mevcut Buzdolabının Isı pompası Ünitesine Çevrilmesi ve Kompresör Çalışma Koşullarının Karşılaştırılması

Hasan Çil; Tunahan Altın; Ercüment Özkan; Emre Akkanat; Oğuzhan Karakılıç;
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Erzurum Teknik Üniversitesi

Özet:

Bu projede soğutma makinası olan buzdolabını önce sökülmesi yapıp daha sonra buzdolabını oluşturan elemanların çalışma prensibini incelemek planlanmıştır. Bu çalışmada buzdolabında önemli elemanlardan biri olan kompresör ünitesi hakkında analizler yapılmıştır.

Ayrıca, laboratuvarında bulunan bir buhar sıkıştırıcı soğutma sistemi kullanılarak, kompresör çalışma koşulları, ısı pompası ve buzdolabı çevrimleri için kompresör sıcaklık ve basınç değişimleri ve performansı gözlemlenmiştir. Son olarak elde edilen sonuçlar diyagramlar üzerinde değerlendirilmiştir.

Gaz basıncını arttırmak için kullanılan kompresörler yöntem bakımından pozitif deplasmanlı ve dinamik olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Bu çalışmada yapılan deneylerde bir pozitif deplasmanlı kompresör incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kompresör; Isı pompası; Buzdolabı; Performans

Converting of Existing Refrigerator to Heat Pump Unit to Compare Operating Conditions

Abstract:

In this project, an existing refrigerator, was first dismantled and then the operating principles of its elements was examined. In this study, compressor as an element with key role in the refrigerator and heat pumps was analyzed.

Using a laboratory vapor-compression refrigeration device, the compressor operating conditions were observed when it works in a heat pump or refrigerator unite, and the performance of the compressor was monitored by recording temperature and pressure changes, and finally obtained results were evaluated and prepared on the diagrams.

Compressors are divided into two main groups as positive displacement and dynamic in terms of the mechanism used to increase the gas pressure. In this study, a positive displacement compressor was investigated in the laboratory experiments.

Key words: Compressor; Heat Pump; Refrigerator; Performance

1.Giriş

Semboller	
\dot{m}	Kütlesel debi (kg s^{-1})
h	Entalpi (kJ kg^{-1})
\dot{W}	Güç (watt)
I	Elektrik akım (A)
k	Özgül ısıların oranı
p	Basınç (kPa)
t	Zaman (s)
U	Voltaj (V)
R	Gaz sabiti ($\text{kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$)
η	Verim

Makine mühendisliği alanında, çalışmalarda performanstan ödün vermeden, enerji tüketimi düşme sağlayan, çevreye duyarlı soğutma sistemlerinin tasarımı ve üretimi hız kazanmıştır. Bu çalışmaların örneği olan seçilmiş araştırmalar aşağıda sırasıyla özetlenmiştir.

