

ANKARA İÇİN PSİKOMETRİ

Turhan YÜCEL

1940 İstanbul doğdu. 1967 yılında Yıldız Teknik Okulu'ndan mezun oldu. 15 yıl özel sektörde çalıştı. 1981 yılında Yıldız Üniversitesi uzman kadrosunda göreve başladı. 1983'te lisans üstü ve 1985'te doktora programına alındı. Halen Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Termodinamik ve Isı Tekniği Ana-bilim Dalı'nda öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

Hava ile çalışanlar için anlaşılması gerekenlerin en önemlisi üzerinde çalışılan akışkanın iki farklı gazın karışımı olduğudur. Bunlardan biri hava, diğeri su buharıdır. Bu elemanlar ayrı ayrı incelenip karışmamışlar gibi özelliklerinin bulunması sonucu çıkarılan denklemler çözümlenerek sonuçları ile Psikometrik tablolar yapılır. Hava ve su buharının ayrı ayrı ele alınması Dalton'un kısmi basınçlar kanununda vardır. İdeal gaz kanunu ü/ellikle yüksek basınçla lam geçerli değildir. Zira molekül içi kuvvetler hesaba katılmadığından hassas sonuçlar vermediği düşünölmektedir. Buna rağmen ideal gaz kanunu hala fazla hassas olmayan, standard olmayan basınçlarda Psikometrik tablolar hazırlamak için kullanılır. İdeal gaz, kanunları gerçek gazların davranışını göstermez, bunun için Böyle, Charles, Dallon, Avagadro, Joule, Gaylussak kanunları da tam doğru değildir ve bunların hepsi ideal gaz kanunlarıdır.

İdeal gaz demek, moleküller arası mesafeleri molekül çapına oranla çok büyük olan ve bu nedenle karşılıklı aralarında çekim kuvveti bulunmayan gazlardır.

Gazların gerçek davranışları ile pek çok çalışma girişiminde bulunulmuştur.

Ancak arlık anlaşılmasının ki, sabit sıcaklıkla basınç ve hacim değişimini basit cebrik denklemlerle göstermek imkansızdır. Bu sebeple araştırmacılar kendi adlarıyla anılan içerisinde birtakım katsayılar (virial katsayılar) bulunan denklemler teklif etmişlerdir, (1)

Yukarıda da belirtildiği gibi hava şartlandırma hesaplarında ideal gaz kanunları kullanmakla büyük hatalar yapılmaz. Çünkü atmosfer basıncı sabit olarak kalmaz. Her olay deniz seviyesinde gerçekleşmez. Kabul edilen hava sıcaklıkları tecrübelerle bulunan sıcaklıklardır. (+) yönde değişebilir. Ventilatorlerin devirleri lam olarak sabit tutulamaz. Hava ayar klapeleri tam olarak istenilen hava miktarlarına göre ayarlanamaz... gibi etkenler bizi ideal gaz kanunları ile hesaplama yapmamızı engelleyemez ve yapılan hatalar düşük seviyelerdedir.

Hesaplamalar içerisinde bu hataları izole edecek toleransları zaten almaktayız.

Yine de Psikometri tablo ve diyagramı hazırlanırken mümkün olduğunca araştırılmış ve doğruluğuna inanılmış değer ve bağıntıları esas olarak yapılan çalışmalar diğerlerinden daha hassas olacaktır.

Psikometri Diyagramları genellikle deniz seviyesi şartlarına göre düzenlenmiştir. Yurdumuzun birçok yöresi yaklaşık 1000 m yükseklikte olduğu düşünülerek Ankara şehrimizi/in deniz seviyesinden yüksekliği haz alınarak 910 mbar atmosfer basıncında geçerli olan bir psikometri diyagramı hazırlanmıştır.

Bu diyagramın hazırlanışında kullanılan bazı bağıntılar aşağıda verilmiştir.

Doymuş buhar basıncı : [1]

0°C üzerinde;

$$\log P_{sa} = 28.59051 - 8.2 \log (t+273.16) + 0.0024804 (t+273.16) - \frac{3142.31}{t+273.16}$$

(Burada P_{sa} = bar.)

