

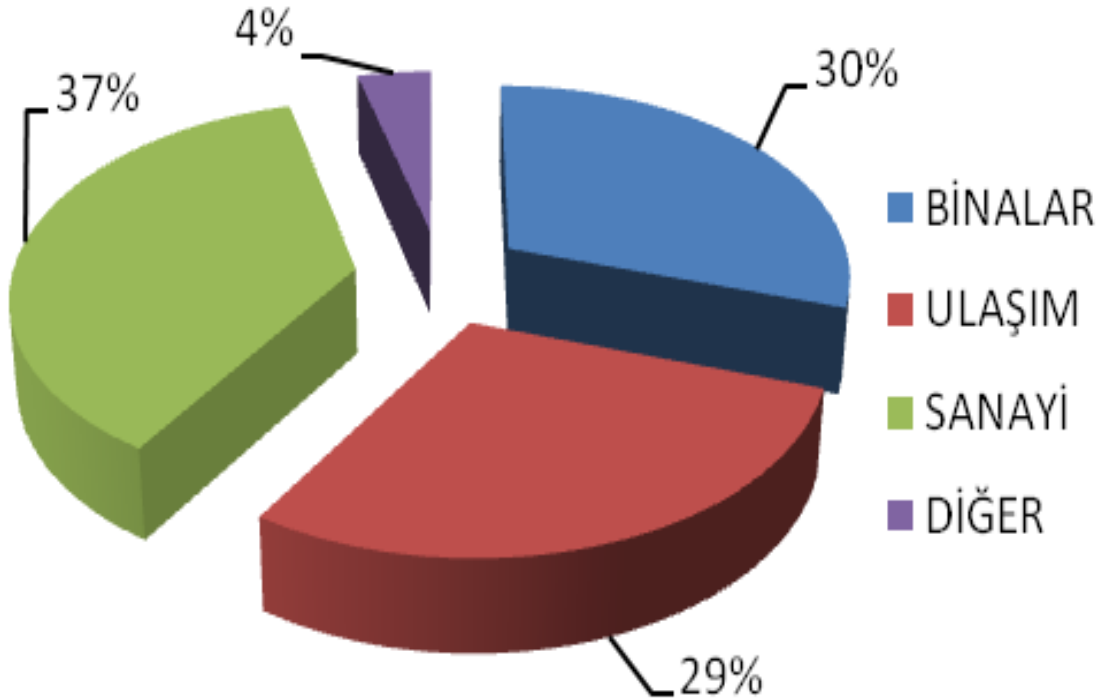
İklimlendirme Sistemlerinde Enerji Verimliliği

Atalay TUNÇCAN
Makina Mühendisi
Tanıtım, Eğitim ve Etüt Dairesi
Başkanlığı
e-posta:atunccan@enerji.gov.tr



**T.C. ENERJİ VE TABİİ
KAYNAKLAR BAKANLIđI**

Enerji Tüketimi



ENERJİ DÜNDEN AZ



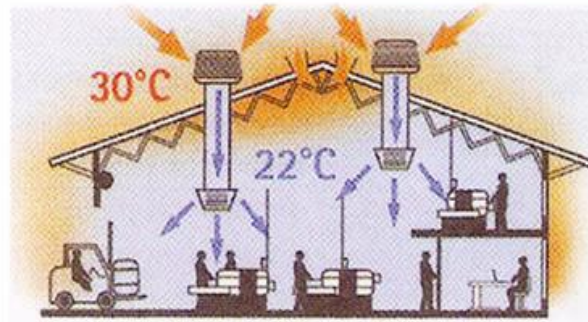
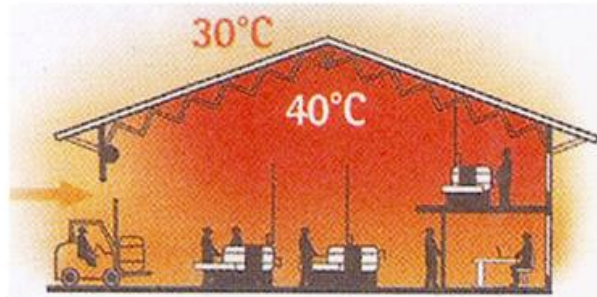
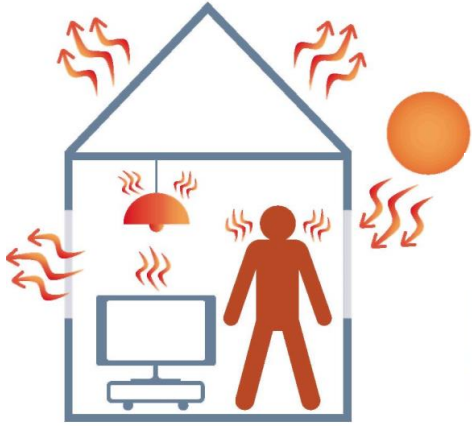
İHTİYAÇ DÜNDEN FAZLA

Binalarda kullanılan enerjinin %30~40 ı soğutma ve iklimlendirme de harcanmaktadır.

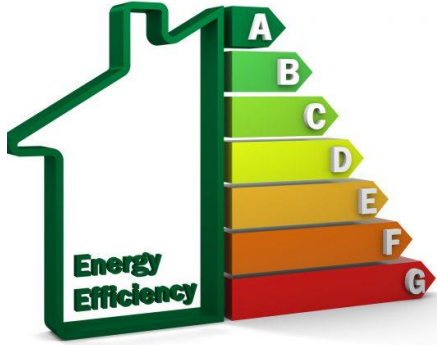
Soğutma Nedir?

İklimlendirme Nedir?

İklimlendirme, konfor ya da bir prosesin ihtiyaçları gereği kapalı bir ortam havasının; sıcaklık, nem, hava kalitesi ve hızının değiştirilmesidir.



İklimlendirme Sistemi Yaşam Süreci



- Enerji verimliliği yüksek bir iklimlendirme sistemi uygulaması için bu aşamaların dikkatli ve doğru bir şekilde geçilmesi gerekir.
- Mükemmel yapılmış bir tasarım sonunda satın alma aşamasının çok dikkatli ve bilinçli bir şekilde yapılması gerekmektedir.
- Tasarım aşamasında hedeflenen sonuçlara ulaşılmasında önemli bir hususta uygulamada ve işletme ve bakımda yapılması gereken asgari işlemlerin belirtilmiş olmasıdır.

İklimlendirme ve Soğutma Sistemlerinde Enerji Verimliliği Sorunları



Kuru ve Yaş Termometre Sıcaklıkları

Nemli havanın fiziksel özelliklerini inceleyen bilime Psikrometri denir.

Psikrometrik Diyagram: Psikrometrik diyagramlar, kuru termometre sıcaklığı, yaş termometre sıcaklığı, bağıl nem, nem oranı ve entalpi arasındaki ilişkinin grafiksel olarak verildiği diyagramlardır.

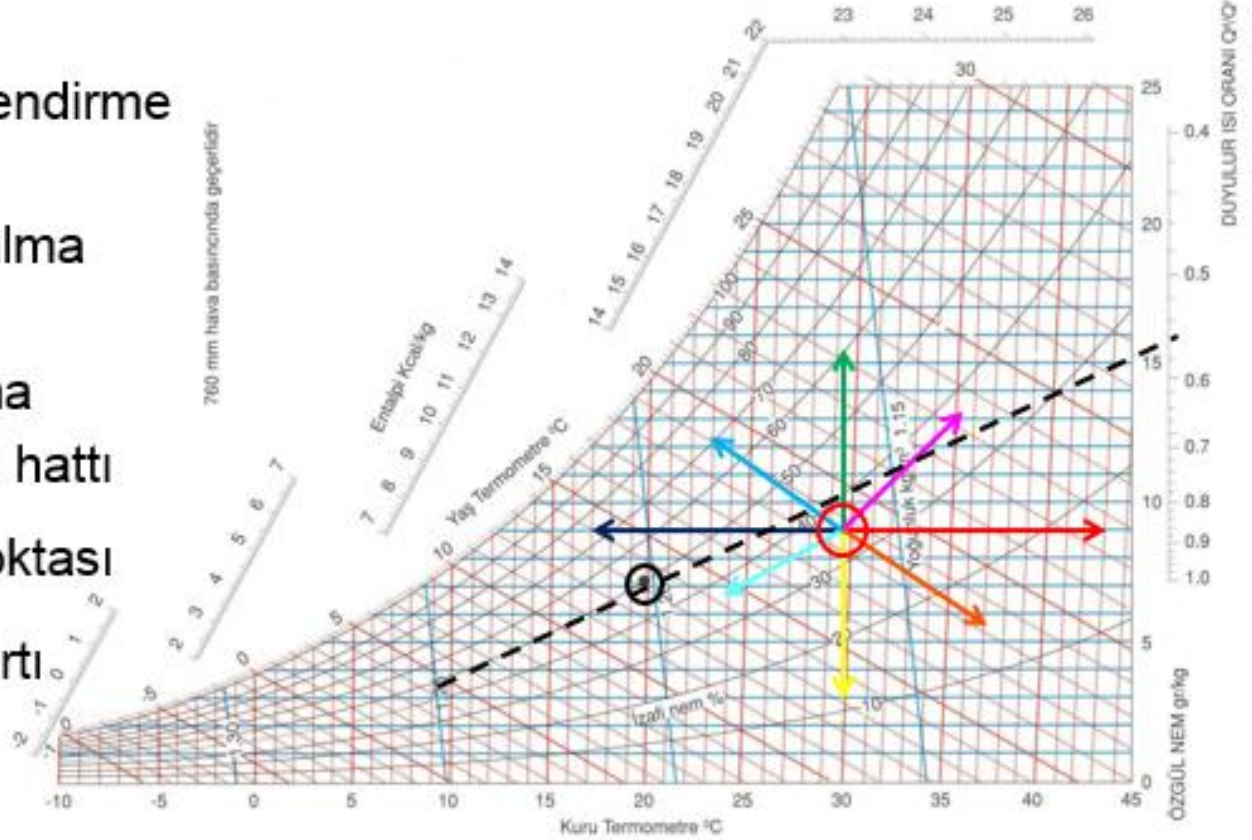
Kuru Termometre Sıcaklığı (KT): Kuru termometre sıcaklığı, normal bir termometreyle ya da bir ısı çifti ile ölçülebilir. Kuru termometre sıcaklığı bize havanın nem oranı hakkında bir bilgi vermez.

Yaş Termometre Sıcaklığı (YT): Herhangi bir sıcaklık ve nem miktarına sahip olan havanın bünyesine alabileceği nem miktarının havada yapabileceği soğutma sıcaklık farkının başlangıç kuru termometre değerinden düşürülmüş haline yaş termometre denir. Bu değer bağıl nem, nem oranı, mutlak nem gibi bir nem belirleme değeridir. Yaş termometre sıcaklığı, havanın içerdiği nem miktarı hakkında bilgi verir.

Nemin konfora olan etkisinden dolayı Kuru ve Yaş termometre sıcaklıkları beraber değerlendirilir.

