



T.C.

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ

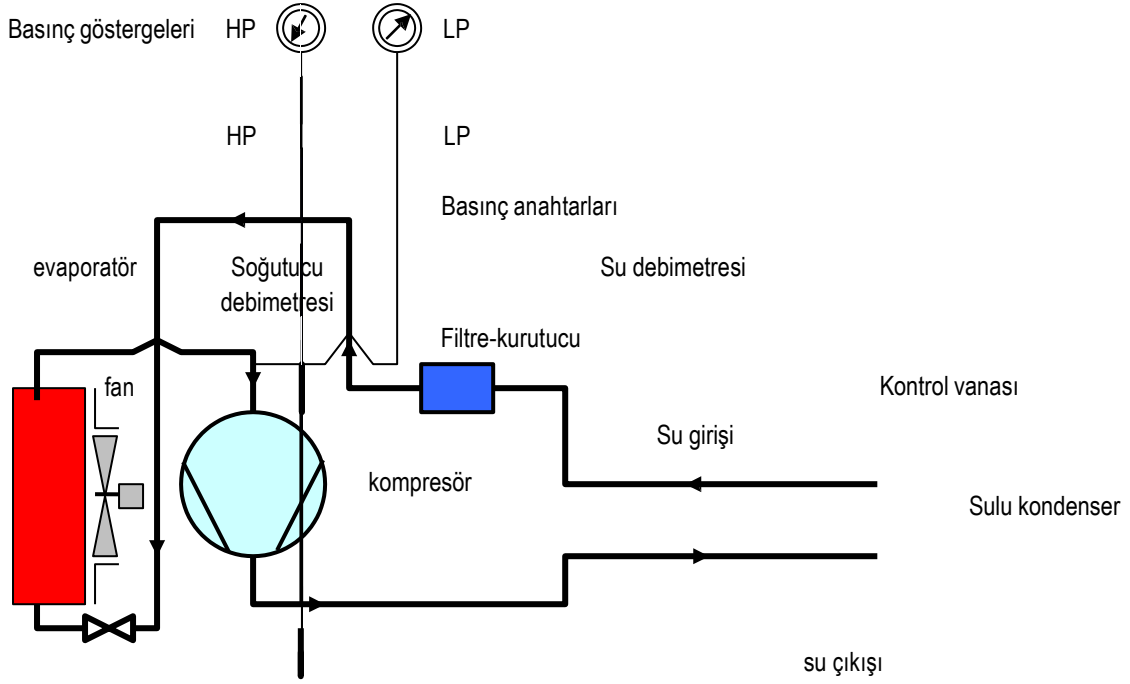
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MAKİNE

MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

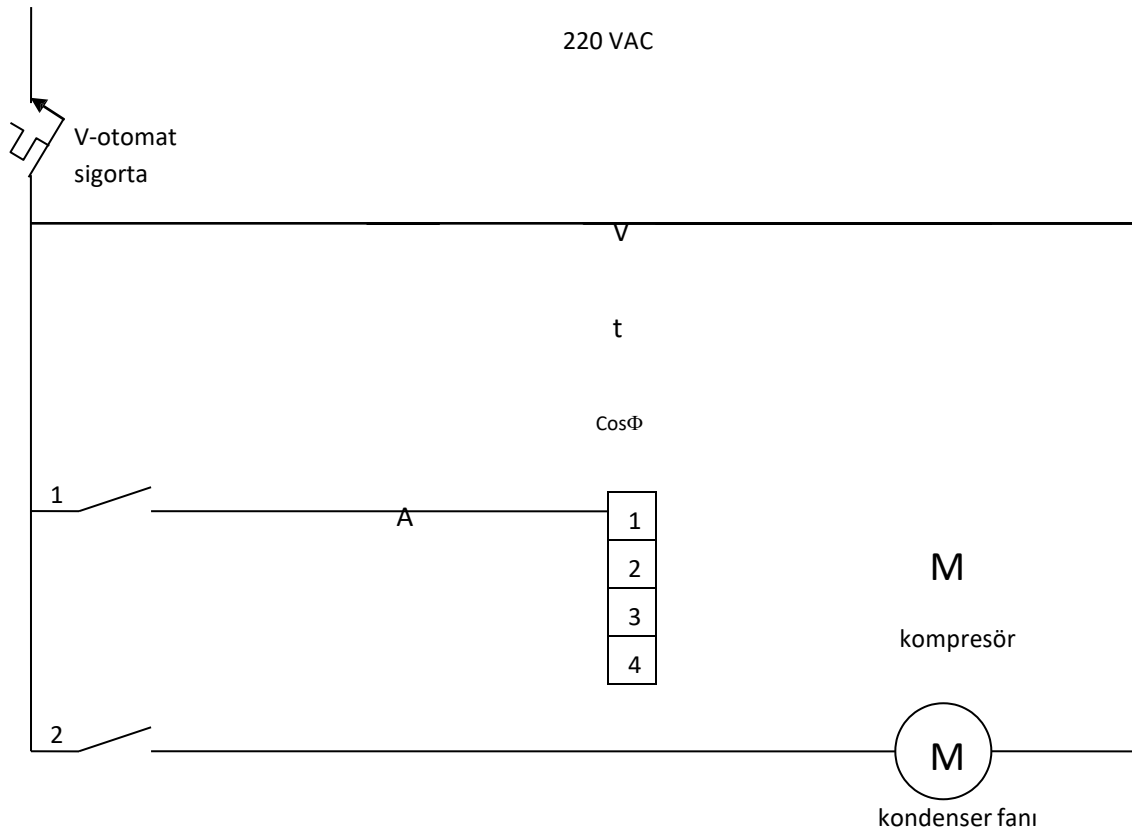
K-215 HAVA-SU KAYNAKLI ISI POMPASI EĞİTİM SETİ



