

DENEYİN ADI: İKLİMLENDİRME-I

DENEYİN AMACI:

- Bir iklimlendirme ünitesinin nasıl çalıştığını deneysel olarak inceleyerek, teorik hesaplar ile deneysel dataların uyum sağladığının gösterilmesi.
- *Kütle ve enerji dengesi* denklemlerinin bir iklimlendirme ünitesine uygulanması.

1. GİRİŞ

İklimlendirme, havanın istenilen sıcaklık, nem, temizlik ve sirkülasyon hızı bakımından kontrol altına alınması olarak tanımlanabilir. İklimlendirme prosesinin belli başlı uygulama alanları arasında, konutlar, hastaneler, toplantı salonları, maden ocakları, alışveriş merkezleri, ofisler, fabrikalar, kara, hava ve deniz taşımacılığı sıralanabilir.

İnsanın vücut rahatlığı veya konforu temel olarak üç etkene bağlıdır. Bunlar, kuru termometre sıcaklığı (sıcaklık), bağıl (izafi) nem ve hava dolaşımıdır. Kişiden kişiye değişiklik göstermesine rağmen konfor için havanın, bağıl nemi %50, sıcaklığı 20°C olmalı ve ortam içerisindeki hava yavaş sirküle edilmelidir. Bunun yanında; insan konforunun öncelikli önem taşımadığı birçok iklimlendirme sahası da vardır. Üretim atölye ve fabrikaları, laboratuvarlar, veri işlem odaları, nükleer güç santralleri, fotoğraf ve ilaç endüstrisi, tekstil endüstrisi, hayvancılık, gıda ve çiçekçilik gibi endüstriyel tesisler doğru sıcaklık, nem, hava hareketi, hava kalitesi ve temizliği gibi karakteristikleri içeren proses ve çevre koşullarını sağlamak üzere tasarlanırlar.

2. TANIMLAR

2.1 Kuru Hava ve Atmosferik Hava:

Hava azot, oksijen ve küçük miktarlarda başka gazlardan oluşan bir karışımdır. Atmosferdeki hava bir miktar su buharı (veya nem) içerir, bu nedenle **atmosferik hava** diye adlandırılır. İçinde su buharı bulunmayan hava ise **kuru hava** diye nitelenir. Havayı su buharıyla kuru havanın bir karışımı olarak ele almak çözümlemeyi kolaylaştırır, çünkü kuru havanın bileşimi sabit kalırken, su buharının miktarı denizlerden, göllerden, душlardan hatta insan vücudundan olan buharlaşma ve yoğunlaşma sonucu değişir. İklimlendirme uygulamalarında havanın sıcaklığı -10°C'den 50°C'ye kadar değişir. Bu aralıkta kuru hava mükemmel bir gaz olarak kabul edilebilir. olmaktadır.

Havada bulunan su buharı miktar olarak çok az olmasına karşın, insan konforunu (rahatlığını) önemli ölçüde etkiler. Bu bakımdan iklimlendirme uygulamalarında göz önüne alınması gereken temel kısıtlardan biridir.

2.2 Havanın Özgül Nemi ve Bağlı (İzafi) Nemi:

Havadaki su buharı miktarı değişik biçimlerde belirtilebilir. Bunun en doğrudan yolu bir birim kuru hava kütleğinde bulunan su buharı kütleğini belirtmektir. Bu değer **özügöl nem** diye adlandırılır ve w ile gösterilir:

Özügöl nem (w):

$$w = m_v / m_a \quad (\text{kg su buharı} / \text{kg kuru hava}) \quad (1-1)$$

Özügöl nem aşğıdaki bağıntıyla da ifade edilebilir:

$$w = m_v / m_a = \frac{P_v V (R_v T)}{P_a V (R_a T)} = \frac{P_v / R_v}{P_a / R_a} = 0.622 \frac{P_v}{P_a} \quad (1-2)$$