Psikrometri (Havanın Isıl Özellikleri)

- Isıtma
- Isıtma + nemlendirme
- Nemlendirme
- Soğutma + nemlendirme
- Soğutma
- Soğutma + nem alma
- Nem alma
- Isıtma + nem alma
- - - Duyulur ısı oranı hattı
- ⊙ SHR referans noktası
- Ortam havası şartı



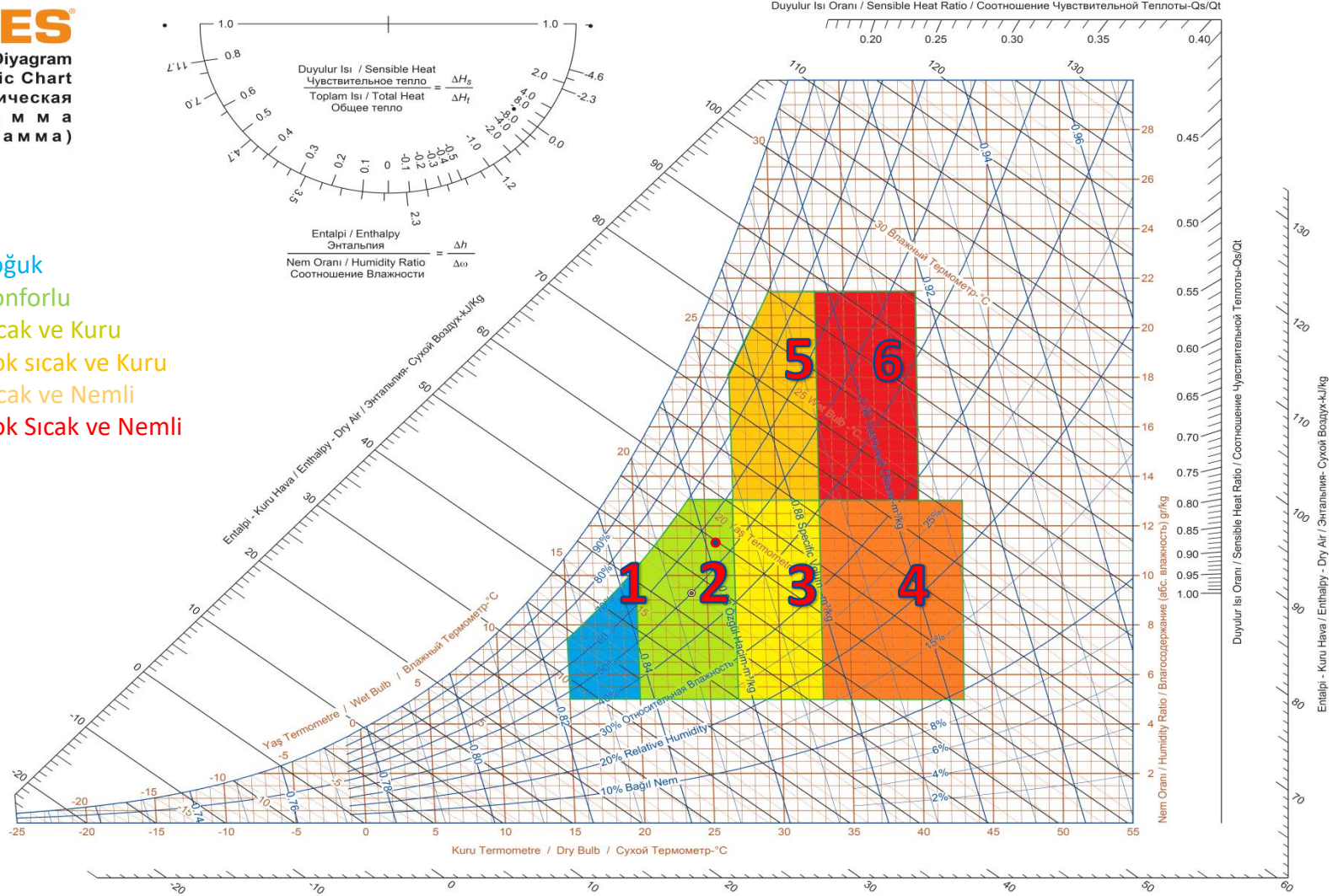
Konfor Bölgeleri

ÜNTES® Psikrometrik Diyagram Psychrometric Chart Психрометрическая диаграмма (I-d диаграмма)

Deniz Seviyesi / Sea Level

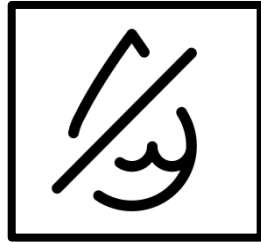
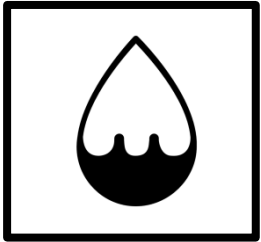
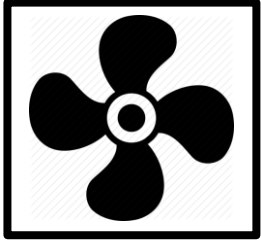
SI UR

1. Soğuk
2. Konforlu
3. Sıcak ve Kuru
4. Çok sıcak ve Kuru
5. Sıcak ve Nemli
6. Çok Sıcak ve Nemli



İKLİMLENDİRME SİSTEMİ SEÇİMİ

Sistem Hangi Amaçla Kullanılacak?



✓ TEMEL GÖREVLER

○ ISITMA

○ SOĞUTMA

○ NEMLENDİRME / NEM ALMA

○ HAVALANDIRMA

○ ZARARLI GAZLARI SEYRELTMEK

○ TAZE HAVA VERME

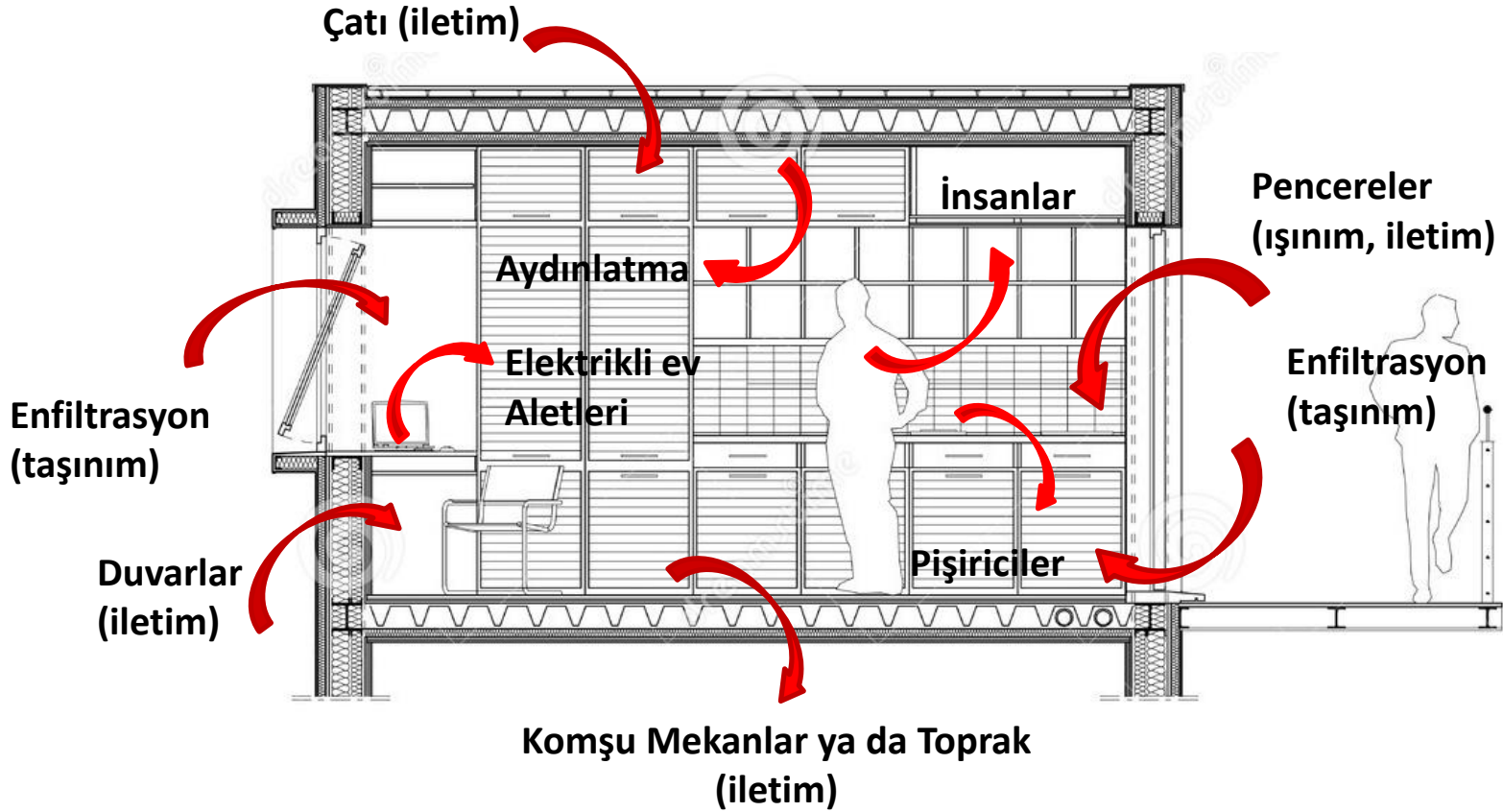
Verimli kullanmak için doğru seçim yapmak gerekir.

Sistem Seçim Kriterleri

- ✓ YAPININ KONUMU VE ŞEKLİ
- ✓ YAPININ KULLANIM AMACI
- ✓ İLK YATIRIM MALİYETİ
- ✓ İŞLETME MALİYETİ
- ✓ KURULACAK TOPLAM KAPASİTE
- ✓ KONFOR KRİTERLERİ
- ✓ ÖZEL İHTİYAÇLAR
- ✓ KESİNTİSİZ ÇALIŞMA
- ✓ BAKIM VE İŞLETME KOLAYLIĞI
- ✓ YER İHTİYACI
- ✓ ÇEVRESEL ETKİ
- ✓ YENİLENEBİLİR KAYNAK KULLANIMI

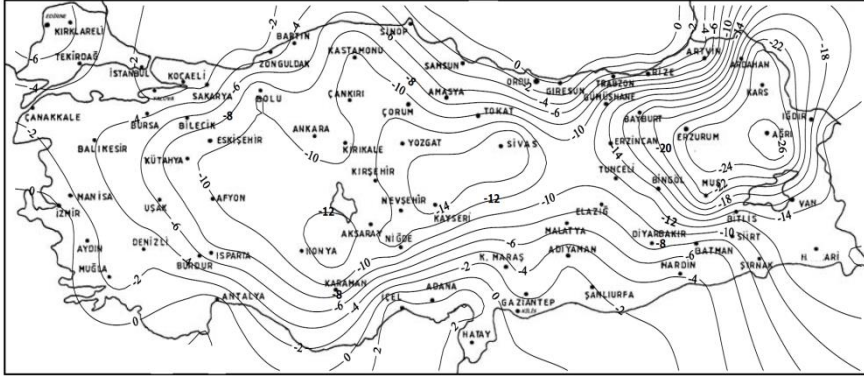


Tasarım Yük Hesabı



Seçilecek Ortam Sıcaklığı

Tasarıma esas dış hava sıcaklıkları



Tasarıma esas iç hava sıcaklıkları

Oda Adı	Yaz (KT ve RH)	Kış (KT)
Ofis, toplantı odası	24 °C ve %50	20 °C
Etkinlik Odaları	24 °C ve %50	20 °C
Yemekhane	26 °C ve %50	20 °C
Genel Sirkülasyon Alanları	26 °C ve %50	20 °C
Koridorlar	-	18 °C
Genel WC	-	18 °C
Depo vb	-	18 °C
Teknik Merkez	-	20 °C
WC	-	18 °C

Mahal Adı	Taze Hava Gerekсинimi	Basınç Değerleri
Ofisler	2,5 L/s x kişi + 0,3 L/s.m ² x alan	(+)
Toplantı/Konferans Salonu	2,5 L/s x kişi + 0,3 L/s.m ² x alan	(+)
Dükkanlar	3,8 L/s x kişi + 0,9 L/s.m ² x alan	(+)
WC	23,6 L/s.klozet	(-)
Mekanik Oda	1 ach	(-)

Temel olarak, tasarım sıcaklığı kurulacak sistemin boyutunu belirlerlerken, kullanım sıcaklığı işletme maliyetlerini etkileyecektir.

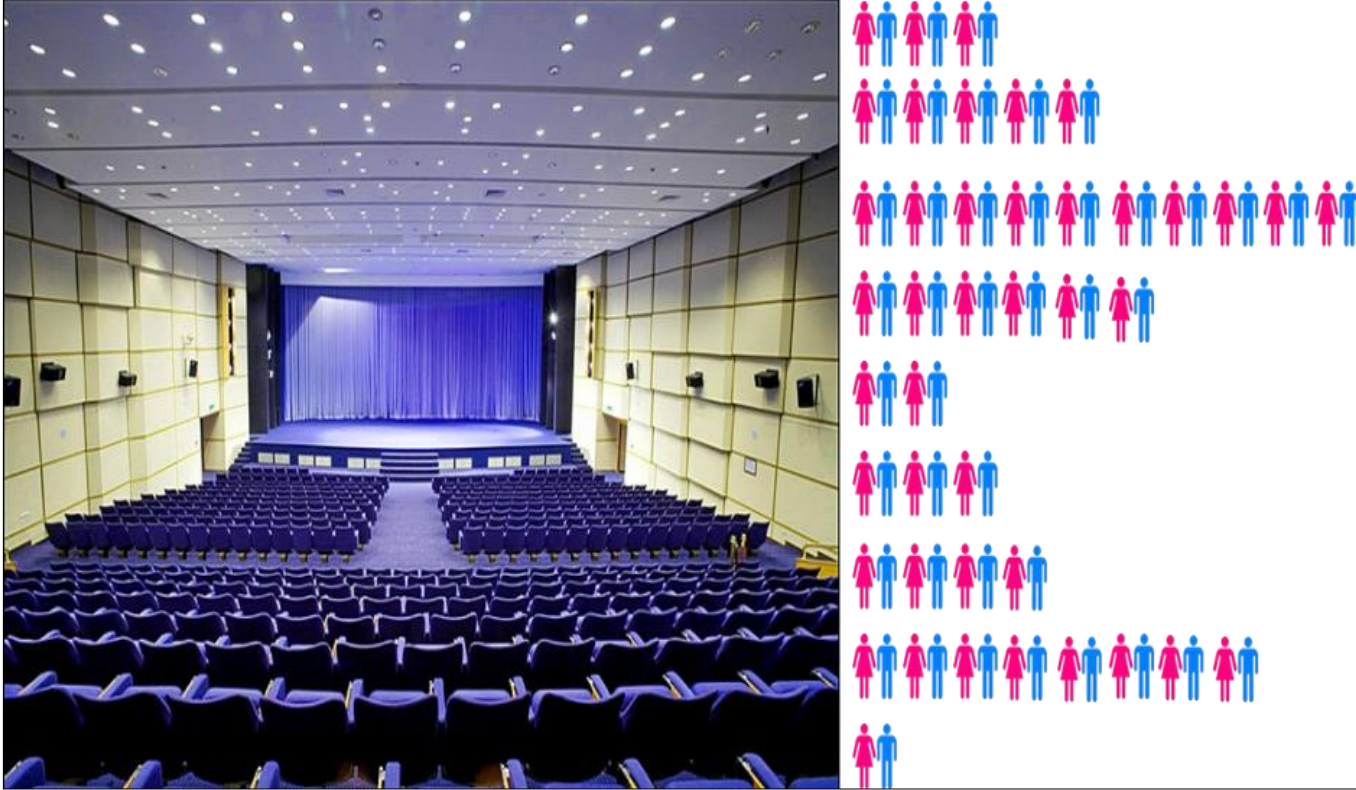
İKLİMLENDİRME SİSTEMİ TASARIMI

Tasarım ve Kullanım Yük Farkı



Maksimum güneşlenmeye göre yaptığınız hesap, ilerde yapılacak diğer gölgeleyici binalarla artık gereğinden fazla kaçacaktır.

