

DENEYİN ADI: İKLİMLENDİRME-I

DENEYİN AMACI:

- *Kuru hava ile atmosferik hava arasındaki farkın ayırt edilebilmesi.*
- *Atmosferik havanın özgül ve bağıl neminin tanımlanıp, hesaplanabilmesi.*
- *Atmosferik havanın çığ noktası sıcaklığının hesaplanabilmesi.*
- *Psikrometrik diyagramı kullanarak atmosferik havanın özelliklerinin tespiti.*
- *Bir iklimlendirme ünitesinin nasıl çalıştığını deneysel olarak inceleyerek, teorik hesaplar ile deneysel dataların uyum sağladığının gösterilmesi.*

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. Havadaki su buharı da (-10°C...50°C aralığında suyun doyma basıncı düşük olduğu için) mükemmel bir gaz gibi kabul edilir ve $P_v=RT$ mükemmel gaz hal denklemini sağlar. Bu durumda atmosferik hava, basıncı kuru havanın ve su buharının kısmi basınçlarının toplamı olan, mükemmel bir gaz karışımı olarak incelenebilir:

$$P=P_a+P_v \quad (\text{kPa}) \quad (1.1)$$

Burada, P_a : Kuru havanın kısmi basıncı
 P_v : Su buharının kısmi basıncı
olmaktadır.

Yukarıdaki denklemde ve bu bölümde a indisi kuru havayı, v indisi de su buharını simgelemektedir.

Havada bulunan su buharı miktarı 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):

$$w = m_v / m_a \quad (\text{kg su buharı / kg kuru hava}) \quad (1-2)$$

Özügöl nem aşağıdaki bağıntıyla da ifade edilebilir:

$$w = m_v / m_a = \frac{P_v V / (R_v T)}{P_a V / (R_a T)} = \frac{P_v / R_v}{P_a / R_a} = 0.622 \frac{P_v}{P_a} \quad (1-3)$$

veya

$$w = 0.622 \frac{P_v}{P - P_v} \quad (1-4)$$

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 (1.3) numaralı denklemde P_v 'yi, belirtilen sıcaklıkta suyun doyma basıncı olan P_g ile değıştirerek hesaplanabilir.

Bir ortamdaki rahatlığımız, havanın içerdığı 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 **bağılı nem** adı verilir ve ϕ ile gösterilir.

Bağıl nem (ϕ) :

$$\phi = \frac{m_v}{m_g} = \frac{P_v V / (R_v T)}{P_g V / (R_v T)} = \frac{P_v}{P_g} \quad (1-5)$$

Burada, P_v : su buharının T sıcaklığındaki kısmi basıncı

P_g : su buharının aynı T sıcaklığında doymuş haldeki kısmi basıncı

olmaktadır. 1-4 ve 1-5 numaralı denklemler birleştirilirse, bağıl nem aşağıda gösterildiği gibi de yazılabilir.

$$\phi = \frac{wP}{(0.622 + w)P_g} \quad \text{ve} \quad \phi = \frac{0.622\phi P_g}{P - \phi P_g} \quad (1-6a,b)$$

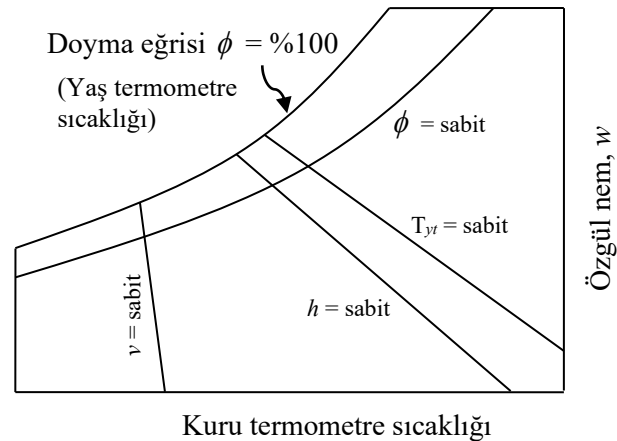
Bağıl nem kuru için 0, doymuş hava için 1 değerini alır. Havada bulunabilecek su buharı miktarının sıcaklığa bağlı olduğu not edilmelidir. Bu nedenle özgül nem sabit kalırken, bağıl nem sıcaklıkla değişir.

