



DENEYSAN EĞİTİM CİHAZLARI
Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.

K-217 HAVA-SU-HAVA KAYNAKLI ISI POMPASI EĞİTİM SETİ

DENEY FÖYLERİ



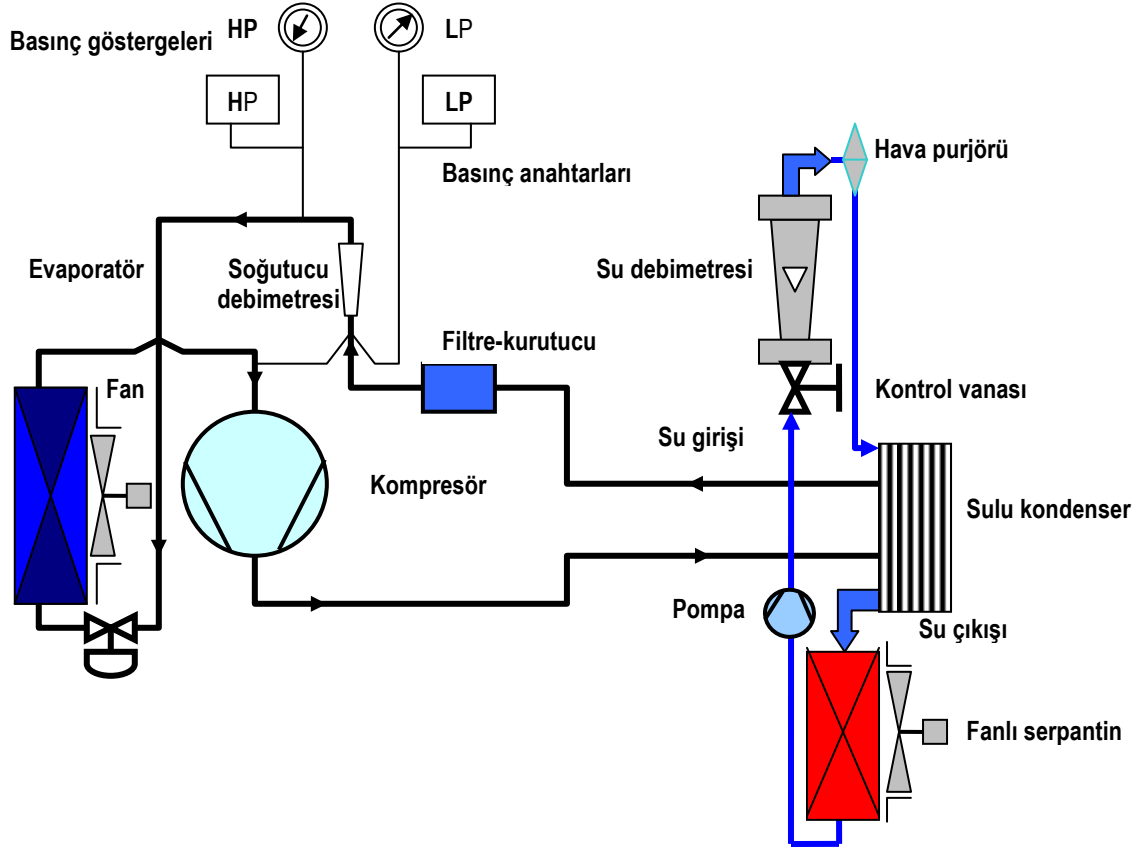
Yeni Sanayi sitesi 12 Ekim Cad. 52.Sok. No:18A BALIKESİR