Tasarım ve Kullanım Yük Farkı



Maksimum insan sayısına göre yaptığınız hesap, insan yoğunluğu azaldıkça ihtiyaçtan fazla kalacaktır.

Tam Havalı Sistemler

 **MISSION**
Critical
ENVIRONMENT



Tam Sulu Sistemler



DX (Soğutucu Akışkanlı) Sistemler

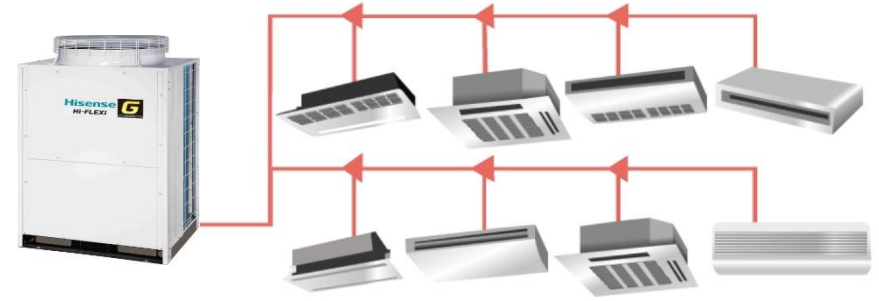
- Paket tip klima cihazları



- Split klima cihazları



- VRF klima cihazları



Niçin Klima Santrali, Niçin Fan-Coil?

Fan coil

- Küçük hacimlerde kolay uygulama
- Bireysel kontrol
- Basit ucuz kontrol
- Enerji taşıma maliyeti ucuz
- Az yer işgal ediyor
- İlk yatırım ucuz
- İşletme maliyeti ucuz
- Bakım maliyeti benzer veya pahalı
- Her hangi bir arızada mağduriyet kısmen az
- Bakımı kısmen kolay
- Havalandırma kabiliyeti sınırlı
- Isı geri kazanım ilavesi zor ve pahalı

Klima santrali

- Büyük hacimlerde kolay uygulama
- Merkezi kontrol
- Hassas kontrol
- Enerji taşıma maliyeti pahalı
- Çok yer işgal ediyor
- İlk yatırım pahalı
- İşletme maliyeti pahalı
- Bakım maliyeti benzer veya ucuz
- Herhangi bir arızada mağduriyet yüksek
- Bakımı zor
- Havalandırma kabiliyeti sınırsız
- Isı geri kazanım ilavesi kolay ve ucuz.

Sulu Sistem, Dx Sistem?

Sulu sistem

- Enerji taşıma pahalı
- Merkezi sisteme bağımlı
- İşletme sesi az
- Termal konfor yüksek
- Dış taraf görüntü kirliliği az
- Bakım uzmanlığı az
- Bakımı zor
- Hijyen iyi
- Estetik ve mimari uyum iyi

Dx Sistem

- Enerji taşıma ucuz
- Merkezi sistemden bağımsız
- İşletme sesi benzer veya yüksek
- Termal konfor benzer veya düşük
- Dış taraf görüntü kirliliği bezer veya fazla
- Bakım uzmanlığı yüksek
- Bakımı kolay
- Hijyen benzer veya kötü
- Estetik ve mimari uyum benzer veya kötü

SOĞUTMA ve İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

İklimlendirme ve Soğutma Cihazlarında Enerji Verimliliği

Sistem verimliliği

İklimlendirme sistemi verimliliği

Soğutma sistem verimliliği

Cihaz verimliliği

Klima cihaz verimliliği

Soğutma cihazları verimliliği

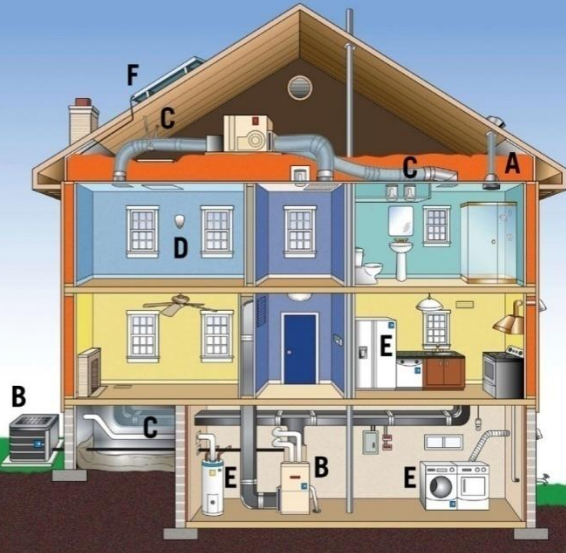
Kurulum verimliliği

İşletme ve Bakım ile Sağlanan Enerji verimliliği

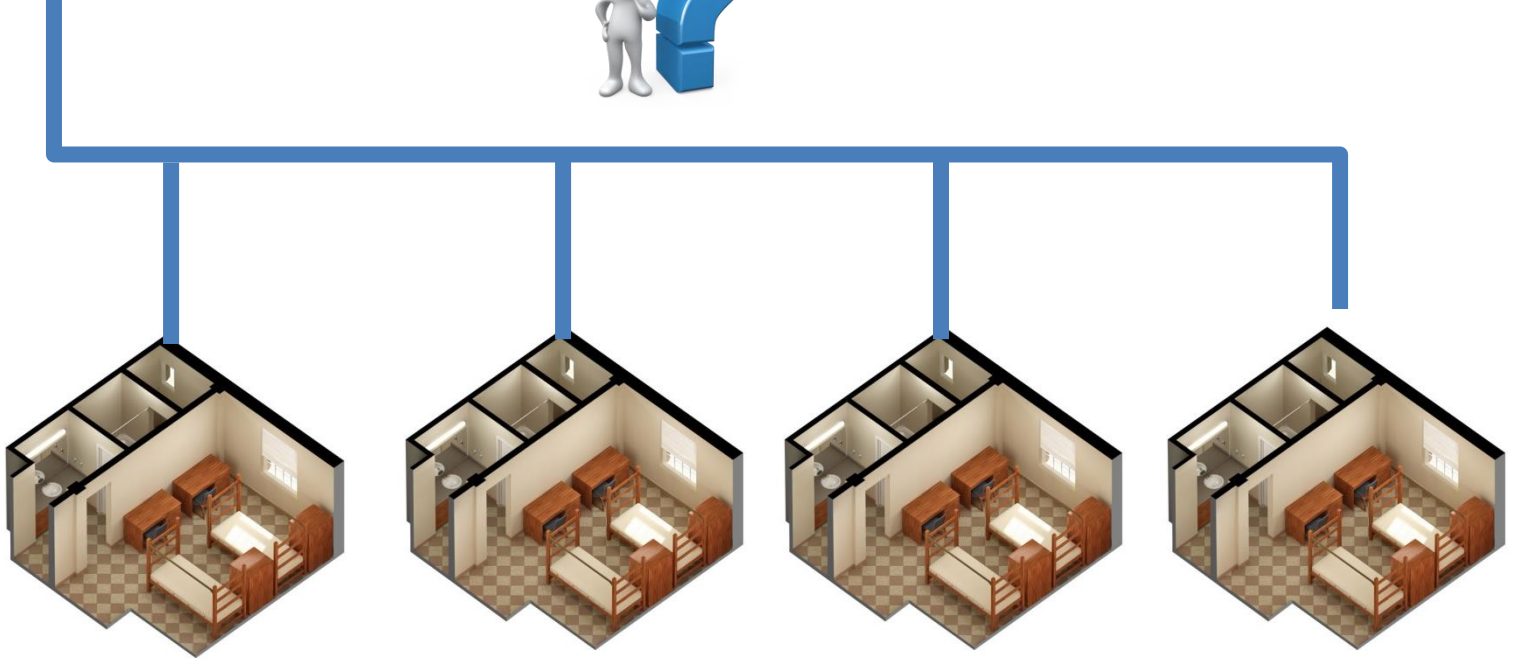
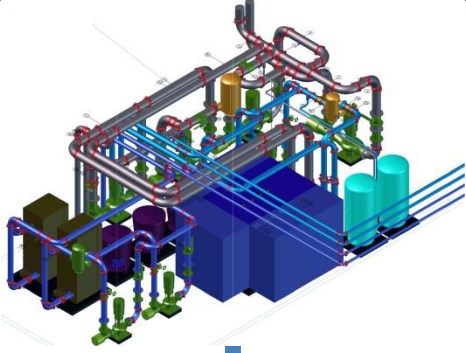


Typical Home Improvements:

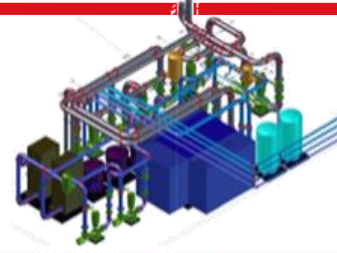
- A** Sealing air leaks and adding insulation
- B** Improving heating and cooling systems
- C** Sealing ductwork
- D** Replacing windows
- E** Upgrading lighting, appliances and water heating equipment
- F** Installing renewable energy systems



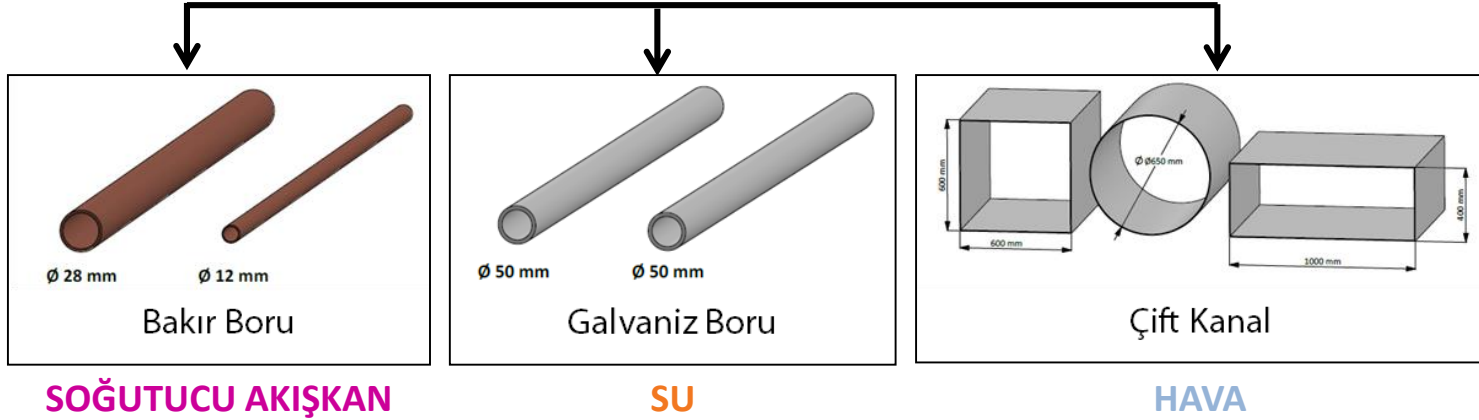
Isı Merkezi ve Odalar Arası Enerji İletimi



