

T. C.

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ DENEYLER 2

SOĞUTMA DENEYİ

ÖĞRENCİ NO:

ADI-SOYADI:

DENEY SORUMLUSU: Dr. Öğr. Üyesi Yiğit Serkan ŞAHİN

DEĞERLENDİRME :

GÜMÜŞHANE-2025

SOĞUTMA DENEYİ

1. Giriş:

İnsanoğlu için ısıtmanın yanında soğutma da büyük önem taşımaktadır. Özellikle ısı konfor uygulamalarında ve gıdaların muhafazasında soğutmadan yararlanılmaktadır. İlk olarak Çinliler kışın donmuş göllerin buzlarını ve karları derin geniş kuyularda sıkıştırarak muhafaza edip yaz süresince bunların soğukluğundan yararlanmışlardır. Yunanlılar ve Romalılar ise toprağa gömülü büyük küpleri geceleri su ile doldururlar, gece soğuyan suları gündüz içerlerdi.

Her gün tüketilen bitkisel ve hayvansal gıdalar sürekli olarak temin edilemeyebilir. Bu nedenle ürünlerin bol ve az maliyetli olduğu zamanlarda alınıp ürünün bulunmadığı zamanlarda kullanımı için çeşitli muhafaza yöntemleri geliştirilmiştir. Ürünlerde, muhafaza edildikleri sıcaklıklara bağlı olarak bazı istenmeyen durumlar ortaya çıkmaktadır. Gıda endüstrisinde karşılaşılan en büyük zorluklardan biri gıdaların bozulmalarına ve ticari değerinin kaybolmasına sebebiyet veren bakteriyel faaliyetlerdir. Bakteriyel gelişimi durdurmak veya azaltmak için kullanılan en yaygın yöntem soğutmadır.

Soğutma, bir maddenin veya ortamın sıcaklığını onu çevreleyen hacim sıcaklığının altına indirmek ve orada muhafaza etmek üzere ısınının alınması işlemidir. Bu tanıma göre ısı transferinin olduğu her yerde uygulama alanına sahiptir.

Gıda muhafazasında sıklıkla kullanılan soğutma, güncel hayatta ve endüstride oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Özellikle ısı konfor uygulamalarında iç hacimlerde meydana yüksek sıcaklıkların düşürülmesi, çeşitli soğutma teknikleri kullanılarak bir yerden ısı çekilmesi gibi kullanım alanları mevcuttur. Soğutma işlemi fiziksel, kimyasal, elektriksel veya farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilir.

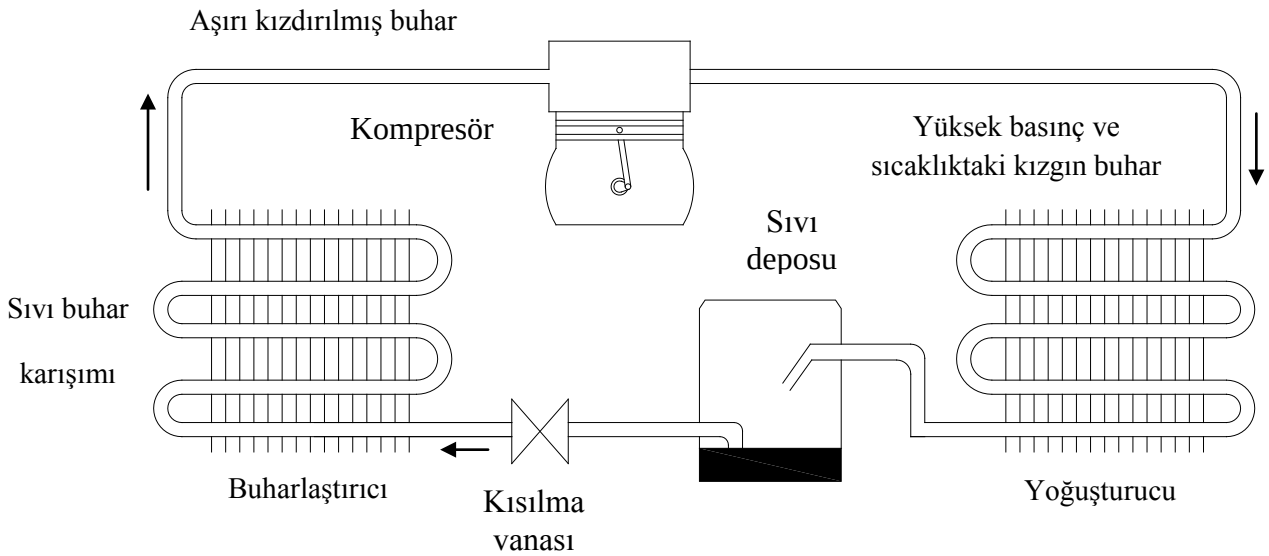
Kimyasal reaksiyonlarda, endotermik tepkimeye giren maddeler bu işlem sırasında dışarıdan ısı aldıkları için dış ortamı soğutmuş olurlar.