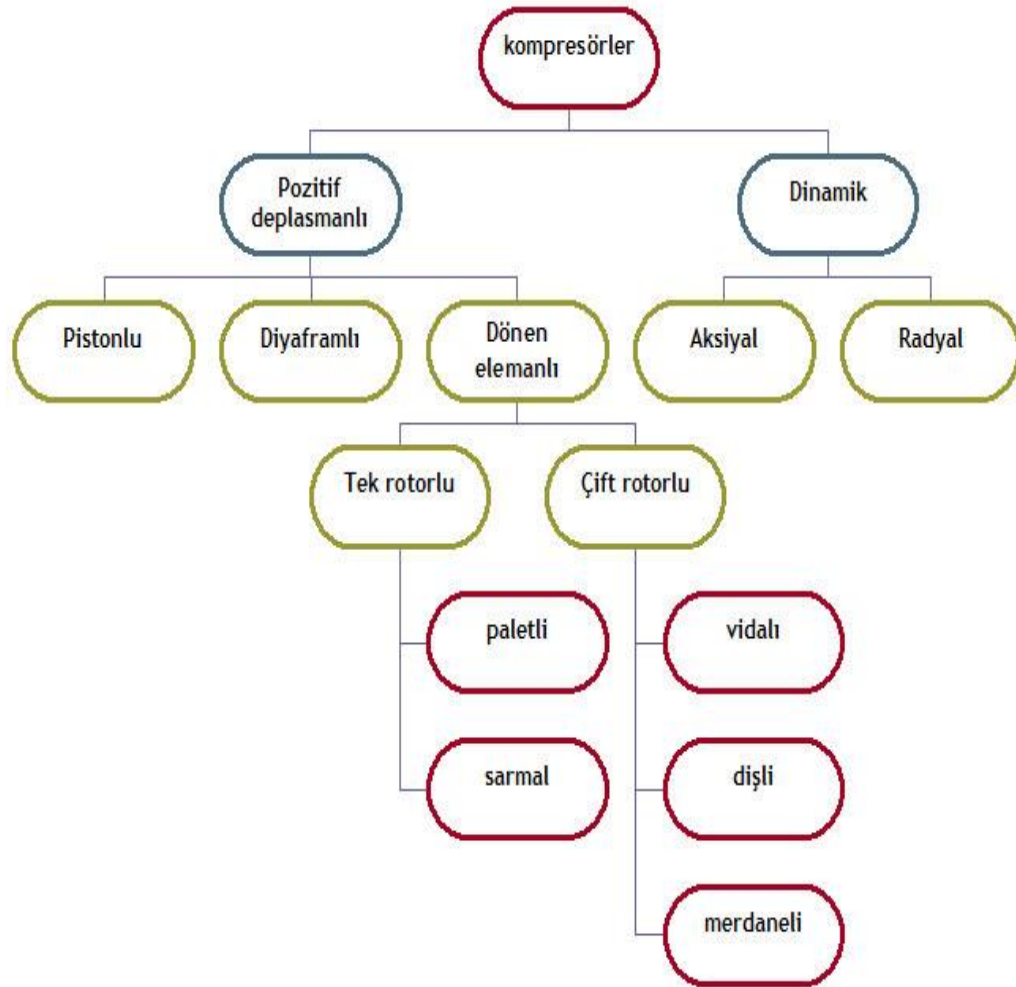
Atmosfer havasını tıpkı bir yay gibi sıkıştırarak basınçlı hava üreten makinelere “kompresör” adı verilir. Mekanik enerjiyi pnömatik enerjiye

dönüştürür. Endüstriyel uygulamalarda kompresörler dönme hareketini bir elektrik motorundan alır. İş makineleri, motorlu araçlar, deniz araçları, seyyar sistemlerde ise benzinli ya da dizel motordan hareket alır.

Hermetik pistonlu kompresörler, buzdolabı ve ısı pompaların kullanılmaktadır. Genel olarak kompresörün performansının artması sonucunda sisteminin verimliliği de artar. Ayrıca, kompresörün verimini etkileyen en önemli parametrelerden biri yağlama sistemidir ki bir çalışmada detaylı olarak incelenmiş ve etkili yağlama sistemiyle mekanik kayıpların ilişkisi incelenmiştir. Bu çalışmada bir adet Arçelik marka MTS 120 MT model kompresör kullanılmıştır. Mevcut kompresörün yağlama sisteminde değişik tasarımlar ile 3 ayrı patent başvurusu yapılmıştır (Yağcı 2011). Hermetik kompresörlerinde akışkana aktarılan enerji diyagramlar halinde gösterilmiş ve sayısal olarak kompresörün emme hattında akış termodinamik durumu ve ısı transferi incelenmiş ve kompresörün performansı elde edilmiştir. Deneylerin sonunda sisteme giriş güç, soğutma kapasitesi ve soğutma etkinlik katsayısı hesaplanmıştır. Bu çalışma kapsamında, R600a soğutkanın özellikler bir analitik akış modelinde kullanılmış ve bir simülasyon işlemi yapılmıştır. Son olarak zamana bağlı ısı transferinin kompresör performansına etkisinin analiz edilmiştir (Emre Oğuz 2006).

Kompresörlerde sürtünmenin azaltılması ve sistemin verimli çalışmasını sağlamak için, yağlama üzerinde diğer bir çalışma yapılmıştır ve var olan yağlama

sistemlerinin yeterliliği deneysel olarak incelenmiş ve düşük devirlerde yeterli yağlamanın sağlanması için uygun çalışma koşulları belirlenmiştir (Taş 2014). Bir 1000 lit/dak kapasiteli bir kompresör için genel termodinamik ve mekanik yasaları kullanılarak, bütün elemanları tasarlanmış ve ilgili hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmada, her kısmın detaylı çalışma teorisi ve termodinamik ilişkileri mekanik tasarımıyla beraber sunulmuştur (Husn 2017). Aşağıdaki şekilde, farklı kompresör türleri grafik halinde verilmiştir (Kompresör Teknik Servisleri – Atlas).