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

$$T_{\text{çn}} = T_{\text{doyma}, P_v} \quad (1-7)$$

Psikrometrik diyagram: Verilen bir basınçta atmosferik havanın hali, bağımsız iki yeğin (kütle ile değişmeyen) özellik tarafından kesin olarak belirlenir. Diğer özellikleri belirleyebilmek için psikrometrik diyagramlar, iklimlendirme uygulamalarında yaygın olarak kullanılır. 1 atmosfer (101.325 kPa) basınç için SI birimlerinde hazırlanmış bir psikrometrik diyagram EK-1'de verilmiştir. Diğer basınçlar için (deniz düzeyinden çok yüksek yerlerde kullanılmak üzere) hazırlanmış psikrometrik diyagramlar da vardır.

Psikrometrik diyagramın temel öğeleri Şekil 1'de verilmiştir. Kuru termometre sıcaklıkları yatay eksen, özgül nemler ise dikey eksen yer almaktadır. Diyagramın sol tarafında, bir doğru yerine *doyma eğrisi* adı verilen bir eğri vardır. Sabit yaş termometre sıcaklığı eğrileri sağa doğru eksi eğimli doğrulardır. Sabit özgül hacim doğrularının eğimleri daha dik olup, sabit entalpi doğruları hemen hemen sabit yaş termometre doğrularına paraleldir.

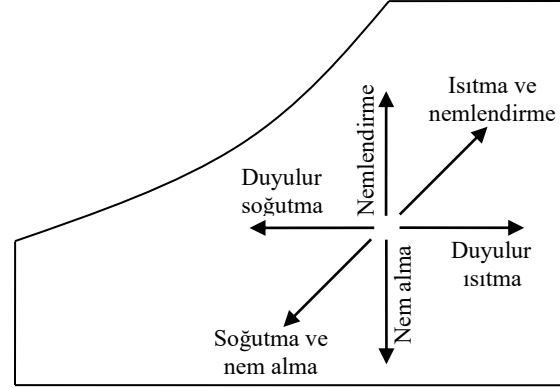


Şekil 1 Psikrometrik diyagramın temel öğeleri

3. İKLİMLENDİRME İŞLEMLERİ

Oturulan veya çalışılan bir ortamı istenilen sıcaklık ve nemde tutabilmek için iklimlendirme adı verilen işlemlere gerek duyulur. Bu işlemler *duyulur ısıtma* (sıcaklığın yükseltilmesi), *duyulur soğutma* (sıcaklığın düşürülmesi), *nemlendirme* (su buharının eklenmesi) ve *nem alma* (su buharının havadan ayrılması). Havayı istenen sıcaklık ve nem düzeyine getirmek için bazen bu işlemlerden birkaçı birlikte uygulanır.

Değişik iklimlendirme işlemleri Şekil 2’de, psikrometri diyagramında gösterilmiştir. Duyulur ısıtma ve duyulur soğutma işlemleri bu diyagramda yatay birer doğru olarak görülmektedir, çünkü bu işlemler sırasında havadaki nem miktarı sabittir ($w=\text{sabit}$). Hava kış aylarında ısıtılır ve nemlendirilir, yaz aylarında ise soğutulur ve nemi alınır.



Şekil 2 Değişik iklimlendirme işlemleri

4. DENEY DÜZENEĞİ

Bir iklimlendirme ünitesi genellikle fanlar, filtreler, ısı değiştiricileri, nemlendiriciler vs. gibi birçok bileşenden oluşur. **Fanlar**; hava hareketinin sağlanmasının yanında, kanal ve sistem dirençlerinden kaynaklanan basınç düşüşünün giderilmesi için kullanılır. **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 çığ 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, genişleme 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.
- 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 Her bir deneme için psikrometrik tablodan A,B,C,D noktalarında havanın,

a) Bağıl nemini b) Özgül nemini c) Entalpisini d) Özgül hacmini

psikrometrik aşağıdaki psikrometrik diyagramdan bularak aşağıdaki gözlem tablosuna yazınız.

6.2 Havanın B noktasındaki $T_{\text{çn}}$ sıcaklığını bulunuz ve gözlem tablosuna yazınız.

6.3 A, B, C ve D noktalarını psikrometri diyagramında göstererek yapılan her bir iklimlendirme işlemi sonucunda meydana gelen değişikliklerin kuru termometre sıcaklığı, bağıl ve özgül nem açısından yorumunu yapınız.

