



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ISI POMPASI DENEY FÖYÜ

Hazırlayan: YRD. DOÇ. DR HAKAN ÖZCAN

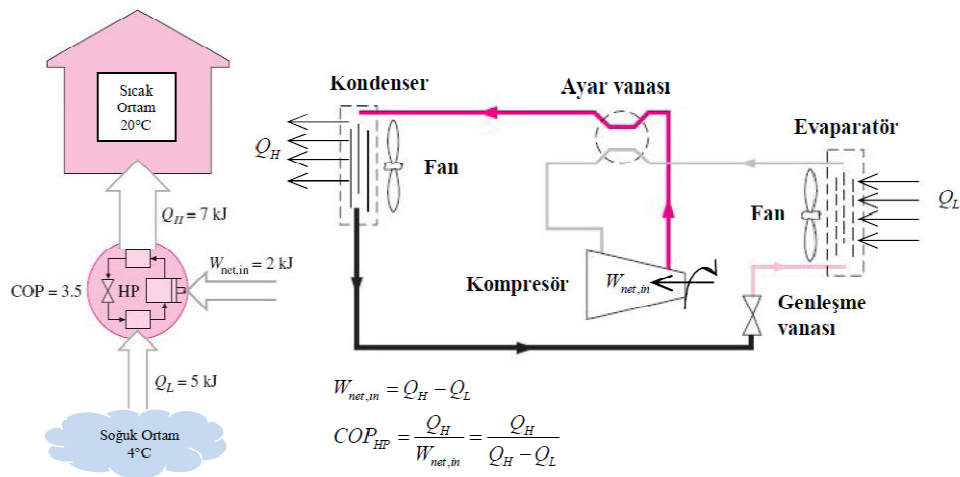
ŞUBAT 2011

DENEY NO: 2

DENEY ADI: ISI POMPASI DENEYİ

AMAÇ: Isı pompası çevriminin irdelenmesi, çevrimde kullanılan elemanların tanıtılması, performans katsayılarının tespiti ve katsayının kaynak sıcaklıkları ile değişiminin belirlenmesi

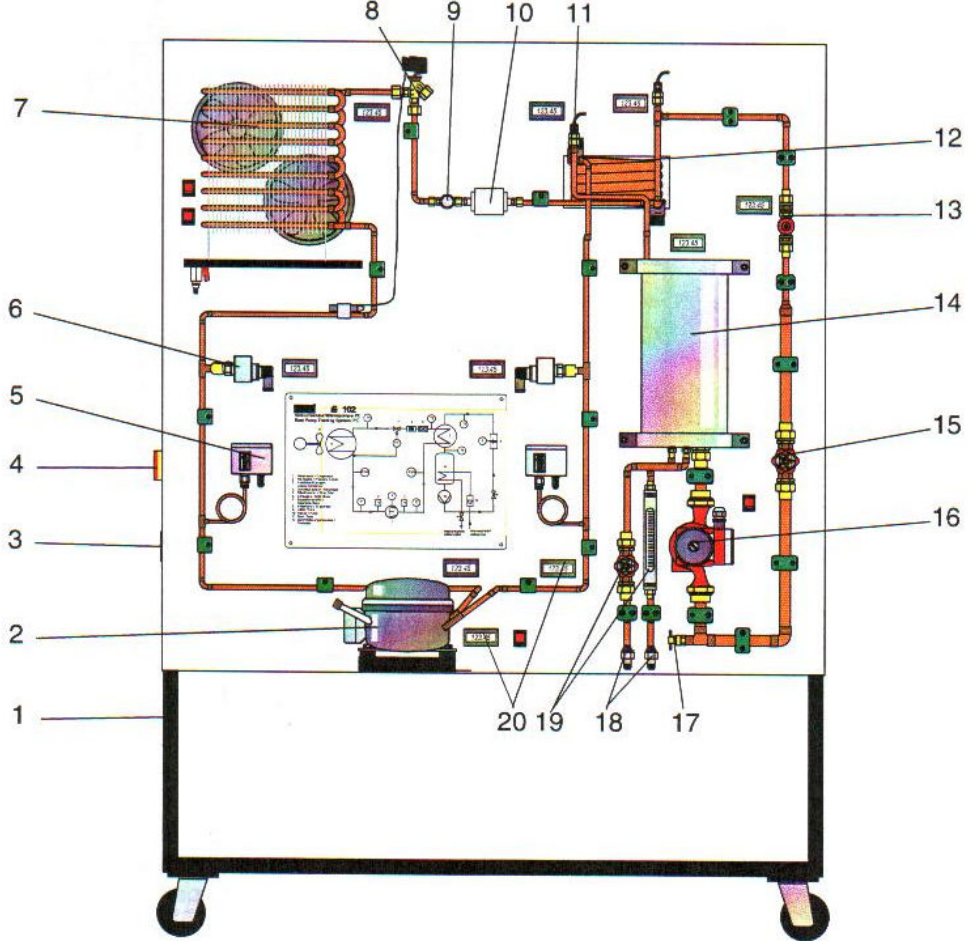
1. GENEL BİLGİLER: Isı pompası hem ısıtma ve hem de soğutma işlevini yapabilecek şekilde tasarlanmış termodinamik bir çevrimdir. Isı pompası; toprak, su veya hava kaynaklı olmak üzere ısıtma, soğutma, kurutma gibi birçok uygulamada kullanılmaktadır. İlk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına rağmen işletme maliyetlerinin uygunluğu nedeniyle özellikle su ve toprak kaynaklı ısı pompaları yüksek ısıtma ve soğutma yüklerine ihtiyaç duyan iş merkezlerinin ve yerleşkelerin iklimlendirilmesinde kullanılmaktadır. Isı pompası temelde tersine çalışan bir soğutma çevrimidir. Amacı düşük sıcaklıktaki ortamdan yüksek sıcaklıktaki ortama ısı geçişini sağlamaktır, bir diğer deyişle ısının geçiş yönünü tersine çevirmektir. Isı pompası temelde Şekil 1'de verildiği gibi kondenser, genleşme vanası, evaporatör ve kompresör elemanlarından oluşmaktadır.