Tel:0266 2461075 Faks:0266 2460948

<http://www.deneysan.com> mail: deneysan@deneysan.com

BALIKESİR-2017

K-217 SOĞUTMA DEVRE ŞEMASI



TEKNİK ÖZELLİKLER

S.no	MALZEMENİN ADI	ÖZELLİĞİ
1	Hermetik kompresör	Embraco FF 8.5 HBK
2	Su soğutmalı kondenser	Koaksiyonel kondenser (1kW)
3	Evaporatör fanı	ELCO Ø250 mm
4	Evaporatör	Karyer KTK 1/3 BG, 1.7 m ²
5	Alçak basınç (vakum) göstergesi	Danfoss (-1/+10 bar)
6	Yüksek basınç göstergesi	Danfoss (0/+30 bar)
7	Davlumbazlı su soğutma aparey	Karyer KTK 1/4 BG
8	Genleşme valfi	Otomatik Genleşme Valfi, Honeywell AEL-222210
9	8 noktadan sıcaklık ölçen dijital term.	Delta DOP-B03s211
10	Akış sensörü (soğutucu akışkan)	Saginomiya ELK (türbin tipi)
11	Su debimetresi	Analog rotametre tipi, 40-400 L/h
12	Filtre kurutucu	GMC SC052S

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. Su tesisatı şebeke suyuyla doldurularak aynı zamanda hava purjöründen havasını alın.
5. Kompresörü fanlarla ve pompa ile birlikte çalıştırın.

LCD EKRAN KULLANIMI



1) Kontrol menüsü butonuna basıldığında kompresör, pompa, serpantin fanı, ve evaporatör fanlarını kontrol edebiliriz..



2) Ölçüm menüsü butonuna basıldığında sıcaklık, bağılnem, debi, ve elektriksel verilerin değerleri kontrol edilmektedir.

ÖLÇÜM MENÜSÜ			01:24:47		
T1	0.0	°C	T4	0.0	°C
T2	0.0	°C	T5	0.0	°C
T3	0.0	°C	T6	0.0	°C
T7	0.0	°C	H1	0.0	%
T8	0.0	°C	H2	0.0	%
m_r	0.00	g/s	U	0.0	V
Ic	0.00	A		0.00	CosQ

A) DENEY NO: K-217-01

B) DENEYİN ADI: Isıtma tesir katsayısının (ITK) 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) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri açın.
- 3) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden pompayı çalıştırıp, kondenser su debisini 80L/h değerine ayarlayın.
- 4) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden kompresör, evaporatör fanı ve su soğutma apareyi çalıştırın.
- 5) Gösterge panelindeki ölçüm menüsünden sistem kararlı hale geldiğinde değerlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 6) 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
Oda sıcaklığı, t_a [$^{\circ}\text{C}$]			
Hat gerilimi, U [Volt]			
Kompresör akımı, I_c [Amper]			
Kompresör güç katsayısı, $\cos\Phi$			
Kond. su giriş sıcaklığı, t_5 [$^{\circ}\text{C}$]			
Kond. su çıkış sıcaklığı, t_6 [$^{\circ}\text{C}$]			
Soğutucu akışkan debisi, $\dot{m}_r$ [g/s]			
Kondenser su debisi, $\dot{m}_{su}$ [L/h]			

HESAPLAMALAR:

$$\text{Güç girişi: } P = U \cdot I_c \cdot \cos\phi$$

$$\text{Suya verilen ısı: } Q_w = \dot{m}_{su} \cdot C_{psu} (t_6 - t_5)$$

$$C_{psu} = 4,187 \text{ kJ/kgK}$$

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

A) DENEY NO: K-217-02

B) DENEYİN ADI: Soğutma tesir katsayısının (STK) 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. Sistemde belli hacimdeki suyun fanlı serpantin ile verimin incelenmesi

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

- Termometre (oda sıcaklığı için)

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri açın.
- 3) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden pompayı çalıştırıp, kondenser su debisini 100L/h değerine ayarlayın.
- 4) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden kompresör, evaporatör fanı ve fanlı serpantini çalıştırın.
- 5) Gösterge panelindeki ölçüm menüsünden sistem kararlı hale geldiğinde değerlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 6) Log p-h diyagramı yardımıyla h_1 ve h_4 değerlerini bulun.
- 7) 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	4
Oda sıcaklığı, t_a [$^{\circ}\text{C}$]				
Hat gerilimi, U [Volt]				
Kompresör akımı, I_c [Amper]				
Kompresör güç katsayısı, $\cos\Phi$				
Komp. giriş sıcaklığı, t_1 [$^{\circ}\text{C}$]				
Komp. basma hattı sıcaklığı, t_2 [$^{\circ}\text{C}$]				
Sıvı hattı sıcaklığı, t_3 [$^{\circ}\text{C}$]				
Evap. giriş sıcaklığı, t_4 [$^{\circ}\text{C}$]				
Emme hattı basıncı, p_e [bar]				
Basma hattı basıncı p_b [bar]				
Soğutucu akışkan debisi, $\dot{m}_r$ [g/s]				