Yorum:

GÖZLEM TABLOSU

TESTLER				Bağıl nem	Özgül nem (g nem/kg kuru hava)	Entlpi (kJ/kg)	Özgül hacim (m ³ /kg)	B noktasının yoğuşma sıcaklığı
A	Fan girişindeki hava sıcaklığı	Kuru t_{Ad} (°C)	25					
		Yaş t_{Aw} (°C)	16					
B	Ön ısıtıcı çıkışı hava sıcaklığı	Kuru t_{Ad} (°C)	39					
		Yaş t_{Aw} (°C)	21					
C	Soğutucu çıkışı hava sıcaklığı	Kuru t_{Ad} (°C)	25					
		Yaş t_{Aw} (°C)	16,4					
D	Son ısıtıcı çıkışı hava sıcaklığı	Kuru t_{Ad} (°C)	33					
		Yaş t_{Aw} (°C)	21					

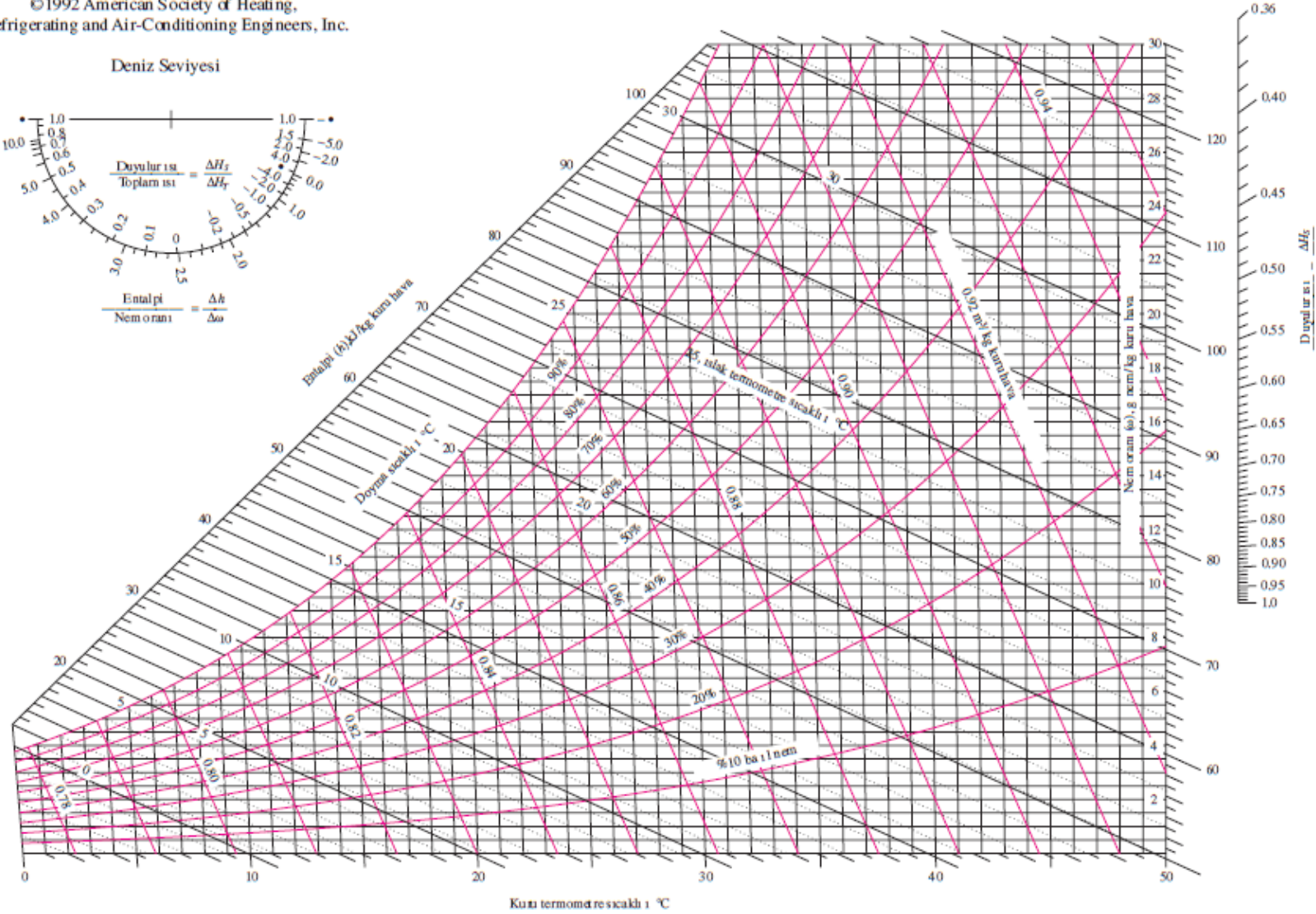
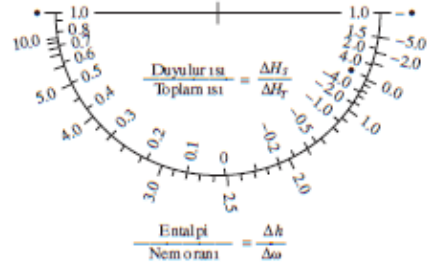
EK-1 PSİKROMETRİK DİYAGRAM