veya

$$w = 0.622 \frac{P_v}{P - P_v} \quad (1-3)$$

m_v : su buharı kütleğı m_a : kuru hava kütleğı

1 kg kuru hava göz önüne alınsın. Tanımı gereğı kuru havada su buharı yoktur, bu nedenle özügöl nemi sıfırdır. Kuru havaya su buharı eklendikçe özügöl nemi artar. Fakat belirli bir hale erişildikten sonra havaya daha çok su buharı katmak mümkün olmaz. Bu halde hava su buharına doymuştur ve **doymuş hava** diye adlandırılır. Doymuş havaya katılan su buharı yoğuşur. Belirli bir sıcaklık ve basınçtaki doymuş havada bulunan su buharı miktarı (1.2) numaralı denklemden P_v 'yi, belirtilen sıcaklıkta suyun doyma basıncı olan P_g ile değıştirerek hesaplanabilir.

Bir ortamdaki rahatlığımız, havanın içerdğı su buharı miktarı ile yakından ilgilidir. Fakat bu rahatlığın ölçüsü daha çok havadaki su buharı miktarının (m_v), aynı sıcaklıkta havada bulunabilecek en çok su buharı miktarına (m_g) oranıyla ilgilidir. Bu orana **bağıl nem** adı verilir ve ϕ ile gösterilir.

Bağıl nem (ϕ) :

$$\phi = \frac{m_v}{m_g} = \frac{P_v V / (R_v T)}{P_g V / (R_v T)} = \frac{P_v}{P_g} \quad (1-4)$$

Burada, P_v : su buharının T sıcaklığındaki kısmi basıncı

P_g : su buharının aynı T sıcaklığında doymuş haldeki kısmi basıncı

olmaktadır. 1-3 ve 1-4 numaralı denklemler birleştirilirse, bağıl nem aşğıda gösterildiğı gibi de yazılabilir.

$$\phi = \frac{wP}{(0.622 + w)P_g} \quad \text{ve} \quad \phi = \frac{0.622\phi P_g}{P - \phi P_g} \quad (1-5a,b)$$

Bağıl nem kuru için 0, doymuş hava için 1 değerini alır. Havada bulunabilecek su buharı miktarının sıcaklığa bağlı olduğu not edilmelidir. Bu nedenle özgül nem sabit kalırken, bağıl nem sıcaklıkla değişir.

Çiğ noktası sıcaklığı: $T_{\text{çn}}$, hava sabit basınçta soğutulduğu zaman yoğuşmanın başladığı sıcaklık diye tanımlanır. Başka bir deyişle $T_{\text{çn}}$, suyun buhar basıncındaki doyma sıcaklığıdır.

$$T_{\text{çn}} = T_{\text{doyma,Pv}} \quad (1-6)$$

4. DENEY DÜZENEGİ

Bir iklimlendirme ünitesi genellikle fanlar, filtreler, ısı değiştiricileri, nemlendiriciler vs. gibi birçok bileşenden oluşur. **Isı değiştiriciler;** hava sıcaklığının artırılması veya azaltılması için kullanılır. Ortamın ısıtılması için, buhar, sıcak su veya elektrik kullanılabilir. Soğutulması için ise, soğuk su ya da soğutucu akışkan kullanılabilir. **Nemlendiriciler;** havanın nem içeriğini arttırmak için kullanılır. Bunun için, su direkt olarak püskürtülebileceği gibi, nemli bir yüzeyden buharlaştırılabilir ya da alternatif olarak hava içerisine buhar püskürtülür. **Kurutucular;** havanın nem içeriğini azaltmak için kullanılır. Bu işlem genellikle, havanın çiğ noktası sıcaklığının altındaki sıcaklıklara soğutulması ile sağlanır. **Karıştırıcılar;** istenilen şartları ve/veya tasarrufu sağlamaya yönelik olarak iki hava akımının karıştırılması için kullanılır. **Kontrol ekipmanları;** havanın çeşitli hallerdeki durumunu algılamak ve iklimlendirme ünitesi bileşenlerinin çıkış değerlerini istenilen nihai hava şartlarını sağlayacak şekilde ayarlamak için kullanılır.