0°C altında;

$$\log P_{sa} = 10.5380997 - 2663.91 (t+273.16)$$

Kuru Havanın Özgül Hacmi; [2]

(Beattie-Bridgeman'ın modifiye edilmiş bağıntısı)

$$V_h = V_1 - V_2 \quad V_1 = 287 \cdot T$$

$$P$$

$$V_2 = \left[-0.0225 + \frac{13.06}{1.8(t+273.16)} + \frac{387 \times 10^4}{1.8^3(t+273.16)^3} \right] \cdot 0.6243$$

Kuru Havanın Sabit Basıncıdaki Özgül Isısı; [2]

(Johnston ve Davis-Johnston ve Walker'in bağıntısı)

$$C_{p1} = 4.1868 + 0.2397 + 4.08 (10^{-6}) (1.8t + 32) + 9.24 (10^{-9}) (1.8t + 32)^2$$

Genel olarak

$$C_{p1} - \text{Kuru hava için } 1005 \frac{\text{J}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

$$C_{p1} - \text{Nemli hava için } 1025 \frac{\text{J}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \quad \text{alınmaktadır.}$$

Kuru Hava Entalpisi : [2]

(Beattie - Bridgeman)

$$h_1 = h_1 - h_2$$

$$h_1 = \int_{h_2}^{h_1} C_{p1} dt - h_{sa}$$

$$h_{sa} = -0.3177 \left(\frac{J}{\text{kg}} \right)$$

$$h_2 = Ba \cdot 7.279 \cdot 4.1868$$

$$Ba = \left(-0.0225 + \frac{26.12}{1.8(t+273.6)} \cdot 4.1868 + \dots \right)$$

$$h_2; \text{ Genel olarak kuru hava için } 1.005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg. kuru hava}}$$

Nemli hava için ortalama $h = 1005 t + (2500 + 1.89t) \cdot X$ **Doymuş Buhar Entalpisi : [2]**

20°C altında;

$$h_2 = 2500.8 - 2.3488 t \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

20°C üzerinde;

$$h_2 = 2505.12 - 2.4702 t$$

$$\text{Suyun Entalpisi } h_{sa} = t \cdot 4.1868 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{Buzun Entalpisi } h_{buz} = -334.1032 + 2.0096 t \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Su buharının havaya göre özgül ağırlığı : [2]

$$G = \frac{\beta_{sa}}{\beta_{kuru}} = \frac{R_h}{R_s}$$

Bu değer 0.622 olarak kabul edilir.

$$\text{Fakat } R_{sa} = \frac{P_{sa} \cdot V_{sa}}{T}$$

değeri basınç ve sıcaklıkla değiştiğinden 0.622 değeri sabit değildir.

$$\text{Örneğin } \begin{array}{ll} 10^\circ\text{C sıcaklıkta} & G = 0.6225 \\ 50^\circ\text{C sıcaklıkta} & G = 0.6240 \\ 90^\circ\text{C sıcaklıkta} & G = 0.6300 \end{array}$$

Su buharı ideal gaz kanunlarına tam olarak uymaz. Bu nedenle basınç ve sıcaklıkla değişime uğrar.

Yaş Termometre Sıcaklığı; [2]

(Dr. Carrier eşitliği kullanılmıştır)

$$P_s = P_{sa} \cdot \frac{(P - P_{sa})(t - t_y)}{1530 - 1.44 t_y} \quad 0^\circ\text{C üzerinde}$$

$$P_s = P_{su} - \frac{(P - P_{su})(1-t_s)}{1754 - 0.09 t_s} \quad 0^\circ\text{C altunda}$$

Buradan t_s çekilir.
Yukarıdaki bağıntılarda;

$$C_p = \frac{\text{Nemli hava özgül ısı}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$C_m = \frac{\text{Kuru hava özgül ısı}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$h = \frac{\text{Entalpi}}{\text{kg}}$$

