

İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ DENEY FÖYÜ

AMAÇ: İklimlendirme sistemlerinin ve elemanlarının tanıtılması, havanın ısıtılması, nemlendirilmesi ve soğutulması işlemlerinin gösterilmesi, soğutma kulesinde su soğutma işleminin analiz edilmesi ve psikrometrik diyagramın kullanılması.

GİRİŞ

İklimlendirme bir mahalın veya ortamın hava sıcaklığının, neminin, hava hızının ve temizliğinin yıl içerisinde istenen değerlerde tutulması işlemidir. Ortam için bu değerler;

1.Sıcaklık:

Mahal sıcaklığı kış durumunda (18-24 C°), yaz durumunda (22-27 C°) olmak üzere dış ortama göre ve iklimlendirilecek mahalın kullanım amacına göre değişmektedir.

2.Nem:

Mahal içerisindeki bağıl nem konfor iklimlendirilmesinde olarak %30-%60 arasında olmalıdır. Endüstriyel tesislerde işlemlere göre bu değerler değişebilir.

3.Hava Hızı:

İnsanları rahatsız etmeyecek şekilde hava hızı kış ve yaz durumlarına göre; kış şartlarında 0,1 m/s, yaz şartlarında ise 0,2-0,3 m/s arasında değişmektedir.

4.Hava Temizliği:

Yıl boyunca iklimlendirilecek mahalın iç ve dış kirleticilerden arındırılması ve havanın taze tutulması gerekmektedir.

İklimlendirme konfor ve endüstriyel iklimlendirmesi olmak üzere ikiye ayrılır. Konfor iklimlendirmesi iklimlendirmenin şartı olan sıcaklık, nem, hava hızı ve hava temizliğinin insanların rahat edebileceği ortamı sağlayacak şekilde ayarlanmasını amaçlar. Konfor iklimlendirmesi şahsi mekanlar olan ev, otel, işyeri, büro, vb... mekanlarda insanların isteklerine göre yapılır. Endüstriyel iklimlendirme sistemleri ise tekstil, ilaç, gıda, vb. üretimin yapıldığı mekanlarda kullanılır.

PSİKROMETRİK DİYAGRAMIN TANIMI VE KULLANIMI

Atmosferik havanın (nemli havanın) termodinamik özelliklerini gösteren diyagrama psikrometrik diyagram (Ekte verilmiştir) denir. Üzerinde iklimlendirme işlemleri (ısıtma, soğutma, nemlendirme, nem alma ...) gösterilir. Psikrometrik diyagram iklimlendirme sistemlerinin tasarımında ve hesaplamalarında büyük kolaylık sağlar. Farklı haller için tekrarlanan hesaplamalardan kurtulmamızı sağlar. Psikrometrik diyagram için bazı temel kavramlar;

Atmosferik Hava: İçerisinde bir miktar su buharı (nem) bulunan atmosfer havasıdır.

Kuru Hava: İçerisinde su buharı bulunmayan havadır.

Kuru Termometre Sıcaklığı (KT): Atmosferik havanın normal termometre sıcaklığıdır.

Yaş Termometre Sıcaklığı (YT): Belirli şartlarda bulunan ıslak havanın ısısını değiştirmeden doyma durumuna getirerek ölçülen sıcaklığa denir. Direkt olarak ölçülemez. Bunun için termometre haznesine suya doymuş bir pamuk fitil sarmak ve üzerinden hava akışı sağlamak gerekir.

Özgül (Mutlak) Nem (w): Birim ağırlıktaki nemli havanın ihtiva ettiği su buharının kuru hava ağırlığına oranına denir.

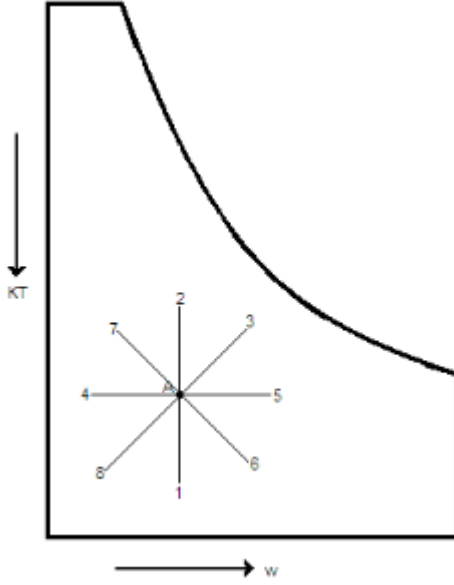
Bağıl (İzafi) Nem (v): Havadaki mevcut su buharı basıncının aynı kuru termometre sıcaklığının doymuş havanın buharı basıncına denir. Veya havadaki su buharı miktarının, aynı sıcaklıktaki havada bulunabilecek en çok su buharı miktarına oranıdır.

Çiğ Noktası Sıcaklığı: Nem ihtiva eden bir havayı soğutursak, bir sıcaklıkta soğuyan hava içindeki nem yoğunlaşır. Bu sıcaklıktaki havanın sıcaklığına çiğ noktası sıcaklığı denir. Veya sabit basınçta soğutulduğu zaman yoğunlaşmanın başladığı zamandır.

Adyabatik Doyma Sıcaklığı: Doymamış hava sürekli bir akışla yarı seviyesine kadar su bulunan kanaldan geçirilir. Kanal içerisindeki suyun üzerinden geçirilen havaya, kanalda bir miktar buharlaşan su karışır. Böylece havanın nem oranı artar, sıcaklığı ise suyun buharlaşma gizli ısısının bir bölümü havadan sağlandığı için düşer. Bu şekilde havanın yeterince uzun olan kanaldan doymuş buhar olarak ve adyabatik doyma sıcaklığında çıkması sağlanmış olur. Adyabatik nemlendirme de denir.