İklimlendirme Sistemi Enerji Verimliliği (Enerji Taşıma)

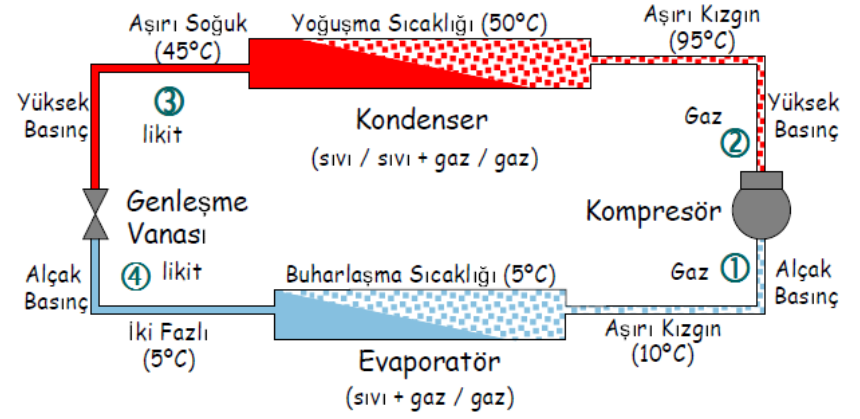
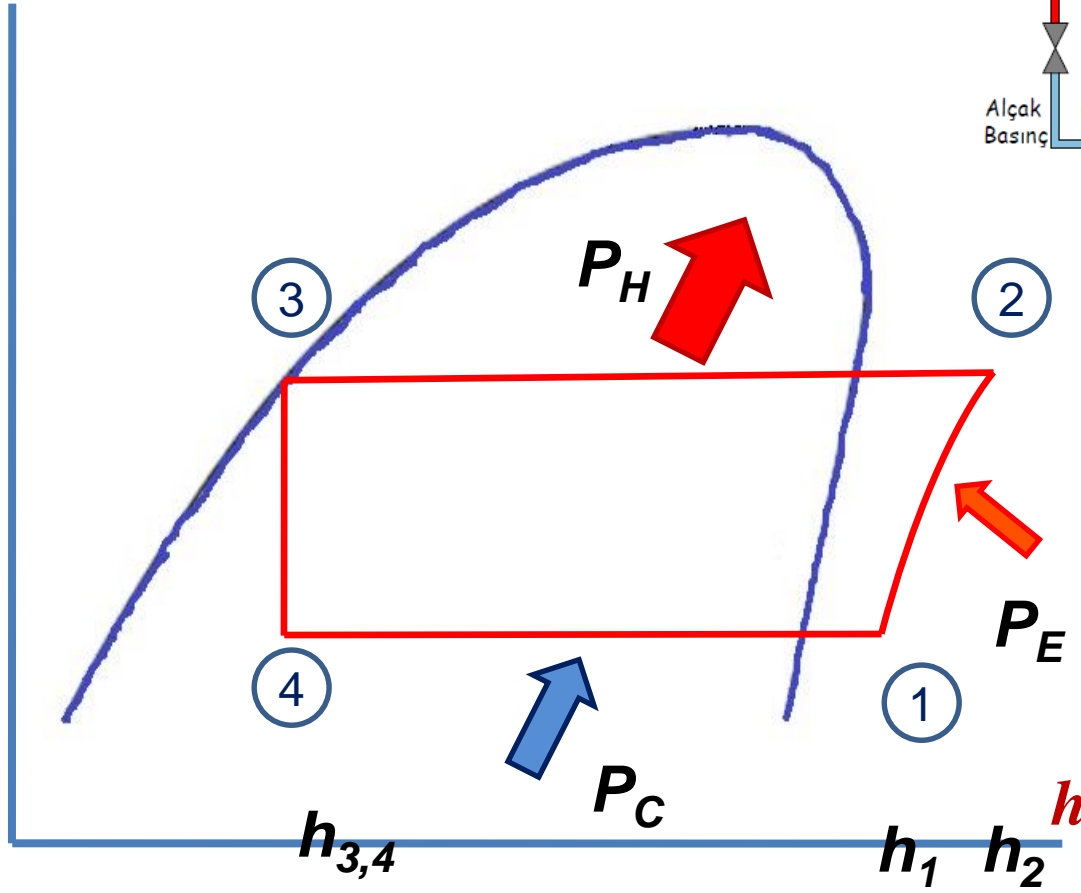


30 kW



ENERJİ TAŞIMA AKIŞKANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI						
AKIŞKAN	İLK YATIRIM MALİYETİ	ENERJİ TAŞIMA MALİYETİ	İŞGAL ALANI, HACMİ	ISIL KONFOR	İÇ HAVA KALİTESİ	İŞLETEME BAKIM KOLA YLIĞI
HAVA	PAHALI	PAHALI	BÜYÜK	İYİ	İYİ	ZOR
SU	UCUZ	UCUZ	KÜÇÜK	İYİ	KÖTÜ	KOLAY
SOĞUTUCU	ÇOK UCUZ	ÇOK UCUZ	ÇOK KÜÇÜK	KÖTÜ	KÖTÜ	ÇOK KOLAY

SOĞUTMA CİHAZI VERİMLİLİĞİ



$$COP = P_C / P_E = kW / kW$$

Mevsimsel Enerji Verim Oranı

$$SEER = 0,03 EER_{\%100} + 0,33 EER_{\%75} + 0,41 EER_{\%50} + 0,23 EER_{\%25}$$

	Kapasite Kullanımı (%)	Dış Ortam Kuru Termometre Sıcaklığı	Dış Ortam Yaş Termometre Sıcaklığı
$EER_{\%100} = Qs_{\%100} / Pe_{\%100}$	% 100	35°C	19°C
$EER_{\%75} = Qs_{\%75} / Pe_{\%75}$	% 75	30°C	19°C
$EER_{\%50} = Qs_{\%50} / Pe_{\%50}$	% 50	25°C	19°C
$EER_{\%25} = Qs_{\%25} / Pe_{\%25}$	% 25	20°C	19°C

Binalar ömürlerinin sadece %1 'de tasarım kapasitesinde soğutma ihtiyacı gösterirler, geri kalan tüm çalışma süresinde tasarım kapasitesinin altında soğutma ihtiyacı vardır. Dolayısıyla seçilecek sistem değişken yüklerle hızlı ve doğru tepki verebilmeli, parsiyel yüklerdeki verimi de yüksek olmalıdır.

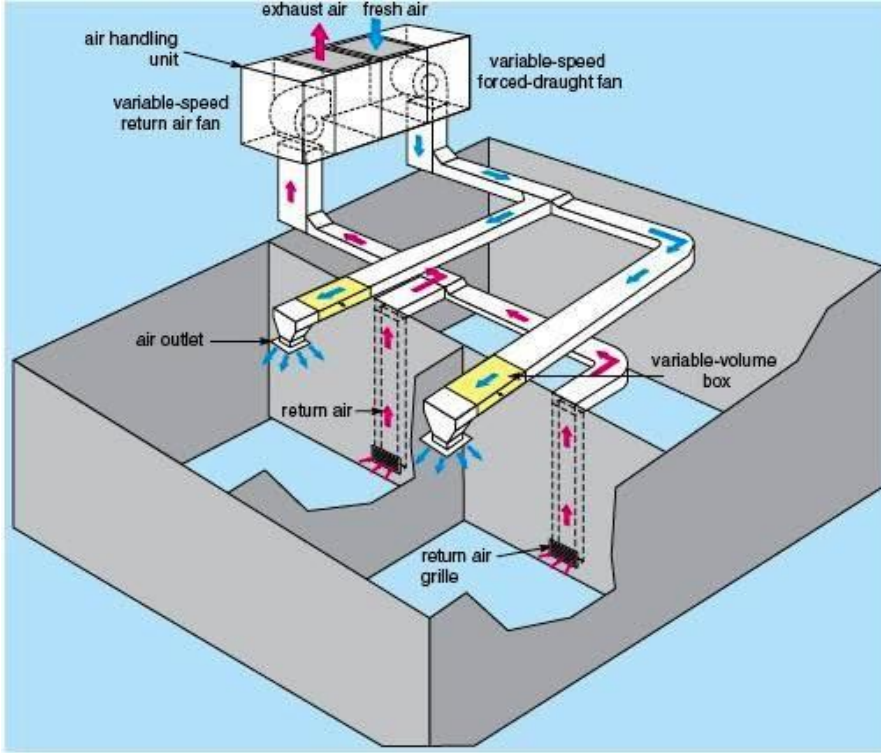
İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ TANIMLARI

Tam Havalı Sistemler

 **MISSION**
Critical
ENVIRONMENT



Tam Havalı Sistemler



Soğutulan ya da ısıtılan havanın klima santralında ya da çatı tipi klima sisteminde bir fan vasıtasıyla basınçlandırılarak hava kanalları içerisinde soğutma (ya da ısıtma) yapmak üzere ilgili bölgelere gönderildiği sistemlerdir.

Klima Santralleri



Aldığı havayı şartlandırarak kanallar vasıtasıyla ilgili mekanlara yollayan sistemlerdir. Klima santralleri tamamen ortam havası şartlandırabilecekleri gibi bu havayı taze dış havayla karıştırabilir hatta %100 taze dış hava ile çalışabilirler.

İS-sı Geri Kazanım Tipleri

Isı geri kazanım üniteleri özellikle taze hava santrallerinde primer havanın (taze dış hava) ısıtılması ya da soğutulması için gerekli enerjinin düşürülmesi için kullanılır.

Bu sistemlerde temel prensip, iklimlendirilecek mekandan egzost edilen havanın taşıdığı enerjiyi mekanın ihtiyacı olan temiz havaya transfer etmektir.

Isı geri kazanımında iki yöntem vardır.

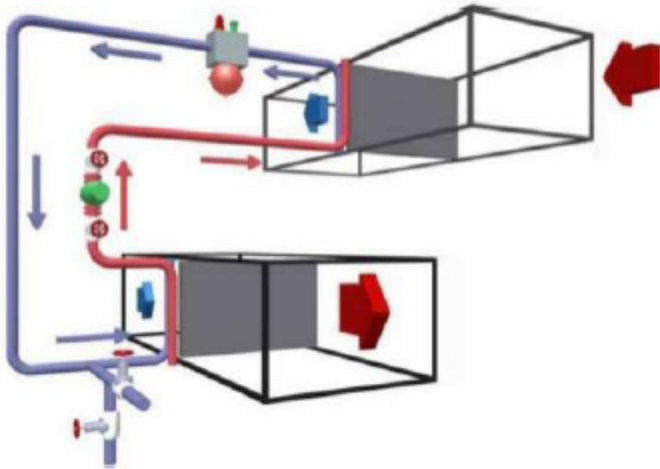
Duyulur ısı geri kazanımı ISI geri kazanımı

Toplam ısı geri kazanımı enerji geri kazanım olarak adlandırılır.

Yaygın Isı geri kazanım ünite çeşitleri :

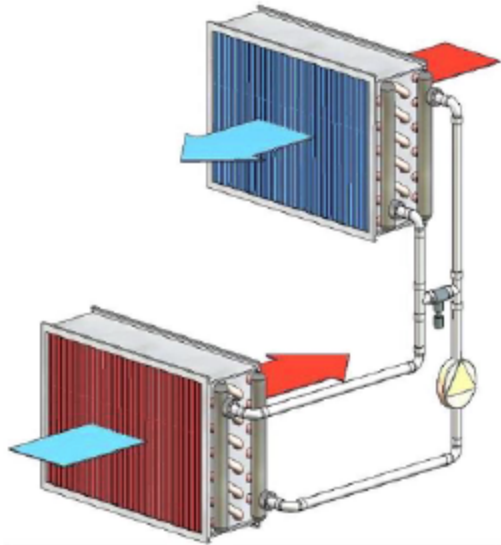
- Plakalı tip ısı geri kazanım ünitesi
- Döner tamburlu ısı geri kazanım ünitesi
- İki bataryalı ısı geri kazanım ünitesi
- Isı borulu ısı geri kazanım üniteler
- Termodinamik ısı geri kazanım üniteleri

İki Bataryalı IGK Üniteleri



2 Bataryalı (runaround coil) ısı geri kazanımında mahalden emilen hava bir batarya üzerinden geçirilir ve batarya içinde yer alan glikollü su ısıtılarak üfleme sistemi üzerinde yer alan diğer bataryaya gönderilir, batarya içerisinde yer alan ısınmış su taze havayı ısıtarak ısıtma serpantin kapasitesini azaltır. Bu yöntem en ucuz maliyeti olan yöntem olup verimi %30-%50 arasındadır. Bu sistemin amortismanı hesaplanırken bataryaların yaratacağı ilave basınç ve iki batarya arasında yer alan pompanın çekeceği güç de hesaba katılmalıdır. Kontrol 3 yollu vana ile yapılır.