Barometrik Basınç: 101.325 kPa



©1992 American Society of Heating,
Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

Deniz Seviyesi



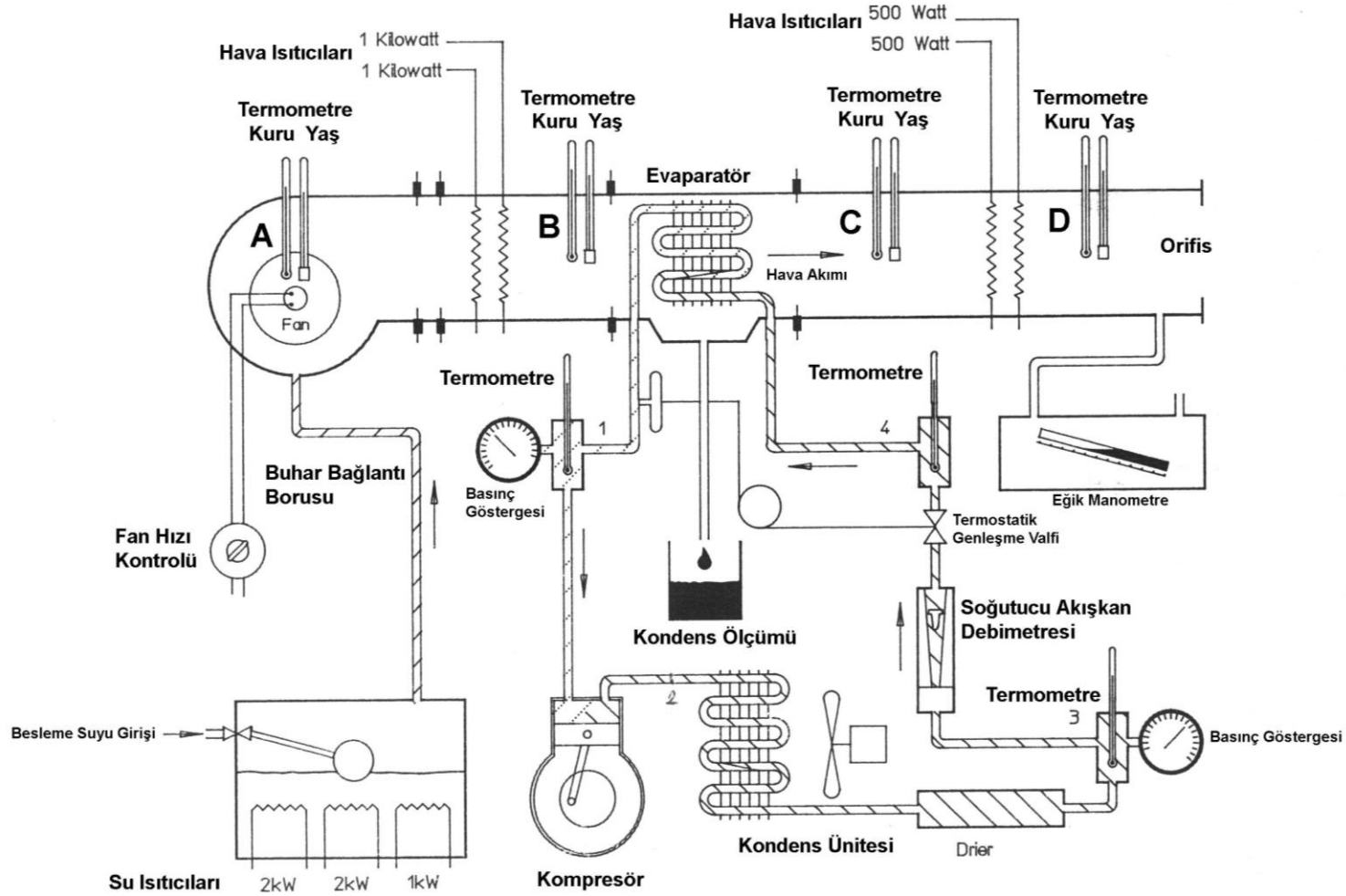
Center for Applied Thermodynamic Studies, University of Idaho Üni versitesi tamfindan hazırlanmıştır.

ŞEKİL-31

1 atm toplam basınç için psikrometrik diyagram

"American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, GA"nın izniyle basılmıştır.

A574 İklimlendirme Laboratuvar Ünitesi



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