K-215 SOĞUTMA DEVRE ŞEMASI



K-215 ELEKTRİK KUMANDA ŞEMASI



TEKNİK ÖZELLİKLER

S.no	MALZEMENİN ADI	ÖZELLİĞİ
1	Hermetik kompresör	Embraco FF 8.5 HBK
2	Su soğutmalı kondenser	Plakalı ısı değıştirici tipi, A=0,12 m ² (21 plakalı)
3	Evaporatör fanı	ELCO Ø250 mm
4	Evaporatör	Karyer KTK 1/4 BG, 1.7 m ²
5	Alçak basınç (vakum) göstergesi	Refco (-1/+10 bar)
6	Yüksek basınç göstergesi	Refco (0/+30 bar)
7	Filtre kurutucu	DENA 052/MG112/ODS
8	Genleşme valfi	Otomatik Genleşme Valfi, Honeywell AEL-222210
9	6 noktadan sıcaklık ölçen dijital termometre	EVCO 103T N7
10	Multimetre	Entes EPM-06
11	Akış sensörü (soğutucu akışkan)	Saginomiya ELK (türbin tipi)
12	Akış göstergesi (sayısal)	EMKO EZM-4450
13	Su debimetresi	Analog rotametre tipi, 40-400 L/h

CİHAZ KULLANIM KLAVUZU

1. Cihazı mutlaka topraklı prize bağlayarak kullanın.
2. Kompresörü yük altında tekrar çalıştırmayın. Belli bir süre sistemin dengelenmesi için bekleyin.
3. Cihazı aşırı ısı yükü oluşturmaması için doğrudan güneş ışınlarına maruz kalmayacak şekilde yerleştirin.
4. Belli aralıklarla cihaz tabla ve desteklerini ıslak bezle silin.
5. Kompresörü fanlarla birlikte çalıştırın.

A) DENEY NO: K-215-01

B) DENEYİN ADI: **Verim (performans) katsayısının hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI: Mekanik ısı pompalarından beklenen gaye ısı elde etmektir. Bunun için harcanan bedel elektrik enerjisidir. Isı pompasının verimi bu iki değerin oranıyla hesaplanır ve ekonomik olup olmadığı anlaşılır.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

- Termometre (oda sıcaklığı için)

E) DENEYİN YAPILIŞI:

1) Kondenser soğutma suyunu 300 L/h değerine ayarladıktan sonra sistemi çalıştırın ve kararlı hale gelmesini bekleyin.

2) Tablodaki ölçüm değerlerini kaydedin.

3) Gerekli formülleri kullanarak verim katsayısını hesaplayın.

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, verim katsayısının hesabı ve yorumu.