Deney sisteminin şematik resmi EK-2’de sunulmuştur. Sistemin ekipmanları ve fonksiyonları aşağıdaki gibidir:

4.1 Fan

Hava sirkülasyonu bir fan ile sağlanmaktadır. Fan, değişik hızlarda çalışabilir. Böylece hava akış debisi değiştirilebilir.

4.2 Buharlaştırıcı (Boiler)

Buharlaştırıcı, içinde ısıtıcıları ve şamandırası bulunan bir su kabıdır. Şebeke suyu ile beslenir. Şamandıra sayesinde içinde daima aynı seviyede su bulunur. Hava akış kanalında nemlendirme yapmak amacıyla kullanılır.

4.3 Hava Isıtıcıları

Hava akış kanalına yerleştirilmiş iki ayrı ısıtıcı ile hava sıcaklığı ayarlanabilir.

4.4 Soğutucu

Deney setinde bulunan soğutma sisteminin evaporatörü hava akış kanalına yerleştirilerek soğutma ve nem giderme gayesi ile kullanılmaktadır. Evaporatör fin/tube şeklinde dizayn

edilmiştir. Akış kanalındaki havanın nemi evaporatör yüzeyinde yoğuşturularak havanın nemi giderilir. Yoğuşan kondens ayrı bir kanalla bir ölçme kabına alınır.

4.5 Soğutma Makinesi

Sistem, R-134a gazı ile çalışmakta olup, evaporatör, kondenser, kompresör, genleşme valfi ve diğer yardımcı elemanlardan meydana gelmektedir.

4.6 Ölçüm Ekipmanları

Sistemde ölçülen parametreler genel olarak sıcaklık ve hava debisidir. Ölçüm alınan noktalar sistem şeması üzerinde gösterilmiştir. Hava debisini ölçmek için bir eğik manometre, sıcaklıkları ölçmek için kuru ve yaş termometreler kullanılmıştır.

5. DENEYİN YAPILIŞI

Deneyi, aşağıdaki adımları takip ederek yapınız:

- Buharlaştırıcının suyunu açınız.
- Kondens ölçme kabını yerleştiriniz.
- Fanı çalıştırınız ve hızını en yüksek değere ayarlayınız.
- Buharlaştırıcı ısıtıcılarını çalıştırınız (Max. Güç).
- Sistem kararlı hale gelinceye kadar bekleyiniz.
- Soğutma kompresörünü çalıştırınız.
- Son ısıtıcıları çalıştırınız.
- Sistemin kararlı hale gelmesini bekleyiniz.
- İlgili ölçüm parametrelerini okuyarak ölçüm tablosuna kaydediniz.
- Deneyi, farklı fan hızlarında tekrarlayınız

6. DEĞERLENDİRME

6.1 Hava debisi

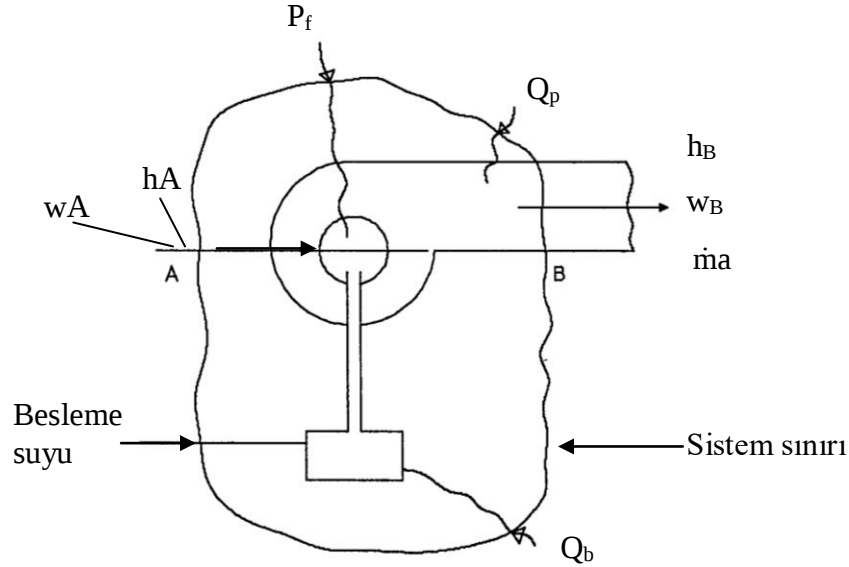
Hava debisi aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\dot{m} = 0.0504 \cdot \sqrt{\frac{z}{V_D}} \quad (1-7)$$

z: manometre basınç farkı (mmHg)