İki Bataryalı I GK Üniteleri



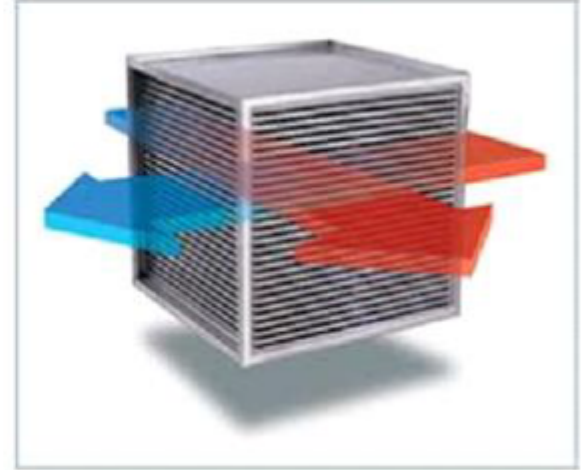
Avantajları:

- Ucuzdur.
- Taze ve kirli havanın karışma riski yoktur.
- Kolay kurulum.

Dezavantajları:

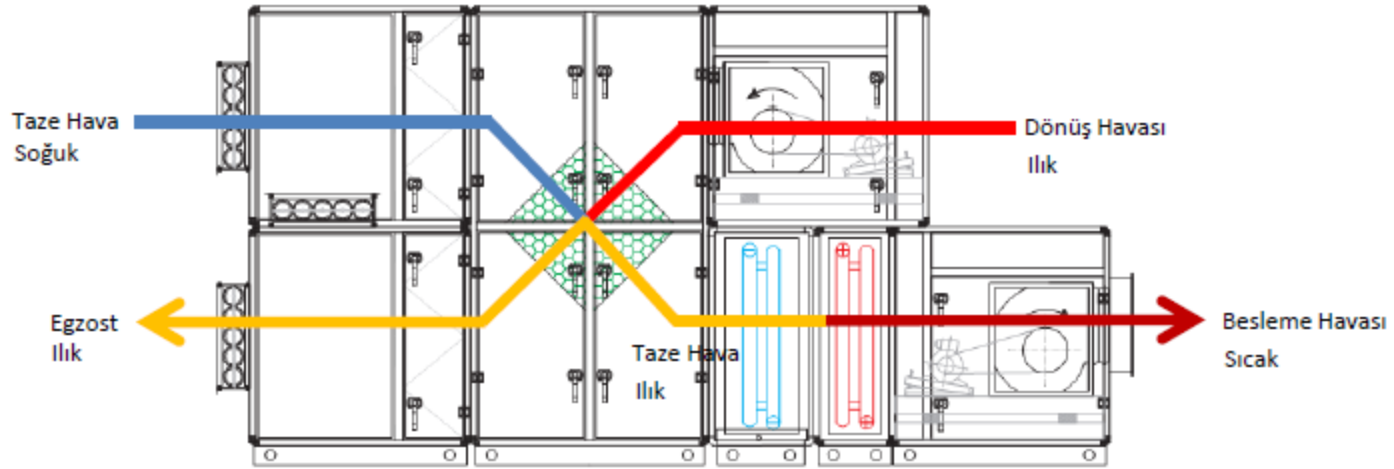
- Donmaya karşı önlem alınmadığı zaman, don riski vardır.
- Her ne kadar ısı geri kazanımı yapsa da, elektrik tahrikli su pompası ile çalışmaktadır.
- Verimi diğer metotlara göre düşüktür.

Plakalı IGK Üniteleri



Plakalı ısı geri kazanımında dönüş havası plakalı ısı eşanjörünün bir tarafından, taze hava da diğer tarafından geçirilerek taze hava dönüş havasından alacağı enerji ile ısıtılır.

Plakalı IGK Üniteleri



Maliyeti 2 bataryalı sisteme göre daha ucuz olup verimi %50 ile %70 arasındadır. Amortisman hesabında getireceği ilave basınç hesaba katılmalıdır. Kontrol taze hava by-pası ile yapılır.

Plakalı IGK Üniteleri



Avantajları:

- Ucuzdur.
- Hareket eden parçası yoktur.
- Temiz ve kirli hava bir birine karışmaz.

Dezavantajları:

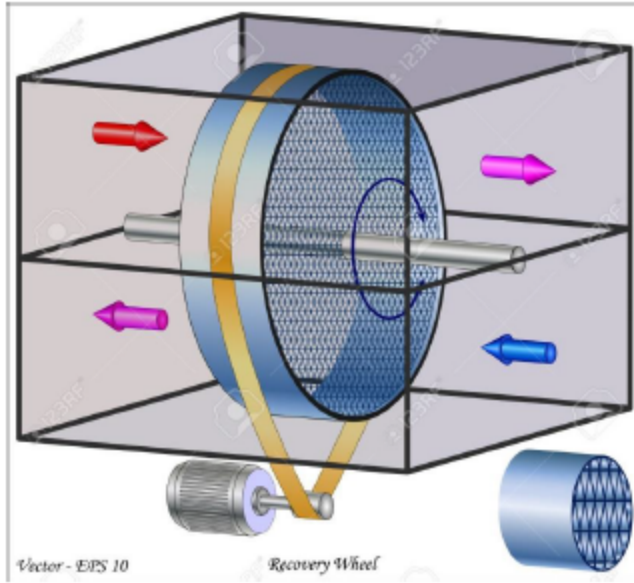
- Donmaya karşı önlem alınmadığı zaman, don riski vardır.
- Batarya kanatlarının toz ve kirle dolma olasılığı fazladır.
- Standart tiplerde nem transferi yoktur.

Tamburlu IGK Üniteleri



Tamburlu sistem en yüksek verime sahip olup %60 ile %80 arasında verime ulaşılabilir. İlk yatırımı en pahalı sistemdir. Dönen bir tamburun öncelikle dönüş havasının önüne gelerek ısınması, ardından da ısınan yüzeyin taze havanın önüne gelerek taze havayı ısıtması prensibi ile çalışır. Amortisman hesabında ilave basınç kaybı ve tamburu döndürmek için harcanan elektrik enerjisi hesaba katılmalıdır. Kontrol tambur hızı ile yapılır.

Tamburlu IGK Üniteleri



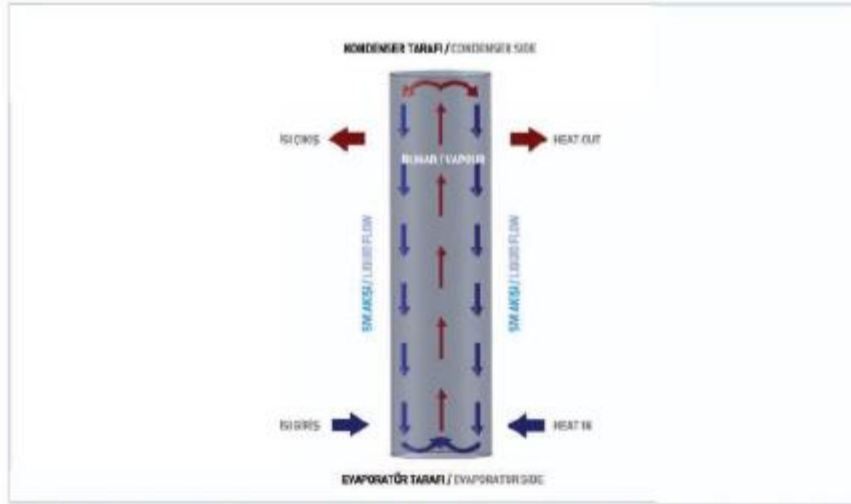
Avantajları:

- Nem transferi vardır.
- Çok verimlidir.
- Don riski yoktur.

Dezavantajları:

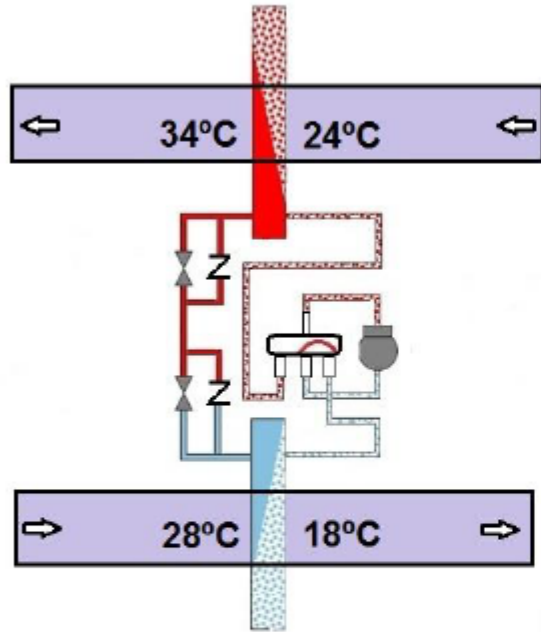
- Taze ve kirli havanın karışma riski vardır.
- Hareketli parçalar vardır.
- Elektrik motoru ile çalışır.
- Pahalıdır.

Isı Borulu IĞK Üniteleri

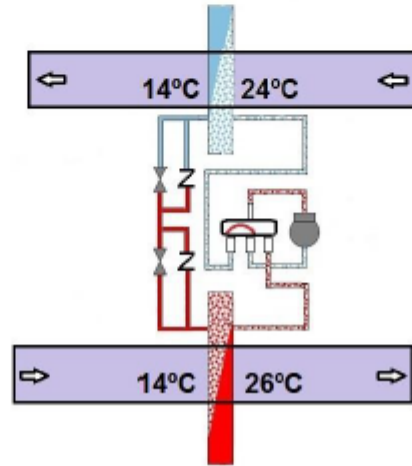


Isı borusu, yapısında buharlaşmayla ortaya çıkan gizli ısıyı çok düşük sıcaklık farkıyla uzun mesafelere aktarabilen pasif bir transfer aracıdır. Çalışma sırasında içindeki akışkan (R134a, R404a, CO2 vb.) , borunun evaporasyon bölümünde buharlaşırken ısıyı çeker, kondenzasyon bölümünde yoğuşup ısıyı atar. Yoğuşan akışkan yerçekimi etkisiyle borunun evaporasyon bölümüne geri döner. %50 ile %60 arasında verimleri vardır.

Termodinamik IGK Üniteleri



EER >%12



TERMODİNAMİK ısı geri kazanım üniteleri son yıllarda yaygınlaşan verimliliği yüksek sistemlerdir.

İlk yatırım maliyetleri yüksek olması nedeniyle geri dönüşüm süreleri uzundur.

Klima Santralleri Sınıflandırılması

- Soğutan ve ısıtan akışkan cinsine göre
- Nemlendirme şekline göre.
- Kullanım yerine göre
- Kullanım şekline
- Serpantin yapısına göre
- Kullanım amacına göre
- Hava sirkülasyon şekline göre
- Fan yapısına göre
- Hava dağıtım şekline göre
- Kabin yapısına göre

Klima Santralleri Sınıflandırılması

- Sulu akışkanlı
 - Normal sulu klima santralleri
 - Salamuralı klima santralleri
- Soğutucu akışkanlı klima santralleri
(Dx fancoiller)
- Buharlı akışkanlı klima santralleri
- Gaz yakıclı klima santralleri
- Evaporatif soğutmalı klima santralleri



Klima Santralleri Sınıflandırılması

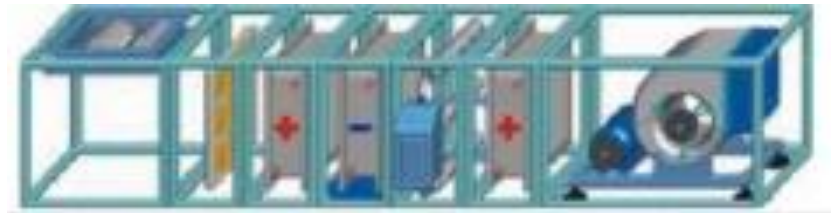
- Isıtma soğutma tek bataryalı.



