



PSİKROMETİK DİYAGRAMLARI

KLİMA TESİSATI

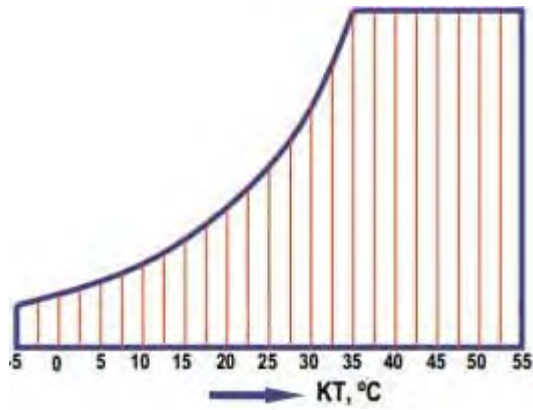


Psikrometrik Diyagram ve Kullanımı

Psikrometrik diyagram, nemli havanın fiziksel özelliklerini grafik halinde veren bir diyagramdır. Psikrometrik diyagram kullanımı örneklerle belirtilmiştir.

Kuru Termometre Sıcaklığı (KT)

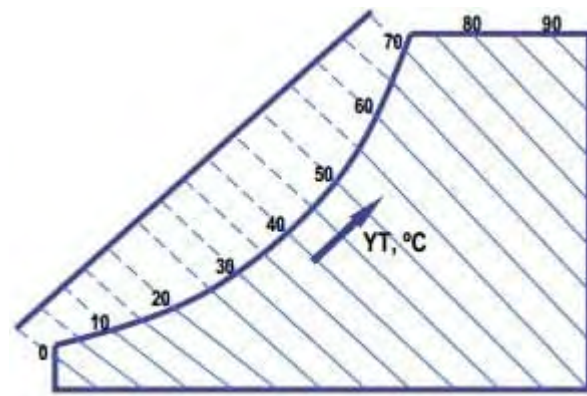
Psikrometrik diyagramın alt kısmındaki yatay doğru kuru termometre sıcaklığını gösterir. Kuru termometre sıcaklıkları ile termodinamik yaş termometre sıcaklıkları, doyma eğrisi ($\phi = 1$) üzerinde aynı değere sahiptir.



Şekil 1. Kuru termometre sıcaklığı (KT)

Yaş Termometre Sıcaklığı (YT)

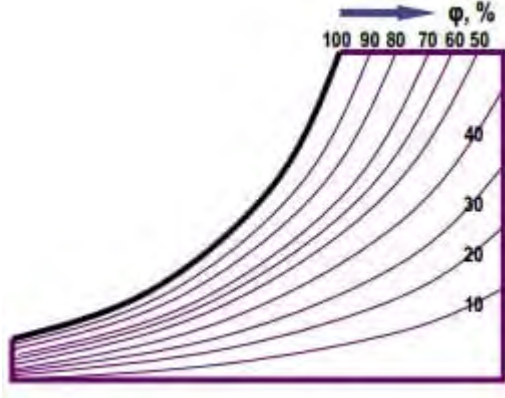
Yaş termometre değişimleri de Şekil 2'de gösterilmiştir. Psikrometrik diyagramda eğik çizgiler halindedir ve tam olarak doğru olmasına rağmen birbirlerine paralel değildir.



Şekil 2. Yaş termometre sıcaklığı (YT)

Bağıl Nem (φ)

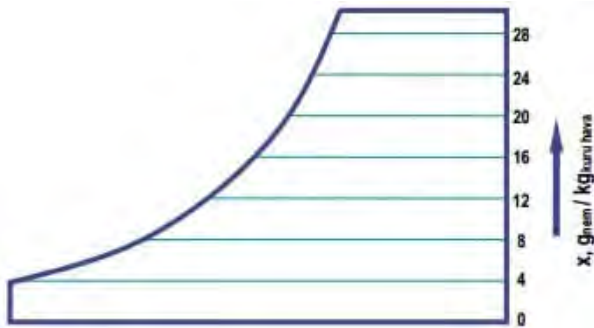
Bağıl nem (φ) eğrileri, bu diyagramda %10 aralıklarla çizilmiştir. Doyma eğrisi %100 bağıl neme karşı gelirken, $x = 0$ yatay doğrusu %100 kuru havaya karşı gelmektedir.