$$h_h = \frac{\text{Kuru hava entalpisi}}{\text{kg}}$$

$$h_{su} = \frac{\text{Suyun entalpisi}}{\text{kg}}$$

$$h_g = \frac{\text{Doymuş buhar entalpisi}}{\text{kg}}$$

$$h_{bu} = \frac{\text{Buz entalpisi}}{\text{kg}}$$

$$P = \frac{\text{Atmosferik basınç}}{\text{m}^2}$$

$$P_{su} = \frac{\text{Su buharı kısmi basıncı}}{\text{m}^2}$$

$$P_{su} = \frac{\text{Doymuş buhar kısmi basıncı}}{\text{m}^2}$$

$$P_h = \frac{\text{Kuru hava kısmi basıncı}}{\text{m}^2}$$

$$R_h = \frac{\text{Kuru hava gaz sabiti}}{\text{kgK}}$$

$$R_{su} = \frac{\text{Su buharı gaz sabiti}}{\text{kgK}}$$

$$t = \text{Kuru hava sıcaklığı} \quad ^\circ\text{C}$$

$$T = 273.16 + t \quad (\text{K})$$

$$\rho_{hwa} = \frac{\text{Kuru hava yoğunluğu}}{\text{m}^3} \quad \text{kg}$$

$$\rho_{su} = \frac{\text{Su buharı yoğunluğu}}{\text{m}^3} \quad \text{kg}$$

$$X = \frac{\text{Özgül nem}}{\text{kg}} \quad \text{kg}$$

$$\dot{V} = \frac{\text{Özgül hacim}}{\text{kg}} \quad \text{m}^3$$

$$\dot{V}_h = \frac{\text{Kuru hava özgül hacmi}}{\text{kg}} \quad \text{m}^3$$

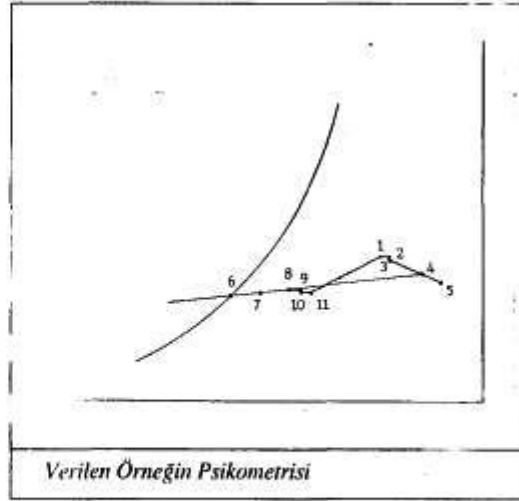
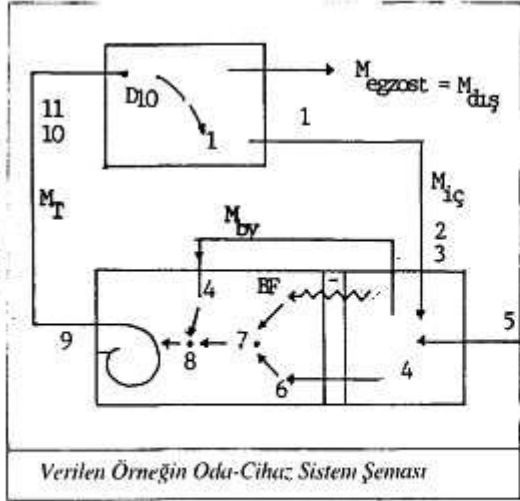
$$V_s = \frac{\text{Su buharı özgül hacmi}}{\text{kg}} \quad \text{m}^3$$

W - Watt

Örnek:

Ankara'da konferans salonu yaz kliması temel hesaplarının deniz seviyesi ve Ankara için hazırlanan diyagramda karşılaştırılması:

	Deniz Seviyesi Diyagramına göre	Ankara Diyagramına göre
Mak. Yük Saati	16.00	16.00
Kullanılan zoruntu		
dış hava	2.7 kg/s	2.7 kg/s
Dış sıcaklık	33.5°C	33.5°C
İç sıcaklık	25°C	25°C
Dış hava bağıl nemi	%29	%30
Dış hava özgül nemi	9.3 g/kg	10.8 g/kg
İç hava bağıl nemi	%50	%50
İç hava özgül nemi	9.9 g/kg	11.1 g/kg
BF By-Pass Faktörü	0.15	0.15
ODI Oda Duyulur Isısı	37030 W	37030 W
OGI Oda Gizli Isısı	20265 W	20265 W
EODI Efektif Oda Duyulur Isısı	48688 W	48298 W
EOGI EFekiif		



Oda Gizli Isısı	18222 W	18958 W
EDIO Duyulur Isı Oranı	0.646	0.646
EIDO Etketif Duyulur Isı Oranı	0.728	0.718
CÇN Cihaz Çiğ Noktası	9.7°C	10.2°C
M _s (Nemi alınan hava)	3.665 kg/s	3.750 kg/s
M _{by} (By-Pass hava)	0.855 kg/s	0.770 kg/s
M (İç hava)	1.82 kg/s	1.82 kg/s
M _d (Dış hava)	2.7 kg/s	2.7 kg/s
M _t (Toplam hava)	4.52 kg/s	4.52 kg/s
V _{fan} (Hacimsel fan debisi)	13730 m ³ /h	15068 m ³ /h
Toplam Soğutma Yüğü	87553 W	90000 W

(910 mbar Atmosferik basınçta yapılan hesaplarda bu değer 0.9 alınabilir).