Gizli Isı: Faz değişimi ile ilgili ısıdır.

Duyulur Isı: Sıcaklık artışı ile ilgili ısıdır.



A-1 => Duyulur Isıtma

A-2 => Duyulur Soğutma

A-3 => Adyabatik Nemlendirme

A-4 => Sabit Sıcaklıkta Nemlendirme

A-5 => Sabit sıcaklıkta Nem Alma

A-6 => Buharla Nemlendirme

A-7 => Nem Alma (havayı çığ noktası altında bir sıcaklığa düşürerek bir miktar neminin yoğunlaştırılması ve bu arada KT'nin düşürülmesi)

A-8 => Nem Alma (silika jel, moleküler elek malzemesi, tuf taşı gibi... nem alıcı maddelerle nem alma işlemi)

Psikrometrik diyagramda havanın geçirdiği işlemler.

MERKEZİ İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

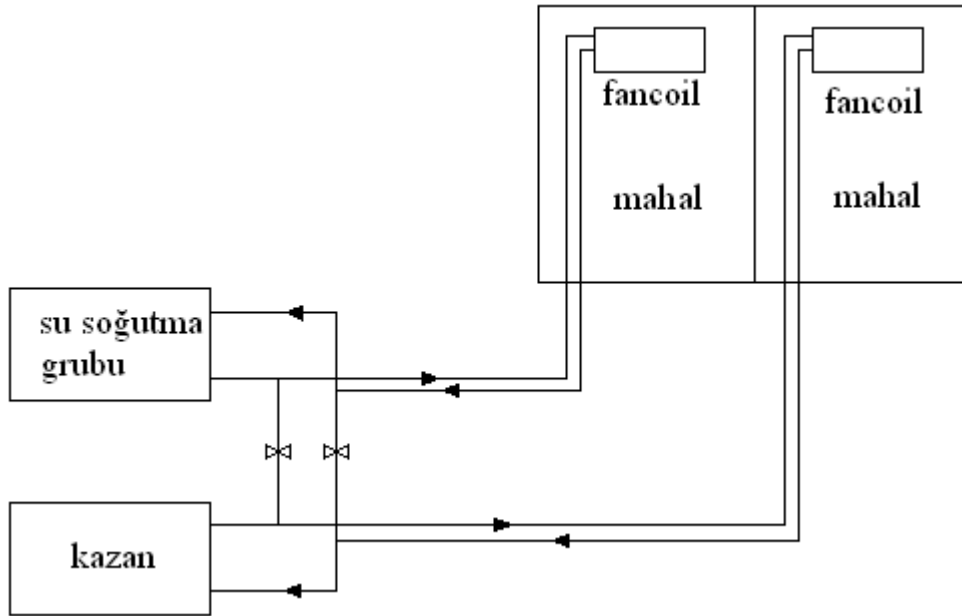
Merkezi iklimlendirme sistemlerini kullanılan aracı akışkana göre ikiye ayırabiliriz.

1)Tümden Sulu Sistemler

Tümden sulu sistemler iki ve dört borulu fancoil sistemleri olmak üzere ikiye ayrılır.

a)İki borulu fancoil sistemler

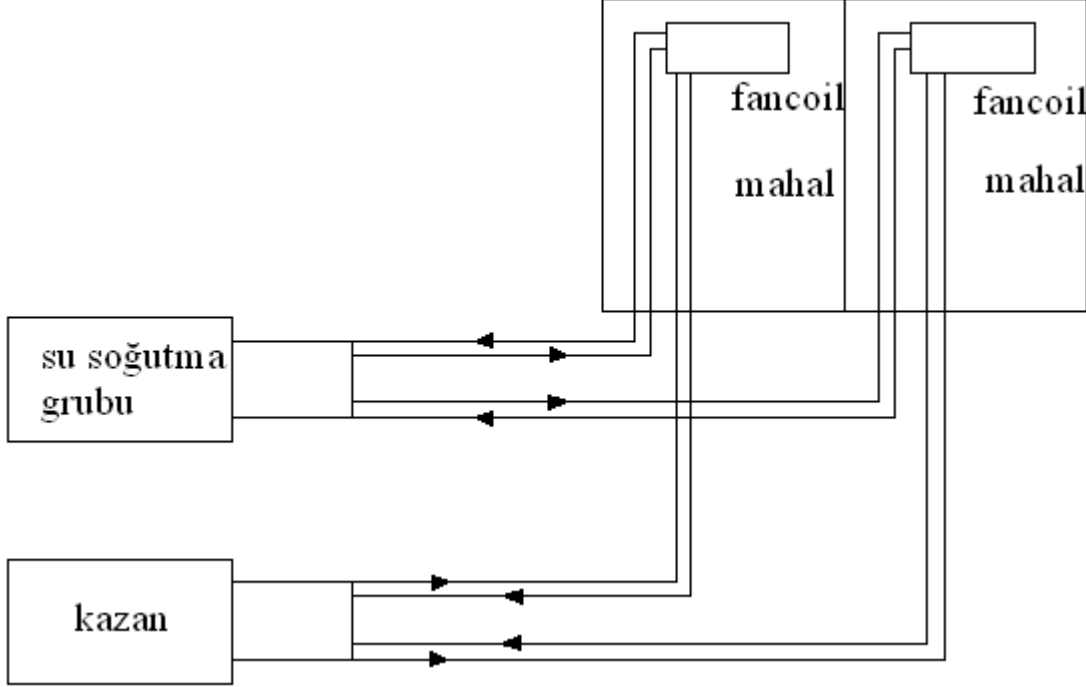
Yaz şartlarında su soğutma gurubundan alınan soğuk su devreye gönderilerek, kış şartlarında ise kazandan alınan sıcak su devreye gönderilerek iklimlendirme yapılır. Ayrıca fancoilde yoğunlaşan suyu tahliye etmek için drenaj borusu vardır.