HESAPLAMALAR:

$$\text{Güç girişi: } P_{el} = U \cdot I_c \cdot \cos\phi$$

$$\text{Havadan alınan ısı: } \dot{Q}_e = \dot{m}_r(h_1 - h_2)$$

Verim katsayısı(STK)= Havadan alınan ısı / güç girişi olarak hesaplanır.

A) DENEY NO: K-217-03

B) DENEYİN ADI: **İdeal ve pratik çevrimlerin p-h diyagramı üzerinde karşılaştırılması**

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) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri açın.
- 3) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden pompayı çalıştırıp, kondenser soğutma suyunun akış hızı bir ara değere ayarlayın.
- 4) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden kompresör, evaporatör fanı ve fanlı serpantini çalıştırın.
- 5) Gösterge panelindeki ölçüm menüsünden sistem kararlı hale geldiğinde değerlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.

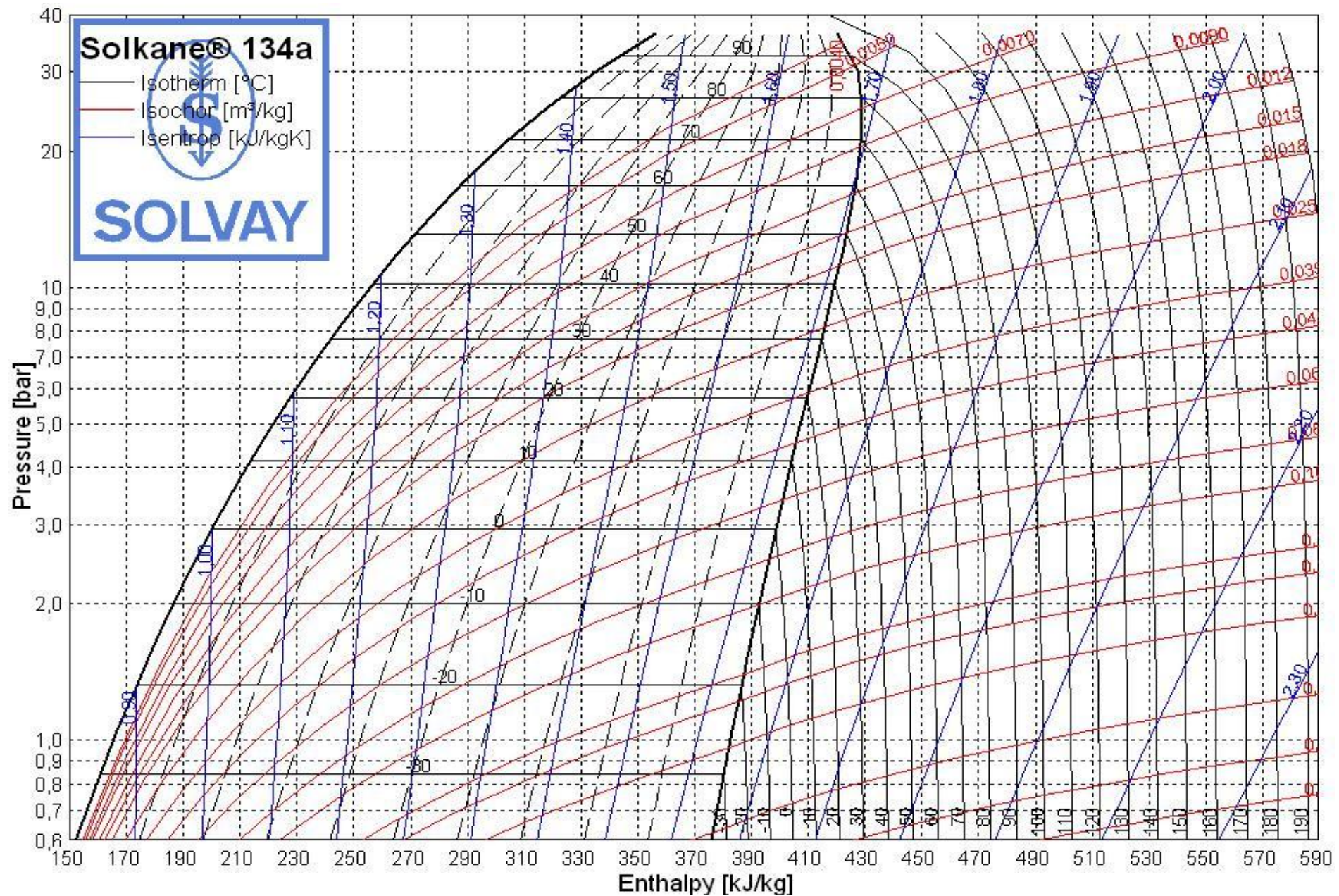
Sonuçlar:

- 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.

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

Ölçüm sayısı	1	2	3
Emme hattı basıncı, P_e [bar]			
Basma hattı basıncı, P_c [bar]			
Emme hattı sıcaklığı, t_1 [$^{\circ}$ C]			
Basma hattı sıcaklığı, t_2 [$^{\circ}$ C]			
Kondenser çıkış sıcaklığı, t_3 [$^{\circ}$ C]			
OGV çıkışındaki sıcaklık, t_4 [$^{\circ}$ C]			
Soğ. akışkan debisi, $\dot{m}_r$ [g/s]			

NOT: Basıncılara 1 bar atmosfer basıncı eklenerek mutlak basınç alınmalıdır.



A) DENEY NO: K-217-04

B) DENEYİN ADI: **Farklı buharlaşma sıcaklıkları kullanarak ısı pompası verim eğrilerinin çizilmesi**

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 değerlerinin ele edilmesi.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

- Termometre (oda sıcaklığı için)

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri açın.
- 3) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden pompayı çalıştırıp, kondenser su debisini 200L/h değerine ayarlayın.
- 4) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden kompresör, evaporatör fanı ve fanlı serpantini çalıştırın.
- 5) Gösterge panelindeki ölçüm menüsünden sistem kararlı hale geldiğinde değerlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 6) Hava sıcaklığını sabit tutarak kondenser su akış hızını her defasında 50 L/h azaltarak sonuçları tabloya kaydedin.