Fiziksel soğutmada, sıkıştırılmış gazların genleştirilmesi ve faz değiştirmesi ile soğutma elde etmek mümkündür.

Elektriksel soğutmada, metal çiftlerine bağlı olarak bir devreye doğru akım verildiğinde zıt uçlarda, akımın yönüne göre ısınma veya soğuma meydana gelir.

Günümüzde en yaygın kullanılan soğutma sistemi Şekil 1’de verilen buhar sıkıştırmalı mekanik soğutma sistemidir. Bu soğutma çevrimi dört ana elemandan oluşmaktadır.

- 1) **Kompresör:** Buharlaştırıcıda buharlaşırken ısı emen gaz halindeki soğutucu akışkanı sıkıştırarak yüksek basınç ve sıcaklık altında yoğuşturucuya gönderir.
- 2) **Yoğuşturucu (kondenser):** Kompresör tarafından gönderilen gaz halindeki soğutucu akışkan, sıvı hale geçebilmek için dış ortam havası tarafından soğutulur. Dış ortama ısı atılır.
- 3) **Kısılma vanası (genleşme vanası):** Yoğuşturucuda yoğunlaşarak sıvı hale geçen soğutucu akışkan, burada basınç düşümüne uğrar ve buharlaştıracıya geçer.
- 4) **Buharlaştırıcı (evaporatör):** Kısılma vanasında basıncı düşen sıvı haldeki soğutucu akışkan, gaz haline geçebilmek için soğutulmak istenen ortamın ısını çekerek ve kompresör tarafından emilir.



Şekil 1. Buhar sıkıştırmalı mekanik soğutma çevrimi.

Buhar sıkıştırmalı mekanik soğutma çevriminde buharlaştıracıda gaz haline geçen bir soğutucu akışkan kullanılır. Bu sistemde kompresörde yüksek basınca sıkıştırılan soğutucu akışkan, kızgın buhar halinde yoğuşturucuya gönderilir. Burada, çevreye ısı vererek yoğunlaşan soğutucu akışkan, kısılma vanasında alçak basınca kısılarak ıslak-buhar halde buharlaştıracıya girer. Buharlaştıracıyı çevreleyen ortam sıcaklığının altında bir sıcaklığa sahip olan soğutucu akışkan, ortamın ısını çekerek, ortamı soğutur ve buharlaştıracı çıkışında doymuş buhar halde kompresör tarafından emilir. Böylece çevirim sürekli olarak devam eder.

2. Deneyin Amaçları:

- Buhar sıkıştırırmalı mekanik soğutma sistemi elemanlarının gösterilmesi,
- Buharlaştırıcının ve yoğuşturucunun ısı kapasitelerinin belirlenmesi,
- Soğutma çevriminin ln P-h diyagramında gösterilmesi.