Şekil 1: İki borulu fancoil sistem

b)Dört borulu fancoil sistemler

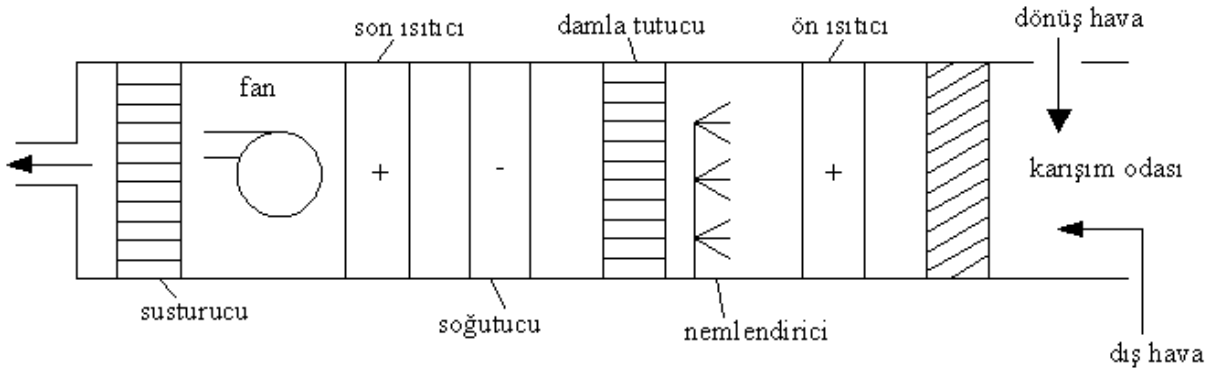
Fancoil sistemi içinde iki adet serpantin vardır. Bunlardan bir tanesi kış şartlarında ısıtma için, diğeri ise yaz şartlarında soğutma için kullanılmaktadır. Bunların kış ve yaz geliş gidiş boruları farklıdır. Bu işletme durumunda, soğutma grubu veya kazan devrededir.



Şekil 2: Dört borulu fancoil sistem

2)Tümden havalı sistemler

Merkezi bir iklimlendirme santralinde şartlandırılan hava kanallar vasıtasıyla iklimlendirilecek mahale gönderilir. İklimlendirilen mahalin ısı kayıp ve kazancını karşılayan tamamen şartlandırılan havadır. Merkezi klima santrali üzerinde karışım odası, filtre, ön ısıtıcı, nemlendirici, damla tutucu, soğutucu, son ısıtıcı, fan, susturucu bulunur.



Şekil 3: Bir iklimlendirme santrali

Bir iklimlendirme santrali, havanın harekete geçirilmesi, temizlenmesi, ısıtılması, soğutulması, nemlendirilmesi veya neminin alınması için gerekli elemanları bir araya toplar. İklimlendirme sisteminin temel elemanlarının görevleri kısaca aşağıdaki gibidir.

Hazırlayan: Prof. Dr. Hüsamettin BULUT

Hava karışım odaları: Dış hava ve iklimlendirilen mahalden gelen dönüş havasını karıştırmak için karışım odaları kullanılır. Hijyenik ortamlarda ve dönüş havası çok kötü olan mahal dışında enerji tasarruf amaçlı kullanılır. Giriş ve dönüş hava miktarları karışım odasındaki klapelerle sağlanır.

Filtre: Klima uygulamalarında hava temizliği, insan sağlığı yönünden olduğu kadar endüstriyel işlemlerin gereği olarak da önemlidir. Genellikle havadaki toz, gaz veya buhar miktarı belirli bir sınırdan tutulması gerekir. Filtreler istenmeyen bu maddelerin iklimlendirilen mahale gönderilmesini engeller. Filtreler kullanım amacına göre ve tuttıkları toz partikülü büyüklüğüne göre değişik tipte olabilir.

Ön ısıtıcı: Hava belli sıcaklıklarda nem alabilir. Havanın daha fazla nem alması için havayı ısıtmak gerekir. Bu amaçla iklimlendirme santraline nemlendiriciden önce konulan ısıtıcılardır. Şayet sisteme giren hava yeterince nemli ise, yada sıcaklığı yeterince yüksek ise ön ısıtıcı devre dışı bırakılabilir.

Nemlendirici: Konfor şartlarında mahale verilen havanın bağıl neminin alt sınırlarının %30-%40 olması istenmektedir. Bu nedenle; mahale verilen sistem havasının neminin bu sınırların altında olması durumunda nemlendirilmesi ve üstünde olması durumunda da neminin alınması gerekmektedir. Nemlendirme odaları, konfor tesisatlarında mahale verilen havanın neminin konfor şartlarına getirilmesi amacı ile kullanılmaları yanında tekstil, tütün ve deri sanayi gibi endüstriyel alanlarda ihtiyaç duyulan nemli havayı sağladıklarından oldukça önem taşımaktadırlar.

Damla tutucu: Nemlendiriciden sonra hava akışı içerisindeki fazla suyun iklimlendirilen mahale gitmemesi için damla tutucu kullanılır.