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

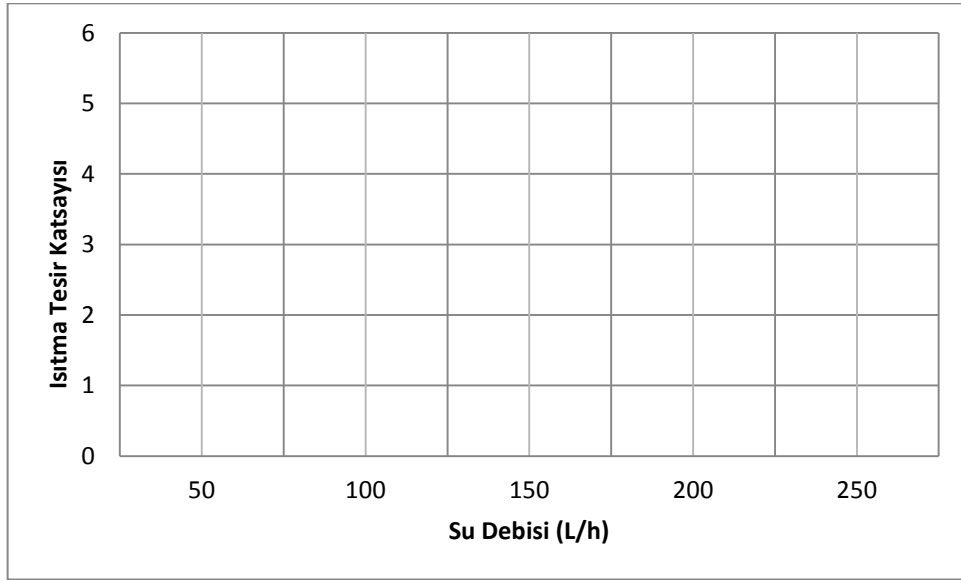
Ölçüm sayısı	1	2	3	4
Oda sıcaklığı, t_a [$^{\circ}\text{C}$]				
Hat gerilimi, U [Volt]				
Kompresör akımı, I_c [Amper]				
Kompresör güç katsayısı, $\cos\Phi$				
Kond. su giriş sıcaklığı, t_5 [$^{\circ}\text{C}$]				
Kond. su çıkış sıcaklığı, t_6 [$^{\circ}\text{C}$]				
Fanlı serp. kuru term. giriş sıc. T_8 [$^{\circ}\text{C}$]				
Fanlı serp. bağıl nem girişi H_2 [%]				
Fanlı serp. kuru term. çıkış sıc. t_7 [$^{\circ}\text{C}$]				
Fanlı serp. bağıl nem çıkışı H_1 [%]				
Soğutucu akışkan debisi, $\dot{m}_r$ [g/s]				
Kondenser su debisi, $\dot{m}_{su}$ [L/h]		150		50

HESAPLAMALAR:

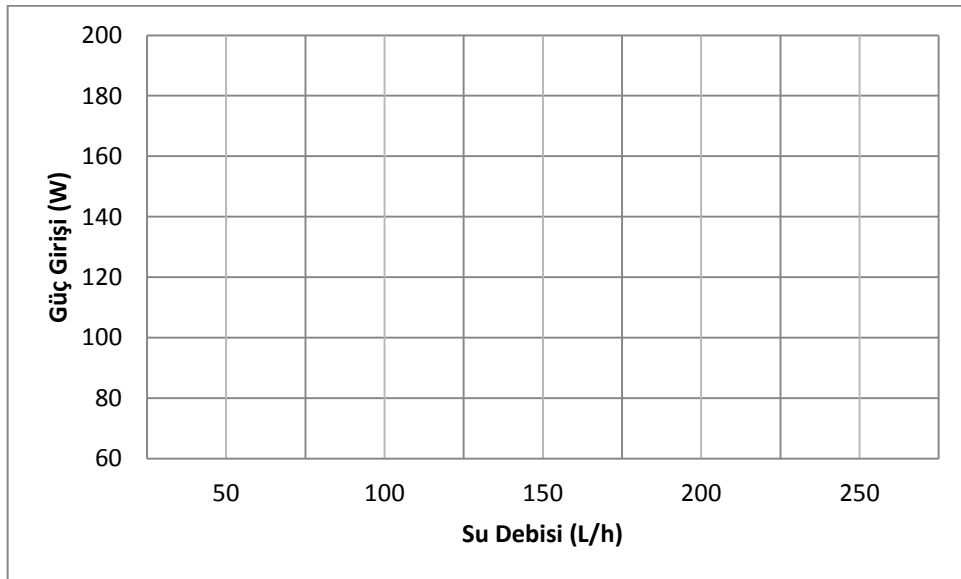
$$\text{Güç girişi: } P = U \cdot I_c \cdot \cos\phi \quad (W)$$