Şekil 1. Kompresör türleri

Son olarak ideal kompresör gereksinimleri şunlardır.

1. İlk kalkışta dönme momentinin mümkün olduğunca az olması.
2. Verimlerin kısmi yüklerde de düşmemesi.

3. Değişik çalışma şartlarında emniyet ve güvenilirliği muhafaza etmesi
4. Titreşim ve gürültü seviyelerinin kısmi ve tam yüklerde ve değişik şartlarda belirli seviyesinin üstüne çıkmaması
5. Ömrünün uzun olması ve arızasız çalışması
6. Daha az bir güç harcayacak birim soğutma değerini sağlayabilmesi
7. Maliyetinin mümkün olduğu kadar düşük olması
8. Sürekli bir kapasite kontrolü ve geniş bir yük değişimi-çalışma rejimine uyabilmeli. Fakat bu karakteristiklerin tümüne birden sahip olan bir kompresör yoktur denebilir. Uygulamalardaki şartlara göre yukarıdaki karakteristiklerden en fazlasını sağlayabilen kompresör, seçimde tercih edilmektedir (Bulut, 2010)

1. Materyal ve Yöntem

Laboratuvarda, buzdolabı bileşenleri ayrılarak kompresör ve yoğuşturucu kullanılmak üzere alınmıştır. Çıkarılan kompresör ve yoğuşturucu gerekli çevrimi elde etmek için birbirine borular vasıtasıyla bağlanmıştır.

Hazırlanmış olan bu çalışmada buzdolabı ve ısı pompası deneyleri yapılarak kompresörün gösterdiği performans belirlenmiştir. Şekil 2 de elemanların (kompresör) buzdolabından ayrılması gösterilmiştir. Şekil 3 te ise ayrılmış olan kompresörün görünüşü (kondenser ve fan ile birlikte) sunulmuştur. Şekil 4 de sistemin yeniden kurulmuş hali ve bir ısı pompasına dönüşmesinin fotoğrafı gösterilmiştir. Şekil 5 'te laboratuvarda çeşitli deneyler yapılarak, buhar sıkıştırılmalı ısı pompasından elde edilen veriler çevrim üzerinde gösterilmiştir.