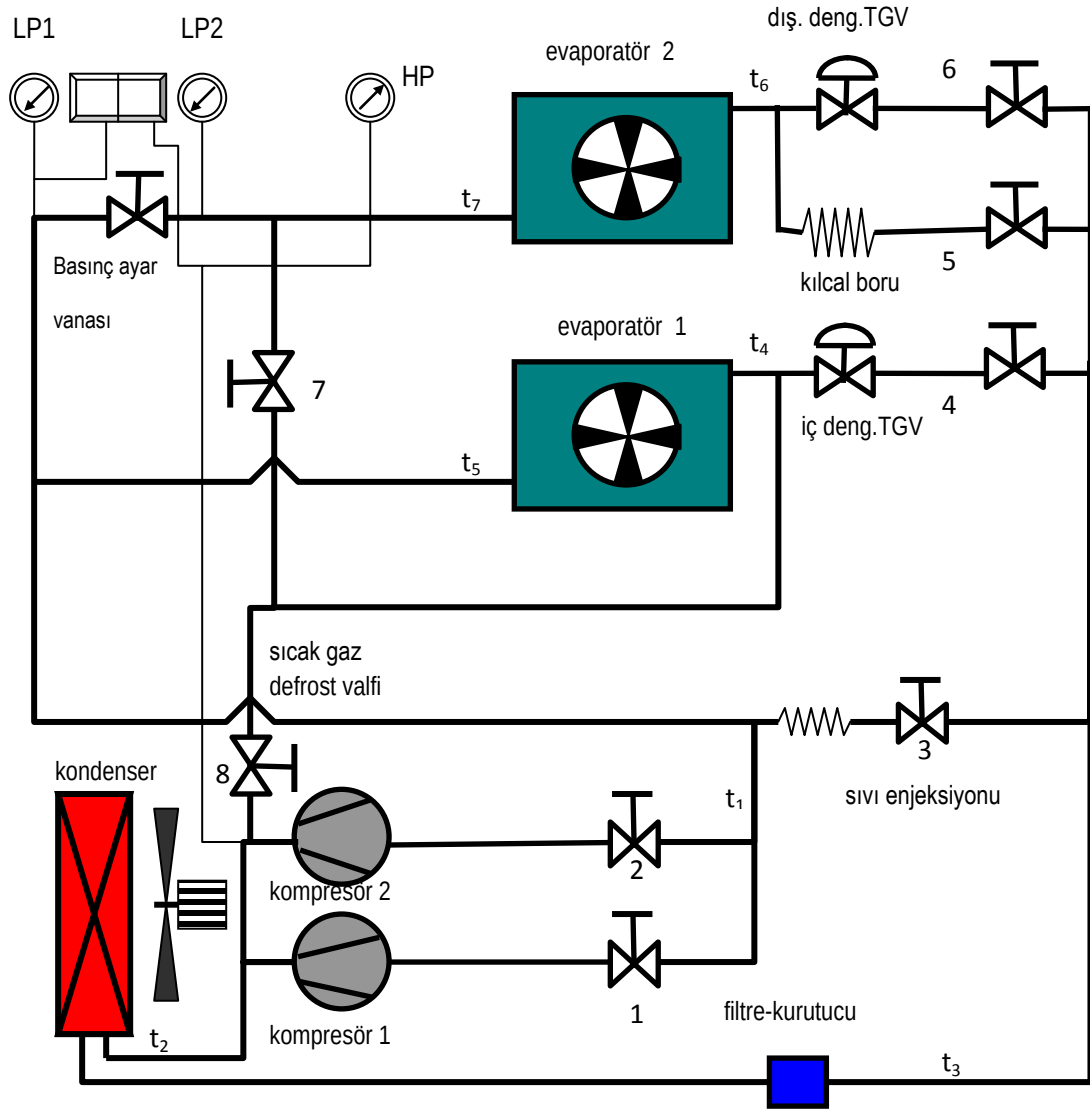
3. Deney Düzeneği:

Buhar sıkıştırırmalı mekanik soğutma sistemini incelemek üzere Şekil 2’de görünen S-812 ÇOK AMAÇLI SOĞUTMA EĞİTİM SETİ adlı deney düzeneği kullanılmaktadır. Deney düzeneği üzerinde birden fazla kısılma vanası (içten dengelemeli, dıştan dengelemeli, kılcal boru) bulunmaktadır. Deney seti soğutucu akışkanı yüksek basınca sıkıştıran paralel bağlı iki adet kompresör, seri veya paralel bağlanabilen iki adet fanlı buharlaştırıcı, bir adet fanlı yoğuşturucu, filtre-kurutucu, basınç ayar vanası, debimetre, basınç ve sıcaklık ölçerler, alçak ve yüksek basınç presostatları ve bağlantı elemanlarından oluşmaktadır. Soğutma sisteminde soğutucu akışkan olarak R-134a kullanılmaktadır.