Şekil 3. Bağıl nem (φ)

Özgül Nem (x)

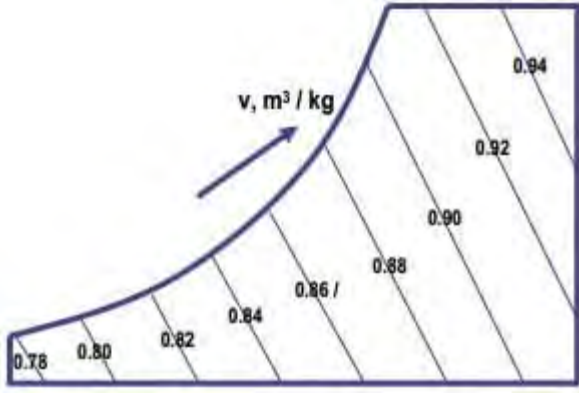
Psikrometrik diyagramın sol kısmındaki dikey doğru özgül nemi göstermektedir. Dikkat edilmesi gereken bir husus da burada değerler $g_{nem}/kg_{kuru\ hava}$ cinsindedir.



Şekil 4. Özgül nem (x)

Özgül Hacim (v)

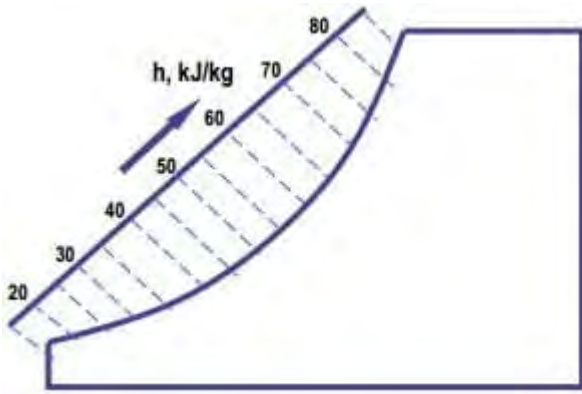
Özgül hacim doğruları düz olmalarına rağmen bunlar da birbirlerine tam olarak paralel değildir. Bunlar diyagramda $0.01\ m^3/kg_{kuru\ hava}$ hassasiyetle belirtilmiştir.



Şekil 5. Özgül hacim (v)

Entalpi (h)

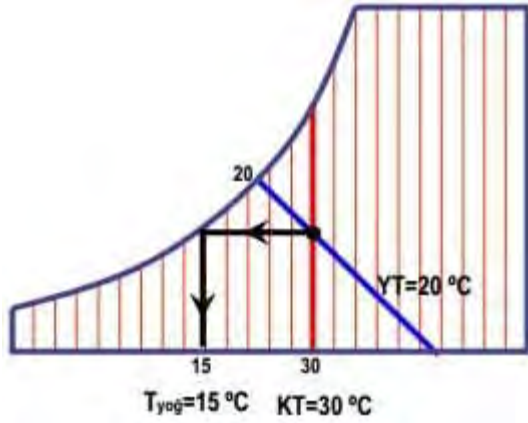
Entalpi değişimleri Şekil 6'da gösterilmiştir. Birimi kJ/kg'dır.