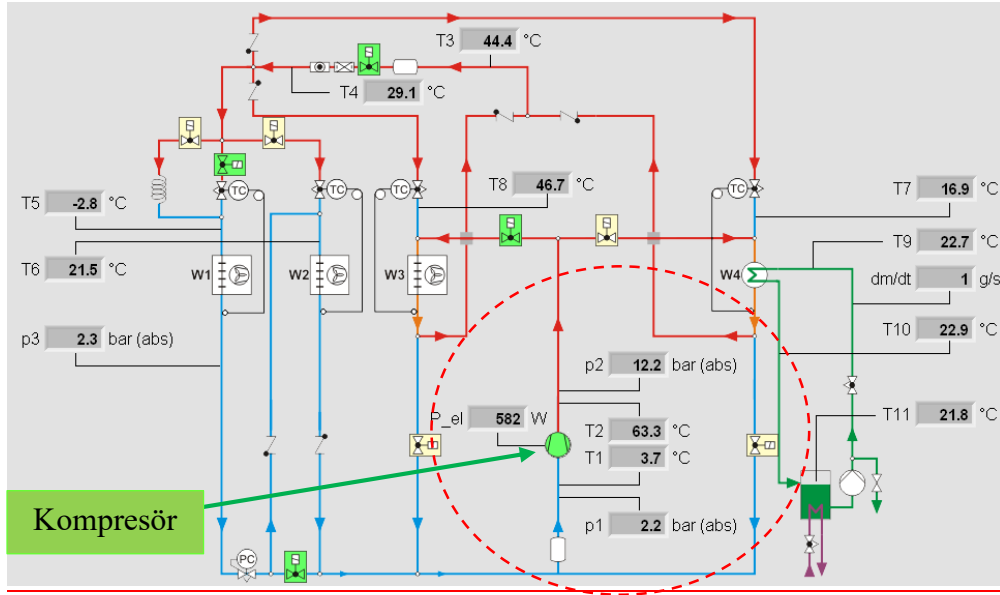
Şekil 2. Kompresörün sistemden ayırması



Şekil 3. Buzdolabının kompresör ve yoğuşturucu elemanları



Şekil 4. Sistemin bir ısı pompasına değiştirmesinin fotoğrafı



Şekil 5. Laboratuvarda kullanılan sistem ile elde edilen sonuçlar

2. Analizler

Kompresörlerin çalışma prensibi çeşitlerine göre değişiklik göstermektedir. Genel anlamda çalışma prensipleri olarak sıkıştırma prensibiyle çalışan kompresörler, gazların belirli oranlarda sıkıştırılmasını sağlar. Sıkıştırma oranına bağlı olarak gazın basıncı kompresör çıkışında artar. Bu bölümde, kompresör analizlerinde kullanılan eşitlikler sunulmuştur.

Kompresörün elektrik güç tüketimi akım ve elektrik potansiyelden elde edilebilir.

$$(1) \quad \dot{W}_{elektrik} = U (\text{volt}) \cdot I (\text{amper})$$

Kompresörde ısı kayıplarının olmadığı farz edilirse (Çengel 2000),

$$(2) \quad \dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

İdeal gaz için, izentropik işlem ile kompresör işi,

$$(3) \quad w = \frac{k}{k-1} RT_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

Soğutucu akış kütleli debi uygulandığında, güç tüketimi:

$$(4) \quad \dot{w} = \frac{k}{k-1} \dot{m} RT_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

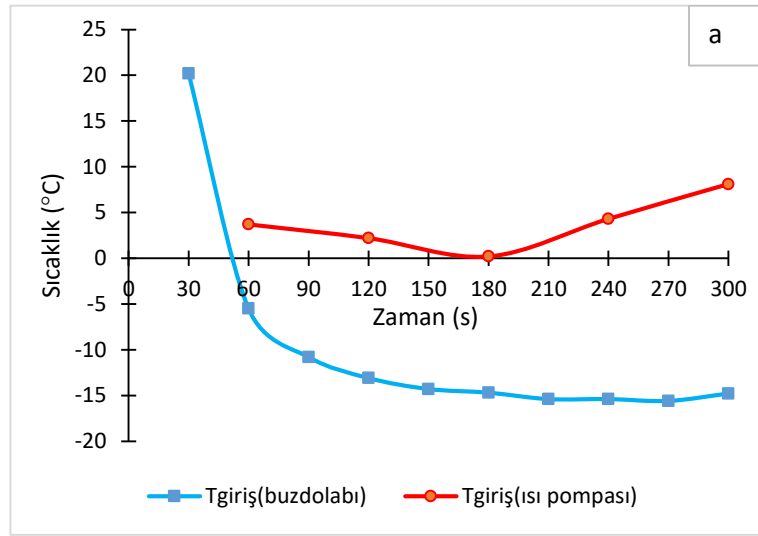
burada R gaz sabiti (kJ/ kg.k) ve k özgül ısıların oranıdır ($k=C_p/C_v$). Kompresördeki izentropik verimliliği elde etmek için aşağıdaki denklem kullanılabilir.

$$(5) \quad \eta_{izentropik} = \frac{h_{2s} - h_1}{h_{2a} - h_1}$$

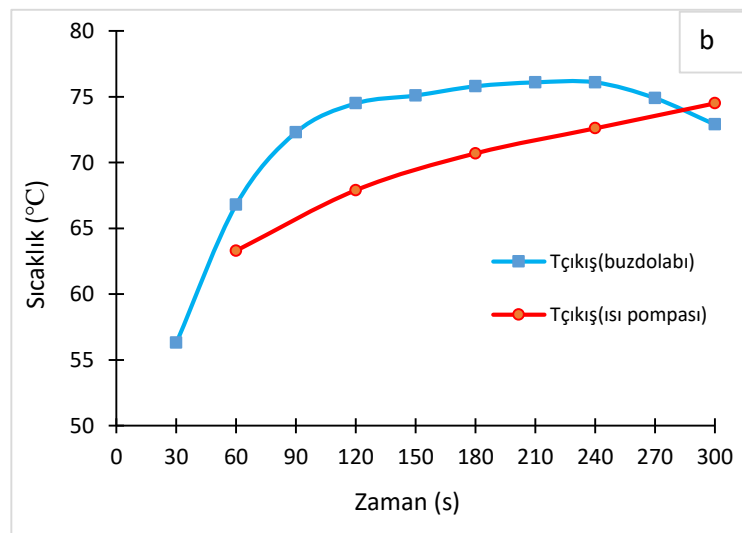
3. Araştırma bulguları

Çalışmada elde edilen bulgular, diyagramlar halinde bu kısımda sunulmuştur. İlk başta sistemin buzdolabı ve ısı pompası deneyleri yapılarak sıcaklık değişimleri zamana bağlı olarak elde edilmiştir. Sıcaklıklar için elde edilen diyagramlar Şekil 6 da gösterilmiştir. Şekil 6-a da gözlemlendiği gibi buzdolabı giriş sıcaklığı