Şekil 1. Isı pompası çalışma prensibi ve temel elemanları

2. CİHAZ VE APARATLAR: Isı pompası çevrimi basit olarak, kompresör, yoğuşturucu (kondenser), genleşme vanası ve buharlaştırıcı (evaporatör) dan

oluşmaktadır. Deneyde, Şekil 2'de detay resmi verilen Gunt marka ET 102 ısı pompası deney düzeneği kullanılacaktır. Düzenekte hava kaynaklı çalışan bir adet evaporatör bulunmaktadır.



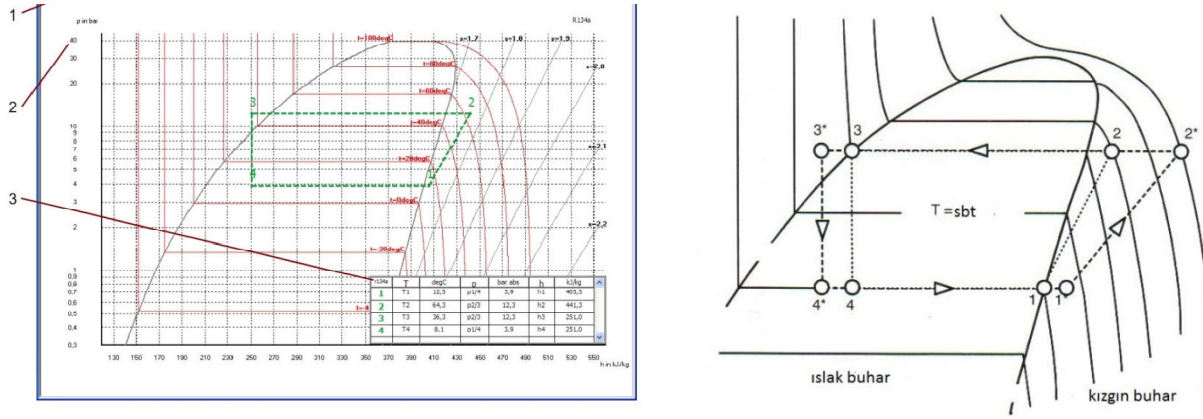
1.	Araba	11.	Sıcaklık sensörü
2.	Kompresör	12.	Ortak eksenli kondenser
3.	Data giriş bağlantısı	13.	Debiölçer (su)
4.	Ana düğme	14.	Soğutma sargılı su tankı
5.	Presostat	15.	Kontrol valfi
6.	Basınç transmitteri	16.	Sirkülasyon pompası
7.	Fanlı evaporatör	17.	Boşaltma valfi
8.	Genişleme valfi	18.	Soğutma suyu bağlantıları
9.	Gözleme camı	19.	Kontrol valfi ve debiölçer
10.	Filtre/Kurutucu	20.	Dijital gösterge