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

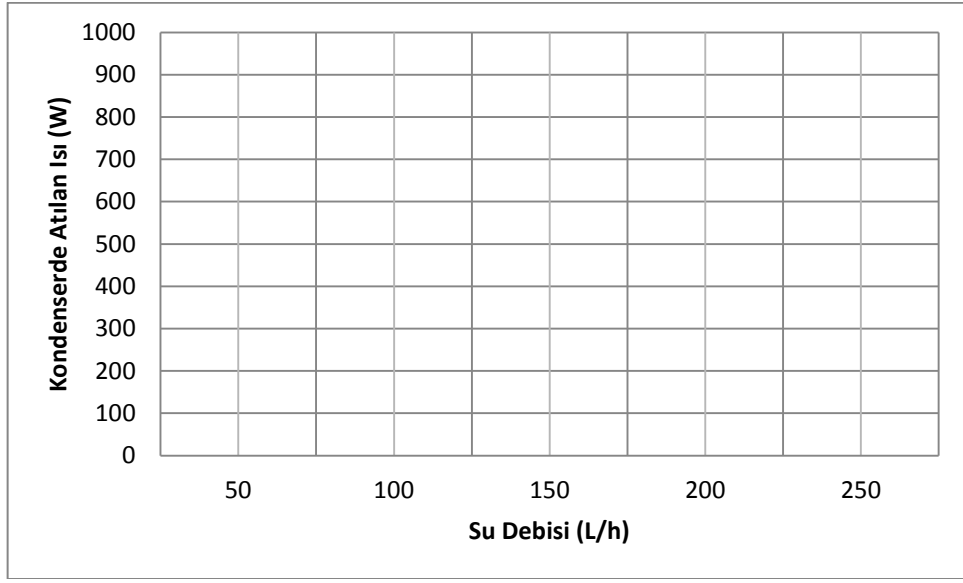
$$\text{Verim katsayısı (ITK) = verilen ısı / güç girişi}$$



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-217-05

B) DENEYİN ADI: **Farklı yoğunlaşma sıcaklıklarında ITK eğrilerinin çizilmesi**

C) DENEYİN AMACI: 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) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri açın.
- 3) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden pompayı çalıştırıp, kondenser su debisini yüksek akış hızına ayarlayın.
- 4) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden kompresör, evaporatör fanı ve fanlı serpantini çalıştırın.
- 5) Gösterge panelindeki ölçüm menüsünden sistem kararlı hale geldikten sonra kondenser basıncı (P_2) ve buhar sıcaklığı (t_4)'ü not edin ve sonra ilk deney tablosundaki gözlemleri uygulayın.
- 6) Kondenser su debisini azaltarak, kondenser basıncını takriben 1 bar arttırın. Eğer gerekirse hava giriş sıcaklığını bir klima yardımıyla da soğutarak (t_4) değerini sabit kalmasını sağlayın.
- 7) P_2 değerinde ortalama 1 bar'lık artışlarla deneyi tekrarlayın (Kondenser basıncını arttırmak için serpantin fanını gösterge panelindeki kontrol menüsünden durdurabilirsiniz).
- 8) Bu işlemleri 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 [bar]				
Basma hattı basıncı, p_2 [bar]				
Komp. giriş sıcaklığı, t_1 [$^{\circ}\text{C}$]				
Basma hattı sıcaklığı, t_2 [$^{\circ}\text{C}$]				
Sıvı hattı sıcaklığı, t_3 [$^{\circ}\text{C}$]				
OGV çıkış sıcaklığı, t_4 [$^{\circ}\text{C}$]				
Soğutucu akışkan debisi, $\dot{m}_r$ [g/s]				

HESAPLAR:

$p_1=3,55$ bar, $p_2=11$ bar (Bu basınçlar mutlak basınç kabul edilecek) p - h tablosundan
 $h_1=194$ kJ/kg, $h_2=232$ kJ/kg, $h_3=h_4=54$ kJ/kg, $h_{2s}=215$ kJ/kg