V_D : D noktasında havanın özgül hacmi (m^3/kg)

6.2 A-B arasında kütle ve enerji dengesi



Kütlenin korunumundan, $\dot{m}_w = \dot{m}_a (w_B - w_A)$

Açık sistemler için Termodinamiğin Birinci Kanunundan, $Q - W = \Delta H$ (1-8)

Q : sistemin çevresi ile yaptığı ısı alışverişi
 W : sistemin çevresi ile yaptığı iş alışverişi
 ΔH : sisteme giren-çıkan kütlelerin entalpi farkı

Burada $Q = Q_b + Q_p$ ve $W = -P_f$ olmaktadır.

$\Delta H = \dot{m}_a (h_B - h_A) - \dot{m}_w h_w$ burada,

Q_b : boiler ısıtıcı gücü

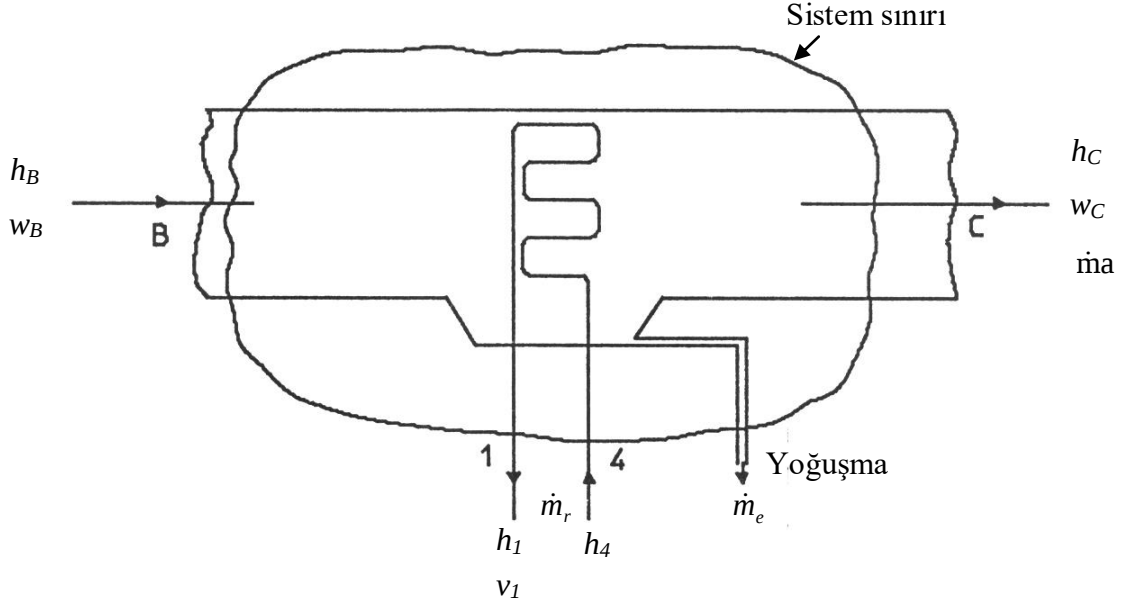
Q_p : ön ısıtıcı gücü

P_f : fan gücü

$\dot{m}_w h_w$: boiler besleme suyu entalpisi

Yukarıdaki değerleri hesaplayarak (1.8) eşitliğinin sağlanıp sağlanmadığını kontrol ediniz.

6.3 B-C arasında kütle ve enerji dengesi



R134a için düzenlenmiş P-h diyagramına deneysel verileri kullanarak soğutma çevrimini çizin. Diyagramdan h_1 , h_3 , h_4 , x_4 ve v_1 değerlerini okuyunuz.