Ölçüm sayısı	1	2	3	Örnek
Oda sıcaklığı, t_a [$^{\circ}\text{C}$]				34
Hat gerilimi, U [Volt]				235
Kompresör akımı, I_c [Amper]				1,75
Kompresör güç katsayısı, $\cos\Phi$				0.80
Kond. su giriş sıcaklığı, t_5 [$^{\circ}\text{C}$]				19.3
Kond. su çıkış sıcaklığı, t_6 [$^{\circ}\text{C}$]				22,5
Soğutucu akışkan debisi, $\dot{m}_r$ [g/s]				5
Kondenser su debisi, $\dot{m}_{su}$ [L/h]				300

HESAPLAMALAR:

$$\text{Güç girişi: } P = U \cdot I_c \cdot \cos\phi$$
$$P = 235 \times 1,75 \times 0,80 = 329 \text{ W}$$

$$\text{Suya verilen ısı: } Q_w = \dot{m}_{su} \cdot C_{psu} (t_6 - t_5)$$
$$= 300/3600 \times 4.187 \times (22,5 - 19.3) = 1,116 \text{ kW} = 1116 \text{ W}$$

$$\text{Verim katsayısı (ITK)} = \text{suya verilen ısı} / \text{güç girişi}$$
$$= 1116 / 329$$
$$= 3.39$$

bulunur.

A) DENEY NO: K-215-02

B) DENEYİN ADI: **Farklı kaynak ve sıcaklıkları kullanarak ısı pompası verim eğrilerinin hazırlanması.**

C) DENEYİN AMACI: Isı pompalarının verimi birçok şartla birlikte kondensere giren suyun ve ortam havasının sıcaklıklarına da bağlıdır. farklı ortam ve su giriş sıcaklıkları kullanılarak farklı verim değerleri elde edilebilir.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

- Termometre (oda sıcaklığı için)

E) DENEYİN YAPILIŞI:

1) Kondenser su debisini en büyük değere (300 L/h) ayarlayınız. Sonra sistemi çalıştırınız ve ısı pompasının kararlı hale gelmesini sağlayın.

2) Tabloda verilen ölçümleri yapınız.

3) Hava sıcaklığını sabit tutarak kondenser su akış hızını her defasında 50 L/h azaltınız.

4) Artışları $t_6 = 55$ C oluncaya kadar tekrarlamaya devam edin.

5) Bu ölçümler hava sıcaklığı klima yardımıyla 5, 10 C artırılarak tekrarlanabilir.

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, tablo, hesap ve grafikler.

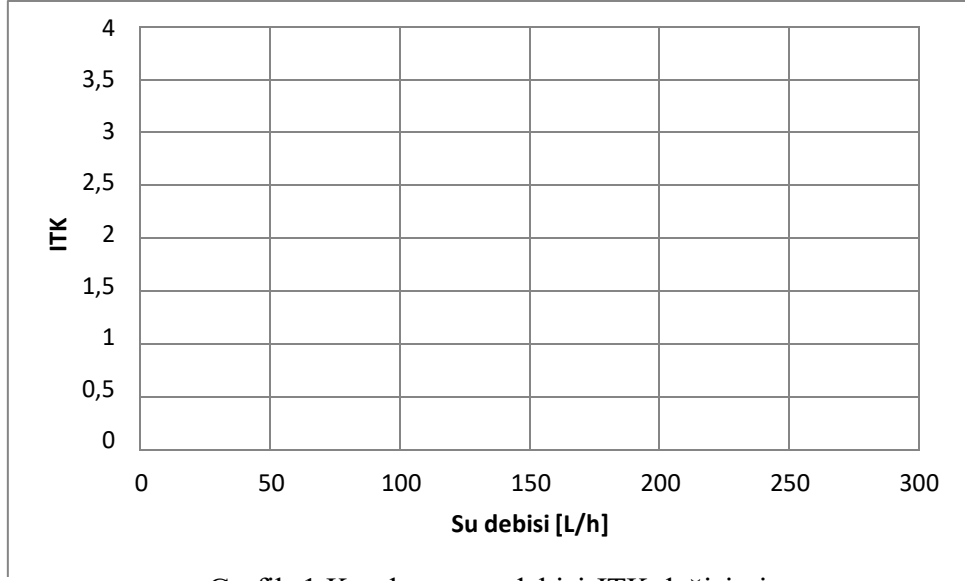
Ölçüm sayısı	1	2	3	4	5	6
Oda sıcaklığı, t_a [$^{\circ}$ C]						
Hat gerilimi, U [Volt]						
Kompresör akımı, I_c [Amper]						
Kompresör güç katsayısı, $\cos\Phi$						
Kond. su giriş sıcaklığı, t_5 [$^{\circ}$ C]						
Kond. su çıkış sıcaklığı, t_6 [$^{\circ}$ C]						
Kondenser su debisi, m_s [L/h]	300	250	200	150	100	50

HESAPLAMALAR:

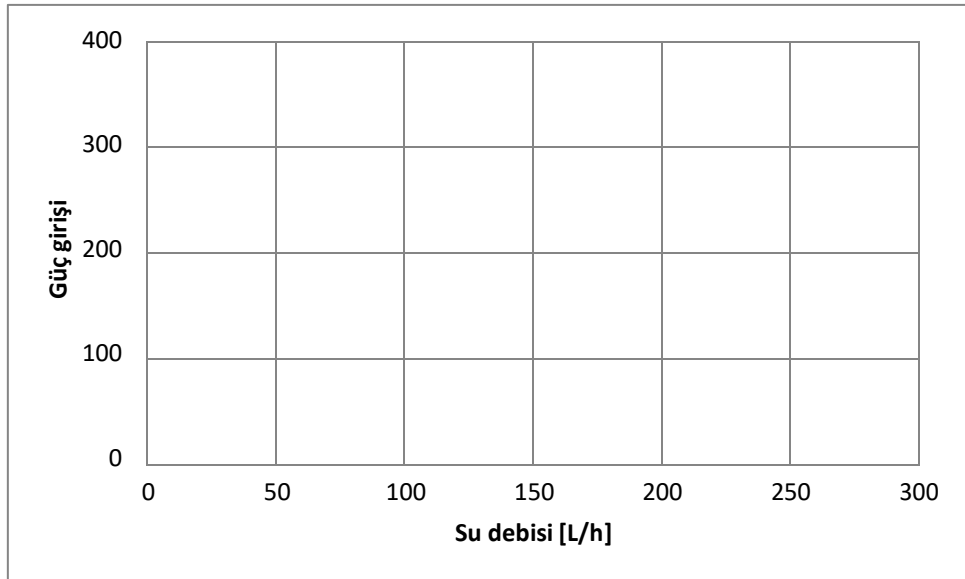
$$\text{Güç girişi: } P = U \cdot I_c \cdot \cos\phi \quad (W)$$

$$\text{Suya verilen ısı: } Q_s = m_{su} C_{psu} (t_6 - t_5) \quad (W)$$

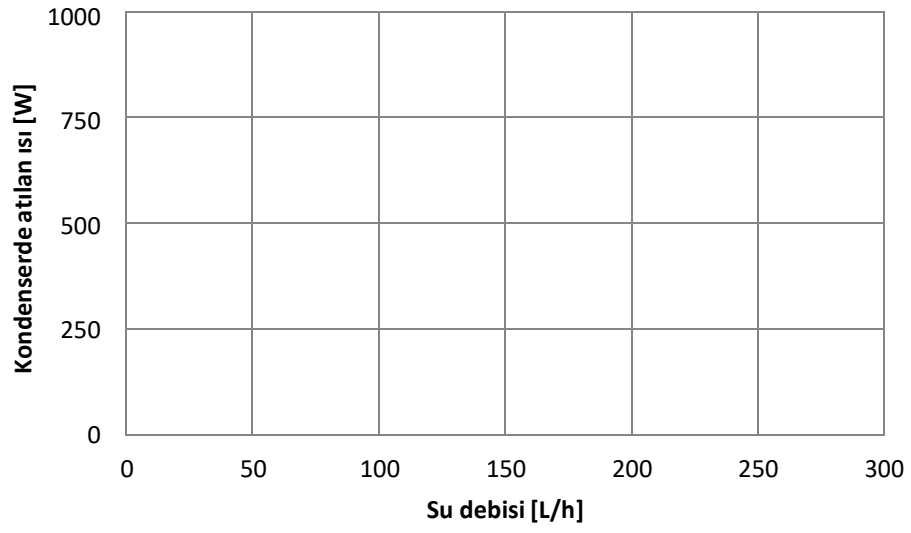
$$\text{Verim katsayısı (ITK) = verilen ısı / güç girişi}$$



Grafik-1 Kondenser su debisi-ITK değişimi



Grafik-2 Kondenser su debisi-kompresör güç girişi değişimi



Grafik-3 Kondenser su debisi-atılan ısı değişimi

A) DENEY NO: K-215-03

B) DENEYİN ADI: **İdeal ve pratik çevrimlerin p-h diyagramı üzerinde karşılaştırılması ve kondenser-kompresör için enerji dengelerinin tespit edilmesi**

C) DENEYİN AMACI: İdeal ve pratik ısı pompası çevrimleri arasındaki temel farklar ve bunları oluşturan sebeplerin araştırılması, kondenser- kompresör enerji dengelerinin diyagram üzerinde gösterilmesi.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR
- R134a için p-h diyagramı

E) DENEYİN YAPILIŞI:

1) Kondenser soğutma suyunun akış hızı bir ara değere ayarlanmalı ve sistem çalıştırılarak kararlılık sağlanmalıdır.