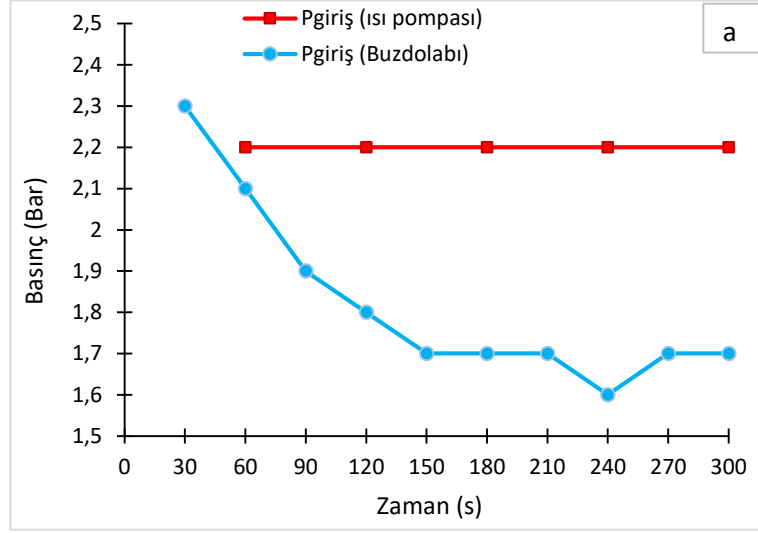
kompresör çalışmaya başlarken zamanla sıcaklığının düştüğü görülmüştür ki bu buzdolabının daha soğuk koşullarda çalışmasının kanıtıdır. Şekil 7 de buzdolabı ve ısı pompası için kompresör giriş ve çıkış basınçları grafikler üzerinde karşılaştırılmıştır. Elde edilen, diyagramlar karşılaştırıldığında, kompresör çıkış basıncı sıkıştırma sürecinde yaklaşık 10 bar artmıştır. Buzdolabı deneylerinde, zamanla basıncın düşmesi gözlenmiştir.



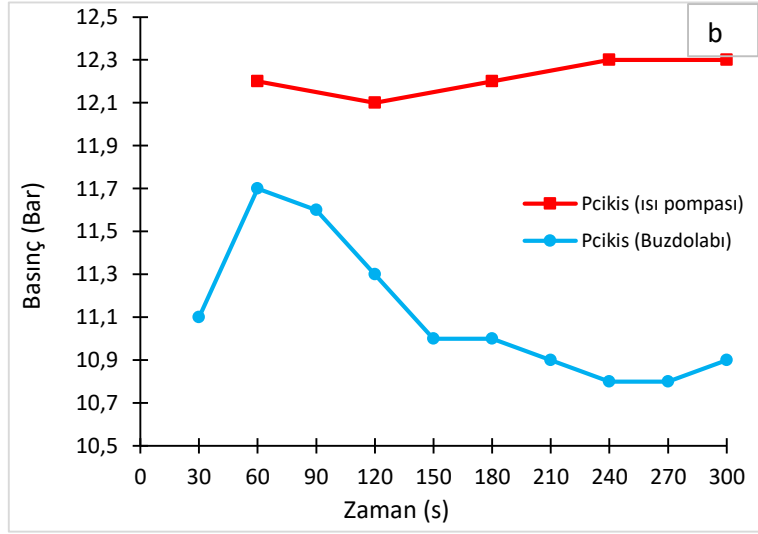
Şekil 6a. Buzdolabı ve ısı pompası için kompresör giriş sıcaklıkları