Buharlaşma sıcaklığı, $t_4=4.7$ C

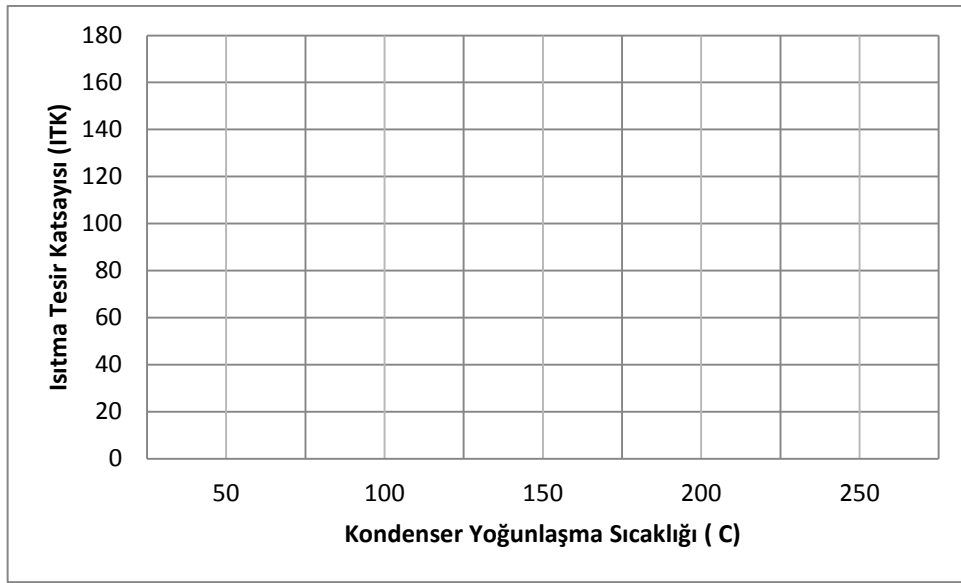
Yoğunlaşma sıcaklığı, $t_{doy}=(11 \text{ bar için})=45$ C

Evaporatördeki ısı transferi, $Q_e = m_r (h_1-h_4)$

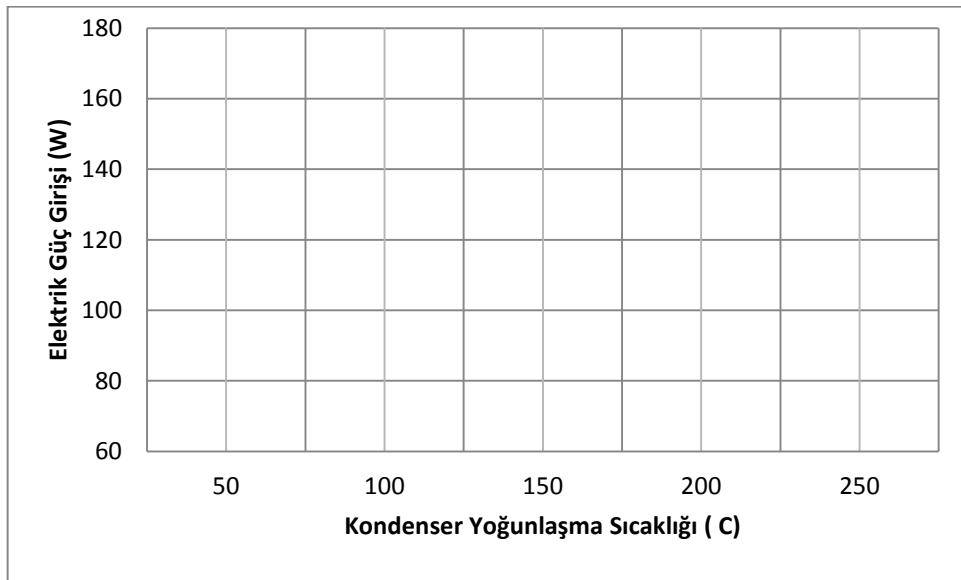
Kondenserdeki ısı transferi, $Q_c = m_r (h_3-h_2)$

Güç girişi: $P = U.I_c \cos \phi$ (W)

Isı pompası verimi, $(ITK)=\text{Kondenserdeki ısı geçişi}/\text{Kompresör güç girişi}$



Grafik-4 Kondenser yoğunlaşma sıcaklığı-ITK değişimi



Grafik-5 Kondenser yoğunlaşma sıcaklığı-güç girişi değişimi

A) DENEY NO: K-217-06

B) DENEYİN ADI: **Kompresör sıkıştırma oranı ile hacimsel (volümetrik) verim ilişkisi**