Şekil 2. Isı pompası deney düzeneği

Sistemde soğutucu akışkan olarak R-134a kullanılmaktadır. Soğutucu akışkana ait kondenser ve evaporatör giriş ve çıkışlarındaki sıcaklık değerleri ile alçak basınç ve yüksek basınç, sırasıyla, termometre ve basınç göstergeleri ile

gözlemlenebilmektedir. Ayrıca ikincil akışkan suyun ısı değiştiricilerine giriş ve çıkış sıcaklıklarıyla birlikte kütsel debisi de ölçülmektedir. Kompresör tarafından çekilen elektriksel enerji ise düzeneğin üzerinden okunmaktadır.

3. DENEYİN TANIMLANMASI: Deney düzeneğinden elde edilen sıcaklık, basınç ve debi değerleri kullanılarak evaporatör ve kondenserde meydana gelen ısı geçiş miktarları (soğutucu akışkan ve ikincil akışkan tarafından) ayrı ayrı hesaplanarak karşılaştırılacaktır. Kompresöre ait enerji tüketim değeri de kullanılarak performans katsayısı hesaplanacaktır. Ayrıca çevrimde ölçülen Sıcaklık ve basınç değerleri kullanılarak P-h diyagramı (Şekil 3) hem deneysel veriler kullanılarak hem de ideal durum için ayrı ayrı çizilecektir. P-h diyagramının elde edilmesinde kullanılan veriler yardımıyla hem ideal hem de gerçek durum için COP değeri hesaplanacaktır.

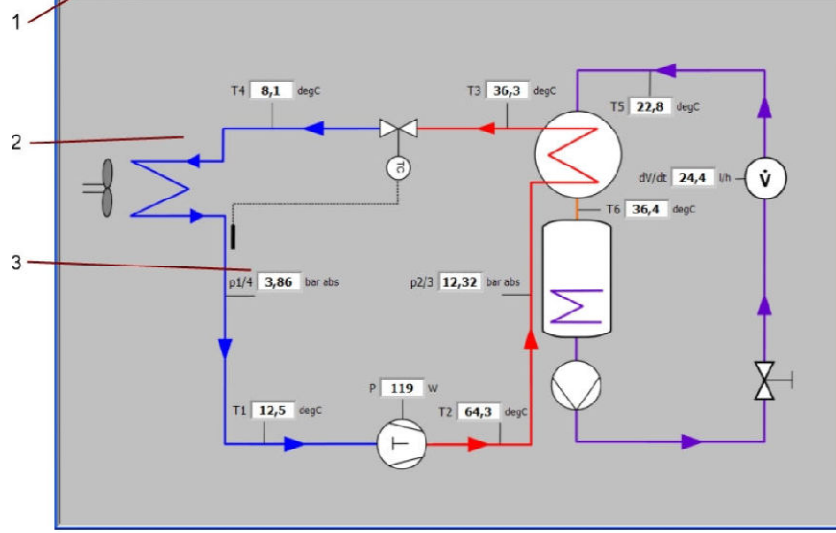


Şekil 3. Örnek P-h diyagramları

4. DENEYİN YAPILIŞI: Hava kaynaklı evaporatörün kullanıldığı çevrim için deney adımları aşağıda listelenmiştir. Verilen ölçülmüş değerler tüm şartlar altında referans olarak ya da kalibrasyon değeri olarak hesaba katılmamıştır. Deneyler daha büyük ya da daha küçük derecelerde yapıldığı zaman tüm bileşenlerin kullanımına ve çevresel şartlara bağlı olarak çok büyük değişimler olabilir. Burada etkinlik katsayısı p-h diyagramındaki entalpi değişimlerinden ispatlanır. Bu çevrim sürecini oluşturmak için p-h diyagramında çizilmesi gerekir.

- Kompresörü çalıştır.
- Fanları çalıştır.
- Sirkülasyon pompasını çalıştır.
- Eğer soğutma çeşme suyuyla yapılıyorsa soğuk su desteğini borularla bağla.