- 1-2 : Dönüş kanalı arttırımı (ısınma)
- 2-3 : Dönüş kanalı arttırımı ($X_{iç} > X_{dış}$ nedeniyle gizli ısı kaybı)
- 4 : 3 ve 5'in karışımı
- 4-6 : Karışım havası soğutulması
- 7 : BF nedeniyle kaçak hava ile soğuyan havanın karışımı
- 8 : By-Pass hava nedeniyle 7 ve 4 şartlarının karışımı
- 8-9 : Fanda ısınma
- 9-10 : Kanalda ısınma
- 10-11 : Gidiş kanalı arttırımı ($X_{iç} > X_{dış}$ nedeniyle gizli ısı kaybı)
- 11-1 : Odada değişim

Not : Kanal için gizli ısı arttırmaları, hava kaçaqları nedeniyle emniyet olarak alınır. Gizli ısı kazanç ve kayıpları çok düşük bir değerdedir. Gerçek diyagramda gösterilmesi dahi bazen çok zordur. Çizimi ihmal edilebilir.

Dikkat: SI sisteminde kullanılan hava debisi kütleli debidir. Havanın kütleli debisi sıcaklığın değişimi ile değişmez. Hava cihaz girişinde, vantilatör girişinde, oda girişinde ayrı hacimsel debilerdir. Bu nedenle hacimsel debilerle yapılan hesaplarda hata yapılabilir. Klima hesaplarının, SI sistemi birim ve kurulları kullanılarak gerçekleştirilmesi tavsiye olunur. Ayrıca, yüksek yer için kanal hesaplanırken basınç düşüşünün de deniz seviyesinden farklı değerlerde olacağı unutulmamalıdır. Bu hesaplar için de havanın yoğunluğunu göz önüne alarak gerek sürtünme kayıpları, gerekse özel dirençler hesaplandıktan sonra bulunan değerleri

$$\left(\frac{V_{deniz\ seviyesi}}{V_{yüksek\ yer}} \right) \text{ ile çarpmalıdır. [3]}$$