Evaporatör yüzeyinde yoğuşma miktarı teorik olarak,

$$\dot{m}_e = \dot{m}_a (w_B - w_C)$$

Deneysel olarak,

$$\dot{m}_w = m_e / x \quad \text{burada, } m_e: \text{ölçülen kondens miktarı ve } x \text{ ise zaman aralığıdır.}$$

Deneysel ve teorik sonuçları karşılaştırıp irdelleyiniz.

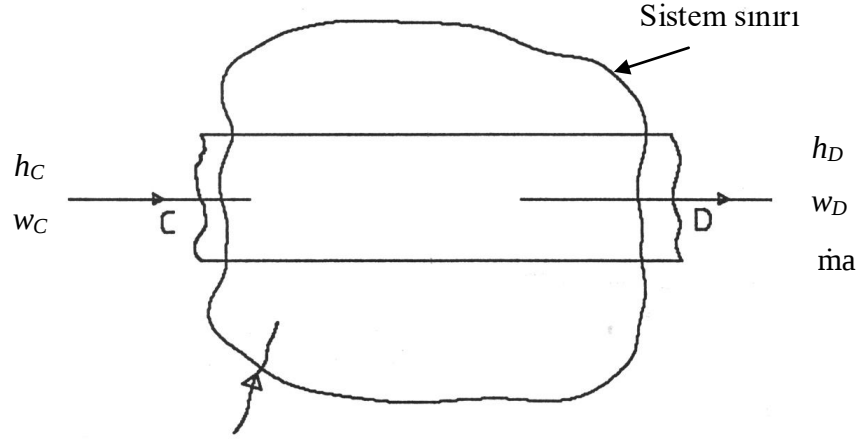
B-C arasına açık sistemler için Termodinamiğin Birinci Kanunu uygulanırsa:

$$Q_{BC} = \Delta H_{BC} + W_{BC}$$

$$W_{BC} = 0 \quad \text{olacağı için,}$$

$$\dot{Q}_{BC} = \dot{m}_a (h_C - h_B) + \dot{m}_e h_e + \dot{m}_r (h_1 - h_4)$$

6.4 C-D arasında kütle ve enerji dengesi



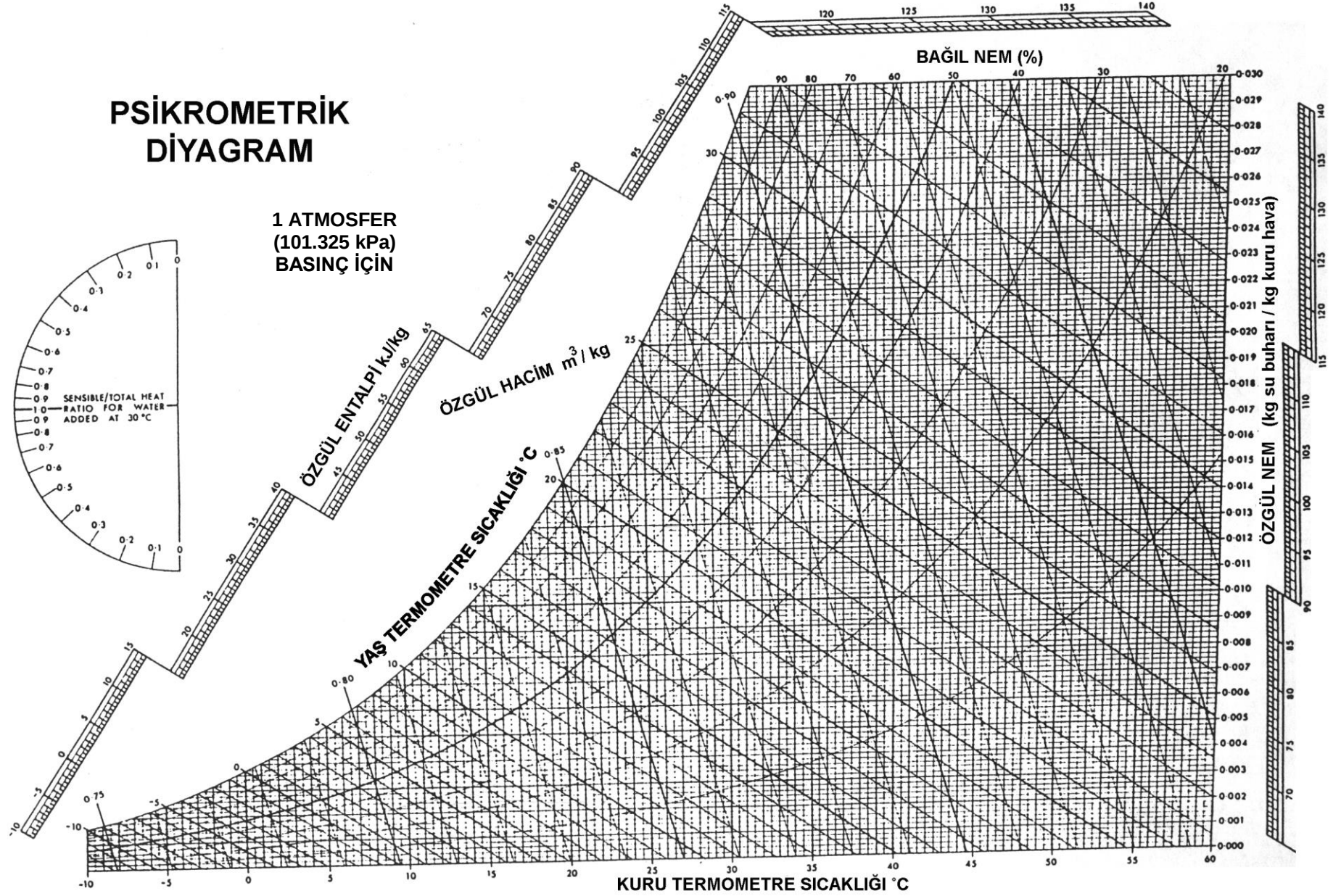
$$\dot{Q}_{DC} = \dot{m}_a (h_D - h_C) - \dot{Q}_{istitici}$$

Sonucu irdeleyiniz.