- Vakum ve dağıtım hattındaki basınçlar stabilize olana kadar test standını çalıştırmak için ayır.
- Kontrol valfinde akışı su çevrimi 20 l/h olana kadar ayarla
- Vakum ve dağıtım hattındaki çalışma akışkanı basınç, sıcaklık, debi ve elektrik tüketim değerlerini (Şekil 4) oku ve not et (Tablo 1)



Şekil 4. Veri okuma noktaları

Ara Sonuçların Hesaplanması: Tablo 1’de özetlenen “ölçülen değerler” ışığında soğutucu akışkanın kompresör giriş, çıkış, kondenser çıkış ve genleşme vanası çıkışındaki termodinamik özellikleri Termodinamik tablolar (veya Şekil 5’deki diyagram) vasıtasıyla hesaplanacaktır.

Tablo 1. Ölçülen değerler ve termodinamik özellikler

Ölçülen değerler					Tablo değerleri		
R 134a	T	°C	P	Bar, abs	Elektrik gücü (W)	h	(kJ/kg)
1	T1		P 1/4			h1	
2	T2		P2/3			h2	
3	T3		P2/3			h3	
4	T4		P 1/4			h4	

5. HESAPLAMALAR: Asıl etkinlik katsayısı kondenserden sıcak suya geçen toplam ısı ve kompresöre giren enerji yardımı ile bulunabilir.

$$COP_{\text{asıl}} = \frac{Q_{\text{çıkan}}}{W_{\text{giren}}} = \frac{Q_{\text{faydalı}}}{P_{\text{kompr}}}$$

Bu ifade de faydalı/yani ısı akışı, su debisi, suyun giriş ve çıkıştaki sıcaklık farkları ve suyun özgül ısı ($c_p=4,19$ kJ/kg) kapasitesi kullanılarak hesaplanabilir.

$$Q_{\text{faydalı}} = m c_p (T_{\text{çıkan}} - T_{\text{giren}}) = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{\text{çıkan}} - T_{\text{giren}})$$

Sonuç olarak çevrimin COP değeri aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\text{COP}_{\text{asıl}} = \frac{m_w c_{p_w} (T_{\text{çıkış}} - T_{\text{giriş}})}{P_{\text{kompr}}} = \frac{V \cdot \rho \cdot c_p (T_{\text{çıkış}} - T_{\text{giriş}})}{P_{\text{kompr}}}$$

İdeal çevrim için P-h diyagramı (Şekil 3), çevrimde okunan basınçlar kullanılarak oluşturulur. Çevrim sürecindeki toplam enerji dönüşümü p-h diyagramında $h_2 - h_1$ ve $h_2 - h_3$ entalpi farklarından direkt olarak elde edilir. Etkinlik katsayısı ideal çevrimde basit bir yolla tanımlanabilir.