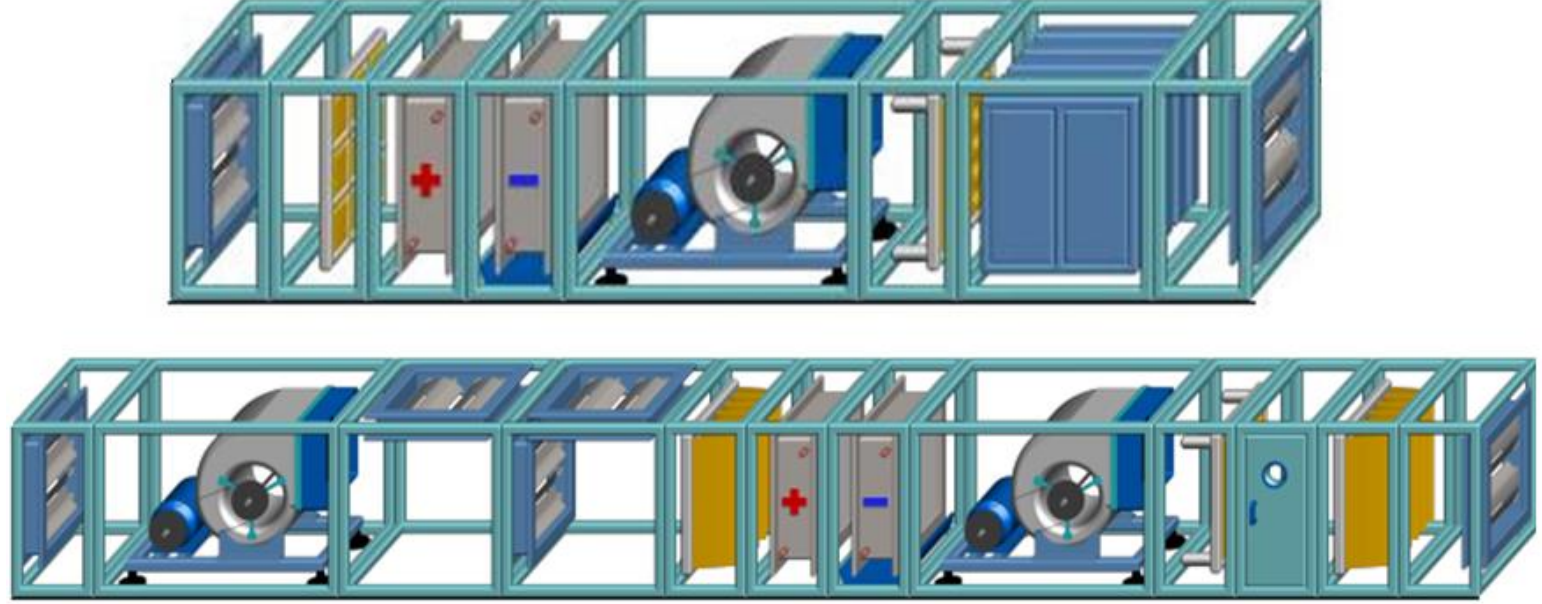
- Isıtıcı + soğutucu bataryalı.



- Isıtıcı+soğutucu+ son ısıtıcı bataryalı



Klima Santralleri Seçimi



Enerji Ekonomisi:

- Doğru fan
- Doğru serpantin
- Doğru su rejimi
- Sızdırmazlık
- Termal izolasyon

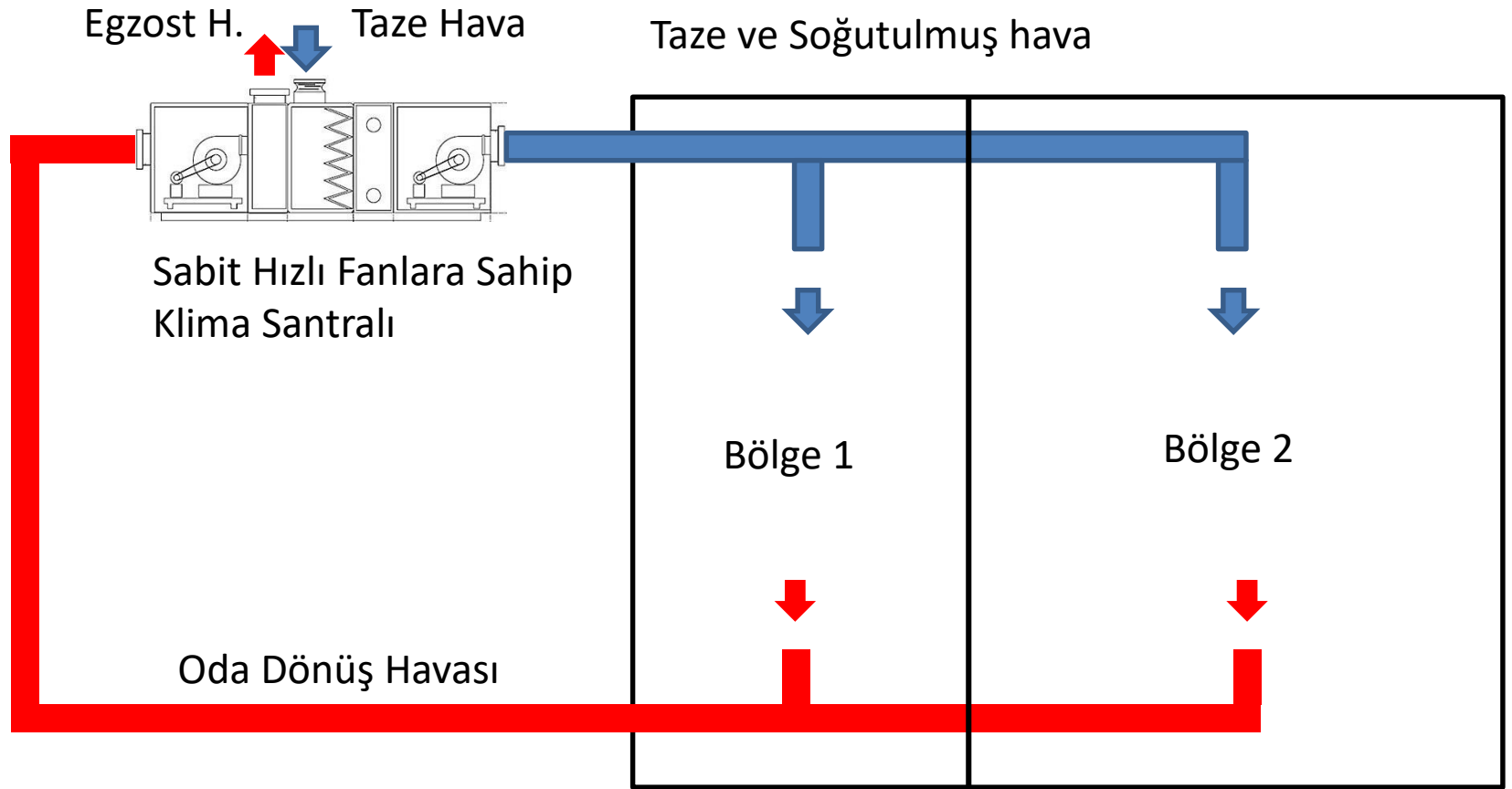
Enerji Verimliliği:

- Doğru motor
- Doğru sürücü
- Doğru ısı geri kazanımı
- Doğru montaj
- Doğru işletme

Çevre etkisi:

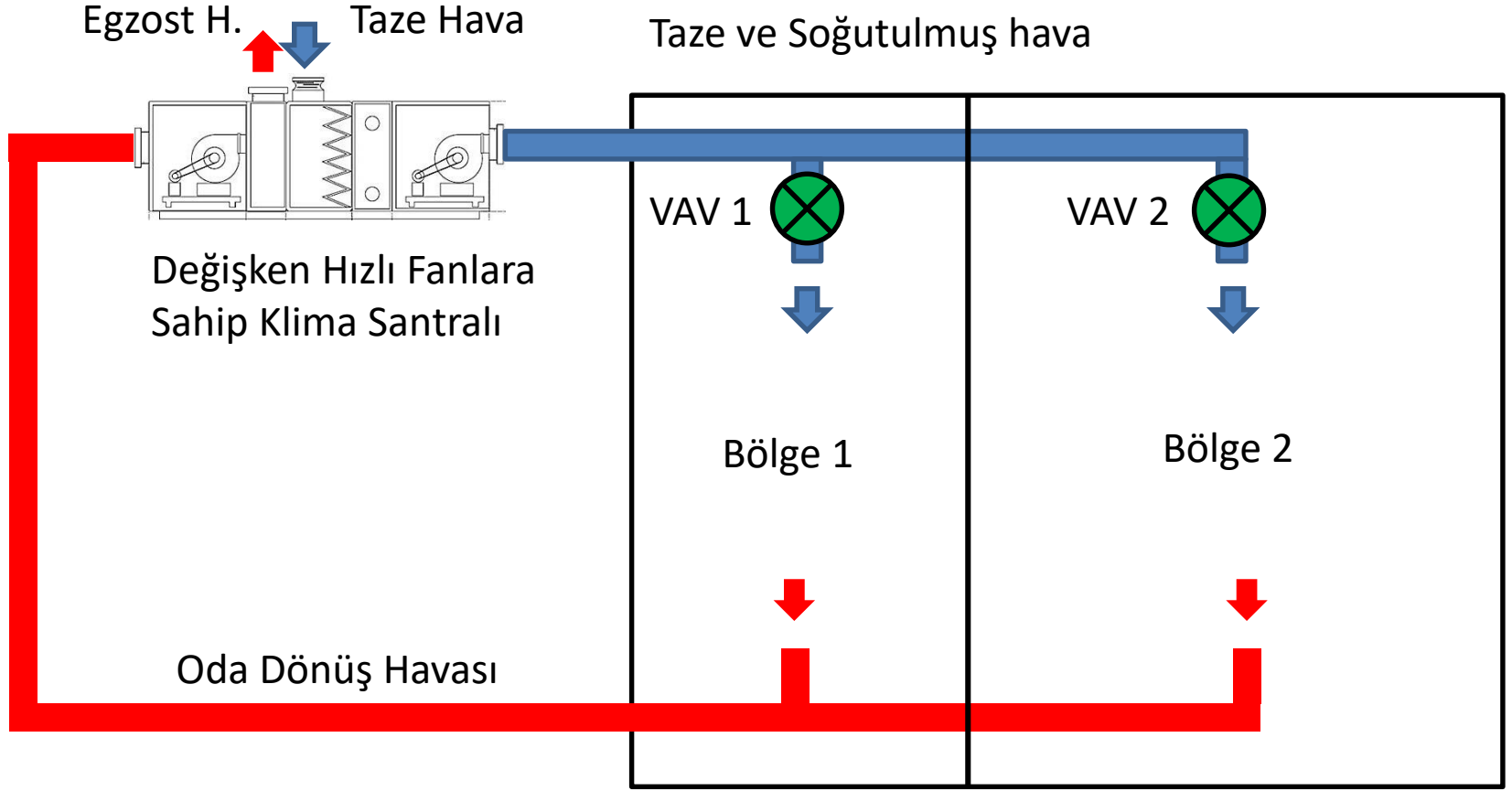
- Uygun Filtrasyon
- Doğru emisyon
- Doğru konumlandırma
- Doğru otomasyon

Sabit Debili Sistemler



Klima santralından çıkan hava sıcaklığı ne ise, oda üfleme sıcaklıkları eşit ve odur. Odaların bağımsız sıcaklık kontrolü yapmak imkansızdır.

VAV (Variable Air Volume) Uygulaması

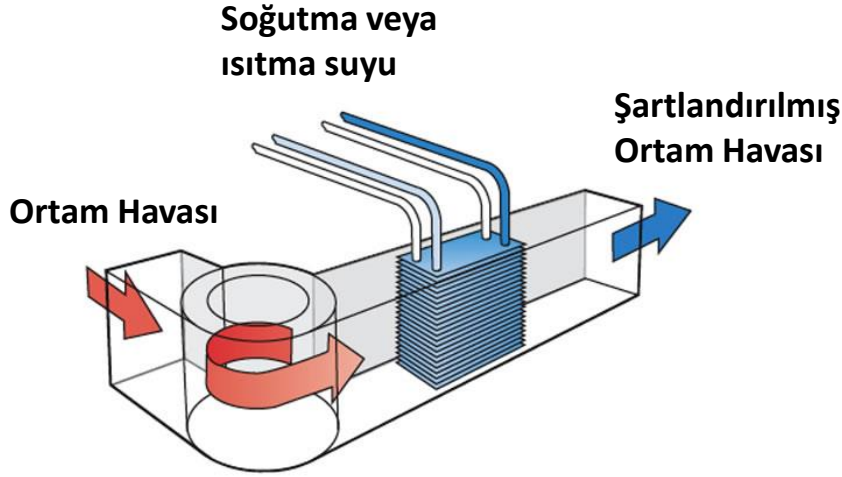


Oda soğutma ihtiyacına göre odaya verilen hava debisi VAV kutularınca ayarlanır, toplam ihtiyaca göre de klima santrali hava debisi artar ya da azalır.