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) Sigortaları açık (ON) konumuna getirin.
- 2) Ana şalteri açın.
- 3) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden pompayı çalıştırıp, kondenser su debisini 400L/h değerine ayarlayın.
- 4) Gösterge panelindeki kontrol menüsünden kompresör, evaporatör fanı ve fanlı serpantini çalıştırın.
- 5) Evaporatör hava akışını, buharlaşma sıcaklığı (t_4) 0 °C'ye gelinceye kadar azaltın. Durumun kararlı hale gelmesini sağladıktan sonra tablodaki gözlemleri uygulayın.
- 6) Gösterge panelindeki ölçüm menüsünden sistem kararlı hale geldiğinde değerlerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
- 7) t_4 'ü aynı durumda tutup, kondenser su debisini azaltarak kondenser basıncının (P_2) 1 bar'lık bir artış göstermesini sağlayın (Kondenser basıncını artırmak için serpantin fanını gösterge panelindeki kontrol menüsünden durdurabilirsiniz). Bu işlemten sonra gözlemleri tekrarlayın.
- 8) Basınç 12 bar oluncaya kadar kondenser basıncında aşağı yukarı 1 bar'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/s]				
Komp. emme hattı basıncı, p_1 [bar]				
Komp. emme hattı sıcaklığı, t_1 [°C]				
Komp. basma hattı basıncı, p_2 [bar]				
Komp. basma hattı sıcaklığı, t_2 [°C]				

HESAPLAMALAR:

Kompresör sıkıştırma oranı, $r_p = p_2/p_1 = 11/3,55 = 3.1$

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;

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

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

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

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

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

Bu değerler grafikte gösterilmiştir.

YORUMLAR:

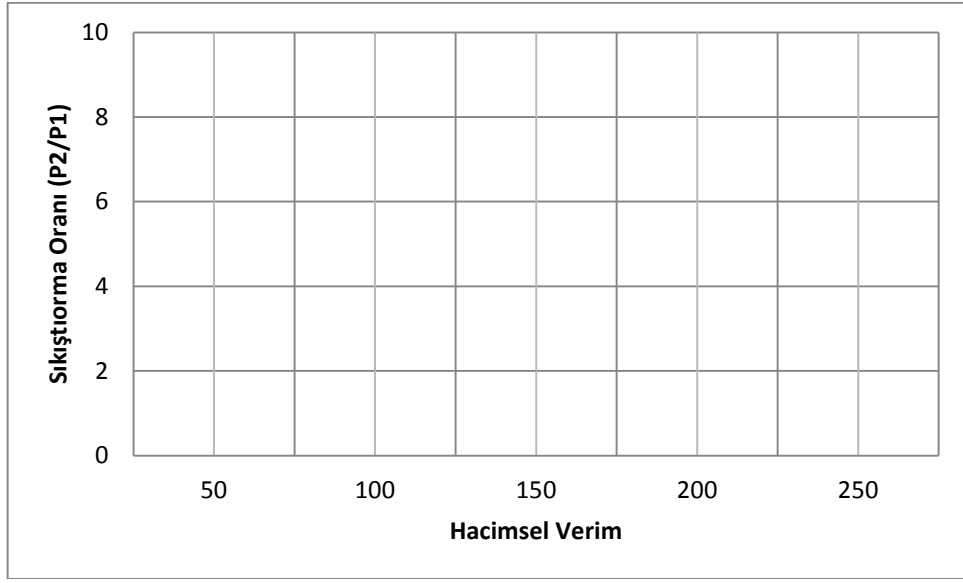
Kompresör hacimsel verimi aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

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;

$$HVK = (1 - V_C/V_S) (P_2/P_1)^{1/n-1} \text{ formülü ile hesaplanabilir.}$$

V_C : ölü hacim, V_S : silindir hacmi, $n = 1.05$ alınabilir.



Grafik-6 Hacimsel verim-sıkıştırma oranı değişimi