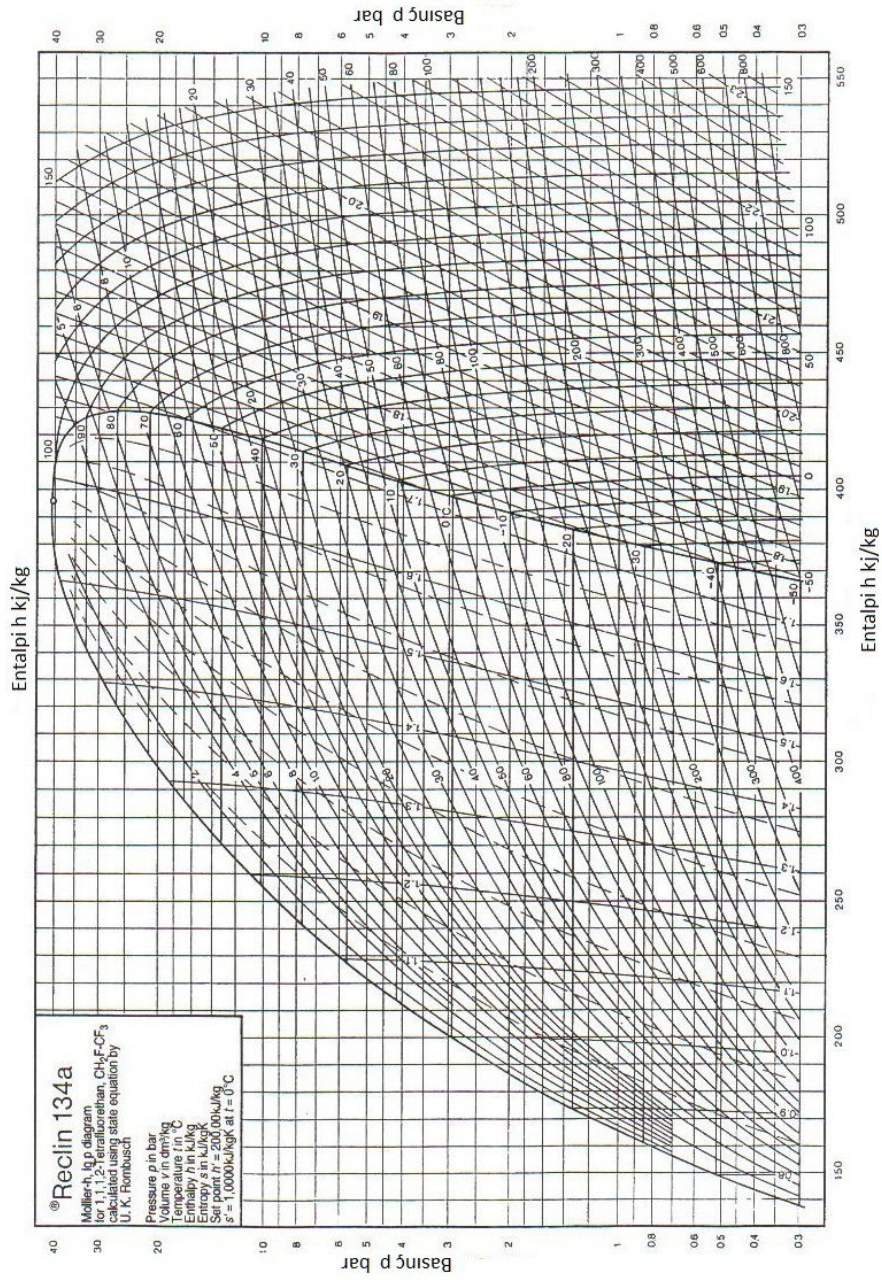
$$\text{COP}_{\text{ideal}} = \frac{Q_{\text{out}}}{W_{\text{in}}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$$

Kompresör sıkıştırma oranı ise aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\Psi = P_{2/3} / P_{1/4}$$

Çevrimin (Şekil 3) gerçek etkinlik katsayısını hesaplamak için çevrim p-h diyagramı çizilir ve sıcaklıklar hesaba katılır. Çevrimin gerçek etkinlik katsayısı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$\text{COP}_{\text{gerçek}} = \frac{h_{2^*} - h_{3^*}}{h_{2^*} - h_{1^*}}$$



Şekil 5. Termodinamik özellikler

6. İSTENENLER: Deney sonucunda elde edilen veriler vasıtasıyla aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Aşağıdaki tabloda verilen değerleri hesaplayınız.

Hesaplanan değerler				
r_c	W_{komp} (kJ/kg)	Deney	P-h diyağramından	
		COP,asıl	COP,ideal	COP,gerçek

2. Ölçtüğünüz değerleri kullanarak Şekil 4'de örnek olarak verilen p-h diyagramını kendi deney setlerinize göre oluşturarak sonuçlarınızı tartışınız?

3. Deney verilerinizden yola çıkarak hem entalpi değerlerine, hem de ölçtüğünüz kompresör gücüne bağlı olarak elde ettiğiniz COP değerlerini karşılaştırarak sonucu yorumlayınız?

7. Semboller Ve Birimler

COP	Etkinlik katsayısı	
h	özellik entalpi	kJ/kg
m_w	suyun kütleli debisi	kg/s
P	Basınç	bar
P_{kompr}	Kompresör gücü	W
$Q_{\text{faydalı}}$	faydalı ısı	W
Q_H	çıkkan ısı	kJ/kg
Q_L	giren ısı	kJ/kg
V	hacimsel debi	m^3/s veya l/dakika
W	iş	kJ/kg
ρ	Yoğunluk	kg/m^3
Ψ	Kompresör sıkıştırma oranı	