Soğutucu: Yaz şartlarında kullanılır. Genellikle içerisinde soğutma makinesinden elde edilen soğuk su bulunan batarya üzerinden hava geçirilir ve bu havanın sıcaklığı düşer.

Son ısıtıcılar: Son ısıtıcı sistem havasının esas ısıtıcısıdır. Sistemde nemlendiriciden sonra gelir ve mahale verilen havanın ısı ihtiyacını karşılamak amacı ile kullanılır.

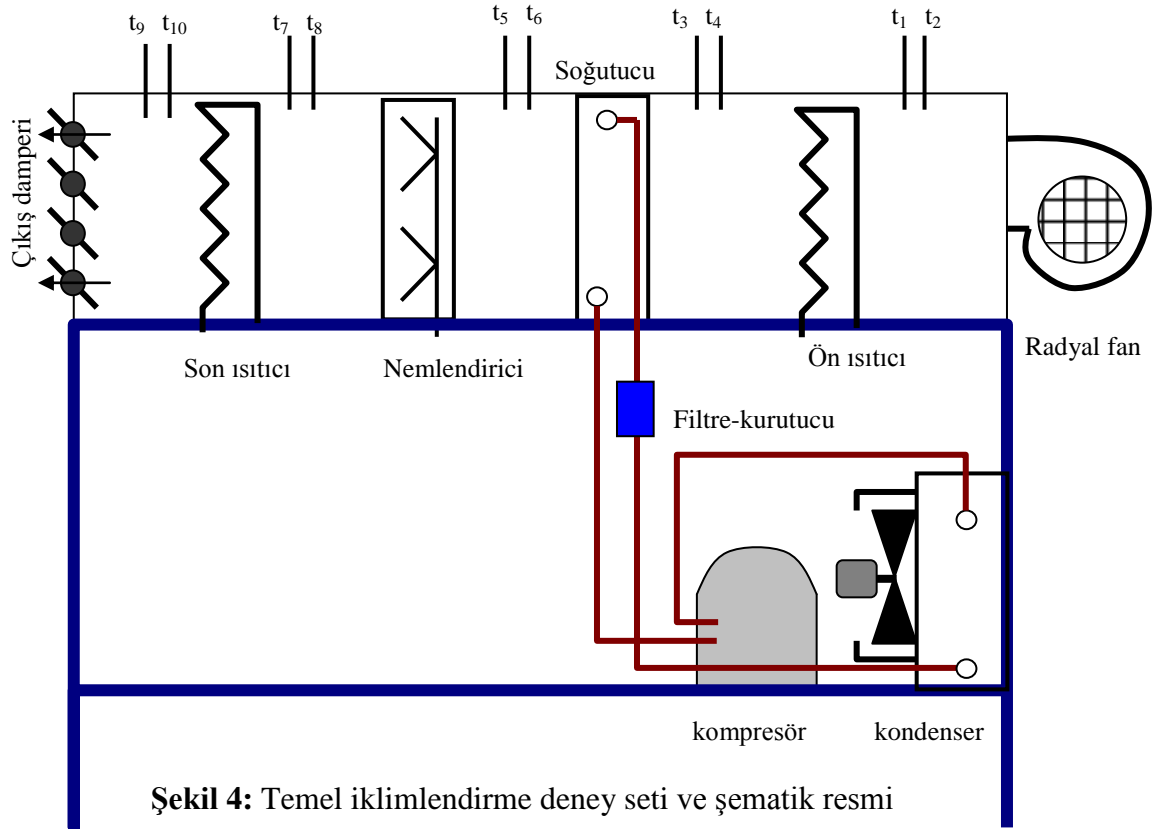
Fan: İstenilen hızdaki hava hareketini sağlayıp mahale gitmesini sağlar. Çoğunlukla radyal fanlar kullanılmaktadır.

Susturucu: İklimlendirilen mahale ses ve gürültü gitmesini en aza indirmek amacı ile kullanılırlar.

DENEY CİHAZLARININ TANITIMI

1) Temel İklimlendirme Denei Seti

Amaç: Temel iklimlendirme denei setinde; iklimlendirme ünitesinde ısıtma, soğutma, nemlendirme gibi temel işlemlerin gösterilmesi ve bu işlemleri psikrometrik diyagram üzerinde gösterebilmek.



Şekil 4: Temel iklimlendirme denei seti ve şematik resmi

Deneide yapılacaklar

Hazırlayan: Prof. Dr. Hüsamettin BULUT

1-Havanın duyulur ısıtma işlemi

2-Havanın duyulur soğutma işlemi

3-Nemlendirmeli ısıtma işlemi

4- Kış kliması Uygulaması

5- Yaz Kliması Uygulaması

Ölçüm sayısı	1.Durum	2.Durum	3.Durum
t ₁ [°C]			
t ₂ [°C]			
t ₃ [°C]			
t ₄ [°C]			
t ₅ [°C]			
t ₆ [°C]			
t ₇ [°C]			
t ₈ [°C]			
t ₉ [°C]			
t ₁₀ [°C]			

Yük hesabı:

Havanın hacimsel debisi $\dot{V}_h = \dots\dots\dots$ (m³/s) (Pervaneli hızölçer ile ölçülecek)

$$\text{Havanın kütleli debisi } \dot{m}_h = \frac{V_h}{v_g}$$

v_g = Girişteki havanın özgül hacmi (m³/kg)

$$\text{Ön ısıtma yükü } \dot{Q}_1 = \dot{m}_h (h_1 - h_2)$$

$$\text{Soğutma yükü } \dot{Q}_2 = \dot{m}_h (h_2 - h_3)$$

$$\text{Nemlendirme yükü } \dot{m}_{su} = \dot{m}_h (x_4 - x_3)$$

$$\text{Son ısıtma yükü } \dot{Q}_3 = \dot{m}_h (h_5 - h_4)$$

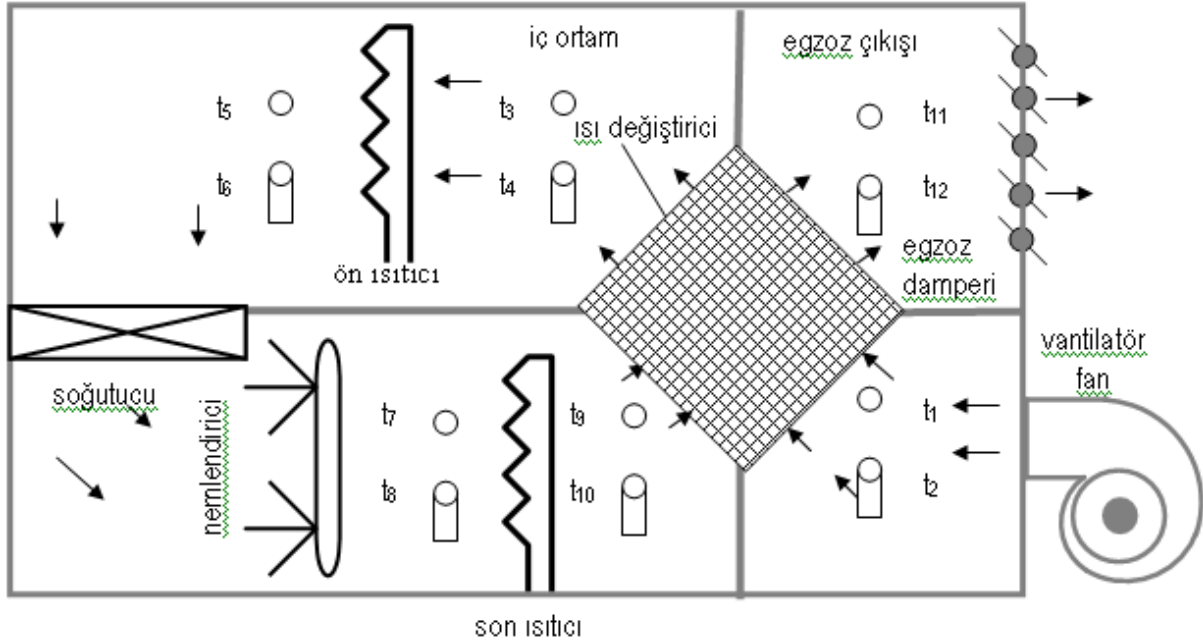
İstenenler

a-İşlemlerin psikrometrik diyagramda gösterilmesi.

b-Isıtıcı ve soğutucu kapasitelerinin hesaplanması.

2) Isı Geri Kazanımlı Klima Santral Deneysel Seti

Amaç: Isı geri kazanımlı klima santral deneysel setinde; iklimlendirme ünitesinde karışım havalı iklimlendirme sistemlerinin anlatılması ve deneysel setinde değişik uygulamaların yapılması.



Şekil 5: Isı geri kazanımlı klima santral deneysel seti ve şematik resmi

Deneysel Yapılacaklar

- 1-Havanın duyulur ısıtma işlemi
- 2-Havanın duyulur soğutma işlemi
- 3-Nemlendirmeli ısıtma işlemi

Hazırlayan: Prof. Dr. Hüsamettin BULUT

4- Nemlendirmeli soğutma işlemi

İstenenler

1-İşlemlerin psikrometrik diyagramda gösterilmesi.

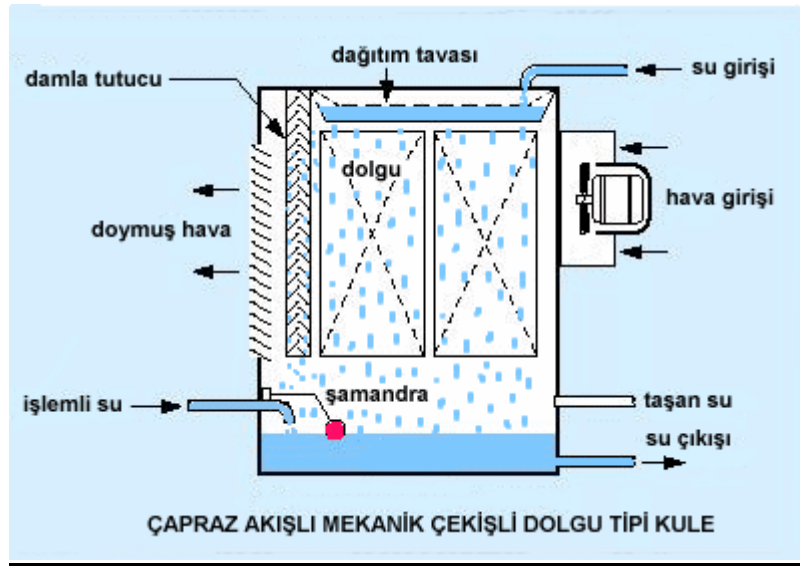
2-Isıtıcı ve soğutucu kapasitelerinin hesaplanması.