Kılcal borular, küçük ve orta ölçekli ticari tip cihazlarda, küçük tip klimalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Avantajları; ucuz oluşu, hareketli elemanlarının bulunmayışı nedeniyle arıza yapmaması ve kompresör durma anında alçak ve yüksek taraf basınçlarını dengeleyerek yeniden çalışma anında kompresörün yüksüz olarak çalışabilmesini sağlayabilmesidir.

Orta büyüklükteki ticari soğutma sistemlerinde kullanılan içten dengelemeli termostatik genleşme valflerinde buharlaştırıcı çıkışına bağlanan kuyruk basıncına göre kızgınlık ayarı yapılabilmektedir.

Dıştan dengelemeli termostatik genleşme valflerinde evaporatör basıncı TGV girişinden değil de çıkışından alındığı için sistem yeterli soğutucu akışkanla beslenmektedir.

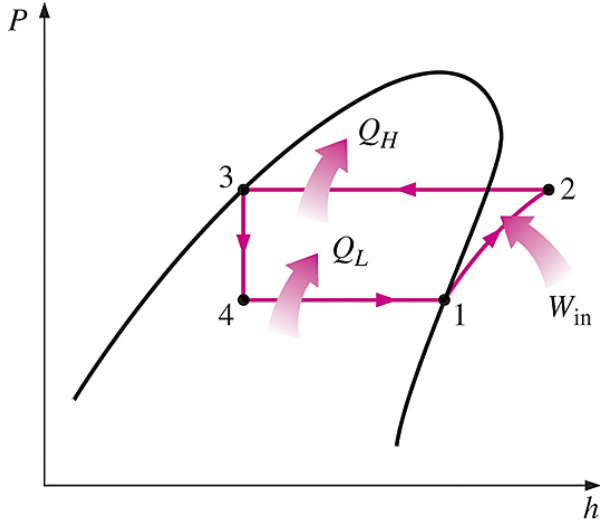


Şekil 2. Deney düzeneğinin şematik gösterimi.

4. Hesaplamalar:

Soğutma işleminin gerçekleştirilmesinde soğutma sisteminin birçok yerinde ısı alış-verişi olayı meydana gelir ve soğutma safhasında ısı transferi başlı başına en geniş yeri tutmaktadır. Soğuk odalarda ısı hapsinden evaporatör ve kondenser dizaynına, soğuk odada muhafaza edilen çeşitli tür maddelerden kompresör gövdesindeki ısı akımlarına kadar soğutma sisteminin hemen her elemanında ısı transferi olayı meydana gelmektedir. Öncelikle, soğutulan ortamın kendisi ısı transferi olayına maruz kalır ki bunun nedeni, soğutulan ortamın normal olarak civar hacimlerden daha soğuk olması ve ısıнын civar hacimlerden soğutulan ortama doğru bir akış meydana getirmesidir. Buharlaştırıcı tarafından alınıp soğutucu akışkana aktarılan ve "Soğutma Yüğü" olarak adlandırılan toplam ısı, buhar sıkıştırma

çevriminde kompresör tarafından sıkıştırma işlemiyle yoğuşturucuya gönderilir. Yoğuşturucu, buharlaştırıcıdan alınan ısı ile kompresörün sıkıştırma işlemi sırasında harcanan enerjinin ısıl karşılığı toplamını soğutma çevriminden uzaklaştırır. Buhar sıkıştırmalı mekanik soğutma sistemi için ideal soğutma çevrimi için aşağıdaki şekilde gerçekleşir:



- 1-2 Kompresörde izantropik sıkıştırma
- 2-3 Yoğuşturucuda sabit basınçta çevreye ısı atılması
- 3-4 Genleşme cihazında kısılma
- 4-1 Buharlaştırıcıda sabit basınçta ısı alınması