GÖZLEM TABLOSU

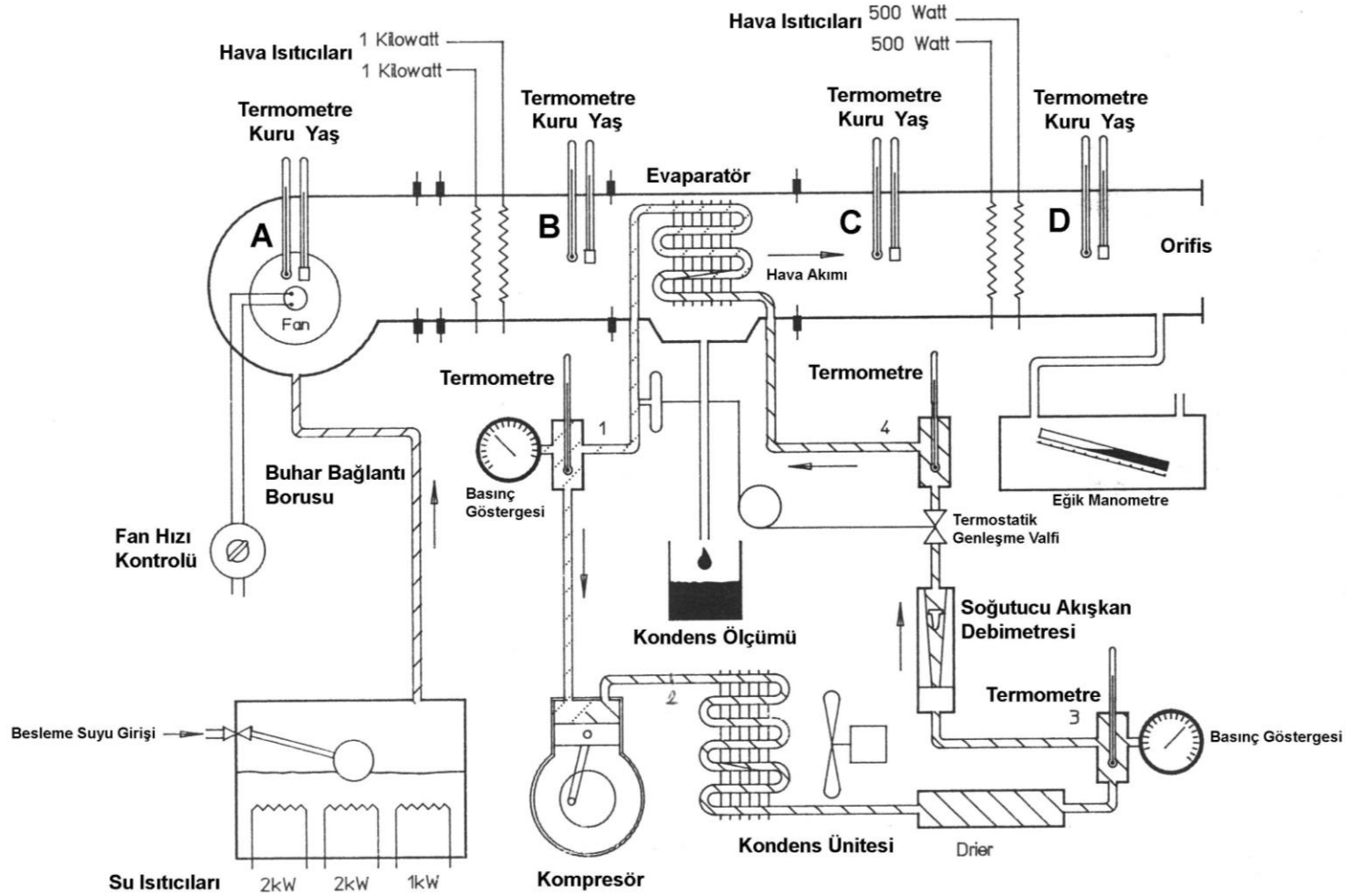
TESTLER			1	2	3	4
A	Fan girişindeki hava sıcaklığı	Kuru t _{Ad} (°C)				
		Yaş t _{Aw} (°C)				
B	Ön ısıtıcı çıkışı hava sıcaklığı	Kuru t _{Ad} (°C)				
		Yaş t _{Aw} (°C)				
C	Soğutucu çıkışı hava sıcaklığı	Kuru t _{Ad} (°C)				
		Yaş t _{Aw} (°C)				
D	Son ısıtıcı çıkışı hava sıcaklığı	Kuru t _{Ad} (°C)				
		Yaş t _{Aw} (°C)				
1	Evaporatörden ayrılan R134a	P ₁ (kN/m ²)				
		t ₁ (°C)				
3	Genleşme valfinden önce R134a	P ₃ (kN/m ²)				
		t ₃ (°C)				
4	Evaporatöre giren R134a	P ₄ (kN/m ²)				
		t ₄ (°C)				
R134a kütle debisi		m _r (g/s)				
Ön ısıtıcı gücü		Q _p (kW)				
Son ısıtıcı gücü		Q _r (kW)				
Boiler ısıtıcı gücü		Q _b (kW)				
Orifis basınç farkı		z (mmH ₂ O)				
Kondens birikimi		m _e (kg)				
Zaman aralığı		x (s)				

Not: Deney esnasında bu sayfanın bir çıktısını **MUTLAKA YANINIZDA** bulundurunuz.