Ölçüm sayısı	1. Durum	2.Durum	3.Durum	4.Durum
Giriş kuru termometre, t_1 [$^{\circ}$ C]				
Giriş yaş termometre, t_2 [$^{\circ}$ C]				
Isı değiştirici çıkışı kuru t., t_3 [$^{\circ}$ C]				
Isı değiştirici çıkışı yaş t., t_4 [$^{\circ}$ C]				
Ön ısıtma sonu kuru term., t_5 [$^{\circ}$ C]				
Ön ısıtma sonu yaş term., t_6 [$^{\circ}$ C]				
Soğutma sonu kuru term., t_7 [$^{\circ}$ C]				
Soğutma sonu yaş term., t_8 [$^{\circ}$ C]				
Nemlendirme sonu kuru t., t_9 [$^{\circ}$ C]				
Nemlendirme sonu yaş t., t_{10} [$^{\circ}$ C]				
Son ısıtma sonu kuru term., t_{11} [$^{\circ}$ C]				
Son ısıtma sonu yaş term., t_{12} [$^{\circ}$ C]				
Isı değiştirici çıkışı kuru t., t_{13} [$^{\circ}$ C]				
Isı değiştirici çıkışı yaş t., t_{14} [$^{\circ}$ C]				
Hava hızı, u [m/s]				
Giren havanın özgül hacmi, v [m ³ /kg]				
Ön ısıtıcı akımı, I_1 [A]				
Son ısıtıcı akımı, I_2 [A]				

3) Su Soğutma Kulesi Deney Seti

Su soğutma kuleleri, sistemden gelen sıcak suyun dolgu üzerine püskürtülmesi ile ısı'nın atmosfere verilerek ortamdaki uzaklaşması ile soğuma sağlayan sistemlerdir. Soğutma kulesi bir ısı uzaklaştırma ünitesidir. İçinden geçen suyun bir kısmının buharlaşmasını sağlayarak sistemdeki istenmeyen ısıyı atmosfere verir. Kalan su ise istenilen derecede soğur.

Su soğutma kuleleri, Su soğutmalı chiller gruplarında, üretim tesislerinde (plastik, tekstil, petrokimya) ve termik enerji santrallerinde soğutma suyu elde edilmesinde kullanılırlar.



Su Soğutma kulesinin etkinliği

$$\epsilon = (T_{sugiriş} - T_{suçıkış}) / (T_{sugiriş} - T_{yaşortam})$$

Amaç: Soğutma kulesinin temel fonksiyonunun anlatılması ve uygulamalı olarak gösterilmesi, soğutma kulesinde değişik şekillerde ve şartlarda ölçümlerin alınıp verim hesabının yapılması, işlemlerin psikrometrik diyagramda çizilmesi.



Şekil 8: Soğutma kulesi deney seti

İstenenler

- 1-Soğutma kulesinin veriminin hesaplanması.
- 2- Soğutma kulesi kapasitesinin belirlenmesi
- 2-Yapılan deneylerin psikrometrik diyagramda gösterilmesi.

Ölçüm sayısı		1	2	3	4
A	Hava giriş (kuru h) sıcaklığı, t_1 [$^{\circ}$ C]				
	Hava giriş (yaş h) sıcaklığı, t_2 [$^{\circ}$ C]				
B	Hava çıkış (kuru h) sıcaklığı, t_3 [$^{\circ}$ C]				
	Hava çıkış (yaş h) sıcaklığı, t_4 [$^{\circ}$ C]				
Su giriş sıcaklığı, t_5 [$^{\circ}$ C]					
Su çıkış sıcaklığı, t_6 [$^{\circ}$ C]					
Soğutma yükü, Q_s [kW]					
Su debisi, m_{su} [L/h]					
Hava hızı, u [m/s]					

BİR EVAPORATİF SOĞUTUCUNUN PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

Amaç : Evaporatif (Buharlaştırılmalı) soğutmanın temelini öğretilmesi ve doğrudan buharlaştırılmalı bir soğutucunun nemlendirici veriminin hesaplanması.

EVAPORATİF SOĞUTMA

Evaporatif (Buharlaştırılmalı) soğutma basit bir prensibe dayanır. Havanın içine püskürtülen suyun buharlaştırılması için gerekli olan buharlaştırma gizli ısı havanın duyulur ısısından alınır. Sonuçta havanın kuru termometre sıcaklığı düşürülerek soğutma elde edilir. Bu işlemde havanın yaş termometre sıcaklığı sabit kalmaktadır. Bu işlem sabit entalpide meydana geldiğinden adyabatik işlemdir. Çünkü sisteme ne dışarıdan ısı verilmekte ne de sistem dışarıya ısı vermektedir. Sistem içinde işlem boyunca sadece bir ısı alışverişi vardır. Aynı oranlarda duyulur ısı azalmakta, gizli ısı artmaktadır. Bu soğutma tekniği yıllarca kullanılmıştır. Sıcak ve kuru bir günde avluda yer sulandığında havayı daha soğuk ve kısmi bir serinlik hissetmemiz buharlaştırılmalı soğutmanın etkisindedir.

Buharlaştırılmalı soğutmaya olan ilginin artmasıyla bu sistemlerde birçok yeni tasarımlar ortaya çıkmıştır. Bu çeşitliliğe rağmen buharlaştırılmalı soğutma sistemleri üç ayrı sınıfa ayrılabilir.