KAYNAKÇA

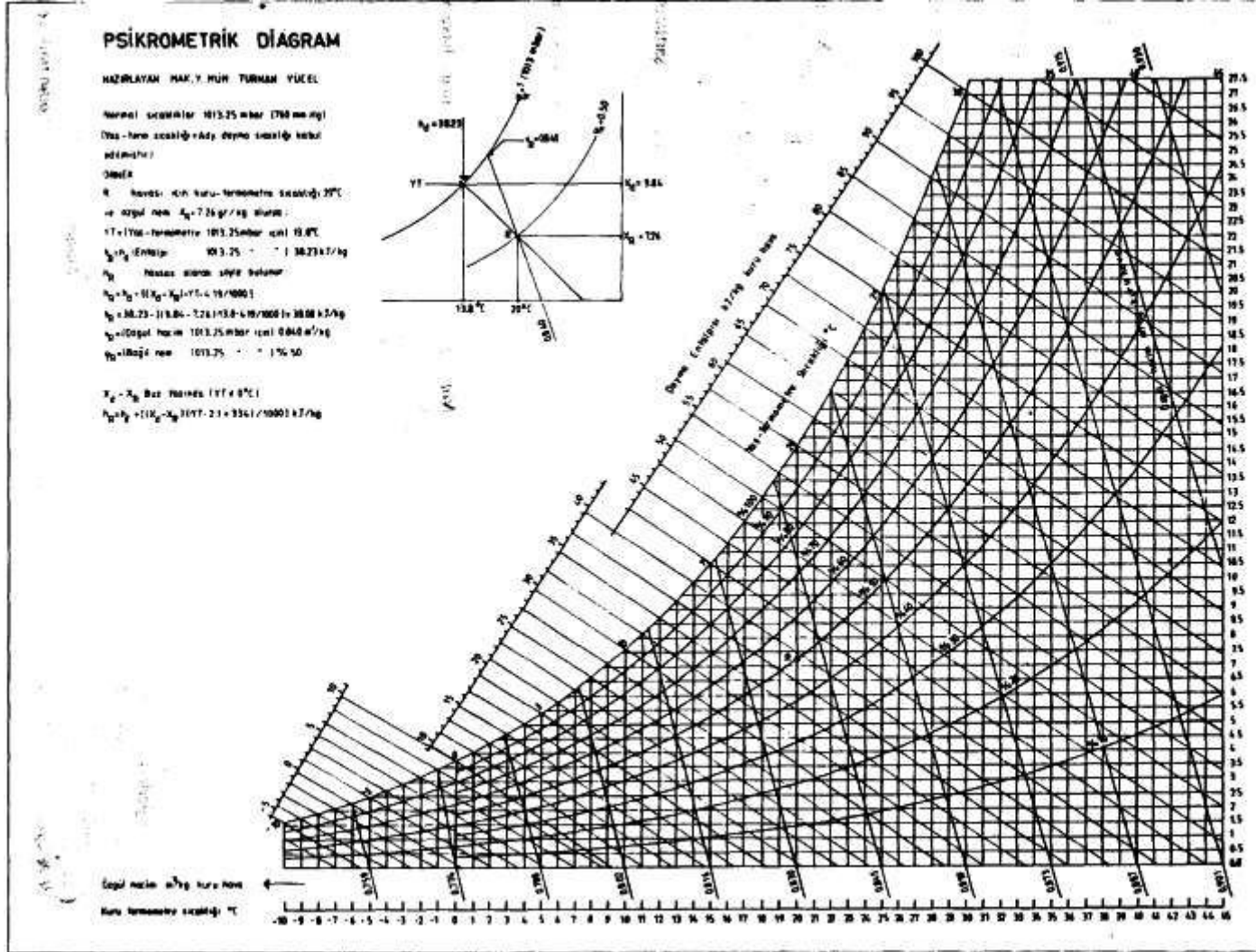
1. W.P. Jones Air Conditioning Engineering. London-1973.
2. Air Conditioning Refrigerating Data Book Desing Volume Eight Edition.

The American Society of Refrigerating Engineers, New York-1953.

3. Klima Ders Notları.

Yıldız Teknik Üniversitesi Termodinamik ve Isı Tekniği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Bkz: 41



Bkz: 42

PSIKROMETRİK DİAGRAM

HAZIRLAYAN: HAN. Y. NOLAN TURHAN TÜCEL

Hararet ölçerler 996.50 mbar (683 mmHg)
 (Yükseklik = 996.50 mbar, aynı değere sahiptir)
 kabul edilmiştir!

P noktası için hava-humidite sıcaklığı 20°C

ve ilgili nem $h_p = 7.26$ gr/kg olarak

YT = 100 - humidite 996.50 mbar için 12.7°C

$h_p = h_g$ (Entalpi) $996.50 = 336.56$ kJ/kg

h_p hesap olarak yapıldı

$h_p = h_g - (h_g - h_f) \cdot X_p \cdot 100 / 1000$

$h_p = 336.56 - (110.26 - 7.26) \cdot 12.7 \cdot 100 / 1000 = 304.07$ kJ/kg

h_p (Ortalama) = 996.50 mbar için 0.975 m³/kg

h_p (Ortalama) = 996.50 mbar = 16.45

996.50 mbar AFYON, ANKARA, BURDUR, ÇORUM,

DUZLUK, ELAZIĞ, ERZİS, HIR,

GAZİANTEP, İSPARTA, KAHRAMAN,

KASTAMONU, KAYSERİ, KIRSEHİR,

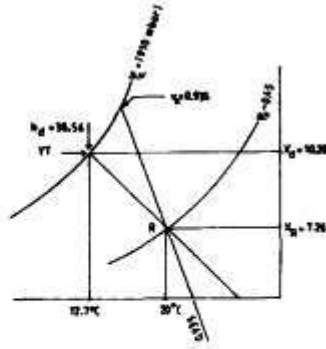
KONYA, KUTAYNA, MALATYA, MUĞLA,

SİRT, TUNCELİ, TOKAT ve USAK

şehirleri için kullanılmaktadır

$h_g - h_f$ bu şekilde (YT = 0°C)

$h_g - h_f = 110.26 - 7.26 = 103.00$ kJ/kg



Ortalama nem h_p / kg hava için
 Hava-humidite sıcaklığı °C