2) Tabloda verilen ölçümler kaydedilmelidir.

Sonuçlar:

1) Kondenser içindeki basınç düşmesi önemsizdir. Böylece $P_2=P_3$ alınabilir.

2) Genleşme prosesi (3-4 arası) adyabatik (ısı alış verişi olmayan) bir işlem olduğundan $h_3=h_4$ olur.

Önemli Noktaların Bulunması:

(1): $p_1 = 192 \text{ kPa}$ ve $t_1 = 12^\circ \text{ C}$ ($h_1 = 409 \text{ kJ/kg}$ ve $v_1 = 0.073 \text{ m}^3/\text{kg}$)

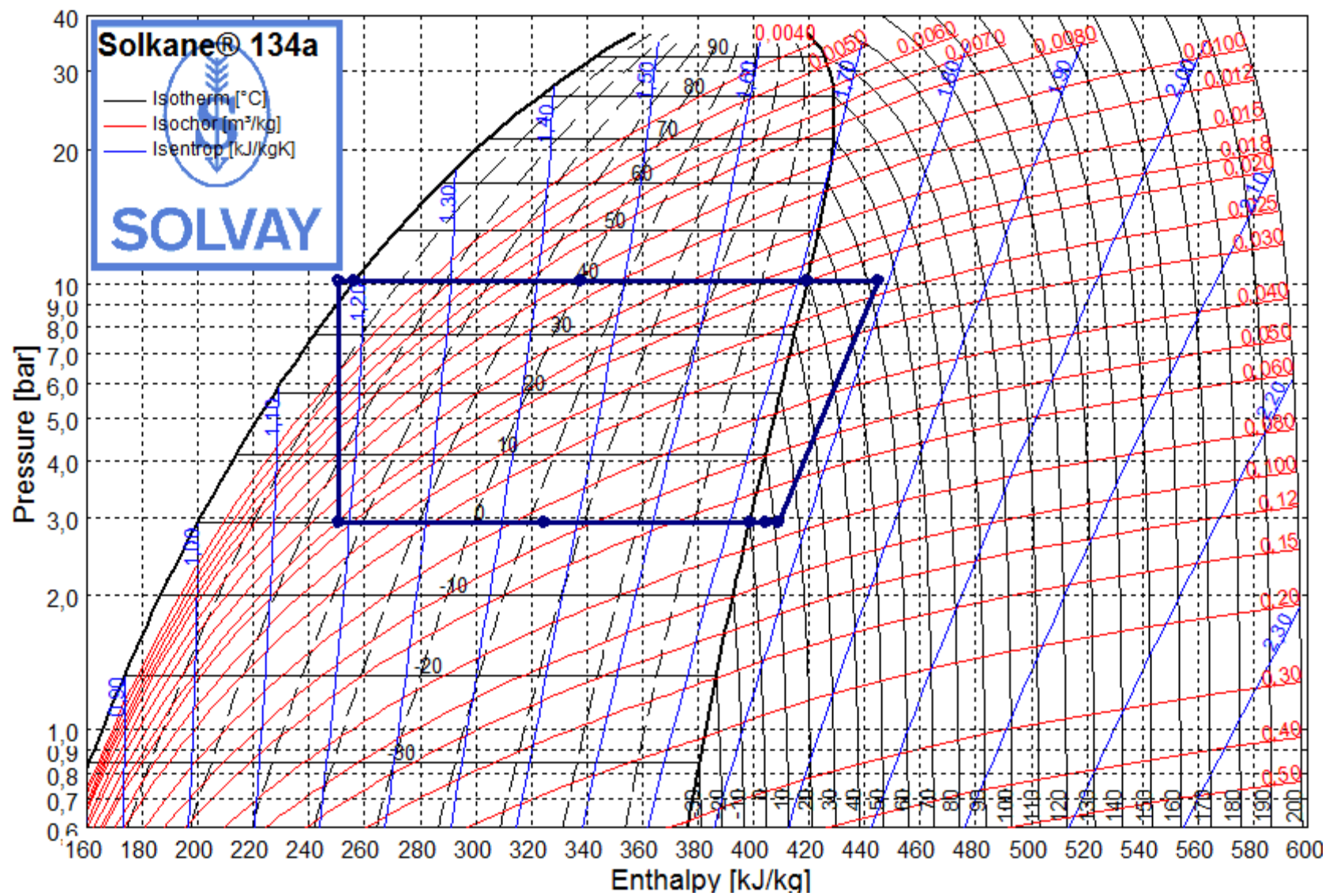
(2): $p_2 = 916 \text{ kPa}$ ve $t_2 = 63,6^\circ \text{ C}$ ($h_2 = 444 \text{ kJ/kg}$ ve $v_2 = 0.023 \text{ m}^3/\text{kg}$)

(3): $p_3 = 916 \text{ kPa}$ ve $t_3 = 36^\circ \text{ C}$ ($h_3 = h_4$) kesişmesi ile,

(4): $t_4 = 0^\circ \text{ C}$ ve $h_3 = h_4 = 250,5 \text{ kJ/kg}$ kesişmesi ile bulunur.