- 1- Doğrudan (Direk) buharlaştırılmalı soğutma
- 2- Dolaylı (İndirek) buharlaştırılmalı soğutma
- 3- Birleşik buharlaştırılmalı soğutma

Doğrudan buharlaştırılmalı soğutmanın temeli Şekil.1'de şematik olarak verilmiştir. Burada su bir pompa yardımıyla basınçlandırılarak fıskiyele (nozullara) verilerek küçük zerrecikler halinde hava akımına tabi tutulmaktadır. Su zerreciklerinin buharlaşmasıyla hava akımı soğumaktadır. Su buharının eklenmesiyle nemli havanın gizli ısı artmaktadır. Şekil.1-b' deki psikrometrik diyagramda görüldüğü gibi bu izentalp işlem sabit yaş termometre sıcaklığı çizgisi boyunca olmaktadır. Bunun dışında havanın nemlendirilerek soğutulması, havanın ıslak bir yüzeyden geçirilmesi ile de sağlanabilir (Şekil 2). Gözenekli ve selülozik malzemeden özel olarak imal edilmiş petekler küçük bir sirkülasyon pompası vasıtasıyla ıslatılır. Petek üzerinden geçen hava suyu buharlaştırır. Buharlaşan su havadan ısı alır ve evaporatif soğutma gerçekleşmiş olur. Bu tür evaporatif soğutmada hava filtre edilmiş olduğundan daha temiz hava içeri verilmiş olunur ve iyi bir iç hava kalitesi sağlanır.

Şekil.1-b' den görüleceği gibi doğrudan buharlaştırılmalı soğutmada çıkış havasının en düşük kuru termometre sıcaklığı ancak giriş havasının yaş termometre sıcaklığına eşit olabilir. Giriş ve çıkış sıcaklıkları kullanılarak buharlaştırılmalı soğutucuların yani nemlendirici verimi tarif edilebilir. Bu nemlendirici verimi doyma verimi olarak da bilinir. Pratikte kullanılan nemlendiricilerin verimleri % 70-90 arasında değişmektedir. Şekil.1-b esas alınarak nemlendirici verimi veya buharlaştırılmalı soğutma verimi, ϵ_N , aşağıdaki gibi yazılabilir.

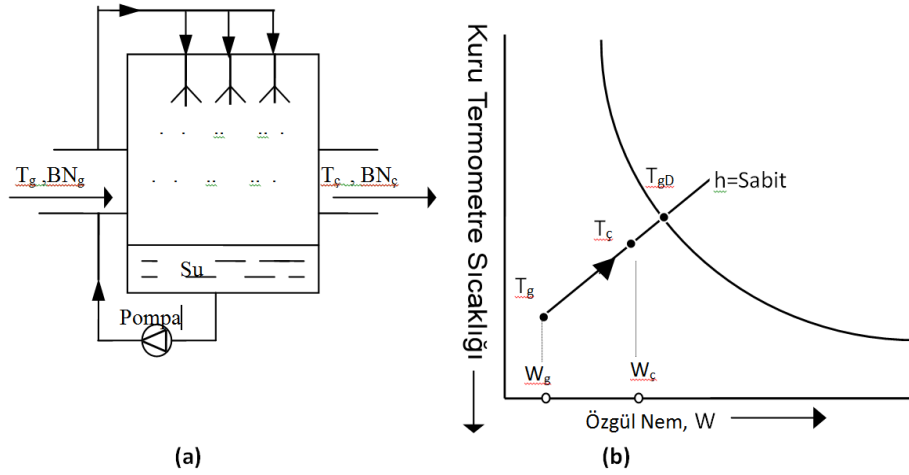
$$\epsilon_N = \frac{T_g - T_\zeta}{T_g - T_{gD}} \quad (1)$$

Burada T_g giriş havası kuru termometre sıcaklığını, T_ζ çıkış havası kuru termometre sıcaklığını, T_{gD} giriş havası yaş termometre sıcaklığıdır.

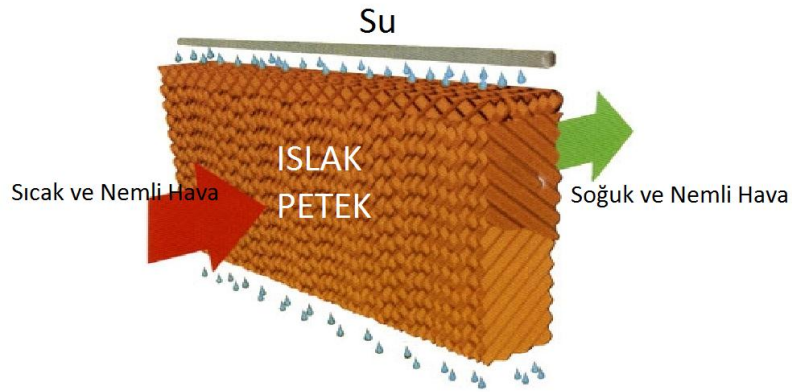
Hava akımında buharlaşarak tüketilen su miktarı yani havaya geçen nem miktarı, \dot{m}_{su} (kg/s);

$$\dot{m}_{su} = \dot{m}_{hava} \cdot (W_\zeta - W_g) \quad (2)$$

Burada \dot{m}_{hava} , hava akımının kütleli debisi (kg/s), W_g ve W_ζ sırasıyla nemlendiriciye giriş ve çıkış havasının özgül nemi(kg/kg kuru hava)'dir.



Şekil 1. Doğrudan buharlaştırmalı soğutma sistemi



Şekil 2. Petek sistemi ile buharlaştırmalı soğutma

DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneyde Form A.Ş.'nin FesCafe modeli taşınabilir evaporatif soğutucusu kullanılacaktır.. Şekil 3'te taşınabilir evaporatif soğutucu ve hassas sıcaklık ve bağıl nemölçer sensörleri görülmektedir. Evaporatif soğutucunun fan hava debisi $6000 \text{ m}^3/\text{h}$ olup, 3 hız kademelidir. Fan motorunun gücü 0.38 kW 'tır. Sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinde Gentek Elektronik Ht-2 sıcaklık ve nem transmitteri kullanılacaktır.