Tam Sulu Sistemler



Sulu Sistemler



Soğutulan ya da ısıtılan su Chiller/Kazan'dan bir pompa vasıtasıyla basınçlandırılarak su boruları içerisinde soğutma (ya da ısıtma) yapmak üzere ilgili mekanlara gönderilir. Su borularının uygulanması kanallara göre daha basit ve daha düşük maliyetlidir. Dezavantajı ise su kaçaqlarında bina konstrüksiyonuna zarar verilebilmesidir. Enerji tasarrufu için boru izolasyonlarının iyi yapılması, pompaların doğru seçilmesi gereklidir.

Sulu Sistemler / Terminal / Fan Coil



Gizli Tavan Tipi



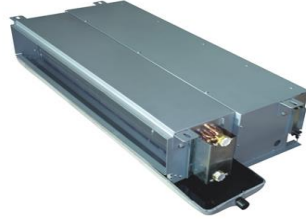
Döşeme Tipi

Yapının ısıtılma ve soğutulması için döşeme veya gizli tavan tipi Fan-Coil cihazları kullanılabilir. Fan-Coil cihazları ısıtma ve soğutma kapasiteleri geniş bir aralıkta bulunabilen cihazlardır. Ofis vb. yapılarda, ilk yatırımı düşük, işletmesi kolay sistemlerdir. Ayrıca merkezi sistemin ne marka olduğu farketmeksizin, önceden kullanılmış fan-coil'in yerine farklı bir marka/model fan-coil konulabilir.

Sulu Sistemler / Terminal / Fan Coil



Kaset Tipi



Tavan Tipi



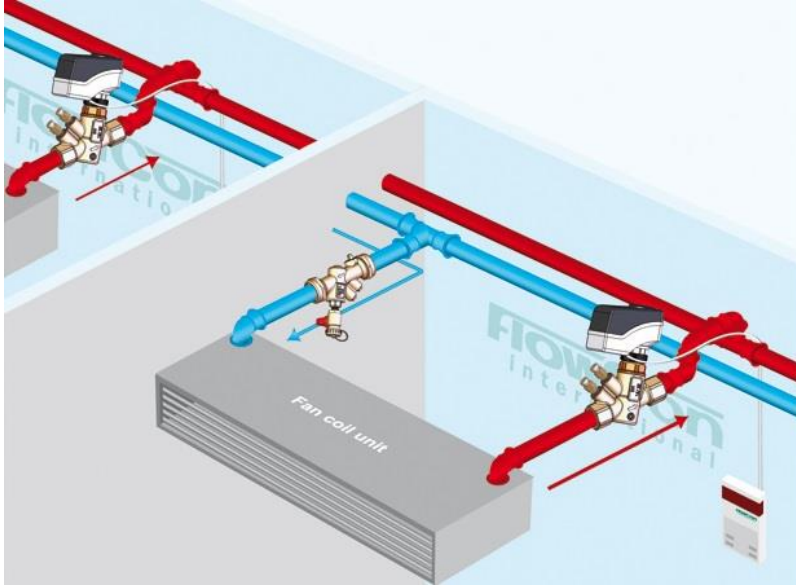
Döşeme Tipi



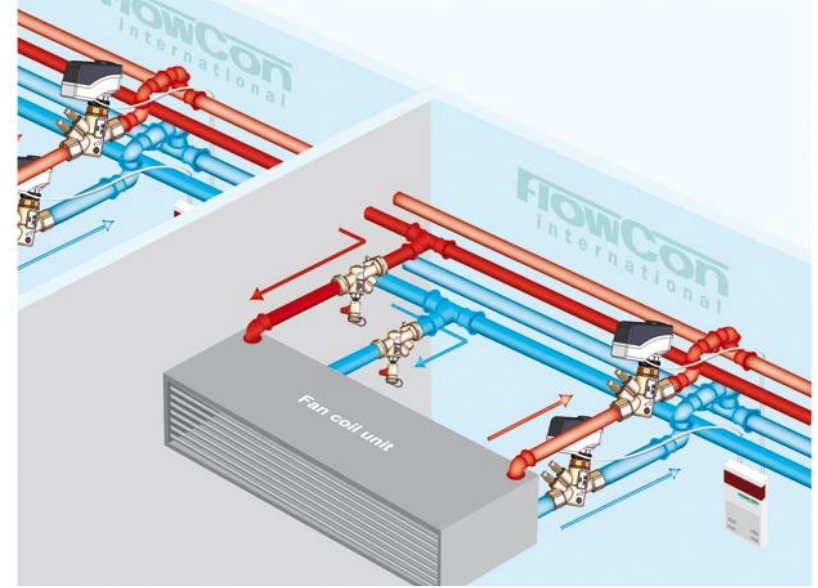
Gizli Döşeme Tipi

Sulu olan bu sistem kışın kazandan, yazın da soğutma grubundan beslenmektedir. Fakat gerek cihaz boyutu gerek borulamadan gelen büyüklüklerden dolayı, asma tavan derinlikleri/ihtiyaçları fazla olmaktadır.

Sulu Sistemler / Terminal / Fan Coil



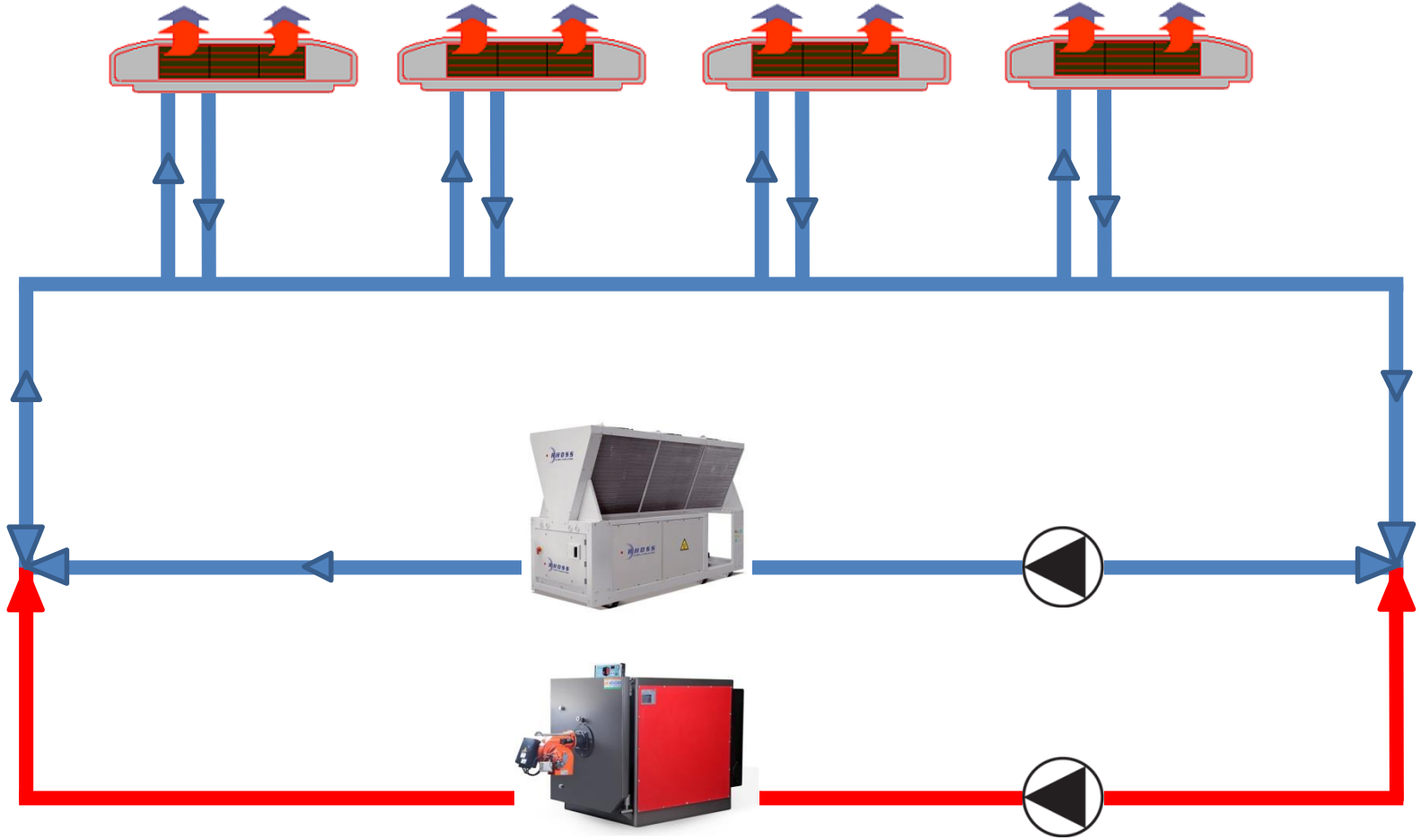
2 Borulu Fan Coil



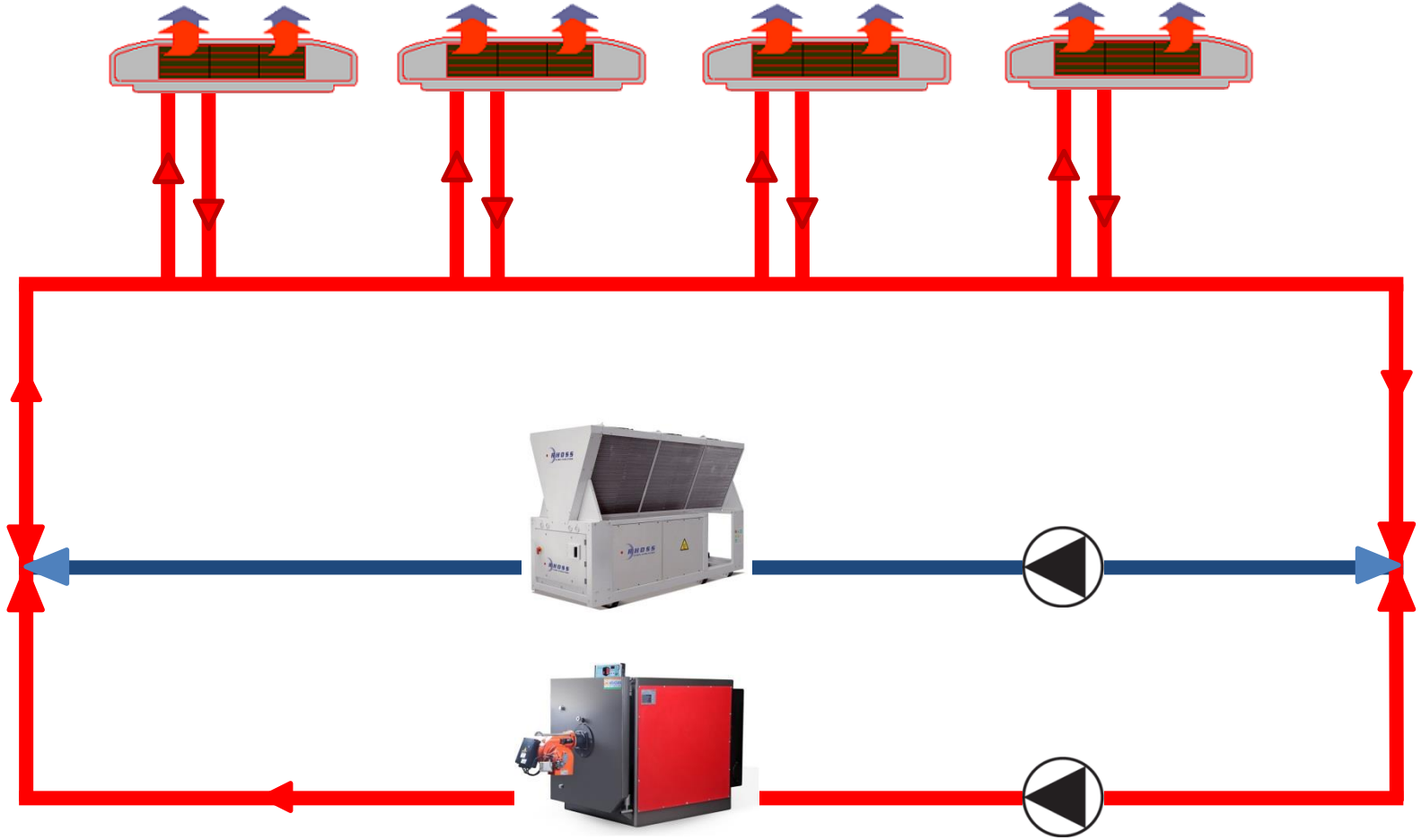
4 Borulu Fan Coil

Yapılacak binada (özellikle geçiş dönemlerinde / bahar ayları) binanın bir cephesinde ısıtma, bir cephesinde de soğutma ihtiyacı doğacağından, Fan-Coil sisteminin tercih edilmesi durumunda, mutlaka aynı anda ısıtma veya soğutma yapabilen 4 borulu sistem yapılması gerekmektedir. Aynı anda sadece ısıtma ya da sadece soğutma yapan 2 borulu sistem kurulmamalıdır.