Şekil 6. Entalpi (h)

Çiğ Noktası Sıcaklığı (Yoğuşma Noktası Sıcaklığı) (Tyoğ)

Çiğ noktası veya yoğuşma noktası sıcaklığını bir örnekle açıklanacaktır. Örneğin kuru termometre sıcaklığı 30 °C, yaş termometre sıcaklığı 20 °C olan bir ortamdaki havayı ele alınsın. Bu havanın çiğ noktası sıcaklığını belirlemek için öncelikle bu iki noktayı karşılaştırılır. Kesişme noktasından % 100 bağıl nem eğrisine kuru termometre sıcaklığına paralel bir doğru çizilir. % 100 bağıl nem eğrisiyle birleşim noktasından aşağıya inilerek kuru termometre sıcaklığına karşılık gelen değer okunur. Bu örnekte okunan değer yaklaşık 15 °C'dir. Bu değer çiğ noktası (yoğuşma noktası) sıcaklığıdır.



Şekil 7. Çiğ noktası sıcaklığı (Tyoğ)

Psikrometrik Diyagram Örnek Problem 1.

Kuru termometre sıcaklığı $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, termodinamik yaş termometre sıcaklığı $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve atmosfer basıncının 101.325 kPa olduğu bir ortamdaki nemli havanın özgül nemini, entalpisini, çiğ noktası sıcaklığını, bağıl nemini ve özgül hacmini bulunuz.

Çözüm:

$40\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki kuru termometre doğrusu ile $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki yaş termometre doğrusunun kesim noktasından, istenen termodinamik özellikler gerektiğinde enterpolasyon yapılarak aşağıdaki şekilde bulunabilir:

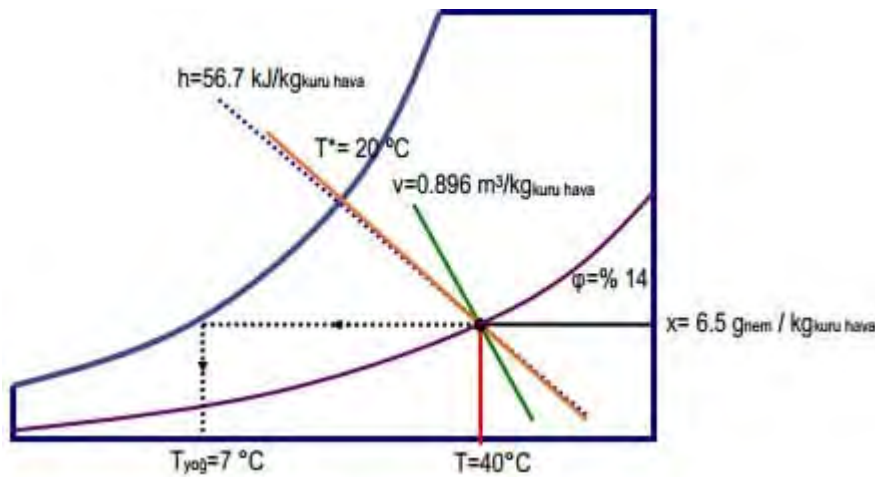
Özgül nem, $x = 6.5\text{ g}_{\text{nem}}/\text{kg}_{\text{kuru hava}}$

Entalpi, $h = 56.7\text{ kJ}/\text{kg}_{\text{kuru hava}}$

Bağıl nem, $\phi = \%14$

Çiğ noktası, $T_{\text{yoğ}} = 7\text{ }^{\circ}\text{C}$

Özgül hacim, $v = 0.896\text{ m}^3/\text{kg}_{\text{kuru hava}}$



Şekil 8. Örnek Problem 1'in psikrometrik diyagram yardımı ile çözümü

Psikrometrik Diyagram Tabloların Kullanılması

Psikrometrik Tablolar, nemli havanın fiziksel özelliklerini sayısal değerler halinde veren tablolardır. Son yıllarda yapılan çalışmalar ile sıcaklığa bağlı olarak termodinamik özellikler için yeni bağıntılar bulunmuştur. Bu yeni formüllere göre nemli havaya ve suya ait termodinamik özellikler EK 1 ve EK 2'deki tablolarda sunulmuştur. Termodinamik olarak nemli havaya ait birçok problemin çözümünde psikrometrik diyagram dışında tablolar da kullanılabilir. EK 1 de verilen nemli havanın termodinamik özellikleri (Standart atmosfer basıncı, 101.325 kPa) tablosunda satır ve sütunlardaki değerler yardımı ile nemli havanın özellikleri belirlenebilir.