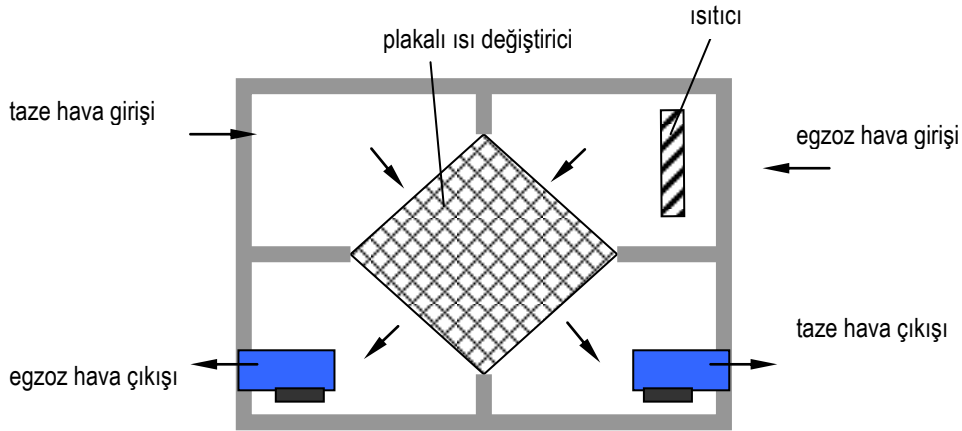
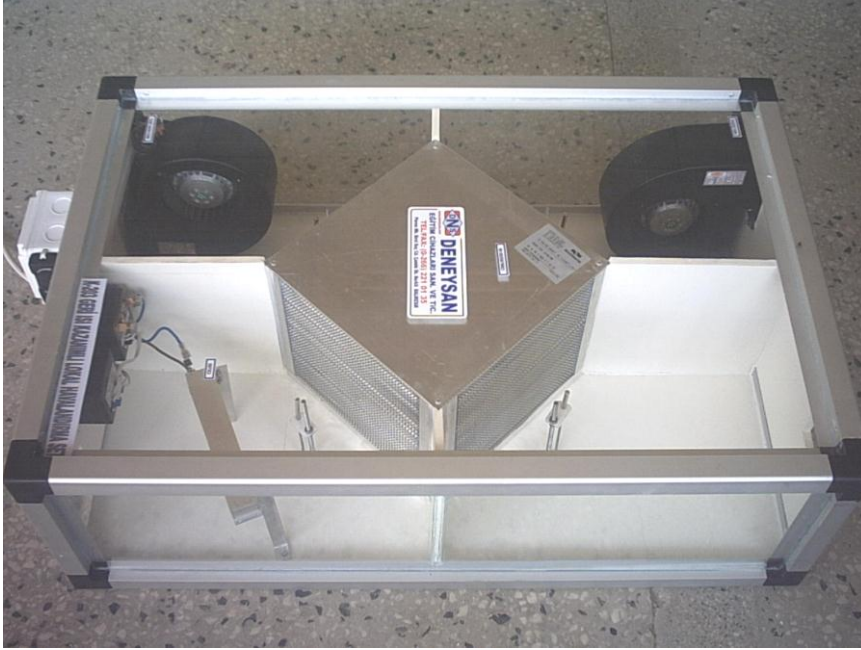


(a)



(b)

ISI GERİ KAZANIMINDA PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİNİN PERFORMANS ANALİZİ



Deneyde Kullanılacak Cihaz

C) DENEYİN AMACI: Plakalı ısı değıştiricinin farklı enerji seviyelerinde havadan havaya ısı transferi yaparak geri ısı kazanımı (tasarrufu) sağlamanın deneysel yolla gösterilmesi.

D) DENEYDE KULLANILAN ALET VE CİHAZLAR:

- Hava hız ölçer (pervaneli anemometre)

E) DENEYİN YAPILIŞI:

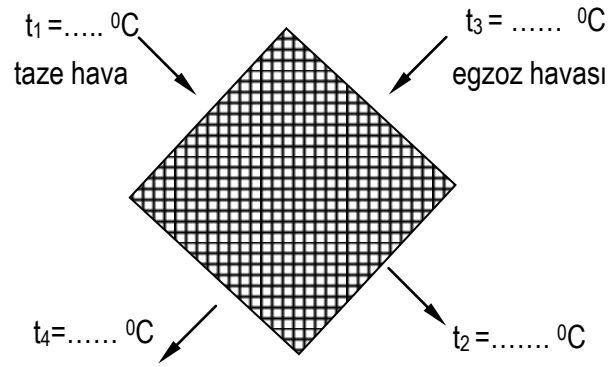
1. Cihazın sigortasını 1 konumuna getirin.
2. Fan düğmesine basarak fanları çalıştırıp dimmer yardımıyla hızı ayarlayın
3. Isıtıcı rezistansı açın.
4. Aşağıdaki tablo değerlerini kaydedin.

5. Tablo değerlerini şema üzerine işaretleyin.

Ölçülen özellik / Ölçüm sayısı	1	2	3
Taze hava giriş sıcaklığı, t_1 [°C]			
Taze hava çıkış sıcaklığı, t_2 [°C]			
Egzoz havası giriş sıcaklığı, t_3 [°C]			
Egzoz havası çıkış sıcaklığı, t_4 [°C]			

F) RAPORDA İSTENENLER: Isıl verimin hesaplanması

HESAPLAMALAR:



Şekil-2 Termal verim için sıcaklıkların belirlenmesi

$$\text{Isıl verim: } \eta \cong \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \text{ [%]}$$

Ek:1- Psikrometrik Diyagram