F) RAPORDA İSTENENLER: deney no, deneyin adı ve amacı, tablo değerleri ve diyagramın çizilmesi.

Ölçüm sayısı	1	2	3
Emme hattı basıncı, p_1 [kPa]	192		
Emme hattı sıcaklığı, t_1 [$^\circ\text{C}$]	12		
Basma hattı basıncı, p_2 [kPa]	916		
Basma hattı sıcaklığı, t_2 [$^\circ\text{C}$]	63,6		
Kondenser çıkış sıcaklığı, t_3 [$^\circ\text{C}$]	36		
TGV çıkışındaki sıcaklık, t_4 [$^\circ\text{C}$]	0		
Soğutucu akışkan debisi, $\dot{m}_r$ [g/s]	5		



A) DENEY NO: K-215-04

B) DENEYİN ADI: Çeşitli yoğunlaşma sıcaklıklarında R-134a özelliklerine dayalı "ısı pompası verim eğrileri"nin çizilmesi

C) DENEYİN AMACI: Öğrencilerin farklı buharlaşma ve yoğunlaşma sıcaklıklarındaki temel ölçümleri tabloya aktarabilmesi, tablodan da grafiğe taşıyabilmesini sağlama.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

- R134a için p-h diyagramı
- Termometre (oda sıcaklığı için)

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Kondenser suyunu yüksek akış hızına ayarlayarak sistemi çalıştırın.
- 2) Kararlılık sağlandıktan sonra kondenser basıncı (p_2) ve buhar sıcaklığı (t_4)'ü not edin ve sonra ilk deney tablosundaki gözlemleri uygulayın.
- 3) Kondenser su debisini azaltarak, kondenser basıncını takriben 100 kPa arttırın. Eğer gerekirse hava giriş sıcaklığını bir klima yardımıyla soğutarak (t_4) değerini sabit kalmasını sağlayın. Kararlılık sağlanınca gözlemleri tekrarlayın.
- 4) Basınç hemen hemen 1200 kPa seviyesine gelinceye kadar p_2 değerinde ortalama 100 kPa'lık artışlarla deneyi tekrarlayın.
- 5) Test şimdi t_4 sıcaklığı farklı bir değerde olacak şekilde de tekrarlanabilir.

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, tablo ve grafikler.

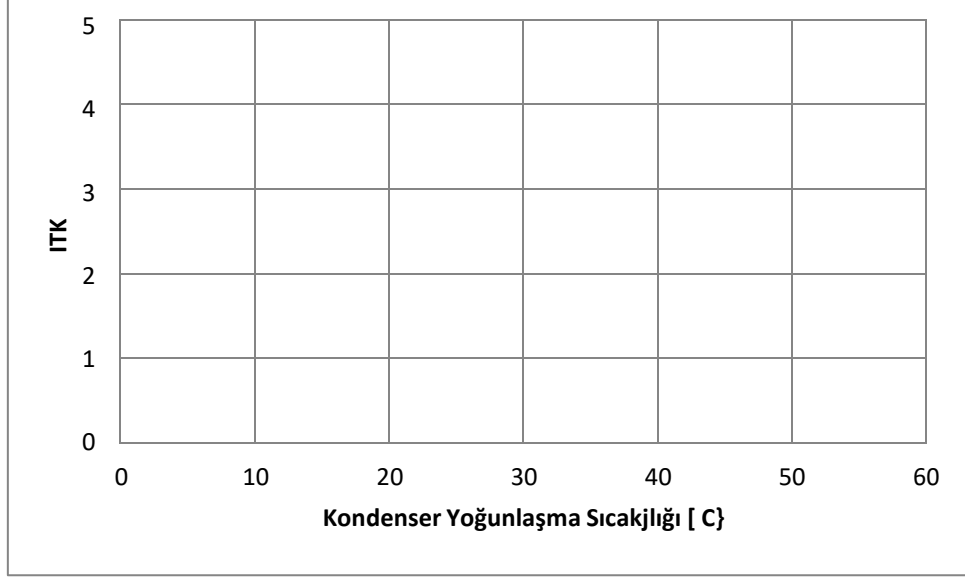
Ölçüm sayısı	1	2	3	4
Oda sıcaklığı, t_a [$^{\circ}\text{C}$]				
Hat gerilimi, U [Volt]				
Kompresör akımı, I_c [Amper]				
Kompresör güç katsayısı, $\cos\Phi$				
Emme hattı basıncı, p_1 [kPa]				
Basma hattı basıncı, p_2 [Pa]				
Komp. giriş sıcaklığı, t_1 [$^{\circ}\text{C}$]				
Basma hattı sıcaklığı, t_2 [$^{\circ}\text{C}$]				
Sıvı hattı sıcaklığı, t_3 [$^{\circ}\text{C}$]				
TGV çıkış sıcaklığı, t_4 [$^{\circ}\text{C}$]				
Soğutucu akışkan debisi, $\dot{m}_r$ [g/s]				