Psikrometrik Tablo kullanılarak verilen bir nemli havanın özelliklerinin belirlenmesi aşağıdaki örnek ile anlatılmıştır.

Psikrometrik Diyagram Örnek Problem 2.

Kuru termometre sıcaklığı 20 °C ve bağıl nemi (ϕ) % 40 olan hnemli havanın özgül nemini, entalpisini, çığ noktası sıcaklığını, ve özgül hacmini bulunuz.

Çözüm:

Problemin çözümünde 3 adım izlenecektir.

1. Adım

Öncelikle su buharının kısmi basıncı belirlenecektir. Bunun için;
 $\phi = P_{H_2O} / P_d$ $P_{H_2O} = \phi P_d$

Bu formüldeki PD basıncı için EK 1'den 20 °C'deki doyma basıncı okunur (Yoğuşmuş su sütunundan, P_{su}).

$$P_d = 2.3389$$

Yerine konursa;

$$P_{H_2O} = 0.40 \times 2.3389 = 0.93556 \text{ kPa}$$

Hesaplanan bu değer EK 1'deki nemli havanın termodinamik özellikleri (Standart atmosfer basıncı, 101.325 kPa) tablosundan bulunur ve yaklaşık olarak 0.9353 alınabilir. Bu basınca karşılık gelen sıcaklık 6 °C'dir. Bu sıcaklık verilen şartlardaki nemli havanın yoğuşma noktası sıcaklığıdır (TYOĞ). Ayrıca bu sıcaklığa karşılık gelen özgül nem değeri de verilen şartlardaki nemli havanın özgül nemidir (x) ve 0.005818 kgnem / kgkuru hava değerindedir.

xD kgnem / kgkuru hava	P_{su} kPa,	T°C
0.005818	0,9353	6

2. Adım

6 °C'de % 100 bağıl nemdeki havayı, 20 °C'de % 40 bağıl nemli hava şartlarına getirebilmek için ısıtma işlemi gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki formül uygulanırsa;

$$h = h_D + (C_{p,H} \Delta T) + (x C_{p,H_2O} \Delta T) \text{ ve EK 1'den } h_D = 20.644 \text{ kJ/kg}$$

$$h = 20,644 \text{ kJ/kg} + [1,006 \text{ kJ/kgC} \times (20-6) \text{ C}] + [0,005818 \times 1,805 \text{ kJ/kgC} \times (20-6) \text{ C}]$$

$$h = 34,875 \text{ kJ/kg}$$

Hesaplanan bu entalpi EK 1'deki tablodan aranır ve bu entalpiye karşılık gelen sıcaklık yaşı termometre sıcaklığını verir.

T°C	hD
12	34,179
x	34,875
13	36,726

Tablo incelendiğinde hesaplanan entalpi değeri 12 ila 13 °C arasında kalmaktadır. Hesaplamalarda az da olsa hata payı olmaması için iterasyon yapılacaktır.

$$(13-x) / (13-12) = (36,726-34,875)/(36,726-34,179)$$

$$x = 12,27 \text{ C}$$

$$YT = 12,27 \text{ C}$$

3. Adım

Özgül hacim v için daha önce belirlenen aşağıdaki formül kullanılacaktır.

$$V = v (1 + x)$$

$$V = T/P (\times RH_{20} + RH)$$

$$V = [(20+273,15) / 101,325] \times (0,005818 \times 0,461 + 0,287)$$

$$V = 0,833 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Psikrometrik işlemleri yapabileceğiniz programları aşağıdaki linklerden indirebilirsiniz.

Psikrometrik Hesap Programları	
Açıklama	İndirme Linki
Daikin Psychrometric Chart	Daikini Psikrometrik Program İndir
Psikrometrik Hesap Programı.xls	psikrometrik-hesap-programi.xls
Psikrometrik Karışım Havası.xls	psikrometrik-karisim-havasi.xls