Şekil 6b. Buzdolabı ve ısı pompası için kompresör çıkış sıcaklıkları

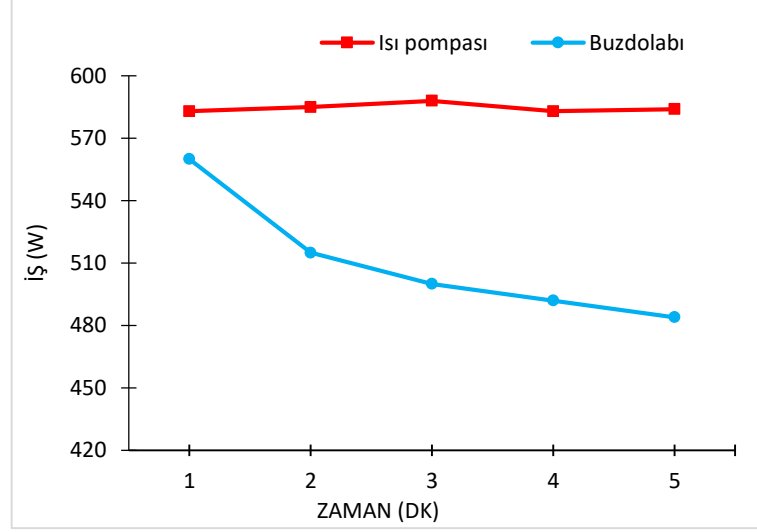


Şekil 7a. Buzdolabı ve ısı pompası için kompresör giriş basınçları



Şekil 7b. Buzdolabı ve ısı pompası için kompresör çıkış basınçları

Sonuçların son kısmında, buzdolabı ve ısı pompası için kompresör güç tüketimi değerlendirilmiştir. Kompresör güç tüketimi, elektrik akım ve potansiyel değerler ile hesaplanarak aşağıdaki diyagramda (şekil 8) gösterilmiştir. Bu çalışmada, ısı pompasının güç tüketimi yaklaşık sabit bir değer olduğu tespit edilmiştir. Buzdolabında ise, zamanla güç tüketimini düşmesi tespit edilmiştir. Genel olarak, ısı pompasının güç tüketimi, buzdolabından daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 8. Buzdolabı ve ısı pompası için kompresör güç tüketimi

Sonuçlar

Yaptığımız deneylerle mevcut olan bir buhar sıkıştırırmalı soğutma sistemin ısı pompası veya buzdolabı olarak kullanabileceğimiz tespit edilmiştir. Oluşturduğumuz deney şartlarında ısı pompası ve buzdolabının çalışma koşullarının farklı olduğu gözlemlendi. Kompresörün elektrik güç tüketimi buzdolabı ve ısı pompası durumunda karşılaştırıldı ve elde edilen sonuçlara göre ısı pompası durumunda daha fazla güç tüketimi ortaya çıktı. Kompresörün sıcaklık ve basınç değişimleri detaylı olarak karşılaştırıldı.

Teşekkür

Yaptığımız deneylerde her zaman yanımızda olup bizimle bilgilerini paylaşıp bize yol gösteren değerli hocalarımıza çok teşekkür ederiz. Bize bu imkanı sağlayan Üniversitemiz, Erzurum Teknik Üniversitesi'ne teşekkürlerimizi bir borç biliriz.

Kaynaklar

- Emre Oğuz (2006), Hermetik soğutucu akışkan kompresörlerinde zamana bağlı ısı transferinin kompresör performansına etkisinin incelenmesi, Doktora tezi
- Alper Yağcı (2011), Değişken kapasiteli bir kompresörde minimum 1200 rpmde sorunsuz çalışabilen kompresör krank mili tasarımının gerçekleştirilmesi, Yüksek lisans tezi
- Sibel Taş (2014), Experimental investigation of lubrication system in a hermetic reciprocating compressor, Yüksek lisans tezi
- Yousef Mohammed husn, (2017), Designing an air reciprocating compressor with capacity 1000 lit/Minat 6 bars
- Çengel, Y. A. (2000). Mühendislik yaklaşımıyla termodinamik.
- Hüsamettin Bulut, (2010) Soğutma ve klima tekniği
(<http://eng.harran.edu.tr/~hbulut/Elemenlar.pdf>)
- Alarko - Akademi Klima Servisi
(<http://www.akademiklima.com/kompresorler.htm>)
- Atlas Teknik Servis Tazyikli Kompresör
(<http://atlasteknikservis.com.tr/kompresor-nedir-ve-cesitleri-nelerdir-1.html>)