Bir soğutma çevriminde buharlaştırıcı yardımıyla çevreden alınan ısı miktarı, yani buharlaştırıcının kapasitesi

$$\dot{Q}_{soğ} = \dot{m}_r (h_1 - h_4) \quad [\text{W}] \quad (1)$$

denklemleri vasıtasıyla bulunur. Benzer şekilde soğutma çevriminde yoğuşturucudan dış ortama atılan ısı, yoğuşturucu kapasitesi ise

$$\dot{Q}_{yoğ} = \dot{m}_r (h_2 - h_3) \quad [\text{W}] \quad (2)$$

denklemleri ile bulunur. Bu çevrim esnasında kullanılan kompresörün kapasitesi

$$\dot{W}_{komp} = \dot{m}_r (h_2 - h_1) \quad [\text{W}] \quad (3)$$

Kompresörün izantropik verimi,

$$\eta_c = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \quad (4)$$

Soğutma makinesinin etkinlik katsayısı,

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (5)$$

5. DENEYİN YAPILIŞI

- 1) 1, 4 no'lu vanaları açıp diğerlerini kapatın.
- 2) Kumanda panosu yardımıyla 1. kompresör, 1. buharlaştırıcı ve yoğuşturucu fanlarını çalıştırın.
- 3) Sistem kararlı hale gelince Tablo 1'deki değerleri kaydedin ve sistemi durdurun.

AÇIKLAMALAR:

- 1) Yoğuşturucu içindeki basınç düşmesi önemsizdir. Böylece $P_2=P_3$ alınabilir.
- 2) Genleşme işlemi (3, 4 arası) ısı alışverişi olmayan (adyabatik) bir işlem kabul edildiğinden $h_3=h_4$ olur.
- 3) Gösterge basınçlarına, atmosfer basıncı (101. 325 kPa) ilave edilmelidir. Çünkü ln P-h diyagramları mutlak basınçlara göre düzenlenmiştir.

Tablo 1. Ölçülen değerler

Özellikler / ölçüm sayısı	Okunacağı gösterge	1	2	3	4
1) Basma hattı basıncı, P_2 [kPa]	HP				
2) Basma hattı sıcaklığı, T_2 [°C]	t2				
3) Evaporatör basıncı, P_{e2} [kPa]	LP2				
4) Kompresör giriş sıcaklığı, T_1 [°C]	t1				
5) Sıvı hattı sıcaklığı, T_3 [°C]	t3				
6) Emme hattı sıcaklığı, T_4 [°C]	t4				
7) Soğutucu akışkan debisi, $\dot{m}_r$ [g/s]	Elektronik debimetre				