HESAPLAR:

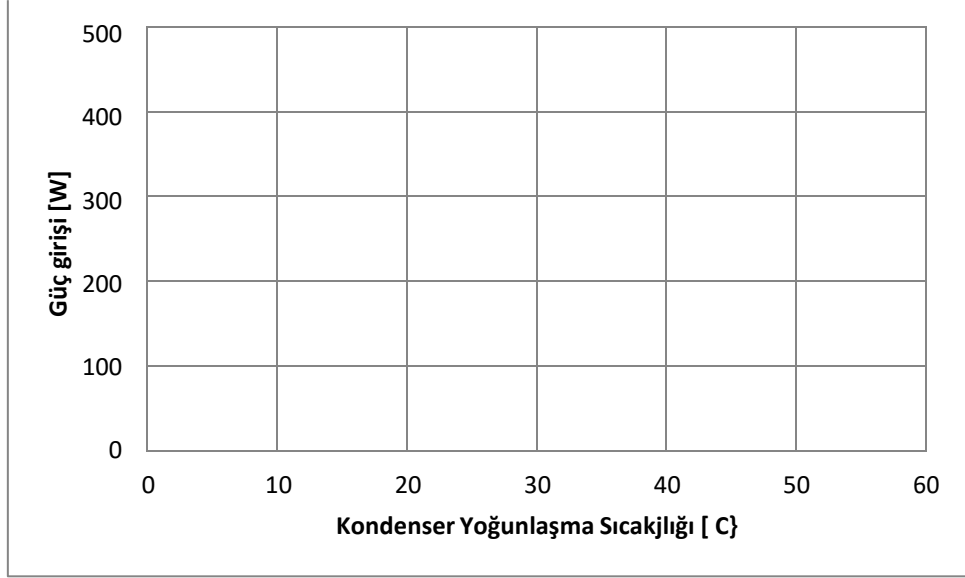
Kondenserdeki ısı transferi, $Q_c = \dot{m}_r (h_3 - h_2)$

Güç girişi: $P = U \cdot I_c \cdot \cos\phi$ (W)

Isı pompası verimi, (ITK) = Kondenserdeki ısı geçişi / Kompresör güç girişi



Grafik-4 Kondenser yoğunlaşma sıcaklığı-ITK değişimi



Grafik-5 Kondenser yoğunlaşma sıcaklığı-güç girişi değişimi

A) DENEY NO: K-215-05

B) DENEYİN ADI: **Kompresör sıkıştırma oranının hacimsel (volümetrik) verim üzerine etkisinin incelenmesi**

C) DENEYİN AMACI: Kompresör sıkıştırma oranı kavramının tanımlanması ve bu oranın soğutma sistemlerinin ve ısı pompalarının hacimsel verimi üzerine etkisinin kavranması.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

- R134a için p-h diyagramı

E) DENEYİN YAPILIŞI:

1) Kondenser suyunu en büyük değere ayarlayıp sistemi çalıştırınız.

2) Evaporatör hava akışını, buharlaşma sıcaklığı (t_4) 0 °C'ye gelinceye kadar azaltın.

Durumun kararlı hale gelmesini sağladıktan sonra tablodaki gözlemleri uygulayın.

3) t_4 'ü aynı durumda tutup, kondenser su debisini azaltarak kondenser basıncının (P_2) 100 kPa'lık bir artış göstermesini sağlayın. Bu işlemden sonra gözlemleri tekrarlayın.