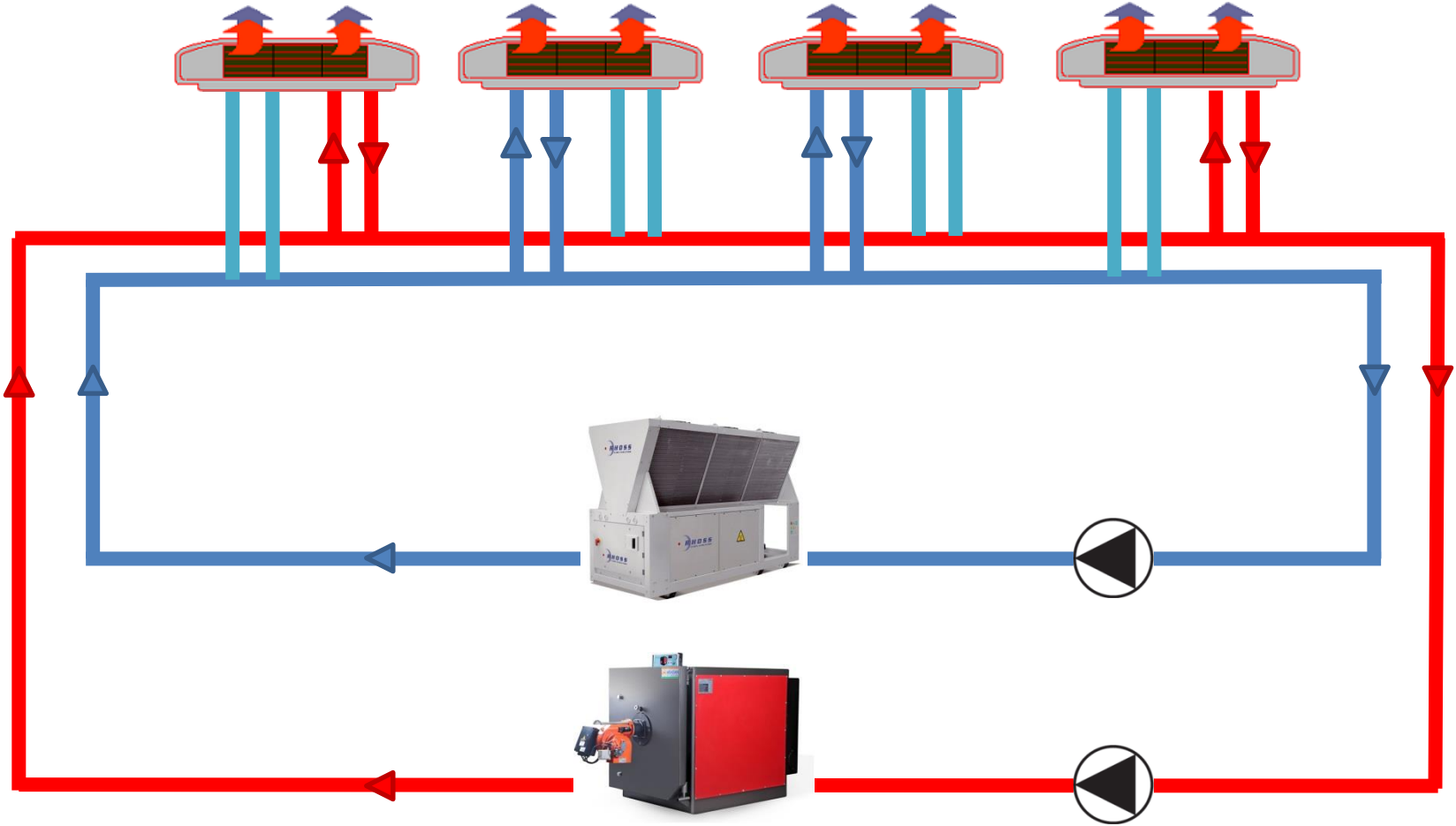
2 Borulu Fan Coil (Isıtma ya da Soğutma)



2 Borulu Fan Coil (Ya ısıtma ya da soğutma)



4 Borulu Fan Coil (Isıtma ve soğutma)



Su Soğutma Grupları



Klima santrali ve Fan Coil üniteleri için gerekli olan soğuk suyu (Yaklaşık 7°C) üreten cihazlardır. Heat pump modelleri kısıtlı şartlarda sıcak su üretimi için de kullanılabilir.

Su Soğutma Grubu Sınıflandırılması

Kondenser Tipine Göre:

- ✓ Su Soğutmalı (15-1650 kW)
- ✓ Hava Soğutmalı (5-2000 kW)
- ✓ Ayrık Kondenserli (100-600 kW)

Eşanjör Tipine Göre:

- ✓ Plakalı Eşanjörlü
- ✓ Shell-Tube Eşanjörlü

Görevine Göre:

- ✓ Sadece Soğutma
- ✓ Isıtma Soğutma

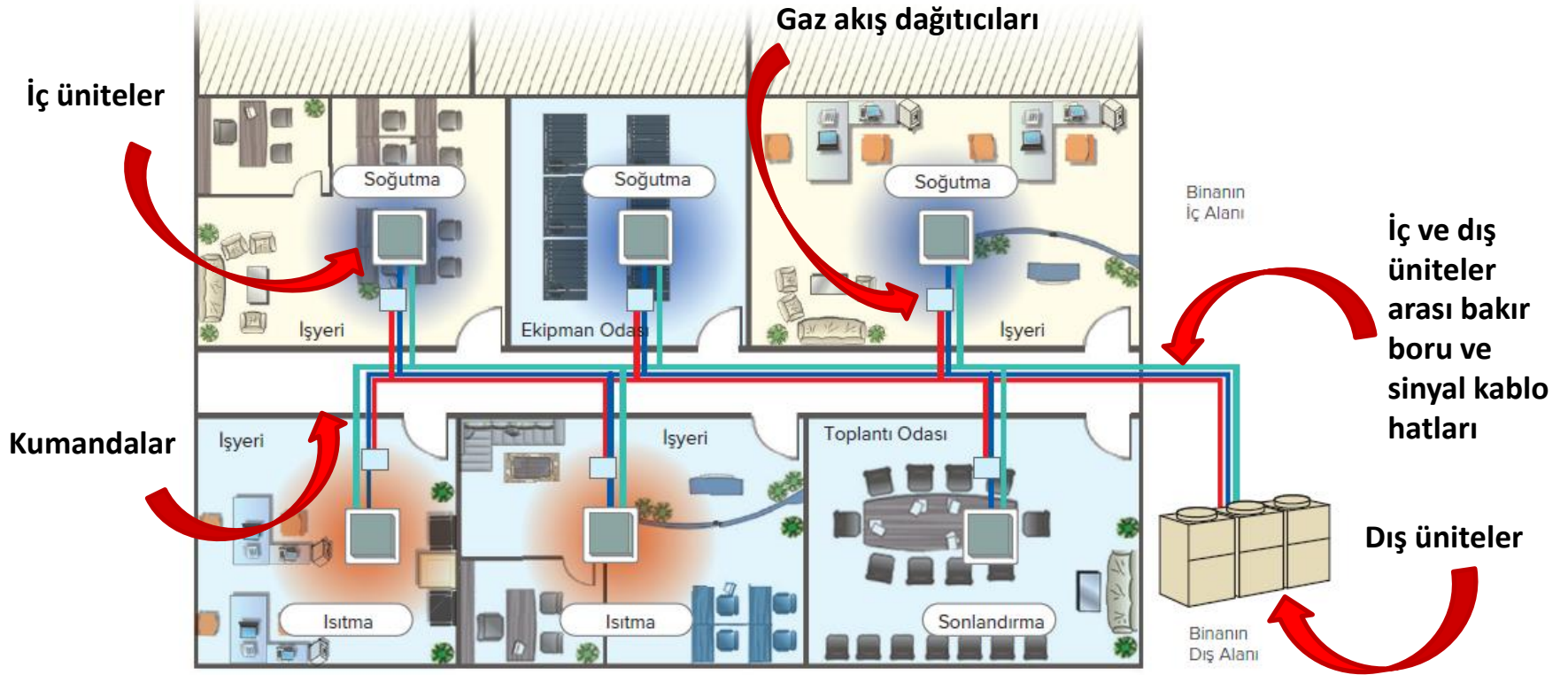
Kompresör Tipine Göre

- ✓ Vidalı (180-2000 kW)
- ✓ Scroll (5-650 kW)
- ✓ Rotary (5-250 kW)
- ✓ Pistonlu (50-400 kW)
- ✓ Santrifüj (300 – 20000 kW)
- ✓ Manyetik Yataklı Santrifüj (300-1900 kW)

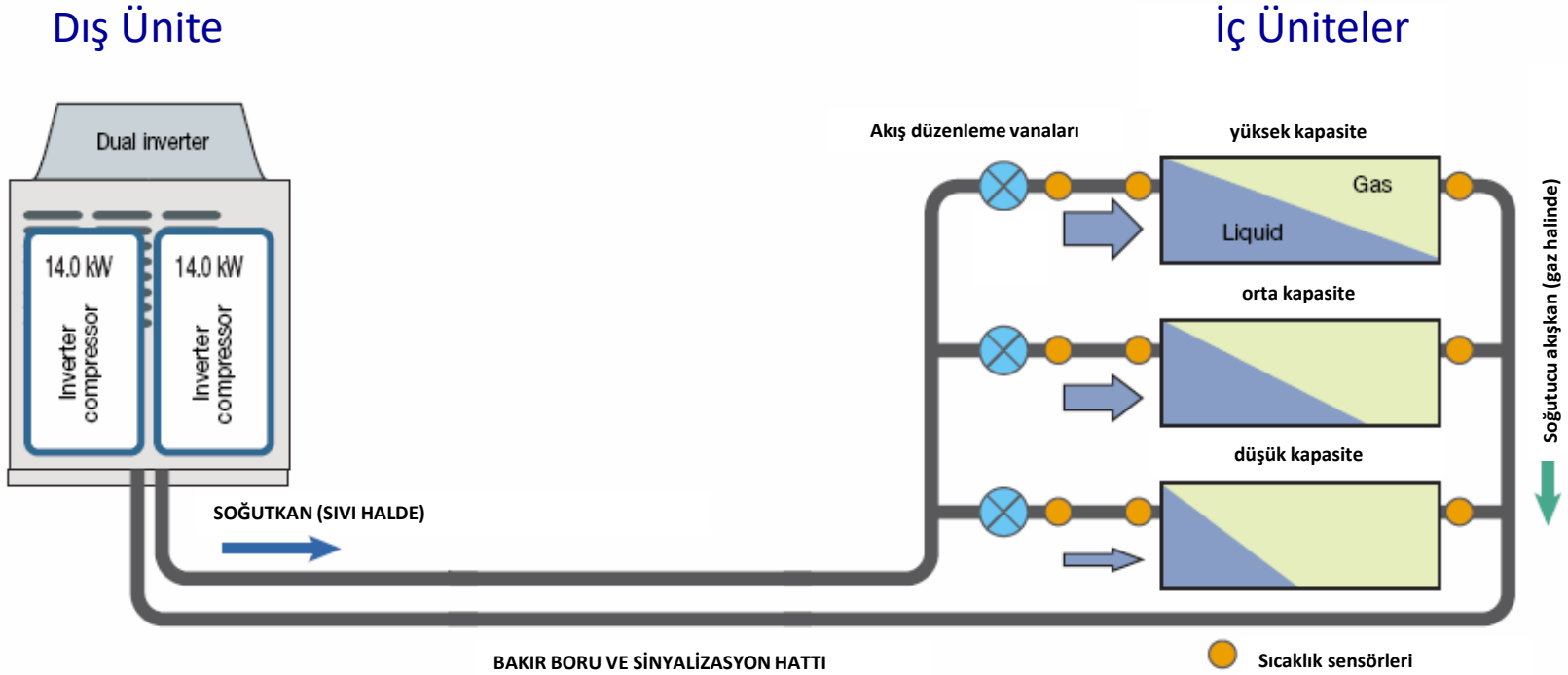
Çalışma Yapısına Göre:

- ✓ Likit Enjeksiyonlu Sistemler
- ✓ Absorpsiyonlu Sistemler (250-12000kW)
- ✓ Adsorpsiyonlu Sistemler

VRF Sistemlerinin Temel Elemanları



VRF Değişken Yük Kontrolü



Gelişmiş kontrol ve akış denetim üniteleri ile donatılmış, gerektiği kadar soğutmanın doğru faz ve doğru zamanda ihtiyaç duyulan yere sevk edilerek ısıtma ve soğutmada kullanılmasını sağlayan DX klima sistemleridir. Dolayısıyla parsiyel yüklerde EER ve COP değerleri çok yüksektir.