6. DENEYDEN İSTENENLER

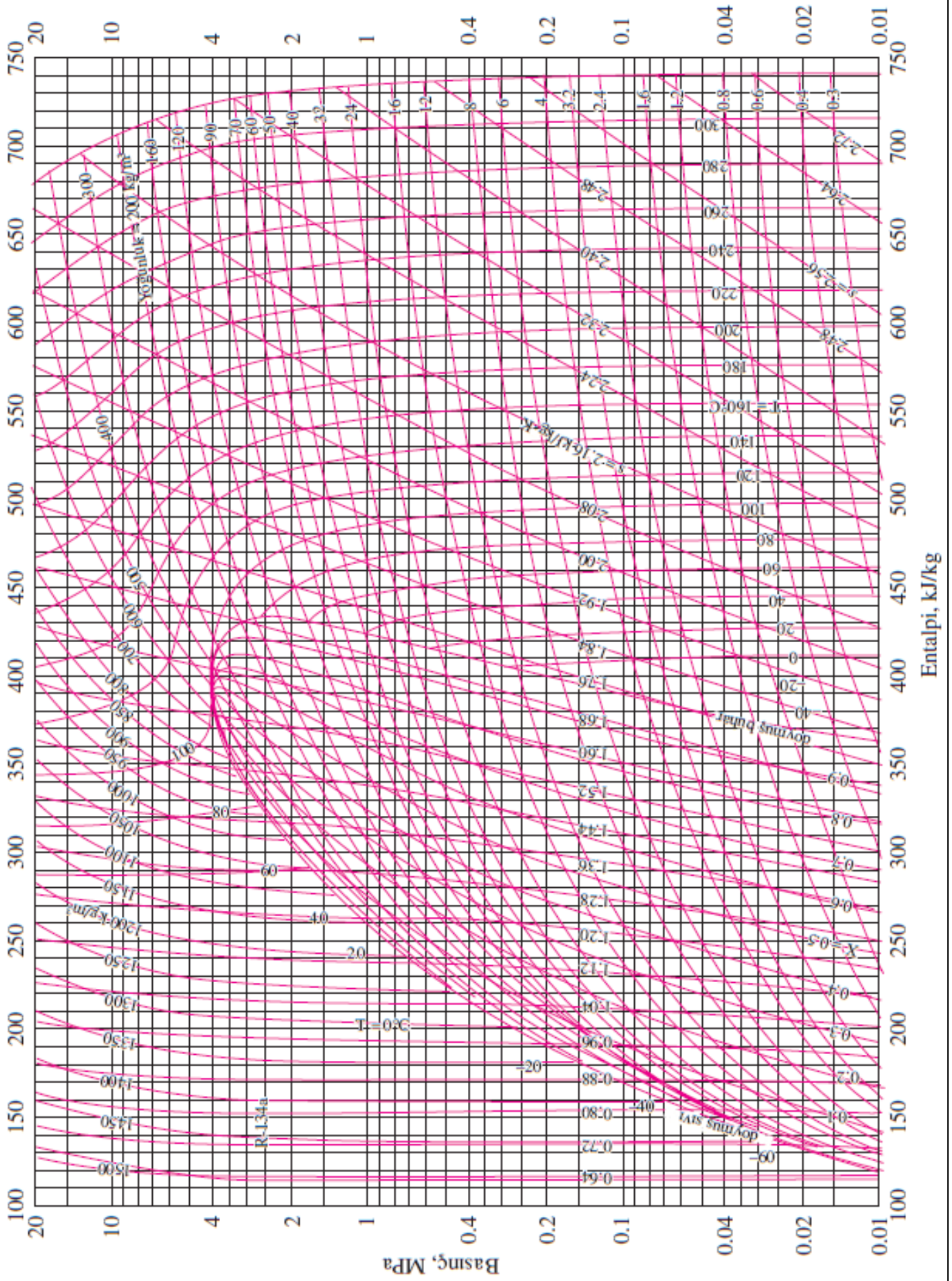
1. Deneyin amacı ve deney düzeneğinin tesisat şemasıyla birlikte kısaca tanıtılması.
2. Hesaplar kısmında verilen teorik bilgiye ve deney verilerine göre Tablo 2'deki değerlerin hesaplanması. (Raporda sadece bir ölçüm için hesaplama ayrıntılarının verilemesi gerekmektedir.)
3. Soğutma çevriminin ln P-h diyagramında gösterilmesi.
4. Deneyin size katkısı nedir?

Tablo 2. Hesaplanacak büyüklükler.

Hesaplanacak büyüklükler	Deney No			
	1	2	3	4
Buharlaştırıcı kapasitesi $\dot{Q}_{soğ}$				
Yoğuşturucu kapasitesi $\dot{Q}_{yoğ}$				
Kompresör kapasitesi $\dot{W}_{komp}$				
Kompresörün izantropik verimi, η_c				
Etkinlik katsayısı, COP				

S-812 ÇOK AMAÇLI SOĞUTMA EĞİTİM SETİ TEKNİK ÖZELLİKLER

	MALZEMENİN ADI	ÖZELLİĞİ
1	Kompresör tipi ve beygir gücü	Aspera, ¼ BG
2	Yoğuşturucu kapasitesi	1/3 BG, fanlı-lamelli
3	Yoğuşturucu fan kapasitesi	Fanco-42 W, ϕ 250 mm
4	Buharlaştırıcı tipi	Özel imalat, lamelli
5	Buharlaştırıcı fanı	12x12 cm Tidar DP201-A
6	İçten dengelemeli genişleme valfi	Alco-TIE MW55-PCN800 997
7	Dıştan dengelemeli genişleme valfi	Alco-TIE MW55-PCN800 997
8	Kılcal boru uzunluğu	500 mm
9	Emme hattı vanaları	Castel, 3/8"
10	Sıvı hattı vanaları	Castel, ¼"
11	Basınç anahtarı	Danfoss



R-134a için lnP-h diyagramı