4) Basınç 1400 kPa oluncaya kadar kondenser basıncında aşağı yukarı 100 kPa'lık artışlar yaparak tekrarlayınız.

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, tablo değerleri, grafik ve ölçümler.

Ölçüm sayısı	1	2	3	Örnek
Soğutucu akışkan debisi, $\dot{m}_r$ [g/d]				66
Komp. emme hattı basıncı, p_1 [kPa]				355
Komp. emme hattı sıcaklığı, t_1 [°C]				12.2
Komp. basma hattı basıncı, p_2 (kPa)				1100
Komp. basma hattı sıcaklığı, t_2 [°C]				50

HESAPLAMALAR:

Kompresör sıkıştırma oranı, $r_p = p_2/p_1 = 1100/355 = 3.1$

p-h diyagramı üzerinde 1 noktası bulunur ve buradaki logaritmik özgül hacim değerinin $\log v_1 = -1.3$ olduğu görülür. Buradan fonksiyonlu hesap makinesi ile ters işlem yapılarak;

$v_1 = 0.0501 \text{ m}^3/\text{kg}$ hesaplanır.

Kompresör emme hattındaki hacimsel debi;

$V_1 = \dot{m}_r \cdot v_1 = 5.3 \times 10^{-3} \times 0.0501 = 2.66 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ bulunur.

Kompresör silindir hacmine göre teorik olarak saniyedeki hacimsel debisi (2800 d/dk ile çalıştığı kabul edilerek);

$(2800/60) \times 8.855 \times 10^{-6} \text{ (m}^3/\text{s)} = 4.13 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)}$ bulunur. $(8.855 \times 10^{-6}$ değeri kompresörün silindir hacmidir)

Hacimsel (volümetrik) verim: Gerçek hacimsel debi / teorik hacimsel debi olarak tanımlandığına göre;

$HVK = 2.66 \times 10^{-4} / 4.13 \times 10^{-4} = 0.643$ (%64.3) bulunur.
Bu değerler grafikte gösterilmiştir.

YORUMLAR:

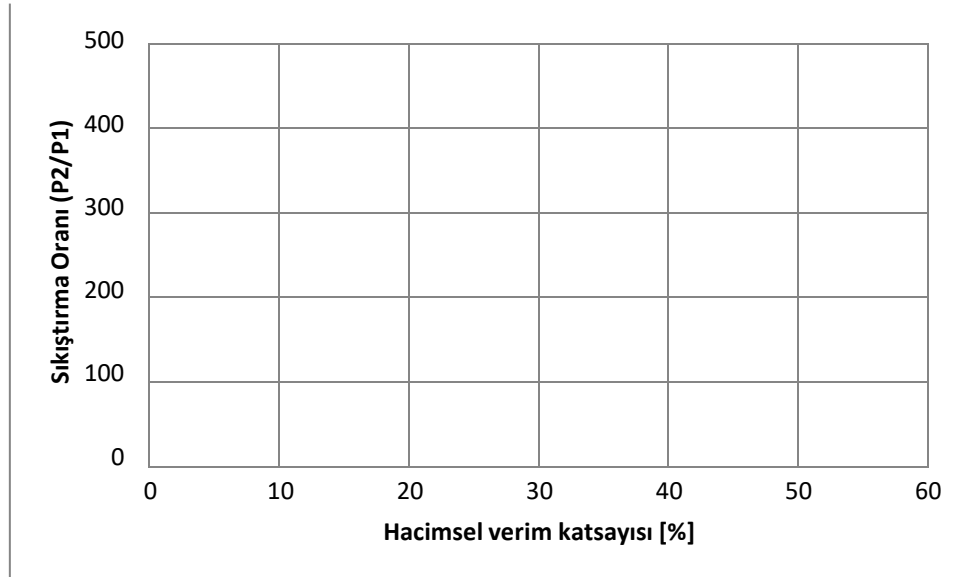
Kompresör hacimsel verimi aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

1. Sıkıştırma oranı
2. Ölü hacim oranı
3. Genişleme prosesi indeksi
4. Giriş sistemindeki direnç nedeniyle basınç düşmesi
5. Giriş sistemindeki sıcaklık yükselmesi
6. Vana ve piston segmanlarından gelen sızıntı

Sadece 1, 2 ve 3 göz önünde tutularak volümetrik verim;

$HVK = (1 - V_c/V_s) (P_2/P_1)^{1/n-1}$ formülü ile hesaplanabilir.

V_c : ölü hacim, V_s : silindir hacmi, $n = 1.05$ alınabilir.



Grafik-6 Hacimsel verim-sıkıştırma oranı değişimi