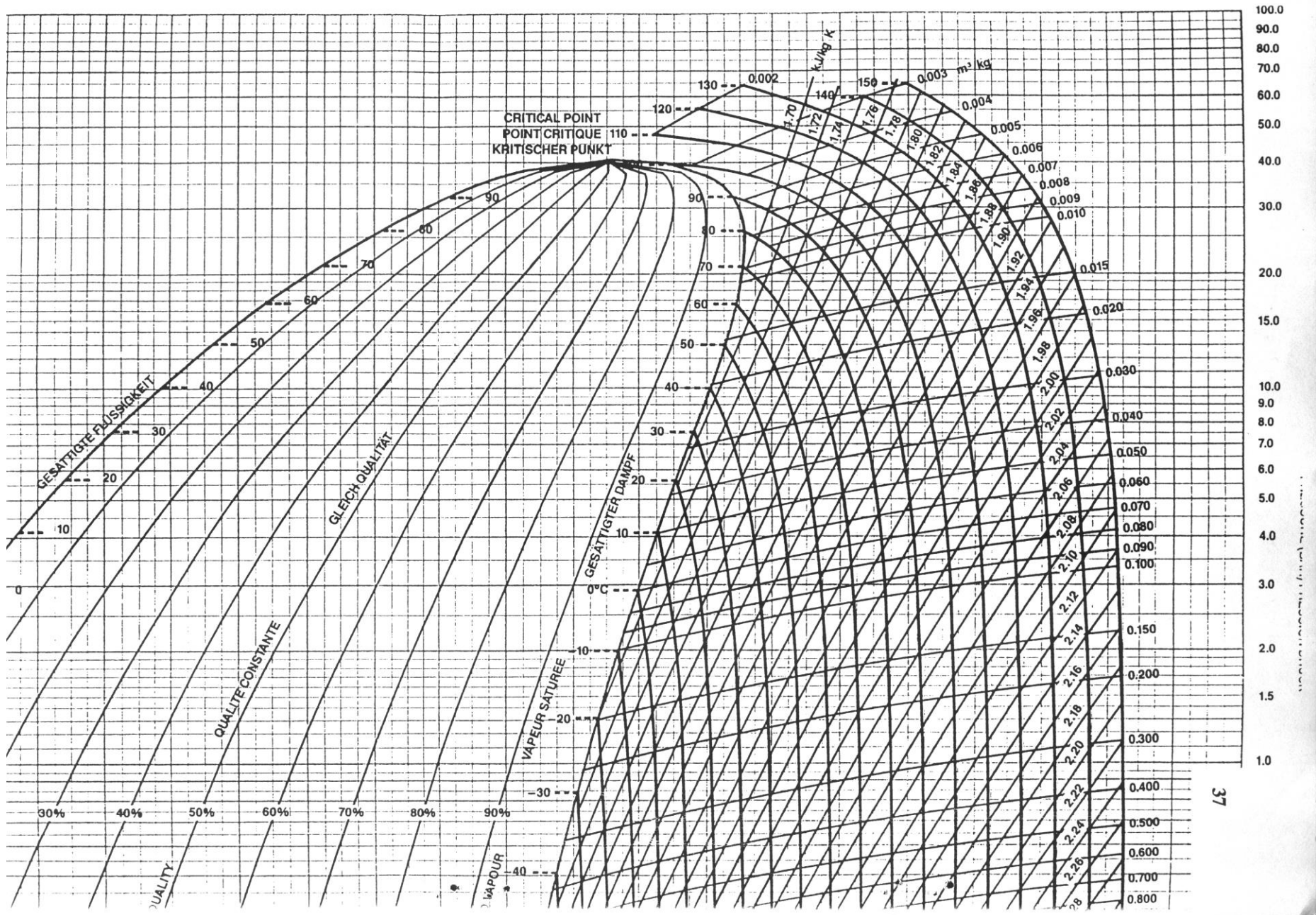
Not: Deney esnasında bu sayfanın bir çıktısını MUTLAKA YANINIZDA bulundurunuz.

A574 İklimlendirme Laboratuvar Ünitesi



Not: Deney esnasında bu sayfanın bir çıktısını MUTLAKA YANINIZDA bulundurunuz.

EK-3 SOĞUTUCU AKIŞKAN R134a'NIN P-h DİYAGRAMI



Not: Deney esnasında bu sayfanın bir çıktısını MUTLAKA YANINIZDA bulundurunuz.